THESE DE DOCTORAT

NNT : 2026UPASB013

université PARIS-SACLAY

Transition énergétique et durabilité de l'agriculture : Impact de la politique de soutien à la méthanisation sur l'agriculture bretonne et l'économie nationale

Energy Transition and Sustainability in Agriculture. Evaluating the Effects of Anaerobic Digestion Support Policy on Agriculture in Brittany and Its Implications for the French Economy

Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay

École doctorale n°581 : agriculture, alimentation, biologie, environnement, santé (ABIES)
Spécialité de doctorat : Géographie (Agriculture comparée)
Graduate School : Biosphera. Référent : AgroParisTech

Thèse préparée au sein de l'**UMR PRODIG** (AgroParisTech, CNRS, IRD, Université Paris1 Panthéon-Sorbonne, Université Paris-Cité, Sorbonne Université), sous la direction de **Nadège GARAMBOIS**, Maîtresse de conférences (ADR) et la co-direction de **Hubert COCHET**, Professeur

Thèse soutenue à Paris-Saclay, le 8 avril 2026, par

Isaline RÉGUER

Composition du Jury

Membres du jury avec voix délibérative

Xavier ARNAULD DE SARTRE Directeur de recherche, CNRS (Université de Grenoble Alpes)	Président
Claire AUBRON Professeure, L'Institut Agro Montpellier	Rapporteur & Examinatrice
Christian HUYGHE Directeur de recherche (en retraite), INRAE (Université de Poitiers)	Rapporteur & Examinateur
Mickaël HUGONNET IPEF, Ministère de l'Agriculture	Examinateur
Alexandra LANGLAIS Directrice de recherche, CNRS (Université de Rennes)	Examinatrice

université PARIS-SACLAY

ÉCOLE DOCTORALE
Agriculture, alimentation, biologie, environnement, santé (ABIES)

Titre : Transition énergétique et durabilité de l'agriculture : Impact de la politique de soutien à la méthanisation sur l'agriculture bretonne et l'économie nationale.

Mots clés : méthanisation agricole, Bretagne, agriculture comparée, politique énergétique, évaluation économique, durabilité

Résumé : La méthanisation agricole s'est développée en France depuis les années 2010 sous l'impulsion d'une politique nationale sécurisante et incitative. Cette thèse évalue l'impact de cette politique nationale de soutien à la méthanisation agricole sur la durabilité de l'agriculture et l'économie nationale. L'originalité de cette recherche repose sur la compréhension des effets de cette politique sur les processus de développement agricole, tant d'un point de vue technique que socio-économique, et sur l'évaluation de ses effets directs et indirects (amont et aval) sur l'économie nationale. À partir d'un travail approfondi de terrain conduit à l'échelle de deux petites régions agricoles en Bretagne (Ouest du bassin rennais, Est du bassin du Gouessant) et en mobilisant une démarche en Agriculture comparée, cette thèse montre que la méthanisation agricole engendre de profonds effets techniques et environnementaux, qui tendent à se renforcer avec le développement de l'injection et l'augmentation de la capacité de production d'énergie des unités. Elle révèle que cette politique participe d'un renforcement des inégalités économiques entre exploitations agricoles. Une évaluation économique d'impact conduite à l'échelle du bassin rennais démontre que le développement de la méthanisation dans cette région n'a pas contribué à l'accroissement du revenu national. Cette dynamique s'explique par la concurrence entre la production alimentaire et énergétique, et par les coûts supplémentaires que la méthanisation induit. Finalement, cette recherche montre que, bien que la politique de soutien à la méthanisation agricole semble atteindre ses objectifs en matière de substitution aux énergies fossiles et de décarbonation, elle ne conduit pas à un développement durable de l'agriculture et repose sur une forte contribution publique.

Title : Energy Transition and Sustainability in Agriculture. Evaluating the Effects of Anaerobic Digestion Support Policy on Agriculture in Brittany and Its Implications for the French Economy.

Keywords : agricultural anaerobic digestion, Brittany, comparative agriculture, energy policy, economic assessment, sustainability

Abstract : Agricultural anaerobic digestion has been progressing in France since the 2010s, fueled by a national policy that offers security and incentives.
This thesis assesses the impact of the national policy supporting agricultural anaerobic digestion on the sustainability of agriculture and the national economy. Its originality lies in the attempt to understand the effects of this support on agricultural development processes, from both technical and socio-economic perspectives, as well as to assess the direct and indirect impacts of this policy on the national economy.
Based on in-depth fieldwork conducted in Brittany, in two agricultural districts (West of the Rennes basin, East of the Gouessant basin), and using a Comparative agriculture approach, this thesis shows that this policy has significant technical and environemntal effetcs, which tend to be reinforced with the development of biomethane and the increase in the energy production capacity of the units. It reveals that this policy contributes to a widening of economic inequalities between farms.
An economic impact assessment conducted at the scale of the Rennes basin shows that installation of biogas units has not contributed to an increase in national income. This dynamic is driven by intense competition between energy production and food production, as well as the significant costs incurred by biogas production.
In conclusion, this research shows that, although the policy of supporting biogas production appears to be meeting its goals for fossil fuels substitution and decarbonization, it does not lead to sustainable agricultural development and relies heavily on public funding.

Financement doctoral

Cette thèse a été réalisée dans le cadre d'un contrat doctoral de droit public, conclu avec AgroParisTech.

La doctorante a été inscrite au sein de l'Ecole Doctorale ABIES (AgroParisTech, Université Paris-Saclay) et a été accueillie au sein de l'UMR Prodig et l'UFR Agriculture Comparée d'AgroParisTech.

Remerciements

Je suis profondément reconnaissante envers l'ensemble des personnes et institutions qui m'ont permis de mener à son terme ce passionnant travail doctoral. Leur contribution, leur accompagnement et leur soutien ont été déterminants durant ces trois années.

Mes remerciements vont en premier lieu à l'ensemble des **agriculteurs et agricultrices** qui, à tout âge, ont pris le temps de m'expliquer avec patience le fonctionnement et l'organisation de leur exploitation agricole. Ces échanges les ont souvent conduits à me partager une part de leur quotidien, de leur intimité et de leurs doutes ; je les en remercie.
Je remercie aussi l'ensemble des **agents des entreprises privées, coopératives ou institutions publiques** qui ont pris le temps de répondre à mes questions, de m'expliquer leur point de vue et de me partager des données indispensables à ce travail.

Mes remerciements s'adressent ensuite à **Nadège Garambois**, directrice de cette thèse de doctorat. Je suis reconnaissante pour la confiance qu'elle m'a accordée en me permettant d'explorer cette thématique de recherche — sur le lien entre agriculture et énergie — que je souhaitais aborder depuis 2020, ainsi que pour son accompagnement, depuis la recherche de financements jusqu'aux ultimes étapes de ce travail doctoral. Sa rigueur et son exigence m'ont permis de me dépasser et de me préparer au mieux au monde de la recherche. Qu'elle en soit remerciée. Je remercie également **Hubert Cochet**, d'avoir accepté d'assurer la co-direction de cette thèse.

Je remercie l'ensemble de mon jury de soutenance : **Claire Aubron** et **Christian Huyghe**, rapporteurs de cette thèse de doctorat, ainsi que **Xavier Arnauld de Sartre, Mickaël Hugonnet** et **Alexandra Langlais** examinateurs. Je les remercie sincèrement d'avoir accepté de faire partie de ce jury. J'espère que ce manuscrit retiendra leur attention avec intérêt et qu'ils me pardonneront ses limites.

Je remercie les membres de mon comité de suivi individuel (CSI) : **Thomas Nesme, Mickaël Hugonnet** et **Nathalie Frascaria-Lacoste**, pour le suivi de mes travaux de recherche, leurs conseils avisés, leur bienveillance et leurs encouragements.

Je remercie l'ensemble de l'équipe de l'**UFR *Agriculture Comparée et développement agricole***, pour la formation prodiguée, les approches, concepts et méthodes qui m'ont été transmis et furent indispensables à la conduite de cette recherche. Mes remerciements s'adressent plus particulièrement à Olivier Ducourtieux pour ses précieux conseils, cours et prêts de livres qui ont facilité mon travail dans le cadre de l'évaluation économique d'impact de la méthanisation agricole. Je remercie aussi chaleureusement Samir El Ouaamari de m'avoir permis d'intervenir trois années de suite auprès d'étudiants et étudiantes pour partager mes recherches.

Je remercie aussi l'ensemble des doctorant·e·s formé·e·s par cette UFR que j'ai pu croiser, de près ou de loin, malgré nos terrains d'étude parfois éloignés : Jonathan, Nathan, Eva, Pierre et Antoine. Mes remerciements s'adressent en particulier à Jonathan et à Nathan, pour leurs précieuses orientations en début et fin de doctorat.
Je remercie l'école doctorale **ABIES** d'avoir cru en mon projet doctoral et de m'avoir accompagnée durant ces trois années. Je remercie en particulier Alexandre Péry pour son accompagnement et d'avoir permis de riches échanges entre élu·e·s au conseil de l'école doctorale.

Je remercie chaleureusement l'**UMR Prodig** pour l'environnement de recherche si riche qu'il m'a conféré durant ces trois années et les échanges stimulants que nous avons pu y entretenir. Mes remerciements se portent tout particulièrement vers les doctorants et doctorantes de l'UMR. Je les remercie pour leur soutien, les échanges stimulants et leur bonne humeur, qui m'ont permis de faire collectif dans ce long travail solitaire. Je les remercie pour leur persévérance à nous rassembler tous, quel que soit notre rattachement universitaire et disciplinaire. Gaspard, Emma, Rémi, Angèle, Felix, Kossi, et tous les autres : je vous remercie.

Enfin, je remercie l'ensemble des personnes qui ne font pas partie de cet environnement académique, mais qui ont constitué un pilier et un réconfort indispensable durant ces trois années.

Je suis reconnaissante envers les résidences et foyers étudiants et sociaux qui m'ont accueillie durant mes déplacements de terrain en Bretagne.

Je remercie Anne et Patrick ainsi que Martine et Éric pour leurs mots encourageants et de m'avoir permis d'écrire dans des cadres paisibles, parmi les plus beaux de Bretagne.

I would like to thank Françoise from the bottom of my heart. Thank you for your support over the past three years, for proofreading my work, for our stimulating discussions, for the hours we spent putting the world to rights, for our laughter, and for introducing me to the beauty of intergenerational friendship.

Je remercie Ingénieur Sans Frontières et plus spécifiquement le groupe AgriSTA de m'avoir ouvert les yeux, dès mes premières années de formation, sur les inégalités à l'œuvre dans le monde agricole.

Mes mots ne seront jamais suffisants pour transmettre toute la reconnaissance que j'ai envers Laura, qui m'a accompagnée ces dernières années à travers tous mes cheminements, qui m'a aidée à croire en moi et à tracer ma propre voie. Qu'elle en soit chaleureusement remerciée.

Je voudrais remercier Bruz Athlétisme et ses bénévoles, Alain et toute l'équipe, car nos rendez-vous hebdomadaires m'ont permis de me rappeler que la vie d'un doctorant ne se résume pas à son doctorat. Je remercie en particulier Aurore, Chloé, Clémentine, Emilie, Emma, Julie, Léa et Lucie.

Plus qu'une athlète, je voudrais remercier une amie au grand cœur et au grand sourire : Jessica. Merci de m'avoir encouragée et soutenue dans ma recherche, ainsi que pour les pauses repas sportives. Muchas gracias.

Je remercie ensuite les copaines d'enfance ou rencontré·e·s plus tard durant ma formation, qui ont rendu ces trois années plus douces : merci aux plus anciens, Hugues et Marc-Antoine, pour la constance de notre amitié et les échanges malgré la distance. Merci à Fanny pour nos douces discussions et pour ton accueil toujours chaleureux sur l'île de beauté. Merci à Florine, je te remercie pour ta sincérité, nos rires partagés et nos belles discussions. Merci à Pauline et Nicolas, pour nos discussions à bâtons rompus, vos visites et nos randonnées. Je te remercie particulièrement Pauline, pour nos nombreux échanges au sujet du doctorat, de m'avoir offert un espace pour partager nos doutes, nos agacements et nos espoirs. Merci à Chloé pour nos riches discussions et nos sorties en nature libératrices. Merci à Florian, pour le soutien depuis la campagne nicaraguayenne jusqu'à la campagne bretonne et de nous avoir offert un espace salvateur pour refaire le monde. Merci à Vivien pour ton amitié, tes conseils avisés, ton écoute et nos passionnantes discussions. Merci à Paul, pour la constance de ton amitié de Rome à la Bretagne et ton oreille toujours attentive. Merci aux rescapées, Rokhaya, Inès et Jeanic, pour les rires et les moments de détente. Merci à Ghalib pour ta gentillesse et tes sages conseils. Et merci à la colocation parisienne, Léo et Léa, pour les bons repas et pour votre bienveillance qui m'ont souvent fait du bien durant mes déplacements académiques dans cette folle capitale.

Pour terminer, je remercie Agathe et Antoine, pour votre soutien sans faille durant ces trois années de labeur et de toujours m'accueillir dans votre cocon apaisant quand le moral s'effiloche. Merci en particulier à toi Agathe, pour tes mots rassurants et toujours encourageants, ta grande intelligence, ta bienveillance et ta foi en l'autre. Votre amitié m'a aidée à envisager ces trois années sous un autre angle.

Je remercie les membres de ma famille, pour l'ancrage, l'amour et le soutien sans faille qu'ils m'apportent.

Mes remerciements ainsi que mes plus douces pensées vont vers celles qui nous ont quittées : Solange et Juliette, celles qui se sont battues pour nous offrir la vie que j'ai la chance d'avoir aujourd'hui. Mes pensées les plus émues vont vers Jocelyne et Alain, partis trop tôt, dont l'amour me porte encore au quotidien.

Je remercie Dominique et Nadine, pour la constance de leur présence et de leur soutien.

Je remercie du fond du cœur Charlotte, d'être un pilier toujours présent quand le moral flanche, merci pour ton intelligence et ta sensibilité.

Je remercie Nathan, pour nos discussions doctorales durant nos trajets, pour nos promenades bretonnes qui m'ont permis de prendre l'air et d'être le petit frère si brillant, gentil et généreux que toute grande sœur rêverait d'avoir.

Je remercie du fond du cœur Annick et Patrice, pour tout l'amour inconditionnel, le soutien sans faille, le cocon chaleureux, les centaines de bons repas et de légumes du jardin emportés, qui m'ont permis de traverser ces trois années avec la certitude d'être aimée, entourée, (nourrie) et soutenue.

Enfin, je remercie Tangi, mon conjoint, mon pilier, mon conseiller et mon meilleur ami. Merci pour ton soutien sans faille, de croire si fort en moi et de m'encourager au quotidien, de m'écouter, de m'aider à me surpasser, de me faire rire et de savoir me rassurer. Je n'ai pas les mots pour exprimer toute ma gratitude. Ces trois années ont été plus douces à tes côtés.

***Nota Bene* :**

L'écriture inclusive n'a pas été utilisée pour qualifier *'les agriculteurs et les agricultrices'* dans ce manuscrit. Ce choix se fonde sur l'observation suivante : si le modèle familial à deux actifs, mixte, prévalait encore il y a une trentaine d'années au sein des petites régions étudiées, ce dernier a aujourd'hui laissé la place à un modèle majoritairement masculin. Sur l'ensemble des personnes enquêtées disposant d'un méthaniseur, seule une femme a été rencontrée. Pour cette raison, le terme 'agriculteur' a été utilisé à escient. Le terme de *'famille'* a été utilisé pour décrire les actives et les actifs agricoles familiaux lors de la description des transformations agricoles historiques.

INTRODUCTION 10

PARTIE I. LE DEVELOPPEMENT DE LA METHANISATION AGRICOLE : CONTEXTE POLITIQUE, ENJEUX TERRITORIAUX ET DEMARCHE DE RECHERCHE 17

Chapitre 1. La politique de soutien à la méthanisation agricole, des effets peu connus sur l'agriculture bretonne et l'économie nationale 17

1. Un développement croissant de la méthanisation en France sous l'impulsion d'une politique de soutien sécurisante 17
2. La Bretagne : entre enjeux agricoles, environnementaux et énergétiques 23
3. Impact de la politique de soutien à la méthanisation sur la durabilité de l'agriculture : des effets peu étudiés 31
4. La politique de soutien à la méthanisation agricole : quel impact sur l'économie nationale ? 34

Chapitre 2. Agriculture Comparée et évaluation de projets : des approches systémiques et comparatives pour évaluer la politique de soutien à la méthanisation 37

1. L'Agriculture Comparée, une approche micro-régionale utilisée pour comprendre le développement agricole engendré par la méthanisation 38
2. L'analyse-diagnostic des systèmes agraires : une démarche de terrain, systémique, comparative, qui mobilise un emboîtement d'échelles d'analyse 45
3. L'évaluation économique : une démarche qui s'articule avec les résultats du diagnostic agraire pour évaluer l'impact de la méthanisation sur l'économie 62

PARTIE II. LA METHANISATION AGRICOLE : UN DEVELOPPEMENT AU SEIN DES PLUS GRANDES EXPLOITATIONS, A DOMINANTES LAITIERES 73

Chapitre 3. Des petites régions agricoles à fort potentiel productif, historiquement marquées par la présence d'exploitations de grande taille 73

1. Bassin rennais et bassin du Gouessant : deux petites régions agricoles à fort potentiel de production de biomasse 73
2. Des petites régions marquées par un fort processus de spécialisation agricole et par d'importants gains de productivité physique du travail 89

Chapitre 4. Des dynamiques agraires contemporaines marquées par la dérégulation de la PAC 147

1. La PAC depuis 2003 : poursuite du démantèlement des prix garantis, découplage des aides, et mesures environnementales peu contraignantes 147
2. Pour les élevages laitiers bretons : des dynamiques structurées par l'arrêt des quotas, des crises laitières et la robotisation de la traite 150
3. Pour les élevages porcins bretons : des dynamiques marquées par le maintien de normes environnementales et la flambée des prix de l'énergie 163
4. Des inégalités marquées entre les exploitations agricoles actuelles des deux petites régions 172
5. Une différenciation technique marquée entre agriculteurs, qui se traduit d'importantes inégalités socio-économiques 227

Chapitre 5. La méthanisation agricole : de profonds effets agronomiques et socio-économiques pour les exploitations agricoles 254

1. Une diversité de méthaniseurs et de biomasse mobilisée, mais une constante : des investissements réalisés par les plus grandes exploitations 254
2. Un besoin en biomasse qui conditionne le niveau de modification des systèmes de production avec méthaniseur 271
3. La méthanisation : un accroissement du revenu des agriculteurs, assuré par une forte bonification des prix 310
4. Des effets qui dépassent les exploitations avec méthaniseurs 318

PARTIE III. LA POLITIQUE DE SOUTIEN A LA METHANISATION AGRICOLE : QUEL IMPACT POUR L'ECONOMIE NATIONALE ET L'ENVIRONNEMENT ? 326

Chapitre 6. La méthanisation agricole : des coûts publics conséquents, mais une faible contribution à la richesse nationale 327

1. L'établissement des trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* sur la base des résultats du diagnostic agraire 327
2. Préalable à l'application des méthodes d'évaluation économique : l'identification des agents directement et indirectement concernés par la méthanisation 341
3. Quantification en termes monétaires : mise en place des prix de référence 359
4. La méthode des effets : la ventilation des valeurs ajoutées entre catégories d'agents 375
5. Quel bilan de contribution de la méthanisation agricole dans le bassin rennais au revenu national ? 379
6. Comment la méthanisation agit-elle sur la répartition des revenus entre agents économiques et sur l'emploi ? 395
7. Une très forte contribution du budget de l'Etat pour développer la méthanisation agricole, sans commune mesure avec le budget de la PAC 403

Chapitre 7. Des objectifs environnementaux partiellement atteints, mais des coûts conséquents 409

1. Des interrogations quant à l'impact des digestats sur les sols et une réduction de la biodiversité cultivée 409
2. Des consommations d'énergie importantes, mais un bilan énergétique qui reste positif dans le cas de l'injection 414
3. Une réduction des émissions de gaz à effet de serre uniquement dans le cas de l'injection 430

Chapitre 8 – Le développement de la méthanisation agricole se poursuit 434

1. Une très forte contribution de l'État pour l'énergie, sans commune mesure avec le soutien agricole 434
2. En Région Bretagne : un coup d'arrêt aux soutiens à la méthanisation depuis 2019, à rebours de la politique nationale 436
3. Quel devenir de la méthanisation agricole en France ? 440

CONCLUSION 448
BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE 457
TABLE DES ILLUSTRATIONS 482
TABLE DES TABLEAUX 490
TABLE DES MATIERES 492
ANNEXES 502

Introduction

L'Union européenne a structuré sa politique énergétique à partir des années 1990 autour d'objectifs essentiellement économiques, centrés sur l'intégration et la libéralisation des marchés de l'énergie. Depuis lors, les priorités européennes en la matière reposent sur trois piliers : la sécurité d'approvisionnement, la durabilité et la compétitivité des sources de production (Palle, 2019). Avec la montée en puissance des préoccupations environnementales, l'Union a progressivement identifié les énergies renouvelables comme un levier stratégique permettant de concilier diversification des fournisseurs - et donc réduction de la dépendance énergétique - et *transition énergétique* (Palle, 2019). Cette dernière est en effet définie par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) comme « *la transformation du secteur énergétique mondial, visant le passage des sources fossiles à des sources zéro carbone d'ici la seconde moitié du XXIe siècle* », reposant principalement sur « *l'utilisation des technologies renouvelables* » (IRENA, 2025a, 2025b).
Un premier *Livre blanc* a été publié en 1997 afin de définir un plan d'action communautaire en faveur du développement des énergies renouvelables (Commission européenne, 1997). À partir de 2009, des objectifs contraignants de production d'énergie issue de sources renouvelables ont été fixés par la directive relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables[1]. Celle-ci impose aux États membres l'élaboration de plans d'action nationaux précisant les moyens mobilisés pour atteindre les objectifs fixés. Depuis lors, l'Union européenne a poursuivi l'encouragement au développement des énergies renouvelables à travers plusieurs directives successives, regroupées sous l'appellation *Renewable Energy Directive* (RED I à III). Le Pacte vert pour l'Europe, présenté par la Commission européenne en 2019, est venu renforcer ces orientations en fixant l'objectif de neutralité climatique à l'horizon 2050, ainsi qu'une réduction d'au moins 55 % des émissions nettes de gaz à effet de serre d'ici à 2030 par rapport à leur niveau de 1990 (Commission européenne, 2021).

C'est dans ce contexte que s'est développée la politique énergétique française au cours des dernières décennies. Aujourd'hui, cette dernière s'inscrit dans une double ambition : *« atteindre la neutralité carbone, c'est-à-dire zéro émissions nettes, (...) et réduire l'empreinte carbone des*

[1] Directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, JOUE L 140 du 5 juin 2009.

Français », conformément aux orientations définies par la Stratégie Nationale Bas-Carbone (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020, p. 4).
En France, le cadre général de la politique énergétique nationale est fixé par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV). Celle-ci se décline, d'une part, en un plan d'action de long terme projetant les objectifs nationaux à l'horizon 2050 à travers la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), et, d'autre part, en une programmation décennale définie par la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE). Ces deux instruments structurants constituent les fondements de la politique énergétique française, en définissant à la fois ses orientations générales et les objectifs assignés à chaque filière.
L'ambition première affichée par cette politique, au sein de la SNBC et de la PPE 2019-2028, est la réduction des émissions de gaz à effet de serre liés aux énergies fossiles et l'augmentation de la part d'énergies renouvelables (CGDD, 2023) afin d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020; Ministères Aménagement du territoire et Transition écologique, 2024). Des objectifs complémentaires apparaissent toutefois au sein de la LTECV : le développement des énergies renouvelables doit aussi favoriser l'émergence d'une économie compétitive et riche en emplois, assurer la sécurité d'approvisionnement en énergie et réduire la dépendance aux importations (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2017).

Dans ce cadre, structuré par les directives européennes relatives aux énergies renouvelables (RED), mais aussi avec l'intensification du conflit russo-ukrainien en 2022, qui s'est traduite par une réduction des importations de gaz naturel russe, la France s'est fixé pour objectif d'atteindre 42,5% d'énergies renouvelables dans son mix énergétique et de quadrupler sa production de biogaz à l'horizon 2030[2], afin de renforcer son autonomie énergétique. (Cour des comptes, 2025). Le biogaz, c'est-à-dire l'énergie produite par méthanisation, représente aujourd'hui 6% de la production primaire d'énergie renouvelable en France. Néanmoins, la part du biogaz produit par méthanisation dans ce mix énergétique s'est accrue de plus de 60 % depuis 2020 (SDES, 2020). Alors que la France comptait moins de 90 unités de méthanisation en 2012, le pays en compte aujourd'hui plus de 1900 (Cour des comptes, 2025).
Décrite comme une source d'énergie 'verte', la méthanisation s'est développée sous l'impulsion d'une politique nationale de soutien sécurisante et incitative. Ce développement a en effet été permis par des soutiens à l'investissement et la mise en place, dès 2011, de prix bonifiés de rachat de l'énergie, garantis durant 15 ans pour les porteurs de projet.

La *méthanisation* qualifie un processus de fermentation anaérobie, phénomène naturel au cours duquel certaines bactéries transforment de la matière organique – la biomasse – en deux

[2] Directive (UE) 2023/2413 du Parlement européen et du Conseil du 18 octobre 2023 modifiant la directive (UE) 2018/2001, JOUE L 2023/2413 du 31 octobre 2023.

produits finaux : un biogaz, constituant le combustible énergétique, et un résidu liquide appelé digestat. Le biogaz produit peut, en fonction du type de méthaniseur utilisé, être valorisé selon deux voies principales : dans le cas de la cogénération, le biogaz permet la génération conjointe d'électricité et de chaleur, et dans le cas de la méthanisation en injection, le biogaz est purifié pour isoler le méthane et l'injecter dans le réseau de gaz naturel.
Dans le cas de la *méthanisation agricole*, la biomasse utilisée est principalement produite au sein des exploitations agricoles. C'est pourquoi elle est qualifiée de *renouvelable*, c'est-à-dire de source d'énergie dont le renouvellement est suffisamment rapide à l'échelle humaine du temps pour qu'elle puisse être considérée comme presque inépuisable (Clément, s. d.). La méthanisation agricole constitue de ce fait l'un des outils de la politique de transition énergétique portée par l'Union européenne et la France.
Certains méthaniseurs sont qualifiés d'industriels et contribuent à méthaniser des coproduits issus de l'industrie, ou toute autre biomasse non agricole. Ces derniers ne seront pas étudiés dans le cadre de cette recherche, qui sera centrée sur la méthanisation agricole, susceptible d'avoir de profonds effets sur l'agriculture. En s'insérant au sein des exploitations, la méthanisation agricole peut modifier l'organisation et le fonctionnement de ces dernières. La biomasse mobilisée pour faire fonctionner les méthaniseurs est en effet produite majoritairement au sein de ces exploitations. Il peut s'agir d'effluents d'élevage (lisier, fumier), ou bien de biomasse végétale telle que des cultures principales, comme du maïs, ou bien des Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique (CIVE), implantées en intercultures et récoltées. En outre, le résidu liquide de la réaction - appelé digestat - est riche en éléments minéraux facilement biodisponibles pour les plantes, et peut être épandu sur les cultures comme fertilisant, comme peuvent l'être les effluents d'élevage.

Le développement de la méthanisation, en s'insérant au sein de territoires agricoles, pose la question de l'impact de la politique de soutien qui lui est associée sur la *durabilité* de l'agriculture, entendue comme étant « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* » (UNDESA, 1992), et ce, à la fois sur les plans économique, sociale et environnemental (WCED, 1987). Parallèlement, le développement de cette politique de soutien depuis les années 2010 interroge aussi quant à son *efficacité*, au regard des objectifs que la politique énergétique française se donne, et de son *efficience*, au regard des fonds publics mobilisés pour la mettre en œuvre. En d'autres termes, le cadre budgétaire contraint dans lequel cette politique de soutien est mise en œuvre conduit à s'interroger quant à son impact sur l'économie nationale.

Peu de travaux se sont penchés sur l'impact de la politique de soutien à la méthanisation sur la durabilité de l'agriculture, entendue dans sa triple dimension, et sur l'économie nationale.
Les recherches menées ont été plutôt centrées sur les effets environnementaux de la méthanisation (Launay et al., 2022; Levavasseur et al., 2023; Malet et al., 2023), et en

particulier au sein des régions de grandes cultures ne présentant pas d'élevages (Boros et al., 2024; Boros, Carozzi, et al., 2025), ou bien sur ses effets économiques, notamment sur les revenus des détenteurs de méthaniseur (Grouiez et al., 2020). Peu d'études ont lié les effets techniques et socio-économiques de la méthanisation pour en étudier l'impact sur la durabilité de l'agriculture. Ces travaux ont par ailleurs été menés à l'échelle de la France entière (Dziebowski et al., 2023) ou du Grand Ouest (Le Guen & Damiano, 2013) avec l'objectif de comparer des exploitations qui disposent d'un méthaniseur, mais sans les replacer dans leur contexte pédoclimatique, socio-économique et institutionnel local.

Une étude a toutefois visé explicitement à étudier le caractère agroécologique de la méthanisation, et donc d'en évaluer la durabilité dans toutes ses dimensions. Cette recherche a été menée dans le Grand Est avec une approche en agronomie et en sociologie de l'action publique (Cadiou, 2023; Cadiou et al., 2023). Ces travaux ont permis d'apporter un premier éclairage concernant les effets directs de la méthanisation fondée sur une analyse de discours, sur l'étude des effets de la méthanisation sur les exploitations agricoles concernées et sur l'analyse des dynamiques sociotechniques territoriales engendrées. L'autrice met en évidence que l'évaluation du caractère 'durable' de la méthanisation agricole est aujourd'hui avant tout centrée sur « *les effets directs des techniques de production* » (Cadiou, 2023, p. 3), c'est-à-dire sur les effets des pratiques agricoles liées à la méthanisation sur les agroécosystèmes. Or, la politique énergétique française expose comme objectifs de réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais aussi de limiter la dépendance française aux importations et de stimuler l'économie et l'emploi. Si les effets de la politique de soutien à la méthanisation sur les émissions de gaz à effet de serre ont pu être étudiés en détail (Malet et al., 2023), son impact sur l'économie nationale et l'emploi reste méconnu. Or, les changements techniques et socio-économiques générés par la méthanisation agricole sur les exploitations se traduisent aussi d'une évolution des productions et des consommations, dont les effets en cascade dépassent ces seules unités de production.

Ainsi, dans l'état actuel des connaissances, l'impact de la politique de soutien à la méthanisation agricole sur la différenciation technique, économique et socio-spatiale agricole reste peu connu. Les études d'impact de la méthanisation ont été principalement centrées sur les exploitations agricoles concernées, sans les replacer dans leur contexte local. L'identification des ressources nécessaires à un tel investissement et des types d'exploitations agricoles en mesure d'intégrer une unité de méthanisation n'a donc pas pu être conduite en détail. En outre, la situation des exploitations avec méthaniseur a souvent été comparée à leur situation *avant* l'installation des unités de méthanisation, mais n'a toutefois pas été comparée à la situation d'exploitations ayant un fonctionnement proche, mais ne disposant pas de méthaniseur. C'est pourquoi les effets socio-économiques de la méthanisation, en lien avec ses effets techniques, ont peu été caractérisés en comparaison avec le fonctionnement des exploitations sans unité. Les particularités induites par le développement des unités de méthanisation sont alors peu caractérisées.

De plus, l'impact de la méthanisation agricole dépasse la simple unité de production. Des effets économiques et sociaux indirects pour d'autres agents de l'économie nationale (amont, aval) s'ajoutent et sont pourtant peu étudiés à ce jour. La contribution de la méthanisation au revenu national net, à sa répartition et à l'emploi, autrement dit son impact sur l'économie nationale, n'a pas été caractérisée, ni évaluée à l'aune des objectifs fixés pour cette politique de soutien.

C'est pourquoi cette thèse propose d'évaluer l'impact de la politique publique nationale de soutien à la méthanisation agricole sur la durabilité de l'agriculture et l'économie nationale.
La première sous-question de recherche qui en découle porte sur les effets, à l'échelle micro-régionale, de la politique publique en soutien à la méthanisation, tant d'un point de vue technique que socio-économique. Cette recherche propose d'analyser le développement de la méthanisation à l'échelle de petites régions agricoles pour comprendre les dynamiques agraires ainsi que la différenciation sociale induite par la méthanisation agricole. L'étude conjointe du fonctionnement technique et des résultats économiques qui lui sont associés, pour l'ensemble des types d'exploitations agricoles en présence, ainsi que leur comparaison, constitue l'une des originalités de ce sujet. Cette démarche vise à mieux comprendre l'impact de la politique de soutien à la méthanisation sur l'ensemble des exploitations agricoles, qu'elles disposent ou non d'un méthaniseur.
La deuxième sous-question de recherche porte sur les effets directs et indirects de cette politique sur l'économie nationale. Cette évaluation ambitionne de mesurer les effets économiques et sociaux globaux (directs et indirects) de ce développement, à la fois en matière de revenu national net, de répartition des revenus entre catégories d'agents économiques et de création d'emplois en France.

Cette recherche entend répondre à ces questions en s'appuyant sur le cas du développement de la méthanisation agricole en Bretagne. En effet, en France, la méthanisation agricole s'est plus particulièrement développée, dès les années 2010, au sein de deux régions : le Grand Est et la Bretagne. La proximité frontalière du Grand Est avec l'Allemagne – engagée dans le développement du biogaz depuis le début des années 2000 – semble expliquer en partie le développement précoce de la méthanisation au sein de cette région (transferts technologiques frontaliers). En Bretagne, ce développement précoce s'expliquerait par d'autres facteurs. En effet, cette région présente la particularité d'être la première région française pour l'élevage. Elle a connu depuis l'après-guerre une forte augmentation de la productivité physique du travail agricole, reposant notamment sur un éclatement du modèle de polyculture-polyélevage et une spécialisation poussée dans l'élevage bovin laitier, porcin et avicole. La Bretagne concentre ainsi un grand nombre d'animaux d'élevage, mais aussi d'effluents (lisiers, fumiers) constituant une biomasse aisément mobilisable pour la méthanisation. Cette région constitue aujourd'hui la deuxième région française en nombre de méthaniseurs agricoles installés, qui en comptabilise 253 au 1er janvier 2025 (AILE, 2025).

Les outils méthodologiques de l'Agriculture Comparée sont mobilisés pour répondre à ces questions de recherche. L'Agriculture Comparée est une approche transdisciplinaire appliquée à l'étude de l'agriculture, qui se situe à l'interface entre la géographie, l'agronomie, la zootechnie et l'économie. Cette approche s'attache à l'étude des processus de *développement agricole*, entendus comme « *processus général de transformation de l'agriculture »* (Cochet, 2011, p. 14). Elle constitue une approche systémique qui permet de lier les effets techniques et agronomiques aux effets sociaux et économiques (Dufumier, 1996a; Cochet & Devienne, 2006) et garantit ainsi d'évaluer le caractère durable de l'agriculture dans toutes ses dimensions.
Une approche micro-régionale est mobilisée, afin de faire émerger la différenciation socio-économique existante. En effet, les échelles nationale ou régionale ne permettent pas de comparer tous les types d'exploitations agricoles entre eux et de replacer la méthanisation en leur sein. L'échelle micro-régionale, au contraire, garantit un environnement pédoclimatique, agroécologique et socio-économique homogène. Cette homogénéité rend alors possible la comparaison des exploitations entre elles, qu'elles disposent ou non d'un méthaniseur, et *in fine* l'étude des conditions d'évolution et de différenciation de ces dernières (Cochet & Devienne, 2006). Elle permet de comprendre et d'expliquer leur diversité ainsi que l'impact de la méthanisation sur la durabilité agricole. C'est pourquoi plusieurs petites régions agricoles bretonnes ont été sélectionnées pour conduire cette recherche. Leur sélection a reposé sur deux critères précis : la densité de méthaniseurs installés et le type de bassin de production agricole, afin d'illustrer le plus fidèlement possible le développement de la méthanisation en Bretagne. Région spécialisée dans l'élevage - en particulier bovin laitier et de granivores – la Bretagne présente en effet des bassins aux orientations productives différentes. Le choix s'est donc porté sur un bassin de production bovin laitier et un bassin de production porcine, dans le but d'analyser si la méthanisation s'insère de manière équivalente ou non dans ces exploitations aux orientations productives différentes. Les deux petites régions agricoles retenues pour cette recherche sont l'Ouest du bassin rennais et l'Est du bassin du Gouessant. L'Ouest du bassin rennais constitue un bassin de production laitière où se concentrent, en 2024, 11 méthaniseurs en cogénération et 12 méthaniseurs en injection. L'Est du bassin du Gouessant, constitue un bassin de production porcine et abritait, en 2024, 7 méthaniseurs en cogénération.

Cette recherche a été conduite en deux étapes, en mobilisant des méthodes d'analyse systémique complémentaires.
Dans un premier temps, des diagnostics agraires ont été menés en Bretagne, au sein des deux bassins d'étude retenus où se sont développés les méthaniseurs. Le diagnostic agraire consiste en un travail de terrain mené selon une série d'étapes (Cochet et al., 2007; Devienne & Wybrecht, 2002). Une étude approfondie du paysage a été menée pour comprendre le milieu et les étages agroécologiques qui le composent, pour identifier les ressources disponibles et mieux resituer la méthanisation en son sein. Un grand nombre d'entretiens semi-directifs ont également été conduits auprès d'agriculteurs pour comprendre les transformations agricoles et

la différenciation socio-économique et technique induite par le développement de la méthanisation. Enfin, la comparaison du fonctionnement technique et des résultats économiques des différents types d'exploitations a permis de comparer leur performance technique, environnementale, sociale et économique et de replacer la méthanisation en leur sein. Le second temps de cette recherche s'est appuyé sur les résultats des diagnostics agraires pour mener une évaluation d'impact de la méthanisation agricole sur l'économie nationale et l'environnement. L'identification et la modélisation des différents types d'exploitations avec méthaniseur ont permis de mesurer les effets économiques directs et indirects (sur l'amont et l'aval) de la méthanisation pour les agriculteurs, mais aussi pour tous les agents économiques indirectement concernés (entreprises fournisseuses d'intrants, entreprises de l'agroalimentaire, État et collectivités …). Puis, en s'appuyant sur les premiers résultats de cette recherche et sur la littérature, une première ébauche d'évaluation environnementale a ensuite été conduite, afin d'évaluer la politique de soutien à la méthanisation agricole à l'aune de ses objectifs environnementaux.

La première partie de cette thèse porte sur la présentation précise de l'objet d'étude (chapitre 1) et de la méthodologie déployée (chapitre 2). La deuxième partie vise à présenter les effets techniques et socio-économiques de la méthanisation agricole à l'échelle micro-régionale. Dans un premier temps, les mécanismes de différenciation historique et de spécialisation des exploitations de nos deux régions d'étude bretonnes sont présentés (chapitre 3). Puis, les dynamiques agricoles contemporaines, depuis le tournant que constitue la réforme de la Politique Agricole Commune de 1992, sont exposées (chapitre 4), afin d'illustrer ensuite comment la méthanisation se déploie dans ce contexte - en tant que nouvelle production non agricole et bénéficiant de prix bonifiés - et d'en comprendre ses effets, tant techniques que socio-économiques (chapitre 5). La troisième partie porte sur l'évaluation de l'impact de la politique de soutien à la méthanisation sur l'économie nationale et sur l'environnement. Après avoir présenté les méthodes systémiques d'évaluation d'impact employées, les effets de la méthanisation sur le revenu national, sa répartition entre catégories d'agents économiques, sur la création d'emplois et le budget de l'État sont exposés (chapitre 6). À l'aune des objectifs fixés pour cette politique de soutien, son impact sur les agroécosystèmes et leur biodiversité, sur la dépendance nationale aux énergies fossiles et en matière de bilan d'émissions de gaz à effet de serre sont ensuite présentés (chapitre 7). Le dernier chapitre de cette thèse présente les perspectives de développement à venir dans le cadre de cette politique de soutien à la méthanisation agricole (chapitre 8).

Partie I. Le développement de la méthanisation agricole : contexte politique, enjeux territoriaux et démarche de recherche

Chapitre 1. La politique de soutien à la méthanisation agricole, des effets peu connus sur l'agriculture bretonne et l'économie nationale

1. Un développement croissant de la méthanisation en France sous l'impulsion d'une politique de soutien sécurisante

Les énergies renouvelables sont définies comme étant des « *sources d'énergies d'origine naturelle dont le renouvellement est suffisamment rapide à l'échelle humaine du temps pour qu'elles puissent être considérées comme presque inépuisables* » (Clément, s. d.). Ces énergies renouvelables – telles que la biomasse-énergie, les énergies hydrauliques, éoliennes et solaires – permettent de diminuer l'utilisation d'énergies fossiles, non renouvelables et sources d'émissions de gaz à effet de serre (GIEC, 2011).

Le développement des énergies renouvelables dans l'Union européenne a débuté à la fin des années 1990. Jusqu'à cette période, les politiques énergétiques étaient centrées prioritairement sur l'approvisionnement et l'indépendance énergétique. Avec les fluctuations importantes des prix du pétrole et la montée des considérations environnementales, l'Union européenne a adopté en 1997 son premier « Livre Blanc » sur les énergies renouvelables. Ce dernier a permis d'établir un plan d'action communautaire pour développer les énergies renouvelables, dans l'objectif de réduire la dépendance énergétique de l'Union.

En France, l'installation d'importants ouvrages hydroélectriques a débuté au XXème siècle pour accroître l'indépendance énergétique nationale. Le pays dispose en effet d'un fort potentiel de production hydroélectrique, qui repose sur les nombreux massifs et bassins montagneux nationaux. C'est ainsi qu'au début des années 2000, la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité était déjà d'environ 13% et presque exclusivement assurée par les ouvrages hydroélectriques (IEA, s.d.).

La France publie sa première loi concernant les énergies renouvelables en 2005, dans un contexte européen incitatif. La loi de programme fixant les orientations de la politique

énergétique, dite loi POPE [3], se donne pour objectif de satisfaire, à l'horizon 2010, 10% des besoins énergétiques nationaux à partir de sources d'énergies renouvelables. Néanmoins, la stratégie de production électrique française a largement reposé depuis les années 1970 sur le nucléaire, énergie non renouvelable, mais estimée non ou peu carbonée. Ainsi, l'enjeu de décarbonation de la production électrique a été jugé plus faible en France que dans d'autres pays. En Allemagne notamment, la production d'électricité repose en plus grande partie sur des énergies fossiles carbonées, telles que le charbon ou le gaz naturel, et a promulgué dès 2000 la loi dite EEG – « Erneuerbare Energien Gesetz » – concernant les énergies renouvelables. Cette loi a pour objectif de sécuriser l'approvisionnement électrique national, sans avoir recours au nucléaire. Elle a permis, dès 2004, de mettre l'accent sur la production de biogaz en s'appuyant sur une bonification des prix de rachat de l'électricité produite par méthanisation, faisant doubler le nombre de méthaniseurs entre 2003 et 2007 (Vue & Garambois, 2017). C'est ainsi que l'Allemagne est rapidement devenue leader européen en matière de production d'électricité par méthanisation. L'Allemagne a ainsi atteint une part de 14% d'énergie renouvelable dans son mix énergétique en 2008, contre 6% en 2000, alors que la France a maintenu à 13% la part d'énergies renouvelables durant la même période.
Les années 2000 ont donc été marquées par l'émergence progressive de politiques de soutiens aux énergies renouvelables, mais de manière très différenciée entre les différents États Membres. La politique européenne n'a reposé à cette époque que sur des objectifs facultatifs et indicatifs.

À partir de 2009, la politique européenne en matière d'énergies renouvelables devient plus exigeante avec la première directive européenne 2009/28/CE (*Renewable Energy Directive RED*) relative à *la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables*. Cette directive introduit une réglementation commune pour l'ensemble des États Membres. L'objectif de 20% d'énergie renouvelable dans le mix énergétique communautaire à l'horizon 2020 est alors fixé, et chaque pays de l'Union doit préparer un plan d'action national définissant les moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs nationaux.
En Allemagne, ce cadre européen est venu soutenir les dynamiques déjà largement amorcées par la loi dite EEG. La réforme de 2009 a conduit à renforcer les soutiens et à encourager le développement de la méthanisation. Néanmoins, à partir de 2012, de nombreuses critiques ont été formulées à propos des prix élevés de l'électricité pour les consommateurs finaux et du rythme jugé rapide de conversion des terres agricoles à des fins de production d'énergie (Friedrich et al., 2012; Vue & Garambois, 2017). Dans ce cadre, la dynamique d'installation a progressivement ralenti en Allemagne.

[3] Loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique, JO du 14 juillet 2005.

Dans ce contexte, la France s'est fixé des objectifs ambitieux au travers de la loi n°2009-967 du 3 août 2009 relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement [4], qui vise à « *devenir l'économie la plus efficiente en équivalent carbone de la Communauté européenne d'ici à 2020* » et s'est engagée à l'époque à porter la part des énergies renouvelables à au moins 23% de sa consommation finale d'ici 2020. Les particularités géographiques françaises et les caractéristiques du parc énergétique national ont conduit les politiques à encourager en premier lieu les filières bois-énergie et hydraulique, respectivement pour la production d'énergie thermique et électrique. La méthanisation quant à elle s'est développée quelque peu dans l'est de la France, en reposant sur les technologies produites en Allemagne. Ces premières installations ont été permises par les premiers décrets[5] et arrêtés[6,7] fixant les prix bonifiés de rachat de l'énergie produite par méthanisation et la période de garantie de ces derniers. La différence entre le prix de rachat de l'énergie payé aux producteurs et la valeur de marché de cette énergie est dès lors compensée aux fournisseurs et prise en charge par le budget de l'État, pour une durée garantie de 15 ans. Parallèlement, certaines régions ont progressivement proposé des soutiens à l'investissement. Néanmoins, les tarifs de rachat n'étaient pas aussi incitatifs qu'aujourd'hui et les entreprises de développement de la méthanisation n'étaient pas encore implantées en France à cette époque, c'est pourquoi le développement de la méthanisation est resté limité durant cette période.

À partir de 2013, la France devient plus ambitieuse quant au développement de la méthanisation. Le ministère de l'Ecologie publie le « *Plan Énergie, Méthanisation, Autonomie, Azote* » (EMAA) qui fixe comme objectif de développer 1000 méthaniseurs agricoles en France à l'horizon 2020, alors qu'il n'y en avait que 105 au niveau national fin 2012 (Ministère de l'Ecologie & Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2013; ADEME & Observ'ER, 2022). Ces objectifs se sont d'abord traduits de mesures pour encadrer le développement de la méthanisation. Ainsi, la loi du 17 août 2015 n° 2015-992 relative à la *Transition énergétique et la croissance verte* (LTECV)[8] a fixé un seuil de 15% maximum (en tonnage brut annuel) d'utilisation de cultures principales, telles que du maïs, à des fins énergétiques. Inspirée de l'expérience allemande, cette mesure vise à limiter la concurrence entre production alimentaire et énergétique. Le plan EMAA a ensuite été suivi d'une

[4] Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, JO du 5 août 2009.

[5] Décret n° 2011-190 du 16 février 2011 relatif aux modalités de production et de commercialisation agricoles de biogaz, d'électricité et de chaleur par la méthanisation, JO du 19 février 2011.

[6] Arrêté du 19 mai 2011 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent le biogaz, JO du 21 mai 2011.

[7] Arrêté du 23 novembre 2011 fixant les conditions d'achat du biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel, JO du 24 novembre 2011.

[8] Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, JO du 18 août 2015.

revalorisation des prix bonifiés de rachat de l'énergie[9], encourageant plus fortement les porteurs de projet.
Ces mesures, ainsi que l'implantation de filiales françaises d'entreprises de construction de méthaniseurs, ont conduit à accroître le nombre de méthaniseurs d'un facteur trois en cinq ans : 105 méthaniseurs agricoles étaient comptabilisés en 2012, contre 355 en 2017, à plus de 90% en cogénération (production combinée d'électricité et de chaleur) (ADEME & Observ'ER, 2022).

Un deuxième tournant a eu lieu à partir de 2018, lorsque la politique française de soutien à la méthanisation a affiché l'objectif de renforcer la souveraineté gazière nationale. L'Union européenne a continué à encourager les États Membres à accroître la part d'énergies renouvelables dans leur mix énergétique à travers les directives successives pour les énergies renouvelables (*Renewable Energy Directive :* RED I à RED III). Par ailleurs, le Pacte Vert pour l'Europe est venu renforcer ces ambitions avec l'objectif de « neutralité climatique » pour l'Europe d'ici à 2050 et de réduction d'au moins 55 % les émissions nettes de gaz à effet de serre d'ici à 2030 par rapport à 1990 (Commission européenne, 2021).
Dans ce contexte, et alors que la France dispose déjà d'une électricité nucléaire jugée peu carbonée, le pays a fait le choix de s'orienter davantage vers la méthanisation en injection, afin de produire du biométhane injecté dans le réseau de gaz (injection), plutôt que de la chaleur et de l'électricité (cogénération). Ainsi, en 2018, la loi EGalim a disposé le 'droit à l'injection' avec l'objectif de faciliter le développement du réseau de gaz et les raccordements à ce dernier. La loi indique que les gestionnaires de réseaux doivent effectuer tous les renforcements nécessaires pour faciliter l'injection du biométhane, à condition de la pertinence technico-économique des investissements[10]. De plus, le raccordement des méthaniseurs au réseau est dès lors pris en charge à 40% par les fournisseurs et, par un système de réfaction, pris en charge par le consommateur final. Les investissements dans l'injection sont encouragés et facilités par ailleurs par des systèmes d'appels d'offres spécifiques ou par des prêts sans garantie octroyés par la Banque Publique d'Investissement (BPI).
Parallèlement, le conflit russo-ukrainien qui s'est aggravé en 2022 a renforcé les attentes de l'Union européenne en matière de production de biométhane. Le conflit a été immédiatement suivi d'un plan d'action européen, appelé REPower EU, visant une « *production de biométhane à 35 milliards de m^3 d'ici à 2030* » ainsi qu'un passage à 42,5 % d'énergies renouvelables à l'horizon 2030 (Commission européenne, 2022). Bien que la France importe essentiellement

[9] Arrêté du 13 décembre 2016 fixant les conditions d'achat pour l'électricité produite par les installations utilisant à titre principal le biogaz produit par méthanisation de déchets non dangereux et de matière végétale brute implantées sur le territoire métropolitain continental d'une puissance installée strictement inférieure à 500 kW telles que visés au 4° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie, JO du 14 décembre 2016.

[10] Loi n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire, JO du 1er novembre 2018.

du gaz fossile norvégien et dépende moins du gaz russe que d'autres États membres (SDES, 2022), ces objectifs européens ne sont venus que renforcer la dynamique amorcée en France.
Ce contexte ainsi que les différentes mesures de soutien au développement du biométhane ont conduit à accroître le nombre de méthaniseurs en injection de 123 en 2019, à près de 731 en 2024, soit à multiplier ce nombre par un facteur 6 en cinq ans (GRDF, 2024).

La France constitue aujourd'hui le 3ème producteur européen de biogaz, derrière l'Allemagne et l'Italie. Le biogaz représente 6,3% de la production primaire d'énergies renouvelables en France et constitue sur ce critère la 5ème source renouvelable, derrière le bois-énergie ou encore l'énergie hydraulique (figure 1). Il constitue toutefois l'énergie renouvelable la plus soutenue par mégawattheure produit (Cour des comptes, 2025). Les derniers recensements comptabilisent 1872 méthaniseurs en 2023, dont deux tiers en cogénération et un tiers en injection (SDES, 2025b). Alors que la consommation primaire de biogaz atteignait près de 8 TWh en 2015, elle est trois fois plus élevée en 2024 et atteint 24,2 TWh (figure 2) (SDES, 2025b). Ces données comprennent l'intégralité des méthaniseurs (dont les méthaniseurs industriels). Le portail SINOE[11] permet toutefois d'estimer que les méthaniseurs agricoles constituent entre 60% et 70% des méthaniseurs actuellement en fonctionnement (SINOE, 2025).
Outre la région Grand Est, la méthanisation se développe particulièrement en France depuis les années 2010 au sein de la région Bretagne.

[11] Portail dépendant de l'ADEME dédié à la publication de données relatives à la gestion des déchets en France

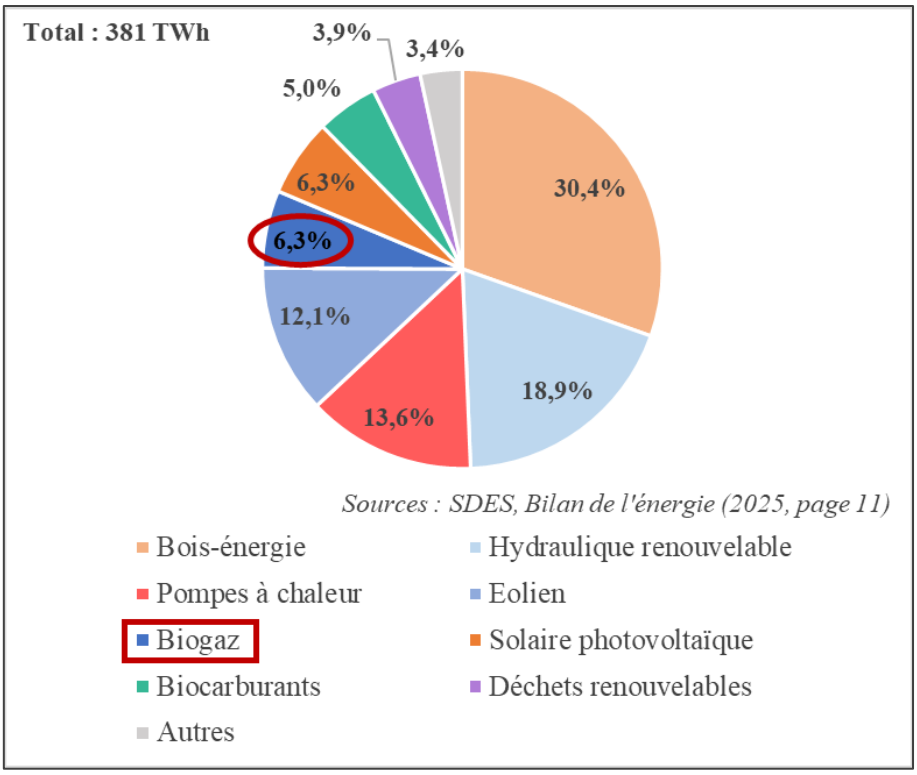


Figure 1 : Production primaire d'énergies renouvelables par filière en 2024. Réalisation : Réguer, 2025. Source des données : SDES, 2025.

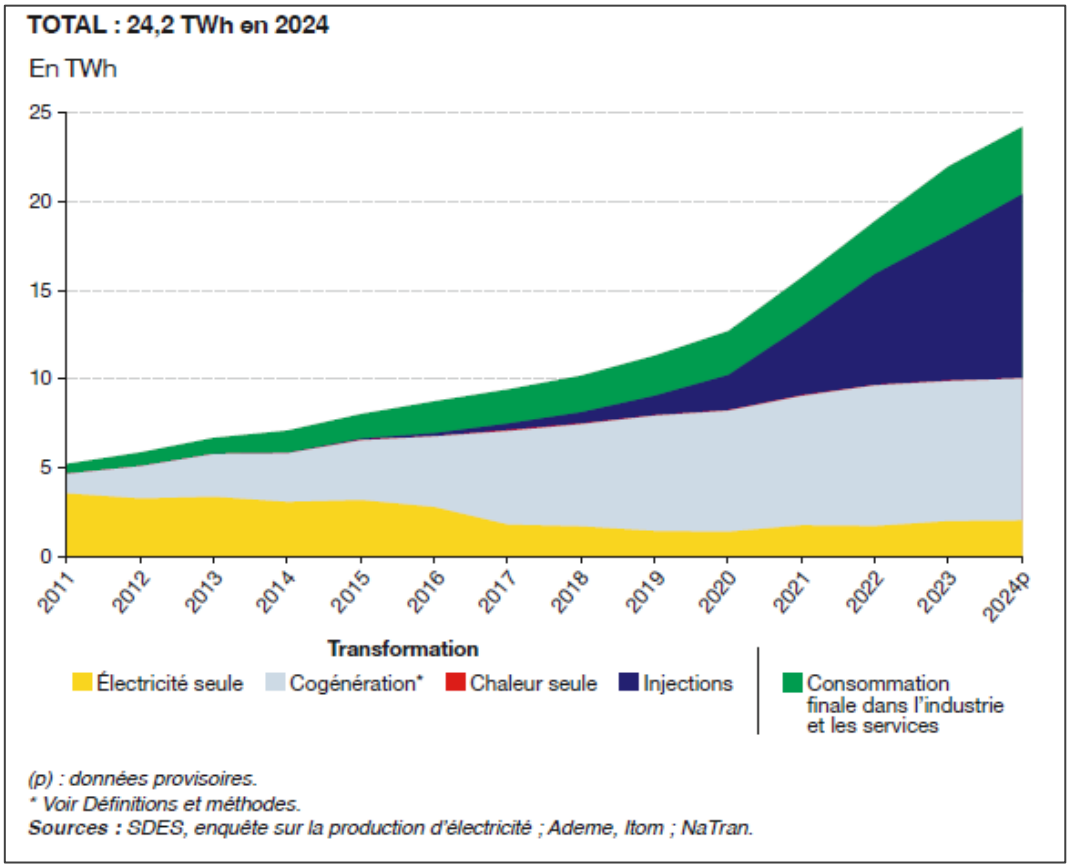


Figure 2 : Evolution de la consommation primaire de biogaz. Source : SDES, 2025.

2. La Bretagne : entre enjeux agricoles, environnementaux et énergétiques

Michel Griffon déclare que l'agriculture est de plus en plus sollicitée pour « *produire plus et mieux* » en lui demandant d'être à la fois productrice de denrées alimentaires, de maintenir la biodiversité et les paysages, d'assurer des services écosystémiques, de réduire l'érosion des sols, et depuis peu, de produire de l'énergie (Griffon, 2014). L'agriculture bretonne est particulièrement représentative de cette dynamique et se trouve située à la croisée d'enjeux à la fois agricoles, environnementaux et énergétiques.

En effet, depuis 1945, cette région a connu un fort développement agricole et s'est largement inscrite dans la trajectoire agricole prédominante impulsée par la révolution agricole du 20ème siècle. Ainsi, l'agriculture bretonne a été marquée par une importante spécialisation dans l'élevage, un très fort accroissement de la productivité physique du travail et une substitution progressive du capital au travail, avec l'utilisation de matériels toujours plus performants (Canévet, 1992). La Bretagne s'est démarquée par l'accroissement considérable de ses productions agricoles, en particulier issues de l'élevage. Le fort accroissement de la productivité du travail en agriculture dans cette région a reposé sur quatre productions principales : le lait de vache, la viande porcine, avicole et bovine. Alors que le cheptel bovin laitier régional était constitué de 900.000 vaches en 1950, il a atteint 1.400.000 vaches dès la fin des années 1980, parallèlement à un fort accroissement des rendements laitiers. Quant à l'effectif porcin breton, il représentait près de 14% de l'effectif national en 1950 et a atteint 48% dès la fin des années 1980. Les livraisons totales de l'agriculture bretonne au niveau national sont ainsi passées de 13% à 52% pour la production porcine entre 1950 et 1990 et de 10% à 22% pour la production laitière (Canévet, 1984).

Ce développement, en particulier celui de l'élevage bovin laitier, a été orienté et soutenu par la Politique Agricole Commune (PAC), née en 1962. Les objectifs fondateurs de la PAC étaient en effet l'accroissement de la production agricole communautaire, mais aussi la stabilisation des prix agricoles par un système de prix garantis visant la rémunération satisfaisante des familles agricoles. Les réformes successives de la PAC ont continué d'encadrer le développement agricole, accompagnant l'agrandissement, la spécialisation et la modernisation des exploitations. À l'issue de cette dynamique de développement, la région Bretagne s'est imposée comme la première région française pour l'élevage. Encore aujourd'hui, la région représente à elle seule 23% de la valeur de la production animale en France métropolitaine, alors que les exploitations agricoles bretonnes ne représentent que 7% des exploitations nationales d'après le dernier recensement (DRAAF Bretagne, 2021). En particulier, les cheptels bretons porcin et bovin laitier représentent respectivement 56% et 21% des effectifs nationaux, et le lait breton couvre 23% des livraisons nationales (DRAAF Bretagne, 2024).

Ce développement agricole est aussi caractérisé par une forte insertion de ces filières animales au sein des filières agroalimentaires. L'agriculture bretonne contribue à créer des emplois

directs, mais aussi indirects au sein des entreprises de l'amont (fourniture d'intrants) et de l'aval (industries agroalimentaires). La région constitue la première région employeuse avec 12% des salariés des industries agroalimentaires de France (DRAAF Bretagne, 2024).

Néanmoins, ce mouvement s'est traduit d'une augmentation considérable du nombre d'animaux et a rapidement présenté des limites importantes relatives à la gestion des effluents d'élevage. En effet, ces derniers concentrent des nitrates, éléments minéraux azotés facilement lixiviables (phénomène d'entraînement par les eaux de pluie) après l'épandage et à l'origine de pollutions importantes. Dès les années 1970, la Bretagne a ainsi été confrontée à un accroissement des nitrates dans les eaux et au phénomène d'eutrophisation, source de dégradation importante des eaux et des écosystèmes.
Au cours des années 1990, des politiques environnementales ont émergé au sein de l'Union européenne et en France pour encadrer les pratiques et contenir les pollutions d'origine agricole. En 1991, la directive européenne dite 'directive Nitrate'[12] a conduit à placer la région Bretagne en « *zone vulnérable* ». Les exploitations ont eu l'obligation de limiter leur épandage à 170kg d'azote par hectare et par an, d'épandre uniquement durant certaines périodes de l'année et sous certaines conditions (interdiction près des cours d'eau par exemple), de disposer de capacités de stockages suffisants ou encore de tenir un Plan Prévisionnel de Fumure (PPF) et d'enregistrer leurs pratiques (DREAL Bretagne, 2018).
Cependant, aujourd'hui encore, environ 15 millions de tonnes de lisiers sont produites en Bretagne chaque année (OEB, 2017), soit près de 5,5 tonnes par hectare. Les quantités d'azote épandues en Bretagne étaient encore en moyenne de 163 kg par hectare durant la campagne 2022-2023. Cet azote est essentiellement d'origine organique puisque plus de 60% de l'azote épandu au niveau régional provient des effluents d'élevage (lisiers, fumiers) (DRAAF Bretagne, 2024). À titre comparatif, la moyenne nationale s'élève à 145 kg d'azote épandu par hectare, avec 40% issus des effluents d'élevage (INSEE, 2024). La gestion de ces effluents d'élevage reste donc encore un enjeu majeur pour une grande partie des exploitations agricoles bretonnes.

La méthanisation agricole s'est implantée en Bretagne dans ce cadre caractérisé par une abondance des effluents d'élevage. Ces derniers ont été envisagés comme un gisement de biomasse facilement mobilisable.

La Bretagne constitue aujourd'hui la deuxième région française avec le plus de méthaniseurs agricoles. Cette région représente environ 15% du parc français en nombre de méthaniseurs. Au 1er janvier 2025, elle comptait 272 méthaniseurs, dont 253 agricoles, pour une production primaire d'énergie de 1,8 TWh par an (AILE, 2025). Les méthaniseurs bretons en cogénération

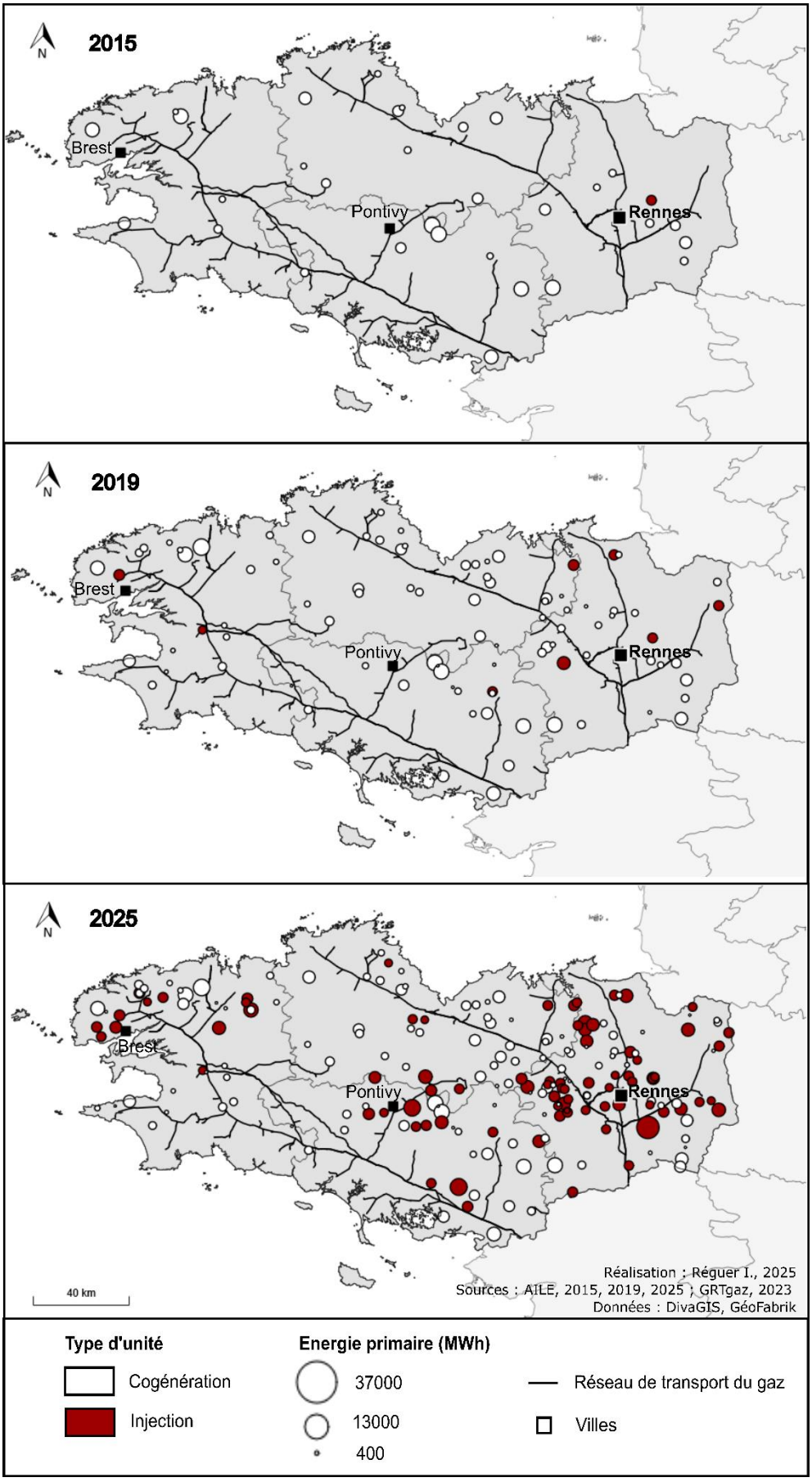
[12] Directive 91/676/CEE du Conseil, du 12 décembre 1991, concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles, JOCE L 375 du 31 décembre 1991.

représentent environ 60% du parc régional et produisent annuellement 290 GWh, soit 1,3% de la consommation électrique régionale. Les méthaniseurs en injection quant à eux représentent 40% du parc, mais produisent 910 GWh, soit 5,3% de la consommation de gaz en Bretagne (AILE, 2025).

L'ensemble des méthaniseurs en cogénération et en injection fonctionnant en Bretagne, recensés par l'association bretonne AILE[13], et dont les noms de la structure juridique et la commune d'implantation sont rendus publics chaque année, ont été géoréférencés dans le cadre de ce travail doctoral (figure 3). La localisation précise de chaque méthaniseur a pu être identifiée en étudiant les images satellitaires accessibles sur GoogleMap. La figure 3 révèle que les unités de méthanisation ont commencé à se développer en Bretagne avant 2015, principalement en cogénération. Ce développement s'est ensuite accéléré après 2019, avec un nombre croissant d'installation de méthaniseurs en injection ces dernières années, présentant en moyenne des capacités de production d'énergie plus importantes qu'en cogénération.

[13] Association d'Initiatives Locales pour l'Énergie

Figure 3 : Localisation des méthaniseurs en Bretagne en 2015, 2019 et 2025



L'évolution des installations de méthaniseurs agricoles en Bretagne a suivi le rythme des évolutions des soutiens publics nationaux. Comme le révèle la figure 4, le nombre de méthaniseurs a été multiplié par un facteur 8 dans cette région entre 2010 et 2015, à la faveur des premiers dispositifs de soutien et d'encadrement. Durant cette période, les nouvelles installations concernaient principalement des méthaniseurs en cogénération, qui représentaient environ 97% de la production potentielle d'énergie. Avec les nouveaux soutiens à l'injection, le nombre des méthaniseurs agricoles mis en service a été multiplié par 3 entre 2018 et 2023, avec une part croissante de l'injection. En 2023, les méthaniseurs en injection représentaient déjà la moitié de la production potentielle d'énergie produite par méthanisation en Bretagne.

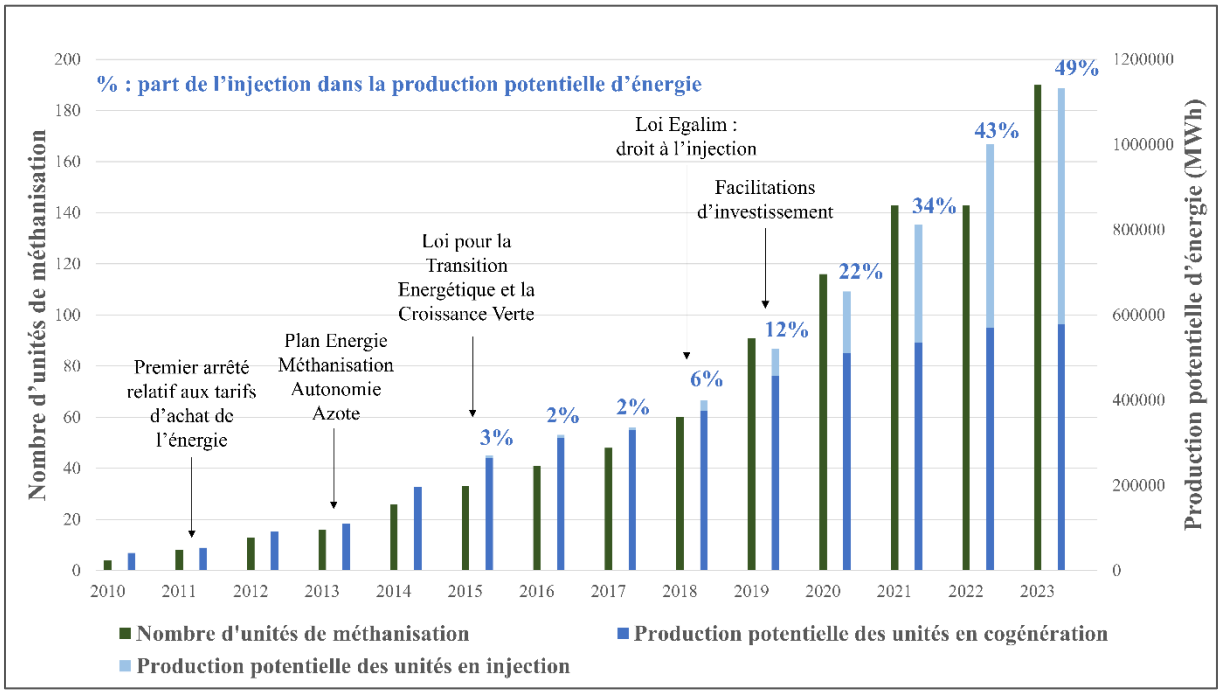


Figure 4 : Évolution du nombre de méthaniseurs et de la production potentielle d'énergie associée en Bretagne entre 2010 et 2023 (d'après : AILE, 2024)

Le géoréférencement des méthaniseurs à l'échelle de la Bretagne permet aussi d'éclairer la logique de répartition de ces derniers à l'échelle régionale. Autrement dit, il permet de discerner les éventuelles concordances et similitudes en matière de milieu d'implantation, et d'en déduire des facteurs explicatifs de leur répartition.

Les cartes présentées en figure 3 révèlent trois principales 'poches' de développement des méthaniseurs : à l'ouest du bassin rennais, à l'est de Pontivy et dans le nord Finistère. Des études agraires conduites au sein de ces petites régions (Leroy, 2017 ; Devienne et al., 2020 ; Réguer, 2020) révèlent qu'elles concentrent des exploitations de taille relativement importante par rapport à d'autres petites régions bretonnes.

Ces trois poches de développement correspondent aussi aux unités géomorphologiques et pédologiques bretonnes parmi les plus propices à la production de biomasse végétale. La localisation des méthaniseurs a été croisée avec l'étude précise des cartes pédologiques et

topographiques de la région. Ces observations suggèrent que les méthaniseurs sont localisés majoritairement dans les petites régions agricoles où le réseau hydrographique et la topographie expliquent la présence d'interfluves larges aplanis, où sont restés en place des limons éoliens en couches relativement épaisses. Or, ces derniers favorisent la constitution de sols à la texture équilibrée entre les argiles et les limons, aux caractéristiques favorables à la production agricole (limitent les phénomènes de 'retrait-gonflement' et la formation de semelles de labour, sols plus 'légers' et faciles à travailler) (Chéry, 2016). Les méthaniseurs géoréférencés ont ensuite été superposés au fond de carte présentant la proportion de sols limoneux en surface en Bretagne, produite par l'Observatoire de l'environnement en Bretagne (figure 5). La figure indique que les sols présentant des taux de limon importants en surface (supérieurs à 50%) se concentrent principalement dans le bassin de Rennes, à l'est de Pontivy et au nord des Côtes d'Armor et du Finistère. Elle révèle ainsi une concordance entre la localisation des sols sur lesquels se sont maintenus les limons éoliens et les trois principales poches de développement des unités de méthanisation.

Les méthaniseurs bretons semblent ainsi situés dans des sous-ensembles paysagers au relief aplani, présentant les potentiels de production agricole régionaux parmi les plus importants.

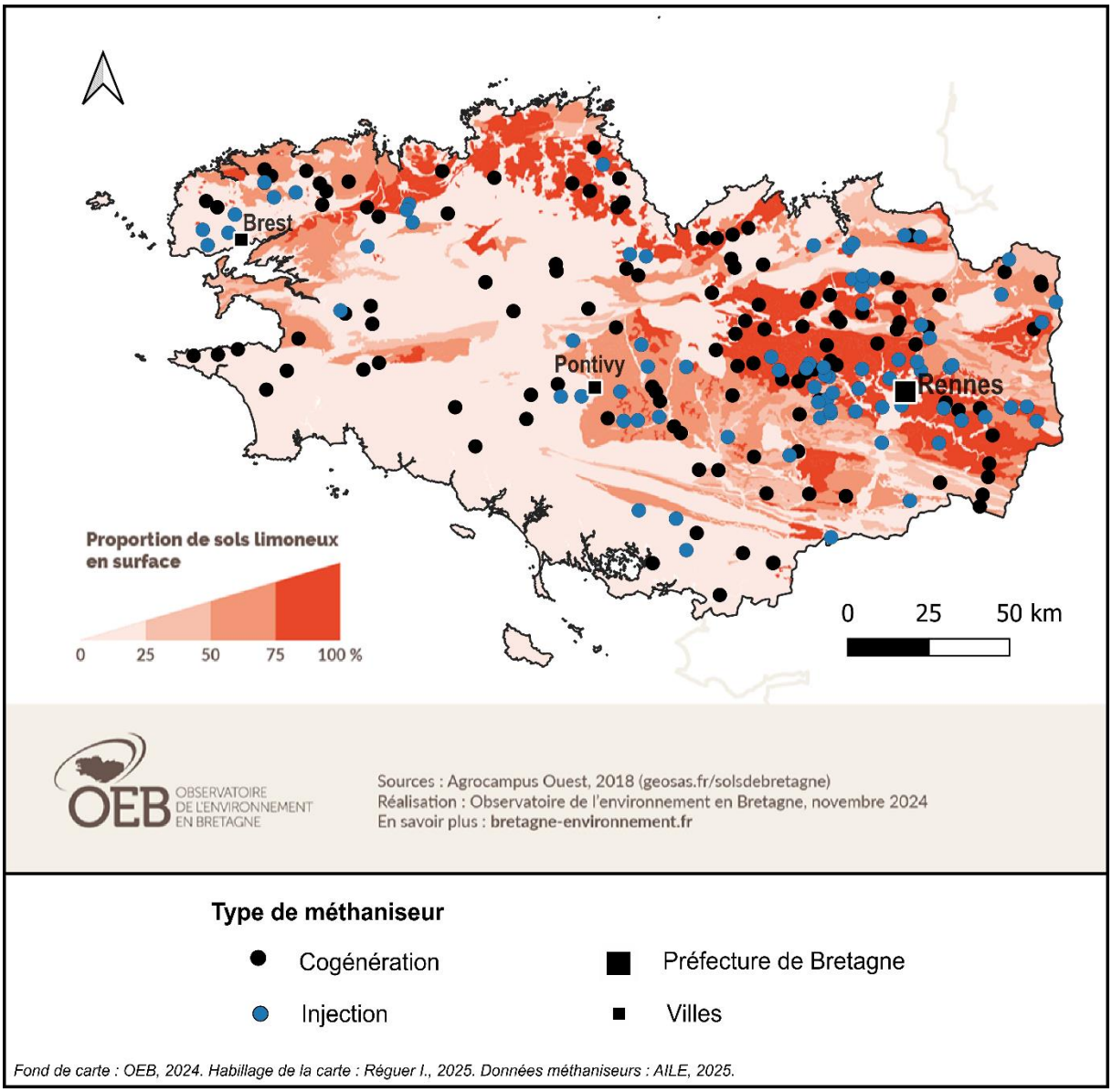


Figure 5 : Proportion de sols limoneux en surface et localisation des méthaniseurs en 2025.

Les cartes de la figure 3 mettent aussi en lumière une corrélation entre la présence du réseau de gaz près des centres urbains, qui constituent des bassins de consommation d'énergie importants, et la localisation récente des méthaniseurs en injection. Ces méthaniseurs en injection se concentrent en particulier près de Rennes, Pontivy et Brest. La consommation locale d'énergie et la saturation du réseau de gaz apparaissent ainsi comme un autre facteur déterminant dans la localisation des méthaniseurs pour l'injection. Si la proximité au réseau apparaît comme un facteur explicatif dans la localisation de ces derniers pour l'injection, elle semble moins décisive dans le cas de la cogénération. L'hypothèse formulée pour expliquer ce constat repose sur le fait que les méthaniseurs en cogénération produisent en moyenne de plus faibles quantités d'énergie et peuvent plus difficilement saturer le réseau électrique, y compris dans des zones de faible consommation.

La première hypothèse de travail qui guide cette recherche postule ainsi que la localisation des méthaniseurs en Bretagne dépend en partie de la taille des exploitations agricoles, du potentiel de production des sols, ainsi que de leur positionnement par rapport au réseau de gaz et aux centres urbains, qui constituent les principaux bassins de consommation d'énergie. Cette hypothèse ne peut néanmoins être confirmée que par un travail approfondi de terrain.

3. Impact de la politique de soutien à la méthanisation sur la durabilité de l'agriculture : des effets peu étudiés

Si la méthanisation se développe depuis les années 2010 et de manière plus soutenue depuis 2018, ce mouvement ne fait pas l'unanimité. L'émergence de certains méthaniseurs reste parfois compliquée localement, cristallise des tensions entre agriculteurs et doit faire face à des collectifs d'opposants. Sur le plan sociétal, Bourdin (2020) suggère que ces réticences reposent sur le manque d'information fournie aux riverains, le manque de démocratie participative, la proximité des habitations ainsi que le manque de communication. Néanmoins, les réticences et limites soulevées proviennent aussi largement du monde agricole lui-même. L'un des syndicats agricoles français a notamment demandé au ministère de la Transition écologique dès 2020 un moratoire sur la méthanisation agricole, s'interrogeant quant à ses effets à la fois environnementaux, mais aussi économiques et territoriaux. Le déploiement de la politique énergétique de soutien à la méthanisation soulève donc de nombreuses questions quant à son impact sur la durabilité de l'agriculture, entendue dans sa triple dimension environnementale, sociale et économique.

La méthanisation agricole a toutefois essentiellement été étudiée dans sa dimension technique et environnementale, en centrant les travaux sur les seules exploitations agricoles disposant d'un méthaniseur. Ces recherches ont notamment porté sur les changements des systèmes de culture induits par un méthaniseur (Lüker-Jans et al., 2017; Vergara & Lakes, 2019; Levavasseur et al., 2023) et ce plus particulièrement dans les régions de grandes cultures (Boros, Carozzi, et al., 2025; Boros, Martin, et al., 2025; Boros et al., 2024; Carton & Levavasseur, 2022), sur l'impact des changements de rotations engendrés par l'introduction de CIVE (Launay et al., 2022), sur l'impact des digestats sur les sols (Bodilis et al., 2015; Michau et al., 2019; Recous et al., 2016; Thomsen et al., 2013; Wentzel et al., 2015), sur l'analyse du cycle de vie du procédé technologique (Berglund & Börjesson, 2006; Pöschl et al., 2010) et sur l'impact de la méthanisation sur les émissions de gaz à effet de serre (Malet et al., 2023). Bien qu'éclairantes sur les aspects techniques et les effets environnementaux de la méthanisation agricole, ces études se sont centrées sur ces dimensions, afin d'en évaluer l'impact environnemental.

Or, l'évaluation environnementale des effets de la méthanisation ne suffit pas pour évaluer son impact sur la durabilité de l'agriculture. La définition de la durabilité proposée dès 1987 dans le *Rapport Brundtland* de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies (WCED, 1987), officialisée lors du Sommet de la Terre à Rio en 1992 et traduite au sein de l'Agenda 21 (UNDESA, 1992), énonce en effet la durabilité comme étant « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* » ainsi qu'un développement

économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable. Parallèlement, cette triple dimension a été utilisée et appliquée à l'agriculture par de nombreux auteurs, notamment à travers la notion d'agroécologie. Cette notion est en effet définie comme « *la science de l'agriculture durable* » (Gliessman, 2018, p. 599), c'est-à-dire une relation à l'agriculture qui ne se focalise pas uniquement sur la production, mais qui serait aussi plus respectueuse socialement et environnementalement (Hecht, 1995; Altieri, 1995). Francis *et al.* (2003) rappellent que si la notion d'agroécologie a d'abord concerné l'application des connaissances de l'écologie à l'agronomie, les dimensions sociales et économiques sont rapidement venues enrichir cette notion. En effet, les problèmes techniques et biologiques pour mettre en place des pratiques agricoles sont inséparables du contexte socio-économique dans lequel les systèmes agricoles s'inscrivent (Francis et al., 2003).

Une synthèse des travaux actuels, réalisée par Debref *et al*., propose d'évaluer le caractère agroécologique et donc durable de la méthanisation en s'appuyant sur la définition donnée par la FAO[14], qui intègre la dimension sociale et la notion d'équité (2023). Les auteurs soulignent l'ambivalence des travaux, avec d'une part des effets de la méthanisation sur la biodiversité qui restent encore mal compris, mais la réalisation de fortes économies d'engrais réalisés grâce à l'utilisation du digestat, riche en éléments fertilisants, ou encore des effets très positifs sur les revenus des détenteurs de méthaniseur. Cette synthèse de travaux renvoie à des recherches sur les effets de la méthanisation sur le revenu des agriculteurs (Grouiez et al., 2020). Ces dernières sont basées sur des échantillons réalisés sur la France entière, centrés sur les exploitations avec méthaniseur, car elles ne visaient pas à resituer les effets économiques de la méthanisation dans un contexte agricole local pour en tirer des conclusions sur la différenciation socio-économique induite.

Les approches territoriales ont été peu mobilisées pour évaluer la méthanisation agricole dans un contexte local. La plupart des études ont porté sur des comparaisons portant sur le développement de méthaniseurs dans différents pays européens (Zhu et al., 2019), à l'échelle nationale (Dziebowski et al., 2023), ou bien à l'échelle du Grand-Ouest (Le Guen & Damiano, 2013). Des travaux de sociologie menés à l'échelle de petites régions françaises ont néanmoins permis d'évaluer les jeux de pouvoir engendrés par la méthanisation et d'identifier les agriculteurs qui ont accès à cette technologie (Jutteau et al., 2024; Anzalone et al., 2025). Ces travaux n'avaient néanmoins pas pour but d'étudier conjointement les aspects agronomiques et techniques de la méthanisation et d'évaluer *in fine* l'impact de sa politique de soutien sur la durabilité de l'agriculture.

Ainsi, les seuls travaux de recherche explicitement centrés sur le caractère agroécologique et durable de la méthanisation en France sont ceux de Cadiou (2023). Cette recherche

[14] Food and Agriculture Organisation : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation.

interdisciplinaire, à l'interface de la sociologie de l'action publique et de l'agronomie, a été réalisée dans le Grand Est. En s'appuyant sur une analyse de discours, sur l'étude des effets de la méthanisation sur les exploitations agricoles concernées et sur l'analyse des dynamiques sociotechniques territoriales engendrées, ces travaux ont permis d'évaluer la promesse sociotechnique de l'agroécologie envisagée comme construction narrative autour de la méthanisation (Cadiou, 2023). Cette recherche se centre ainsi sur la construction du discours narratif autour de la méthanisation agricole et évalue si ces promesses sociotechniques sont atteintes, mais ne constitue pas une évaluation d'impact de sa politique de soutien.

Dans l'état actuel des connaissances, l'impact de la politique de soutien à la méthanisation agricole sur la durabilité de l'agriculture reste peu décrit. Les effets socio-économiques liés aux effets techniques de la production de biogaz ont été peu étudiés conjointement et sont méconnus en région d'élevage. Cette politique n'a pas non plus fait l'objet d'une évaluation quant à la différenciation socio-économique et socio-spatiale qu'elle est susceptible d'induire.

4. La politique de soutien à la méthanisation agricole : quel impact sur l'économie nationale ?

Comme nous l'avons vu en introduction, la politique énergétique française doit respecter un certain nombre d'accords internationaux et de directives européennes, qui déterminent ses objectifs et les échéances qu'elle se donne pour les atteindre. Ces derniers sont présentés ci-après, afin de mieux comprendre dans quel cadre s'inscrit la politique de soutien à la méthanisation agricole et d'en identifier précisément les objectifs.

La politique énergétique française s'inscrit d'une part dans un cadre international. En effet, la France est, depuis 2015, signataire de l'Accord de Paris et s'est engagée à agir pour que le réchauffement climatique reste en dessous de 2°C par rapport à l'ère préindustrielle d'ici à 2100. Cet accord a pour objectif principal l'*atténuation* du réchauffement, qui repose sur la baisse des émissions de gaz à effet de serre (CCNUCC, 2015).
D'autre part, comme nous l'avons évoqué plus tôt, la France est aussi soumise aux évolutions de la directive européenne relative aux énergies renouvelables (*RED*). Suite au Pacte Vert pour l'Europe et à l'amplification du conflit russo-ukrainien en 2022, cette directive a été révisée, en précisant que « d*ans ce contexte, il convient de porter l'objectif global de l'Union en matière d'énergie renouvelable à 42,5 % afin d'accélérer considérablement le rythme actuel de déploiement de l'énergie renouvelable et, partant, l'élimination progressive de la dépendance de l'Union à l'égard des combustibles fossiles russes en augmentant la disponibilité d'une énergie abordable, sûre et durable dans l'Union.* »[15]. La directive précise en outre qu'au-delà de cet objectif obligatoire de 42,5%, les États membres doivent s'efforcer d'atteindre un objectif de 45% d'énergies renouvelables dans l'Union.

Ce cadre européen impose aux États membres de publier un plan national pour l'énergie et le climat intégré à 10 ans. Cette exigence s'est traduite en France de la Loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV), qui fixe le cadre de la politique énergétique française. Cette dernière se décline d'une part en un plan d'action à long terme, projetant les objectifs nationaux jusqu'en 2050, à travers la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), et d'autre part en une programmation sur 10 ans, au travers de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE).

Ces deux plans d'action fondent la politique énergétique française et fixent les objectifs généraux de celle-ci, ainsi que les objectifs que la France se fixe pour chaque filière, dont la filière méthanisation. L'objectif premier affiché par cette politique au sein de la SNBC et de la PPE 2019-2028 est la réduction des émissions de gaz à effet de serre liés aux énergies fossiles

[15] Directive (UE) 2023/2413 du Parlement européen et du Conseil du 18 octobre 2023 modifiant la directive (UE) 2018/2001, JOUE L 2023/2413 du 31 octobre 2023.

et l'augmentation de la part d'énergies renouvelables (CGDD, 2023) afin d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020; Ministères Aménagement du territoire et Transition écologique, 2024).
Des objectifs complémentaires apparaissent néanmoins au sein de la LTECV. Cette dernière indique que le développement des énergies renouvelables doit aussi favoriser l'émergence d'une économie compétitive et riche en emplois, assurer la sécurité d'approvisionnement en énergie et réduire la dépendance aux importations (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2017).
Au-delà de l'objectif environnemental de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la politique de soutien à la méthanisation devrait donc aussi permettre de sécuriser les approvisionnements énergétiques, en particulier dans un cadre géopolitique sous tensions, de réduire la dépendance française aux importations, de stimuler l'économie et de favoriser le développement de l'emploi.

Si la question de l'impact de la méthanisation sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre a pu être étudiée en détail (Malet, 2022; Malet et al., 2023), les effets directs, mais aussi indirects de la politique de soutien à la méthanisation agricole sur l'économie nationale sont à ce jour peu connus. Pourtant, dans un contexte budgétaire contraint, une évaluation de cette politique ne peut se réduire à l'atteinte de ses objectifs principaux (souveraineté énergétique, décarbonation). Le développement de la méthanisation agricole s'appuie en effet sur d'importants soutiens publics (prix de rachat de l'énergie bonifiés, aides à l'investissement) et engendre de profondes modifications dans l'organisation des exploitations (Réguer, 2020; Garambois et al., 2022; Levavasseur et al., 2023; Cadiou, 2023). Or, ces modifications sont susceptibles d'entraîner des variations de production, ainsi que des évolutions des quantités et de la nature des consommations intermédiaires utilisées et de l'allocation des investissements. Ces effets dépassent donc les seules unités de production et peuvent se traduire d'un accroissement ou d'une réduction d'activité pour les différents agents économiques en amont et en aval des filières agricoles et de l'énergie. Ainsi, les effets de la méthanisation dépassent les agriculteurs, et une évaluation d'impact de cette politique énergétique, à l'aune des objectifs qu'elle s'est donnés, doit aussi prendre en compte ses effets économiques et sociaux indirects.

La Cour des comptes a dressé en 2025 une évaluation de cette politique de soutien (Cour des comptes, 2025). Dans son rapport, la Cour des comptes s'attache à évaluer cette politique de soutien à la méthanisation au regard des objectifs qu'elle poursuit, c'est-à-dire de son *efficacité*, et des moyens mis en œuvre pour y parvenir, c'est-à-dire de son *efficience* (Cour des comptes, 2025). Cette évaluation repose sur les données statistiques nationales, ainsi que sur la bibliographie existante et des évaluations qualitatives 'à dire d'acteurs'. Si la Cour des comptes examine précisément l'efficacité de cette politique et ses effets sur le budget de l'État et des collectivités, l'impact de cette politique sur le revenu national net et sur l'emploi ne semble pas avoir été approfondi.

Afin de compléter cette première évaluation dressée par la Cour des comptes et d'en comparer les conclusions, il paraît donc opportun d'évaluer l'impact de cette politique publique sur l'économie nationale, en matière de création de richesse et d'emplois, et de son efficience, au regard des fonds publics mobilisés pour parvenir à ses objectifs.

Chapitre 2. Agriculture Comparée et évaluation de projets : des approches systémiques et comparatives pour évaluer la politique de soutien à la méthanisation

L'évaluation d'impact de la politique de soutien à la méthanisation sur l'agriculture dans ses dimensions économique, sociale et environnementale, suppose de réunir un ensemble de conditions. Cette question de recherche implique de se placer à une échelle d'analyse permettant de mettre en lumière les mécanismes de différenciation socio-économique et socio-spatiale induits par la méthanisation agricole. A cet égard, une approche conduite à l'échelle micro-régionale doit être privilégiée afin de mettre en lumière ces dynamiques, qui ne peuvent être identifiées à une échelle plus petite, en se limitant à l'étude des seuls agriculteurs équipés d'un méthaniseur. Une démarche comparative s'avère également nécessaire afin de caractériser les processus de différenciation engendrés par la méthanisation, et de mieux la resituer dans son environnement local. Cette recherche implique aussi d'adopter une démarche multi-scalaire, permettant d'analyser de manière systémique les effets directs de la méthanisation, de l'échelle micro-régionale jusqu'à celle de la parcelle et du troupeau. Cette approche systémique apparaît comme indispensable pour garantir d'évaluer cette politique dans toutes ses dimensions, en reliant ses effets techniques à ses effets socio-économiques et environnementaux.

Notre seconde question de recherche porte sur l'impact de cette politique de soutien sur l'économie nationale, ainsi que sur son efficience. L'approche retenue doit donc permettre d'évaluer non seulement les effets directs de cette politique, mais également ses effets indirects sur l'ensemble de l'économie nationale, c'est-à-dire sur tous les agents économiques concernés, de manière directe ou indirecte, par le développement de la méthanisation agricole. Elle doit permettre en outre d'apprécier l'ampleur des soutiens publics mobilisés au regard des objectifs poursuivis par cette politique.

Afin de répondre à l'ensemble de ces enjeux méthodologiques, cette recherche s'inscrit dans une démarche d'Agriculture Comparée et mobilise les méthodes d'évaluation de projet.

1. L'Agriculture Comparée, une approche micro-régionale utilisée pour comprendre le développement agricole engendré par la méthanisation

1.1. L'Agriculture Comparée, une approche transdisciplinaire pour étudier les processus de transformation de l'agriculture

Cette recherche mobilise le cadre conceptuel de l'*Agriculture Comparée*, fruit d'un enrichissement historique de diverses disciplines et approches : de la géographie rurale dès les années 1950 en passant par l'économie rurale jusqu'aux *peasant studies* et au structuralisme dans les années 1970 (Cochet, 2011). Cette construction en fait aujourd'hui une démarche transdisciplinaire, principalement à la croisée de l'agronomie, de la géographie rurale, de l'histoire et de l'économie, mais aussi enrichie par d'autres sciences sociales.

L'Agriculture Comparée est une approche systémique qui a pour objet le *développement agricole*, entendu comme « *processus général de transformation de l'agriculture, inscrit dans la durée, et dont les éléments, causes et mécanismes peuvent être à la fois d'origine endogène et le fruit de différents apports, enrichissements ou innovations exogènes »* (Cochet, 2011, p. 14-15). Cette recherche propose donc d'adopter cette démarche en Agriculture Comparée pour étudier les transformations agricoles engendrées par la politique de soutien à la méthanisation agricole.

L'Agriculture Comparée permet d'étudier les conditions sociales et économiques de mise en œuvre des transformations agricoles et leurs conséquences « *pour l'homme, la société et l'environnement* » (Cochet et al., 2007, p. 94). Dès lors, cette démarche permet d'appréhender les différentes trajectoires de développement à l'œuvre au sein d'une petite région agricole, dont celles induites par le développement de la méthanisation, et de comprendre les réalités agraires afin de mieux infléchir ces dernières (Dufumier, 1996b). Cette démarche est alors mobilisée afin de proposer un nouvel éclairage aux politiques publiques concernant la méthanisation.

1.2. L'approche micro-régionale, échelle d'étude privilégiée pour étudier les dynamiques agraires induites par la méthanisation

L'échelle retenue pour cette recherche est celle de la petite région agricole. En effet, cette échelle permet de resituer le développement de la méthanisation dans un contexte local et de comparer les exploitations dans un environnement homogène. Elle assure d'étudier les effets de la méthanisation sur l'ensemble d'un territoire, et non uniquement sur les exploitations directement concernées, et d'étudier ses effets jusqu'aux échelles de la parcelle et du troupeau. Elle garantit alors de mettre en exergue la différenciation socio-spatiale et socio-économique induite par la méthanisation. L'échelle micro-régionale permet en effet « *des comparaisons rigoureuses, permettant justement de découvrir des régularités et d'interpréter des*

différences » (Brunet, 1972, p. 13). Il s'agit de l'échelle d'étude privilégiée de l'Agriculture Comparée (Asdonk et al., 1954 ; Mazoyer & Roudart, 2002 ; Cochet, 2011) puisqu'elle permet d'étudier les dynamiques agraires en cours, tout en se situant dans un contexte agroécologique, socio-économique et institutionnel homogène, autorisant alors la comparaison des diverses pratiques agricoles et des résultats socio-économiques qui en découlent.

Plusieurs critères ont prévalu à la sélection des deux petites régions agricoles étudiées. D'une part, ces dernières ont été sélectionnées en raison du nombre de méthaniseurs qui s'y concentrent. Comme nous l'avons vu au chapitre 1, notre hypothèse initiale de travail postule que la localisation des méthaniseurs en Bretagne dépend en partie du potentiel agronomique des sols, ainsi que de leur positionnement par rapport au réseau de gaz et aux centres urbains. Ces deux éléments ont donc été étudiés plus précisément afin de sélectionner les petites régions d'étude. D'autre part, la sélection des petites régions d'étude a reposé également sur leur orientation productive majoritaire (laitière ou de monogastriques), afin d'identifier si la méthanisation s'inscrit de manière équivalente, ou non, au sein de différents bassins de production et exploitations agricoles associées.

Un premier travail de recherche exploratoire a été conduit en 2020 au sein du bassin rennais dans le cadre de mon master 2 recherche. En effet, des dynamiques de développement significatives de la méthanisation avaient été identifiées, dès cette période, à l'*Ouest du bassin rennais*. Cette petite-région, localisée à proximité de Rennes et du réseau de gaz l'avoisinant, concentraient déjà en 2020, 6 méthaniseurs en fonctionnement et 4 en projet de construction (Réguer, 2020). Comme le révèle la carte en figure 6, indiquant la densité de vaches laitières (nombre de vaches au km^2) en Bretagne, le bassin rennais constitue un bassin fortement orienté vers la production laitière.
La deuxième petite région d'étude a donc été choisie de manière à étudier un bassin de production porcine, où se concentrent les méthaniseurs. La carte en figure 7 indique la densité de porcs dans cette région et révèle que la Bretagne est aussi caractérisée par une production importante de porcs charcutiers, en particulier dans le nord-Finistère et à l'est de Saint Brieuc. C'est pourquoi l'*Est du bassin du Gouessant*, largement orienté vers la production de monogastriques et où se concentrent des méthaniseurs, a été sélectionné. Ce dernier a en outre soulevé un intérêt scientifique particulier en raison de la présence d'exploitations agricoles de grande dimension (Barret, Baudron, Berrou *et al.*, 2012) et d'une présence importante de méthaniseurs en cogénération, mais d'une absence de méthaniseurs en injection. Ce bassin a donc été envisagé comme un terrain d'étude pertinent pour mieux comprendre les déterminants précis du développement des méthaniseurs en injection.

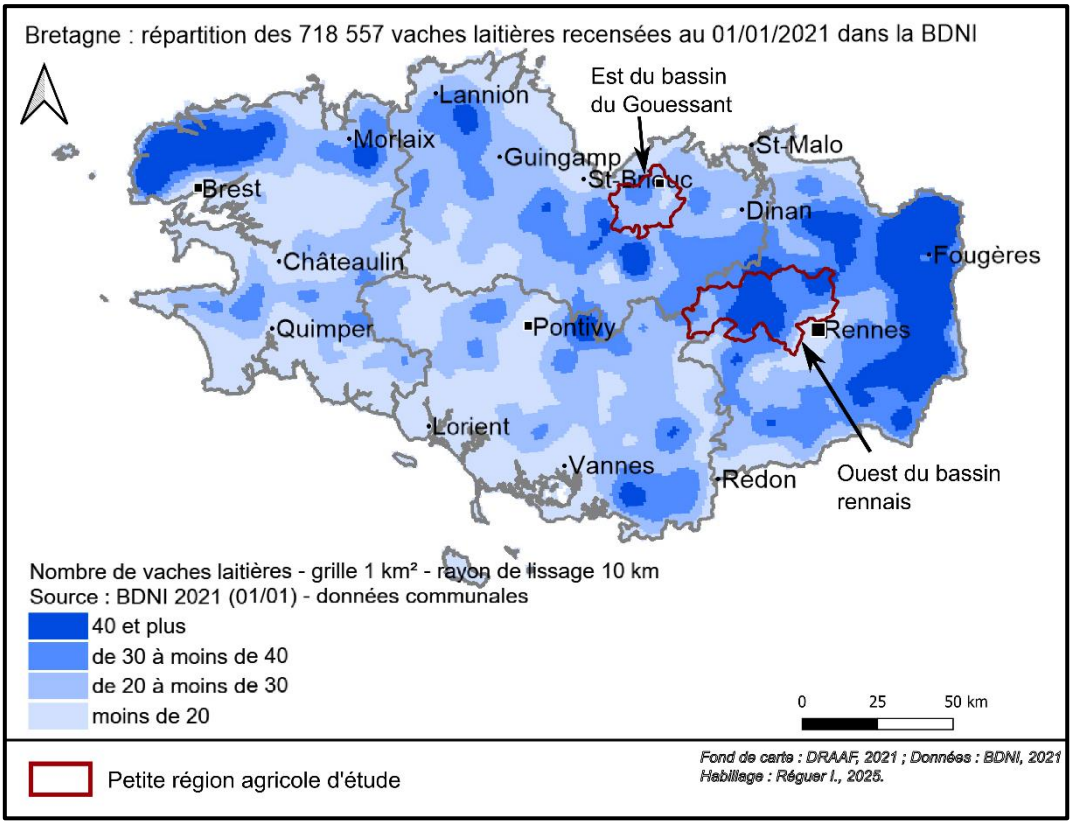


Figure 6 : Carte indiquant la densité des vaches laitières en 2020 en Bretagne (Source : DRAAF, 2021)

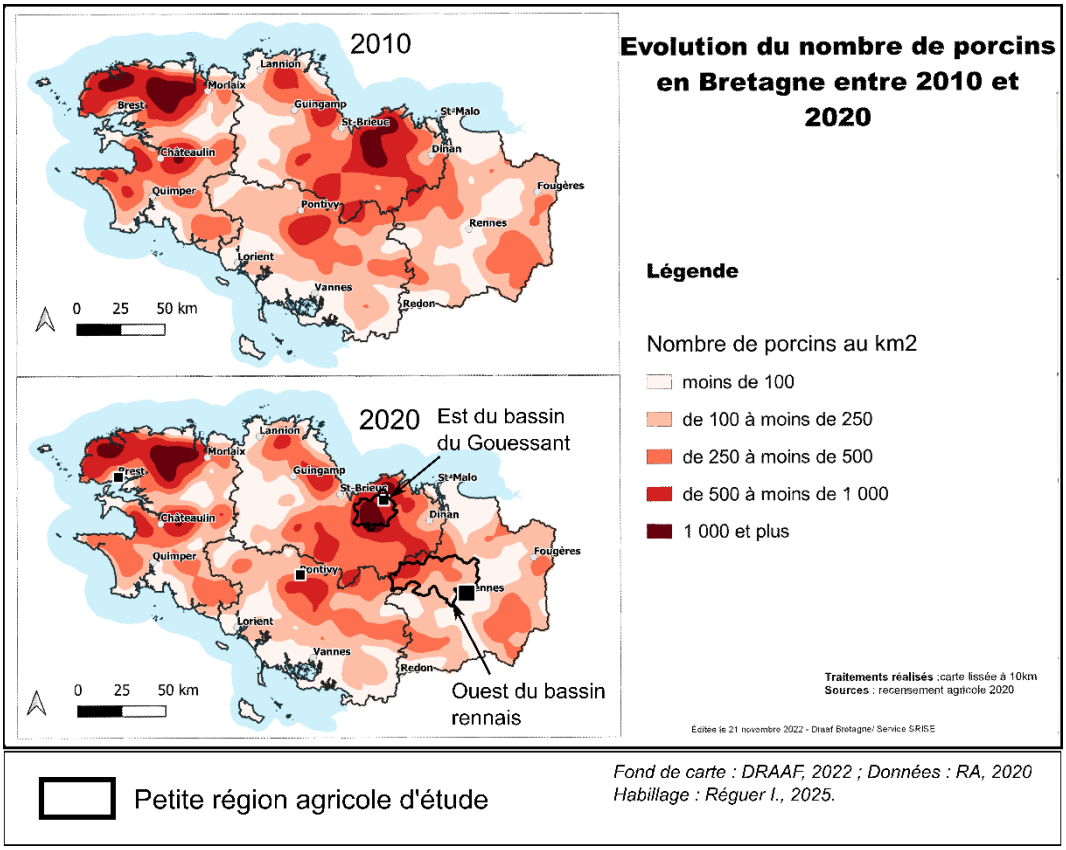


Figure 7 : Carte indiquant la densité de porcins en Bretagne (Source : DRAAF, 2022)

La carte en figure 8 présente le matériau parental des sols bretons et la localisation des méthaniseurs, du réseau de gaz et des bassins retenus pour cette étude. La carte suivante en figure 9 présente quant à elle la proportion de limon dans les sols bretons, ainsi que la localisation des méthaniseurs et des régions d'étude. Ces cartes confirment que les deux petites régions sélectionnées correspondent à deux bassins situés sur des sols limoneux, et donc à haut potentiel de production de biomasse, où de nombreux méthaniseurs ont été installés ces dix dernières années (figure 8 et 9). Le bassin rennais correspond à un bassin situé proche d'une grande ville et de son réseau de gaz, dans lequel les méthaniseurs en injection sont largement implantés (figure 8). Alors que le bassin du Gouessant correspond quant à lui à un bassin plus isolé des principaux centres urbains bretons et de leur réseau de gaz, dans lequel aucun méthaniseur en injection n'était en fonctionnement en 2024 (figure 8).

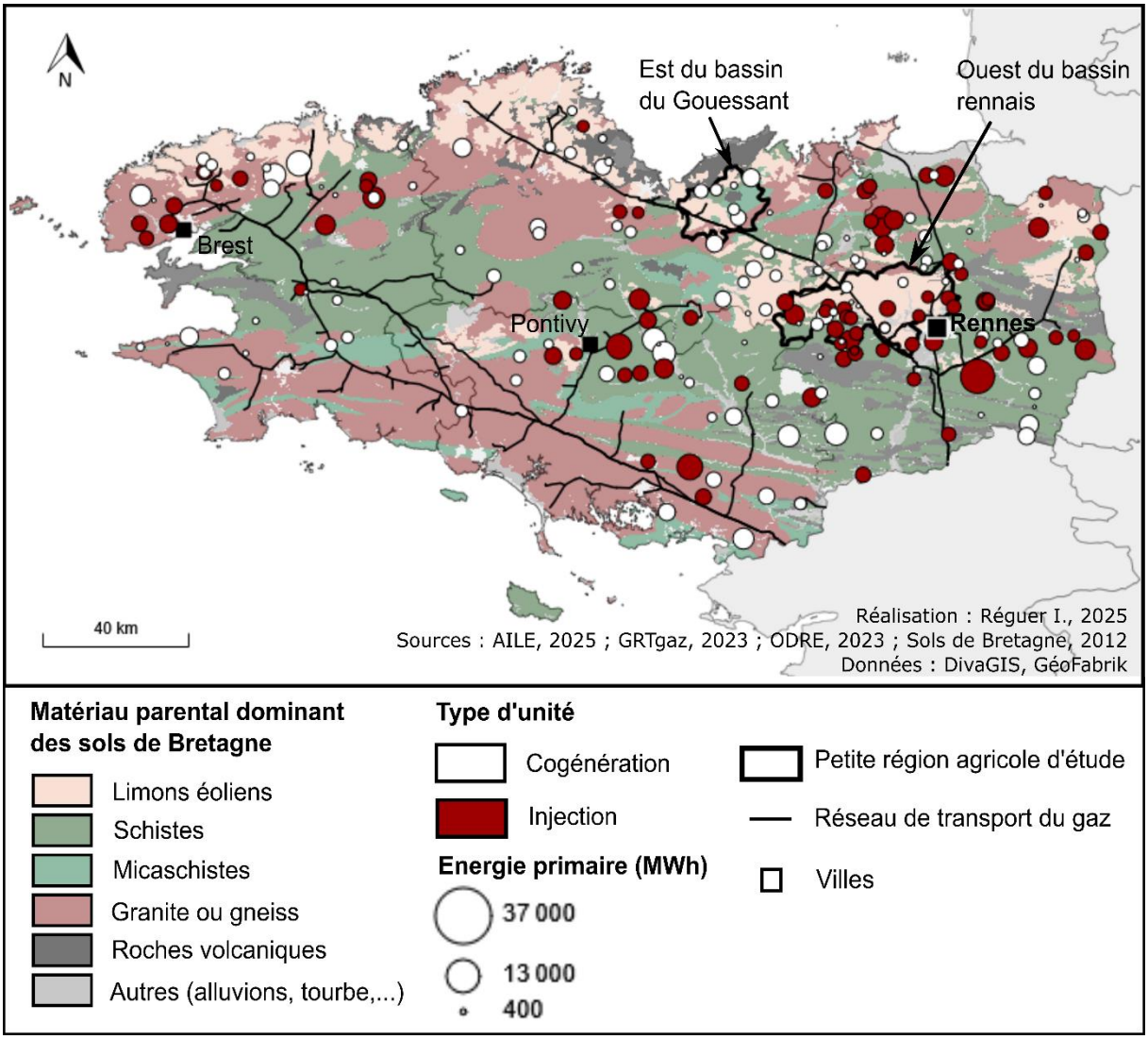


Figure 8 : Carte de localisation des méthaniseurs de Bretagne et des deux petites régions d'étude.

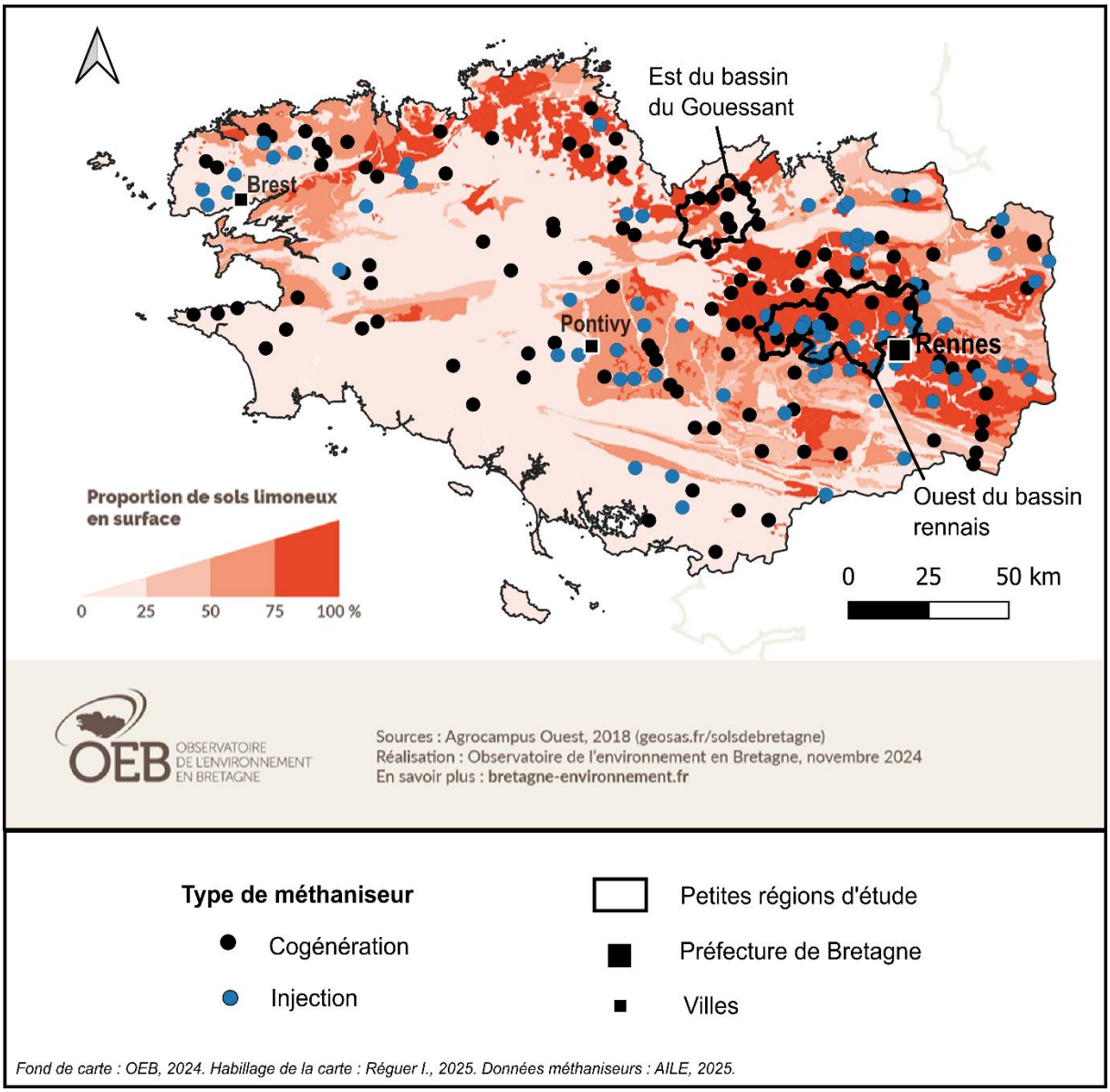


Figure 9 : Proportion de sols limoneux en surface, localisation des méthaniseurs et des petites régions d'étude.

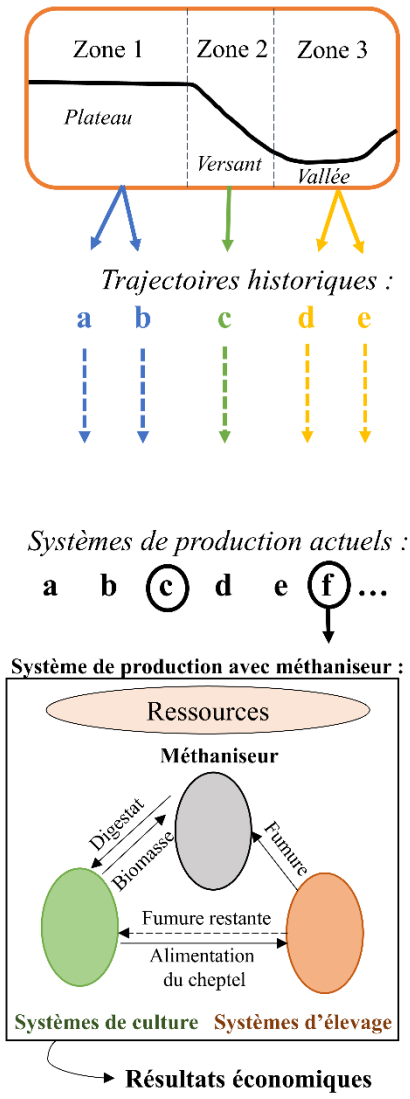
L'*Ouest du bassin rennais*, où prédomine l'élevage laitier, abrite 979 exploitations agricoles[16], ainsi que 10 méthaniseurs agricoles en cogénération et 13 en injection, et l'*Est du bassin du Gouessant*, où prédomine l'élevage porcin, concentre 609 exploitations agricoles[17] et 7 méthaniseurs en cogénération (tableau 1).

	Ouest du bassin rennais	**Est du bassin du Gouessant**	Sources des données
Nombre d'exploitations agricoles	979	609	RA 2020
Nombre d'exploitations agricoles au capital d'un méthaniseur[18]	37	11	AILE[19], 2024
dont exploitations laitières	*27*	*6*	AILE, 2024 ; enquêtes
Nombre d'unités de méthanisation en 2024	**23**	**7**	AILE, 2024
dont unités en injection	*13*	*0*	AILE, 2024 ; enquêtes

Tableau 1 : Nombre d'exploitations agricoles et de méthaniseurs au sein des deux petites régions agricoles. Extrait de : Réguer & Garambois (2025)

[16] D'après le recensement général agricole (RA) 2020
[17] D'après le recensement général agricole (RA) 2020
[18] Exploitations agricoles dont les actifs ont investi dans un méthaniseur
[19] Association d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement

Figure 10 : Représentation schématique de la méthodologie employée, des disciplines mobilisées et des objectifs recherchés.



Lecture de paysage
Géographie
Identification des étages agroécologiques et des ressources associées. Localisation des systèmes de production et des méthaniseurs en leur sein.

Entretiens avec des agriculteurs âgés
Histoire, Agronomie, Zootechnie, Politiques agricoles, Agroéconomie
→Identification des trajectoires historiques spatialisées
→ Pré-typologie des systèmes de production

Entretiens avec des agriculteurs actifs
Agronomie, Zootechnie, Politiques agricoles, Agroéconomie
→Typologie des systèmes de production actuels
→Identification des systèmes de production avec méthaniseur
→Caractérisation des effets de la méthanisation sur les systèmes de culture et d'élevage

Modélisation économique
Agroéconomie
→Identification des effets économiques de la méthanisation
→Caractérisation de leurs effets sur la différenciation

2. L'analyse-diagnostic des systèmes agraires : une démarche de terrain, systémique, comparative, qui mobilise un emboîtement d'échelles d'analyse

2.1. Une démarche pour caractériser les transformations agricoles induites par la méthanisation

L'analyse-diagnostic d'un système agraire est une méthode de l'Agriculture Comparée pour comprendre et modéliser les dynamiques agraires, c'est-à-dire les transformations agricoles. Il suppose un travail de terrain qui repose sur des observations et des entretiens approfondis avec les agriculteurs et constitue une démarche itérative basée sur une succession d'étapes (figure 10) (Cochet, 2011).

2.1.1. De la petite région agricole à la parcelle : une démarche systémique permise par un emboîtement d'échelles d'analyse, pour caractériser les systèmes agraires

La politique publique en soutien à la méthanisation est susceptible d'avoir des effets à diverses échelles imbriquées, de la microrégion jusqu'à celle de l'exploitation agricole et de la parcelle ou des troupeaux. L'étude des effets de cette politique requiert donc une approche multiscalaire et systémique.

La démarche du diagnostic agraire repose sur la mobilisation de différents concepts se rapportant à plusieurs échelles d'analyse emboîtées : le concept de système agraire, relatif à l'échelle de la petite région agricole, le système de production, défini à l'échelle de l'exploitation agricole, jusqu'aux concepts de système d'élevage et de système de culture, associés respectivement aux échelles du troupeau et de la parcelle (tableau 2).

Concept		Système de production	Système agraire
	Systèmes de culture & système d'élevage		
Niveau d'analyse	Parcelle & Troupeau	Exploitation agricole	Petite région agricole
Type d'analyse	Agronomique / Zootechnique	Agro-socio-économique	Agro-géographique et socio-économique
Sous-question associée	Comment la méthanisation modifie-t-elle la gestion des cultures et des troupeaux ?	Comment la méthanisation modifie-t-elle l'organisation des exploitations ? Quel est son effet sur les revenus ?	Quel est l'effet de la méthanisation sur la différenciation socio-économique et technique entre exploitations agricoles ? Quel est son impact sur le territoire ?

Tableau 2 : Emboîtement des échelles d'analyse et sous-questions de recherche associées (adapté de : Cochet, 2011 ; Réguer, 2024)

Mazoyer (1987) définit le système agraire comme étant un « *mode d'exploitation du milieu, historiquement constitué et durable, adapté aux conditions bioclimatiques d'un espace donné, et répondant aux conditions et aux besoins sociaux du moment »* (Mazoyer, 1987). Il s'agit d'une combinaison particulière d'un milieu cultivé, d'outils de production et de la force de travail qui les met en œuvre, reposant sur des rapports d'échange déterminant la répartition des produits du travail, et encadré par un ensemble d'idées et d'institutions visant à en assurer la reproduction sociale. Ainsi, le système agraire modélise un ensemble d'interactions entre les éléments relatifs à l'écosystème cultivé et ceux du système social productif (Cochet, 2011). Travailler à cette échelle garantit de pouvoir appréhender l'impact de la méthanisation sur le territoire, et de mieux identifier ses effets sur la différenciation socio-économique (figure 10).

Élément constitutif d'un système agraire, le système de production est défini par Reboul (1976) comme « *un mode de combinaison entre terre, forces et moyens de travail à des fins de production végétale et/ou animale, commun à un ensemble d'exploitations* » (Reboul, 1976, p. 58). Ce concept modélise un ensemble d'exploitations agricoles ayant accès aux mêmes ressources - foncières (même gamme de surface d'exploitation, même mode de faire-valoir et même localisation), en capital (niveau d'équipement, capacité d'investissement) et en main-d'œuvre (statut de la main-d'œuvre, nombre d'actifs) - placées dans des conditions socio-économiques comparables et qui pratiquent une même combinaison de systèmes de culture et de systèmes d'élevage. Cette modélisation permet de s'intéresser à la fois à la structure, à l'organisation et au fonctionnement des exploitations agricoles, afin de mieux comprendre ce que font les agriculteurs, comment et pourquoi, et d'en évaluer les résultats techniques et économiques (Cochet & Devienne, 2006).
L'identification et la caractérisation des différents systèmes de production permettent de les envisager dans toute leur diversité, et donc ici de mieux saisir dans quel type d'exploitation s'insère la méthanisation, de comprendre comment elle transforme leur organisation et de mieux en comparer les performances techniques et économiques (figure 10).

Le système de culture, concept relatif à l'échelle de la parcelle, est défini par Sebillotte (1982) comme l'ensemble des modalités techniques mises en place sur un ensemble de parcelles cultivées de manière identique. Tout système de culture se définit alors à partir (1) des cultures, ou associations de cultures, qui y sont pratiquées, (2) la succession culturale mise en œuvre et (3) de l'ensemble des techniques appliquées suivant un ordonnancement précis, c'est-à-dire de l'itinéraire technique pratiqué pour chaque culture, et ce, dans des conditions pédoclimatiques données (Cochet, 2011; Sébillotte, 1977). La caractérisation du système de culture s'achève par l'identification « *des produits (et sous-produits), de leur destination (autoconsommation (…) ; intraconsommation (…) ; vente), et par l'estimation des quantités produites.* » (Devienne & Wybrecht, 2002, p. 356).
Le système d'élevage se définit quant à lui à l'échelle du troupeau. Lhoste (1984) envisage ce concept de manière globale comme étant « *l'unité d'organisation mettant en œuvre la*

transformation d'activités photosynthétiques (production végétale primaire) par des animaux domestiques (production secondaire) » (Lhoste, 1984, p. 85). Étudier et caractériser un système d'élevage revient alors à étudier les interfaces entre un milieu géographique et écologique donné – fournissant aux animaux leur ressource alimentaire - un milieu socio-économique de production et un ensemble de techniques et de pratiques d'élevage permettant d'obtenir des productions variées (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure, etc.) (Landais, 1992; Lhoste, 1984). Le système d'élevage se caractérise plus spécifiquement par (1) des pratiques d'agrégation (constitution d'ateliers ou de lots, groupes d'animaux traités de manière particulière), (2) des pratiques de conduite (reproduction, santé et hygiène, alimentation), (3) des pratiques d'exploitation (opérations de prélèvements : lait, laine, viande…), (4) des pratiques de renouvellement du troupeau (réforme, sélection des jeunes ou achats) et (5) des pratiques de valorisation (transformations des produits bruts) (Cochet, 2011; Devienne & Wybrecht, 2002).
La modélisation et la compréhension fine des systèmes de culture et d'élevage, constitutifs des systèmes de production, assure d'identifier les effets agronomiques et zootechniques de l'installation d'un méthaniseur sur ces derniers, par rapport aux situations *sans méthaniseur* (figure 10).

La démarche de diagnostic agraire s'inscrit ainsi dans un cadre conceptuel multi-scalaire, systémique et comparatif.
La première étape du diagnostic agraire (figure 10) consiste à analyser le milieu, à identifier les différents étages agroécologiques qui le composent ainsi que les ressources qui lui sont associées. Cette étape préalable est indispensable pour caractériser les modes d'exploitation du milieu, avec et sans méthaniseur, et identifier les ressources associées. Cette étape repose sur des observations de terrain et une *analyse de paysage*. Le paysage est alors envisagé comme un support d'informations (Deffontaines, 1973) à mobiliser pour comprendre la différenciation socio-spatiale. L'analyse de paysage consiste à rechercher des discontinuités dans le milieu, à distinguer les différentes parties qui le composent aux différentes échelles. Elle permet de déduire des usages et pratiques agricoles et de poser des hypothèses quant au mode d'exploitation du milieu (Cochet & Devienne, 2006). Des observations directes sont réalisées et photographiées, et des études de carte ainsi que des analyses bibliographiques constituent des supports de compréhension de cette différenciation. Cette étape rend possible la localisation des méthaniseurs dans ce milieu.

2.1.2. La reconstitution des dynamiques agraires conduit à l'identification des différentes exploitations actuelles, avec et sans méthaniseur

La deuxième étape du diagnostic agraire vise à reconstituer les transformations historiques de l'agriculture. « *Une situation agraire étant toujours une réalité en mouvement* », elle suppose en effet d'appréhender de manière diachronique les évolutions passées pour mieux comprendre

la dynamique en cours et la diversité des situations actuelles (Cochet et al., 2007, p. 95). Cochet (2011) souligne que cette démarche doit permettre de reconstituer les grandes étapes de l'évolution des activités agricoles, de les caractériser et d'en appréhender les causes (Cochet, 2011). Cette étape s'attèle à identifier les évolutions des conditions d'accès aux ressources dans les différents étages agroécologiques précédemment identifiés. Elle permet de reconstituer les trajectoires différenciées des types d'exploitations en présence et à l'établissement d'une pré-typologie des systèmes de production actuels (figure 10).

Pour mener à bien cette étape du travail, des entretiens historiques semi-directifs avec des agriculteurs et agricultrices en retraite, ou en fin de carrière, ont été réalisés et complétés par des recherches bibliographiques et des études de photographies. Les entretiens ont été guidés par les hypothèses précédemment posées quant aux modes d'exploitation du milieu, et par la recherche d'identification des évolutions des conditions d'accès aux ressources (foncier, main d'œuvre, capital, eau …) dans les différentes sous-unités agroécologiques présentes et identifiées au cours de la lecture de paysage. Ces entretiens avaient pour objectif de mettre en évidence les différentes trajectoires de développement, mais aussi d'identifier en leur sein la place de la méthanisation ainsi que les systèmes de production qui sont en voie de disparition, voire déjà disparus. L'identification et la compréhension des mécanismes et des causes de leur fragilité sont tout aussi importantes à comprendre pour bien appréhender les mécanismes de différenciation. Cette démarche a permis de mettre en lumière les relations entre différenciations sociales et changements techniques historiques et d'esquisser une pré-typologie historicisée des différents systèmes de production aujourd'hui observables (Cochet & Devienne, 2006), qu'ils disposent ou non d'un méthaniseur.

2.1.3. Caractérisation du fonctionnement technico-économique des systèmes de production : pour une comparaison des exploitations avec et sans méthaniseur

La dernière étape de ce diagnostic repose sur la caractérisation technique et économique des systèmes de production. L'objectif est alors de comprendre et de caractériser le fonctionnement technique et les résultats économique des exploitations agricoles, qu'elles disposent ou non d'un méthaniseur, afin de mieux les comparer (figure 10). En effet, Beaujeu-Garnier (1971, p. 43) souligne qu'« *on ne peut expliquer qu'en comparant* », c'est-à-dire que la démarche comparative garantit d'identifier les spécificités et singularités de chaque système de production, avec et sans méthaniseur, et de les expliquer. Mais la comparaison permet aussi de « *reconnaître la valeur de généralité* » (Ramognino, 2013, p. 3) c'est-à-dire d'identifier les traits communs des exploitations, notamment celles avec méthaniseur.
Cette étape de la démarche permet par ailleurs de poser des hypothèses complémentaires quant aux évolutions possibles de ces exploitations (Cochet et al., 2007).

a) Une modélisation du fonctionnement des exploitations fondée sur un petit jeu d'entretiens

Dans un premier temps, il convient de caractériser le fonctionnement technique propre à chaque système de production. La modélisation de chacun d'entre eux se fonde sur deux à quatre entretiens relatifs à des exploitations agricoles ayant accès aux mêmes ressources et mettant en œuvre la même combinaison de systèmes de culture et d'élevage. Cette modélisation ne repose pas sur une moyenne, il s'agit de comprendre la logique d'utilisation des ressources disponibles, en quantité plus ou moins limitée, et les pratiques agricoles qui en découlent, pour finalement faire émerger l'organisation générale du système de production (Cochet & Devienne, 2006). Les systèmes de culture (c'est-à-dire les assolements, les rotations, les itinéraires techniques pratiqués et les productions qui en découlent) ainsi que le ou les systèmes d'élevage (le type d'animaux, leur conduite, leur exploitation, etc.) sont ainsi modélisés précisément pour chaque système de production.

Lorsqu'un méthaniseur est adossé à une exploitation agricole, la modélisation du système de production a nécessité de se doter du nouveau concept de *système de méthaniseur* (figure 12). Il est envisagé comme un sous-système composant le système de production, à l'instar des systèmes de culture et d'élevage. Un système de méthaniseur est alors décrit par (1) une quantité et un type de biomasse mobilisée et des pratiques agronomiques, zootechniques et d'achats qui en découlent (collecte, gestion et transports des effluents d'élevage, pratiques agronomiques), (2) une organisation particulière (astreintes, pics de travail, types d'équipements nécessaires, maintenance), (3) un type d'énergie (électricité et chaleur ou biométhane) et une quantité d'énergie produite et (4) des quantités et une nature (qualités agronomiques) de digestat produit et des pratiques de gestion de ces derniers. Un système de production comprenant un système de méthaniseur modélise le fonctionnement commun à un ensemble d'exploitations agricoles ayant accès aux mêmes ressources, et mettant en œuvre la même combinaison de systèmes de culture et d'élevage, et disposant du même type de méthaniseur. Les interactions entre le système de méthaniseur et les systèmes de cultures et d'élevage sont alors décrites précisément. Cette étape est essentielle pour comprendre l'organisation et le fonctionnement induits par une unité de méthanisation, mais aussi pour comprendre en quoi ces derniers diffèrent de ceux des exploitations sans méthaniseur.

Lorsqu'un méthaniseur est adossé à plusieurs exploitations agricoles, le système de méthaniseur est alors commun à plusieurs systèmes de production. Dans ce cas, la modélisation est centrée d'abord sur le méthaniseur et l'organisation de la copropriété (figure 13). Les systèmes de production associés à ce type de montage sont identifiés. Les besoins du méthaniseur en matière de biomasse organique sont détaillés, ainsi que son niveau de production d'énergie et de digestat. L'organisation collective induite par ces caractéristiques et le niveau de contribution et de rétribution de chacune des exploitations impliquée sont caractérisés précisément. Les équipements et les achats de biomasse indispensables au fonctionnement du méthaniseur sont

eux aussi caractérisés. Une fois la logique de fonctionnement de la copropriété détaillée, la modélisation des systèmes de production associés devient plus aisée. Le système de méthaniseur propre à chaque système de production impliqué dans cette copropriété peut alors être caractérisé.

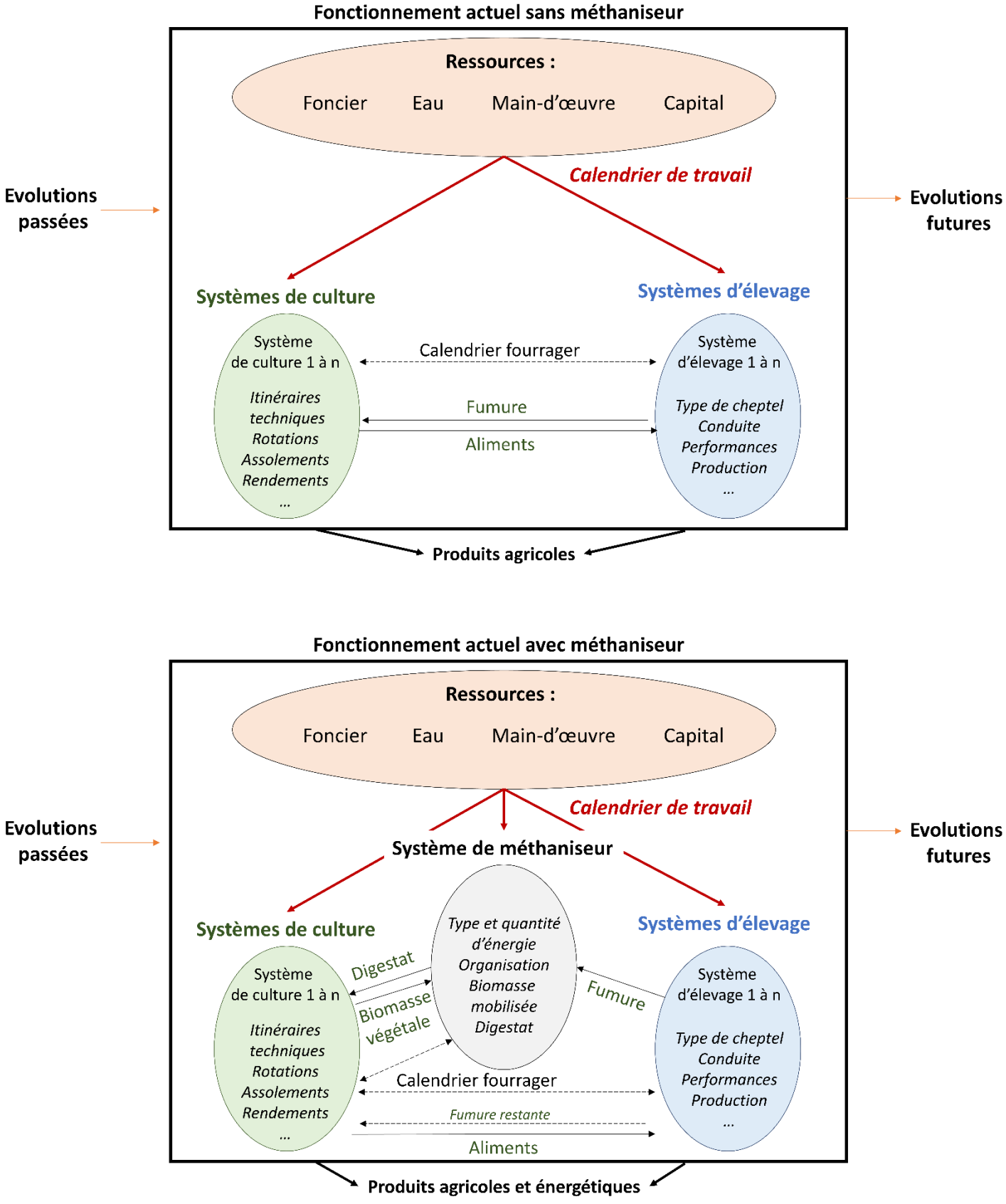


Figure 11 : Concept de système de production, avec et sans système de méthaniseur. Réalisation : Réguer, 2025. Adapté de : Garambois, 2019 et Devienne, 2019a.

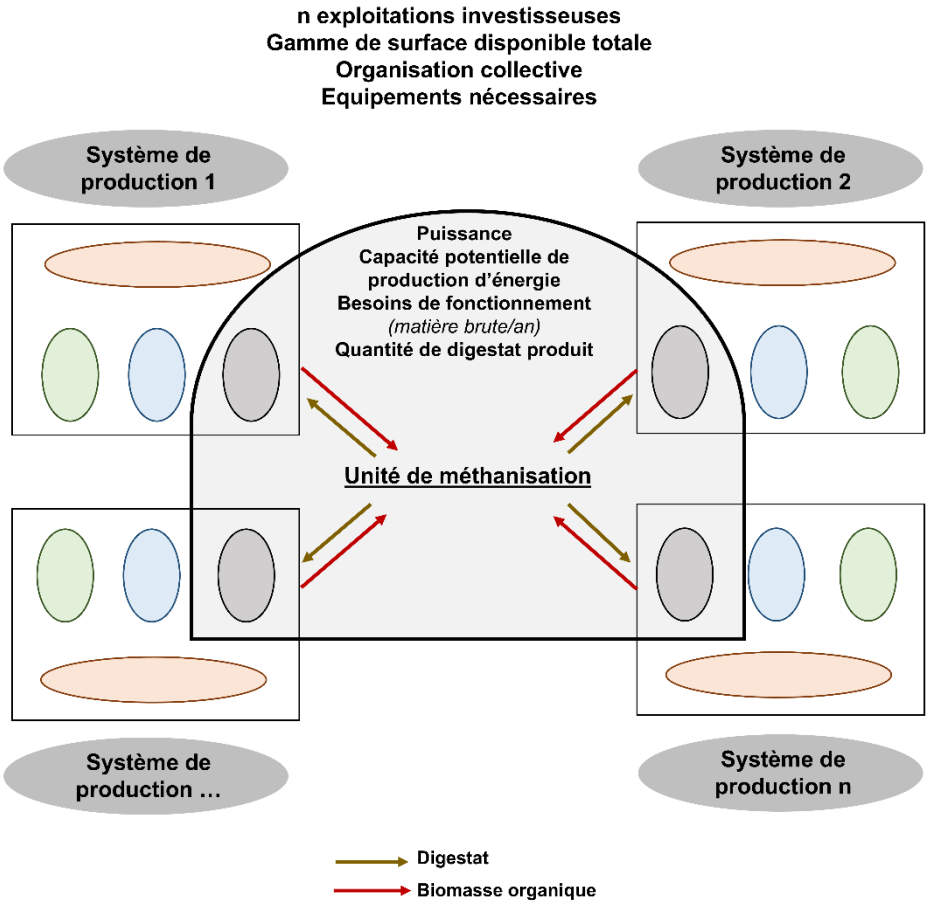


Figure 12 : Méthode de modélisation des copropriétés de méthaniseur et des systèmes de production associés

b) La modélisation des résultats économiques de chaque système de production se fonde sur leur modélisation technique

Une fois la caractérisation de l'organisation et du fonctionnement technique de chaque système de production réalisée, il devient possible de modéliser les résultats économiques qui en découlent.

La modélisation économique ne peut néanmoins s'appuyer sur les données comptables des familles enquêtées. Effectivement, « *la comptabilité ne se confond pas avec l'économie* » et donc « *l'analyse économique de la combinaison des facteurs de production sur l'exploitation agricole implique l'élaboration de données spécifiques* » (Reboul, 1976, p. 58). Les données comptables rendent en effet difficiles l'imputation fine des produits et charges aux différents systèmes de culture et d'élevage en raison des dates de début et fin d'exercice qui sont fixées de manière arbitraire et non en lien avec le déroulement d'une campagne agricole. De plus, ces exercices comptables correspondent à une année particulière et ne reflètent donc pas la variabilité importante des rendements et des prix agricoles, liés notamment aux risques climatiques, aux maladies, à la volatilité des marchés, etc. (Cochet & Devienne, 2006). C'est pourquoi la démarche du diagnostic agraire propose de raisonner sur des rendements et des prix agricoles moyens afin de s'affranchir des variations interannuelles de ces derniers (Cochet & Devienne, 2006). La modélisation économique repose donc sur l'établissement de prix qui reflètent le prix moyen des productions agricoles et des consommations auxquels ont été soumis les agriculteurs au cours des dernières années.

Pour chaque système de production, la modélisation technique de son fonctionnement permet la modélisation de ses résultats économiques.

La méthode générale de calcul économique dans le cas des systèmes de production sans méthaniseur est d'abord détaillée. Deux principaux concepts sont mobilisés : la V*aleur Ajoutée Nette (VAN)* exprimée par actif agricole, qui mesure la richesse crée, soit la différence entre la valeur des productions finales (le produit brut) et les consommations intermédiaires et de capital fixe, ainsi que le *Revenu Agricole* par actif familial. Ce *revenu agricole* est obtenu à partir de la valeur ajoutée nette, une fois la rémunération de tous les facteurs de production réalisée (salaire de la main-d'œuvre, fermages, intérêts du capital emprunté) et en y ajoutant les subventions (figure 13). Ce revenu agricole *brut* par actif familial peut aussi être exprimé en *net,* en l'exprimant après le prélèvement des cotisations de la Mutualité Sociale Agricole (MSA), c'est-à-dire en retranchant environ 30% au revenu agricole *brut*.

Le calcul de la *Valeur Ajoutée Nette* par actif agricole et du *Revenu Agricole* par actif familial repose sur certaines constantes économiques propres à chaque système, qui sont calculées sur la base de la modélisation du fonctionnement technique de ces derniers :

- Le Produit Brut (PB) : la valeur des productions vendues dépend des rendements et donc de la quantité produite ainsi que des prix unitaires. Ces derniers sont propres à chaque système de production. Le produit brut peut être ramené par hectare ou par animal.
- Les Consommations Intermédiaires (CI) par hectare ou par animal : ces consommations sont liées aux itinéraires techniques, à la conduite d'élevage pratiquée et, le cas échéant, au type de méthaniseur. Certaines d'entre elles ne sont pas proportionnelles à la surface (les frais de comptabilité par exemple).
- Les Consommations de capital fixe : ces consommations peuvent être proportionnelles à la surface ou au nombre de vaches par hectare (c'est le cas des bâtiments d'élevage par exemple), mais d'autres ne sont pas proportionnelles (le matériel de culture, l'équipement de traite), mais sont caractéristiques du niveau d'équipement du système de production. La dépréciation du capital fixe correspond à la valeur perdue par ce capital au cours de sa durée d'usage n et peut être calculée par le rapport suivant : [prix à l'achat – prix en fin d'utilisation] / n.

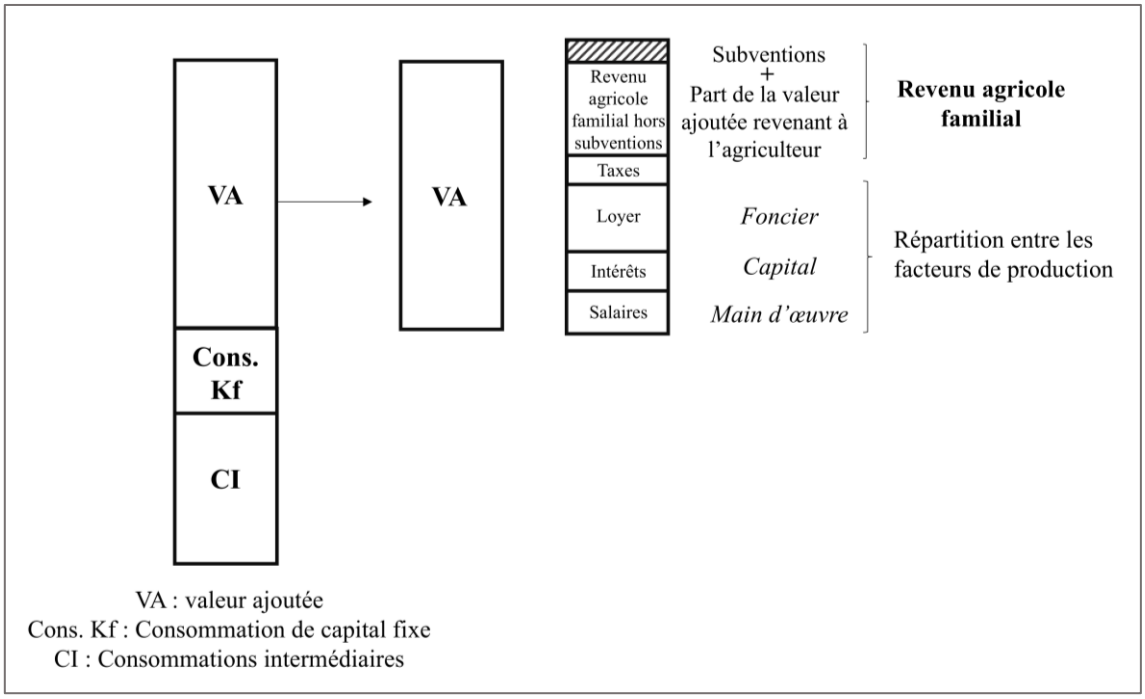


Figure 13 : Représentation schématique de la valeur ajoutée nette et du revenu agricole (adapté d'après : Cochet, 2011)

La représentation graphique de la Valeur Ajoutée Nette (VAN) par actif ou bien du Revenu Agricole Net par actif familial en fonction de la superficie par actif facilite la comparaison entre les systèmes de production.

L'expression détaillée de la VAN et du Revenu agricole par actif permet d'obtenir dans les deux cas une fonction affine, correspondant à une droite, de type : $y = Ax + B$; où A est le coefficient directeur et B l'ordonnée à l'origine égale à l'ensemble des charges non proportionnelles propres au système de production (figures 14 et 15) :

VAN/actif = (PB/ha – CI proportionnelles/ha – Consommations annuelles de capital fixe proportionnelles /ha) **x superficie/actif** – (CI non proportionnelles + Consommations annuelles de capital fixe non proportionnelles) / actif

Revenu agricole/actif familial = (PB/ha – CI proportionnelles/ha – Consommations annuelles de capital fixe proportionnelles/ha – Taxes foncières/ha – Frais de main-d'œuvre proportionnels/ha – Intérêts du capital emprunté proportionnels/ha + Subventions proportionnelles/ha) **x superficie/actif familial** – (CI non proportionnelles + Consommations annuelles de capital fixe non proportionnelles + Frais de main-d'œuvre non proportionnels + Intérêts du capital emprunté non proportionnels – Subventions non proportionnelles) / actif familial

Avec : PB = produit brut, CI = consommations intermédiaires

Figure 14 : Décomposition de la valeur ajoutée nette par actif et du revenu agricole par actif familial.

Cette droite est alors bornée par la superficie minimale et maximale par actif, déterminée notamment par le fonctionnement technique propre au système de production donné (niveau d'équipement, pointes de travail, etc.).

Cette représentation graphique permet donc de comparer à la fois les résultats économiques, mais aussi les accès variables au foncier, de différents systèmes de production.

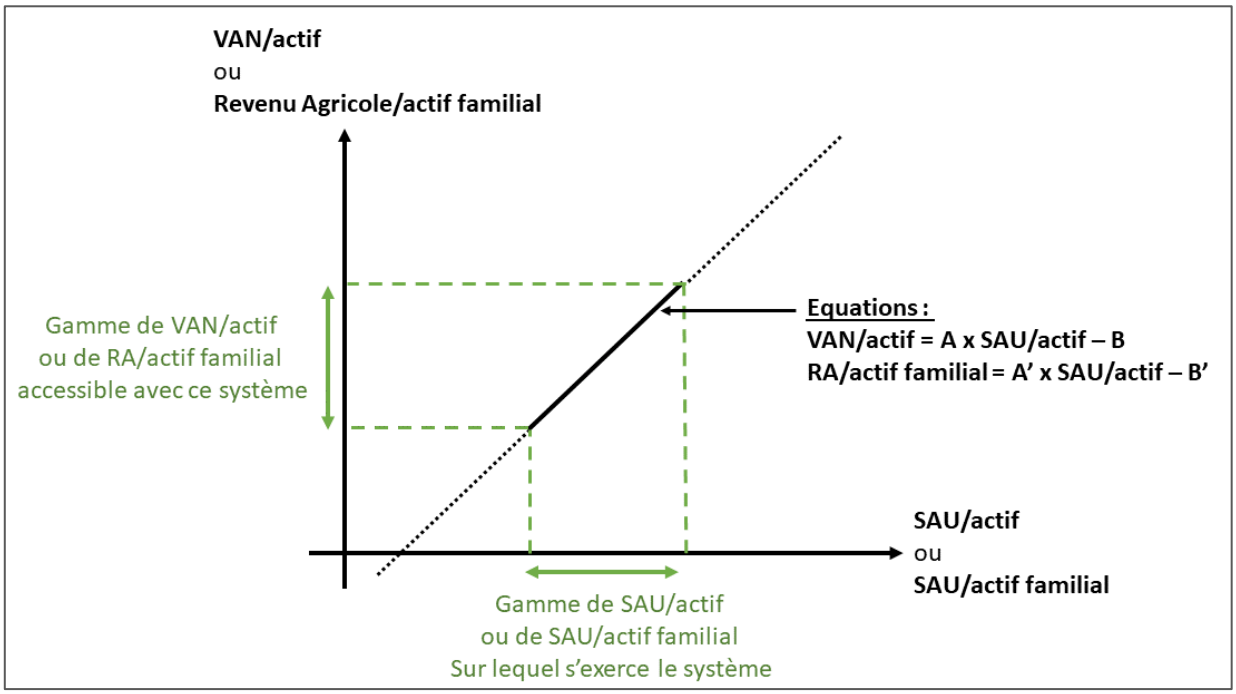


Figure 15 : Représentation graphique de la valeur ajoutée nette ou du revenu agricole par actif en fonction de la surface par actif

Dans le cas des systèmes de production présentant un système de méthaniseur, la logique de calcul et de modélisation des résultats économiques reste la même.
Si le méthaniseur est adossé à un seul système de production, le calcul de la valeur ajoutée nette se fonde sur les éléments suivants :

- Le produit brut total comprend le produit brut agricole ainsi que le produit brut lié à l'énergie vendue. Ce dernier est obtenu en multipliant le potentiel de production d'énergie moyen, par le prix de marché de l'énergie en question (prix de l'électricité ou du gaz naturel sur les marchés européens).
- Les Consommations Intermédiaires (CI) intègrent les consommations intermédiaires liées à la production de cultures à vocation énergétique (carburant, engrais, produits phytosanitaires, frais de CUMA ou d'ETA, etc.), au transport et à l'épandage des digestats ainsi que les frais relatifs aux maintenances du méthaniseur, aux assurances, etc.
- Les Consommations de capital fixe : ces consommations se rapportent uniquement aux équipements achetés à l'occasion de la mise en fonctionnement du méthaniseur, détaillés au cours de la modélisation technique du système de production. Ces équipements sont connus grâce aux discussions conduites avec les agriculteurs concernant le matériel qu'ils utilisent spécifiquement pour le fonctionnement du méthaniseur. Une grande partie des méthaniseurs induisent en effet l'achat d'un tracteur de tête supplémentaire, d'une nouvelle tonne à lisier avec pendillard, d'un tracteur télescopique, etc. Ces équipements sont alors ventilés vers la consommation de capital fixe liée à la production d'énergie.

Pour connaître la production d'énergie moyenne du système de production, les variations de production d'énergie interannuelles, éventuellement dues à une panne importante ou au contraire à une année de pleine production, sont évacuées. Pour cela, n'est considéré qu'un potentiel de production moyen, qui correspond, d'après les entretiens réalisés, à environ 95% du potentiel de production maximum, propre à chaque méthaniseur.
La valeur ajoutée nette décrit la richesse réellement créée sur l'exploitation agricole, elle ne comprend donc pas les subventions éventuelles perçues par les agriculteurs. Ces subventions correspondent en effet à de la valeur créée ailleurs dans l'économie, qui est collectée et administrée par l'État et redistribuée vers les différents agents économiques nationaux.

Elles sont donc intégrées dans le calcul du revenu, qui n'est alors plus strictement un *revenu 'agricole'* quand on considère aussi la vente de l'énergie.

- Les subventions à l'énergie comprennent à la fois les subventions à l'investissement - perçues par les agriculteurs lors de la mise en fonctionnement du méthaniseur - ainsi que les subventions versées par unité d'énergie vendue sous forme de prix bonifiés de l'énergie. Ces prix garantis, soutenus par l'Etat en 'guichet ouvert', sont fixés par décret

et la différence avec le prix de marché de l'énergie est prise en charge par le budget de l'État.

- Les subventions à l'investissement sont ramenées à un montant annuel en les divisant par le nombre d'années correspondant à la durée d'usage de l'équipement. Pour les méthaniseurs, nous avons choisi de diviser ces montants par 15. En effet, cela correspond, d'après nos enquêtes, à la durée d'usage minimale envisagée par les agriculteurs pour rentabiliser leur investissement, car le fonctionnement des méthaniseurs en France est garanti pour au moins 15 ans par les prix bonifiés versés par l'État.
- Les subventions versées sous forme de prix bonifiés sont calculées de la manière suivante :

  Subventions sous forme de prix bonifiés = énergie produite x (prix pratiqué garanti par l'État – prix de marché de l'énergie moyen sur les 10 dernières années)

La méthode de calcul des prix garantis de rachat de l'énergie est fixée par arrêté ministériel[20,21] et conduit à des prix propres à chaque type de méthaniseur, en fonction d'un grand nombre de paramètres dont sa capacité de production d'énergie et la quantité d'effluents d'élevage qui compose la biomasse fournie. Ces derniers sont donc propres à chaque système de production avec méthaniseur et ont pu être discutés au cours des entretiens.

Lorsqu'un méthaniseur est détenu en copropriété et donc adossé à plusieurs systèmes de production différents, la logique de calcul est identique et se fonde sur la modélisation du fonctionnement de la copropriété réalisée. Dans tous les cas étudiés, les agriculteurs mutualisent les coûts et les recettes et les divisent ensuite proportionnellement au nombre d'associés. Un agriculteur peut donc être amené à produire plus de CIVE et de maïs sur son exploitation qu'un associé, mais les coûts seront dans tous les cas mutualisés sur l'ensemble du collectif et redivisés. La part des coûts et des recettes est alors affectée à chaque système de production et le calcul économique reste ensuite le même que dans le cas précédemment décrit.
Néanmoins, ces montages juridiques sont parfois complexes, l'activité de méthanisation peut être associée à une société – comme une SAS[22] par exemple – soumise à l'impôt sur les sociétés, tandis que l'activité agricole peut rester associée à une structure agricole de type EARL[23],

[20] Arrêté du 10 juin 2023 fixant les conditions d'achat du biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel, JO du 13 juin 2023.

[21] Arrêté du 13 décembre 2016 fixant les conditions d'achat pour l'électricité produite par les installations utilisant à titre principal le biogaz produit par méthanisation de déchets non dangereux et de matière végétale brute implantées sur le territoire métropolitain continental d'une puissance installée strictement inférieure à 500 kW telles que visés au 4° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie, JO du 14 décembre 2016.

[22] Société par Actions Simplifiée

[23] Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée

GAEC[24], etc., et donc être soumise au régime de la MSA et à l'impôt sur les revenus. Pour faciliter la comparaison des revenus entre les systèmes de production avec et sans méthaniseur, ce sont les revenus agricoles bruts avant prélèvement de la MSA et des impôts qui seront présentés (chapitre 5).
L'identification, la compréhension et la modélisation de ces systèmes de production supposent donc une démarche de terrain et la réalisation de nombreux entretiens approfondis avec les agriculteurs.

2.2. Une démarche de terrain itérative qui repose sur des échantillonnages raisonnés ou exhaustifs et des entretiens semi-directifs détaillés

2.2.1. Échantillonnages raisonné ou exhaustif : un enjeu pour décrire toute la diversité des exploitations agricoles, avec et sans méthaniseur

La démarche de terrain et la réalisation d'enquêtes constituent les principes de base de l'Agriculture Comparée. Pour mener ces différentes enquêtes auprès d'agriculteurs retraités et en activité, des *échantillonnages raisonnés* ont été réalisés. Ce type d'échantillonnage permet de conduire des entretiens au sein d'exploitations qui reflètent la diversité des systèmes de production issus de la différenciation régionale ; il n'est donc pas statistiquement représentatif, mais vise à représenter la diversité des systèmes de production historiques et actuels. Le premier échantillon raisonné a concerné les agriculteurs et agricultrices en retraite. Il a reposé sur l'analyse du milieu précédemment effectuée, en sélectionnant des individus retraités dont les exploitations étaient situées dans les différents étages agroécologiques identifiés. La constitution du deuxième échantillon, composé des agriculteurs en activité, a reposé quant à lui sur la pré-typologie historicisée des systèmes de production. Des agriculteurs en activité issus de chacune des trajectoires suivies par les exploitations historiques pré-identifiées ont ainsi été rencontrés. La construction de la typologie actuelle des systèmes de production a été conditionnée par les connaissances préalables obtenues lors des démarches précédentes (lecture de paysage, étude historique) sur le fonctionnement des exploitations et sur les éléments expliquant leur diversité (Cochet & Devienne, 2006).
Les personnes enquêtées ont été approchées le plus souvent selon un mode d'accès direct, en passant par le 'face-à-face' auprès des individus. Autrement dit, des déplacements ont été réalisés directement dans les bourgs ruraux afin de localiser le domicile des personnes âgées par un système d'observation et de 'porte-à-porte', et sur les exploitations agricoles des actifs. Ces modes d'accès sont privilégiés, car ils sont plus neutres « *dans la mesure où ils ne sont pas médiatisés par la présence d'un tiers »* (Blanchet & Gotman, 2007, p. 53). Des modes d'accès indirects ont néanmoins parfois été mobilisés. Bien qu'impliquant une moindre neutralité en passant par *« l'entremise de tiers, institutionnels ou personnels »* (Blanchet & Gotman, 2007,

[24] Groupement Agricole d'Exploitation en Commun

p. 53), ces modes d'accès permettent, par la méthode de 'proche en proche', d'avoir accès à des catégories sociales de familles rurales similaires et de faciliter la confrontation des hypothèses et résultats relatifs à la caractérisation de ces dernières.
Cette démarche, conduite au sein des deux petites régions agricoles étudiées, a conduit à la constitution de deux premiers corpus d'entretiens :

- Une trentaine d'entretiens historiques ont été menés dans chaque petite région d'étude (une soixantaine au total) auprès d'agriculteurs et agricultrices en fin de carrière ou à la retraite.
- 85 entretiens technico-économiques ont été menés auprès d'agriculteurs en activité : 58 à l'Ouest du bassin rennais et 27 à l'Est du bassin du Gouessant.

Ces corpus d'enquêtes ont permis de représenter le plus fidèlement possible toute la diversité des trajectoires et des systèmes de production en présence au sein des deux petites régions étudiées. Ces échantillons n'ont pas été pré-déterminés avant le début du travail de terrain, mais ont été constitués au fur et à mesure des enquêtes réalisées.

Une dernière série d'entretiens s'est portée sur les agriculteurs disposant d'un méthaniseur. Étant donné le nombre relativement limité d'agriculteurs disposant d'une unité de méthanisation au sein des petites régions d'étude, l'échantillonnage de ces derniers a pu être le plus exhaustif possible. Cette exhaustivité a eu pour objectif de décrire l'intégralité des systèmes de production susceptibles d'intégrer un méthaniseur. Ce dernier corpus a été pré-identifié grâce à la liste répertoriant le nom juridique et la commune d'implantation de l'intégralité des exploitations agricoles bretonnes disposant d'un méthaniseur, publiée par l'association *AILE*[25]. Si le mode d'accès direct a de nouveau été privilégié, le mode d'accès indirect a de nombreuses fois facilité l'accès à ces entretiens. En effet, les agriculteurs disposant d'une unité de méthanisation font souvent partie des mêmes groupes au sein des CUMA, des organismes de conseils ou des associations pour le développement de la méthanisation et se constituent ainsi en groupes sociaux (Jutteau et al., 2024). Certains agriculteurs disposant d'un méthaniseur ont ainsi pu transmettre les coordonnées de certains de leurs pairs.
Parmi les 30 méthaniseurs recensés dans les deux petites régions agricoles, 8 n'ont pas donné lieu à des entretiens. Deux raisons principales expliquent cette situation : pour six d'entre eux, les agriculteurs concernés n'étaient pas disponibles ou ont décliné la participation à l'entretien scientifique ; pour les deux autres, il s'agissait d'un type de méthaniseur (micro-méthaniseur) qui avaient déjà fait l'objet de plusieurs entretiens approfondis. Sur 30 unités de méthanisation présentes dans les deux petites régions étudiées, 22 d'entre elles ont donc été étudiées en détail. Finalement, 49 entretiens technico-économiques ont été conduits auprès d'agriculteurs détenant un méthaniseur en construction ou déjà mis en service, en individuel ou en copropriété.

[25] Association d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement.

Ces séries d'entretiens ont été conduites en plusieurs étapes, étalés sur plusieurs années. Un premier travail de recherche exploratoire a été conduit en 2020 au sein du bassin rennais (master 2 recherche). Ce premier travail s'est fondé sur un échantillon de 30 entretiens historiques et 50 entretiens technico-économiques, dont 10 auprès d'agriculteurs qui disposaient d'un méthaniseur en fonctionnement ou en cours de construction à l'époque.
Dans le cadre de cette recherche doctorale, un nouveau travail de terrain et de nouveaux entretiens ont été menés en 2023 et 2024. Ces derniers entretiens ont été conduits, d'une part, auprès d'agriculteurs mettant en œuvre les différents systèmes de production pré-identifiés en 2020, afin de mettre à jour les analyses et d'identifier les évolutions récentes de ces derniers, et d'autre part auprès d'agriculteurs disposant d'un méthaniseur. Une partie de ces derniers avait déjà été rencontrée en 2020 et les nouveaux échanges ont permis d'appréhender de manière plus fine la manière dont la méthanisation modifie les systèmes de production au cours des premières années de fonctionnement du méthaniseur, tandis que d'autres n'avaient pas encore investi dans un méthaniseur en 2020 et ont été rencontrés pour la première fois en 2024. Le second et nouveau terrain d'étude sélectionné dans le cadre de cette thèse, l'Est du bassin du Gouessant, a quant à lui fait l'objet d'une série d'entretiens conduits en 2023.

Ce travail d'enquêtes a été complété par la participation à deux salons régionaux se tenant sur plusieurs jours : celui du SPACE, le salon international de l'élevage tenu chaque année à Rennes, et le Salon de l'herbe et des fourrages tenu en 2024 à Novoitou en Ille-et-Vilaine.
En effet, en 2023, le SPACE a choisi la thématique de l'énergie - avec un accent particulier sur le biogaz - comme thématique centrale de '*L'espace pour demain*', un centre de conférences, d'animations et de témoignages. La participation à l'ensemble des conférences et des témoignages des agriculteurs et des acteurs de la filière centrés sur la méthanisation a permis de mieux identifier les acteurs clefs du développement de la méthanisation, les enjeux auxquels la filière est confrontée et de comprendre plus finement certains aspects techniques. Ces connaissances acquises ont permis d'enrichir les entretiens menés par la suite avec les agriculteurs disposant d'un méthaniseur.
La participation au Salon de l'herbe et des fourrages a été guidée par un programme de conférences centré en partie sur les couverts hivernaux et les dérobées, qu'elles soient fourragères ou énergétiques (CIVE). Les conférences techniques proposées ont permis de mieux appréhender les enjeux agronomiques, techniques et économiques liés à ces dérobées et couverts hivernaux (pressions phytosanitaires, changement climatique, coûts, valeur nutritionnelle …).

2.2.2. Des entretiens semi-directifs inscrits dans une démarche itérative

Ce travail a reposé sur la réalisation d'un grand nombre d'entretiens avec des agriculteurs représentant toute la diversité des systèmes de production identifiés. Ces entretiens approfondis

ont duré entre deux et quatre heures et ont souvent été associés à une visite détaillée de l'exploitation agricole. Certains agriculteurs ont en outre été rencontrés à deux reprises.
Ces entretiens ont été semi-directifs - c'est-à-dire que les questions sont souvent restées ouvertes - laissant à la personne enquêtée le temps de développer son idée malgré l'intervention ponctuelle de l'enquêteur. La discussion a été guidée par les différentes étapes de la modélisation, à savoir la localisation dans le milieu en lien avec l'accès aux ressources, l'histoire de l'exploitation agricole et son fonctionnement technique et économique, en lien avec le méthaniseur lorsqu'il y en avait un, jusqu'aux échelles de la parcelle et du troupeau. Finalement, les informations obtenues au cours des enquêtes ont permis de *« recueillir à la fois des données qualitatives et d'autres rigoureusement quantifiées »* (Cochet, 2011, p. 97) - bien qu'il n'y ait pas de traitement statistique - et ce, aux différentes échelles emboîtées d'analyse. Ces entretiens ont en particulier permis de récolter un grand nombre de données précises quant au fonctionnement technique des méthaniseurs.

La démarche mobilisée est dite itérative, c'est-à-dire que « (…) *la réflexion se poursuit tout au long de l'enquête et opère le plus souvent par allers-retours d'une phase à l'autre, tout entretien pouvant suggérer des hypothèses dont on cherchera des indices au cours des entretiens suivants, et venir ainsi infléchir le guide initial d'entretien »* (Blanchet & Gotman, 2007, p. 35). Ainsi, chaque étape a permis d'infirmer ou de confirmer les hypothèses établies au cours des étapes précédentes (Cochet & Devienne, 2006). Il n'existe pas de guide d'entretien figé et préétabli, les enquêtes ont été enrichies progressivement, de manière hypothético-déductive. Bien que non exhaustives, les principales pistes de discussion qui ont guidé les entretiens sont toutefois présentées en annexe 1 de ce document.

L'ensemble de ces travaux, qui ont consisté à caractériser la diversité des systèmes de production - dont ceux avec méthaniseurs - des petites régions étudiées, ont ensuite servi de fondement à l'évaluation des effets directs et indirects de la méthanisation sur l'économie nationale.

3. L'évaluation économique : une démarche qui s'articule avec les résultats du diagnostic agraire pour évaluer l'impact de la méthanisation sur l'économie

Comme nous l'avons vu précédemment, la politique de soutien à la méthanisation agricole vise en particulier à s'affranchir des dépendances nationales aux énergies fossiles (souveraineté énergétique, en particulier en gaz) et à assurer la décarbonation. Dans un contexte budgétaire contraint, il paraît toutefois pertinent d'évaluer cette politique non seulement à l'aune de ces objectifs, mais aussi de son impact sur l'économie nationale et en matière d'efficience. En d'autres termes, cette recherche propose de conduire une évaluation économique d'impact de cette politique de soutien.

3.1. L'évaluation des politiques publiques : une diversité de méthodes

L'évaluation des politiques publiques constitue un champ de recherche et de pratique visant à analyser les effets, la mise en œuvre et la pertinence des interventions publiques. Elle peut être conduite à la fois *ex-ante* (évaluation préalable)*, in itineri* (évaluation en cours d'application) et *ex-post* (évaluation après application) (Conseil d'État, 2020). L'évaluation a pour objectif principal d'apprécier dans quelle mesure une politique atteint les objectifs qui lui sont assignés, à quel coût, et avec quels effets, tout en tenant compte des enjeux de pertinence, d'équité et de cohérence (Knoepfel et al., 2007 ; Fouquet, 2009). À ce titre, l'évaluation se situe à l'interface entre production de connaissances scientifiques et appui à la décision publique.

Les évaluations peuvent porter aussi bien sur les impacts directs et indirects des politiques (Dufumier, 1996a) que sur leurs modalités de mise en œuvre, leurs effets différenciés selon les publics ou les territoires, ou encore leur durabilité dans le temps. En raison de la complexité des phénomènes étudiés, l'évaluation des politiques publiques mobilise un large éventail de méthodes, combinant approches quantitatives, qualitatives et mixtes.

Dans le champ des évaluations de politique publique, « *l'évaluation d'impact, qui vise à mesurer, à partir de méthodes statistiques et économétriques, les effets propres d'une politique publique au regard des objectifs qui lui sont assignés, constitue (..) une branche spécifique de l'évaluation* » (Conseil d'Etat, 2020, p.26).
De nombreuses méthodes d'évaluation économique d'impact ont été développées, mais semblent peu adaptées aux objectifs d'évaluation économique d'impact d'un projet de développement agricole ou d'une politique publique agricole (Delarue & Cochet, 2011), comme celle relative à la méthanisation. En effet, les méthodes du domaine statistique permettent la mesure d'un indicateur d'impact sur un grand nombre d'individus appartenant à un groupe *test,* comparativement aux individus d'un groupe *témoin* (Duflo & Kremer, 2003). Bien que cette méthode par appariement semble rigoureuse et garantisse une interprétation simple et immédiate, elle est plutôt adaptée à des projets de distribution de biens. Elle semble

néanmoins difficilement applicable au développement agricole, qui est beaucoup plus complexe que la simple distribution de biens, comme du matériel scolaire ou des médicaments par exemple (Delarue & Cochet, 2011; Maredia et al., 2000).
Cochet et Delarue (2011) soulignent l'existence d'autres méthodes économiques, notamment celles basées sur les théories néo-classiques, telles que la méthode du surplus économique et les méthodes économétriques utilisant des fonctions de production (Delarue & Cochet, 2011). Néanmoins, ces méthodes sont strictement économiques et reposent sur des données économiques nationales très générales, elles ne sont donc pas adaptées à l'évaluation d'impact spécifique du développement de la méthanisation agricole en Bretagne.

Les méthodes d'évaluation économiques d'impact des projets de développement agricole semblent les plus indiquées pour répondre aux objectifs de cette recherche. Ces approches visent en effet à évaluer l'impact de projets de développement agricole sur l'économie (Bridier & Michaïlof, 1987a; Clerc, 2020; Delarue & Cochet, 2011; Dufumier, 1996a). Elles peuvent aider « *le décideur public à évaluer quantitativement l'intérêt d'un éventuel projet d'investissement, de façon à mieux allouer des ressources budgétaires limitées (rares) et concurrentielles face à des besoins exprimés variés et potentiellement infinis* » (Faivre-Dupaigre & Fourmann, 2025, p.6).
Cette recherche propose alors d'appliquer les méthodes d'évaluation économique d'impact des projets de développement agricole pour évaluer la politique de soutien à la méthanisation agricole.

3.2. Les principes de l'évaluation de projet : une comparaison de deux trajectoires *avec* et *sans projet*, sur un pas de temps et une économie donnés

La mise en place d'un méthaniseur peut être considérée comme un *projet de développement agricole*, et ses effets peuvent être évalués de la même manière. Il s'agit alors d'évaluer l'impact de cette politique en comparant deux situations de groupe : *avec* et *sans méthanisation*.

3.2.1. L'évaluation de projet, une comparaison de trajectoires avec-sans méthaniseur

L'évaluation de l'impact d'un projet de développement agricole doit mesurer un différentiel entre la situation *avec projet* et la situation qui aurait prévalu si le projet n'avait pas eu lieu (Dufumier, 1996a). Il s'agit donc ici de comparer une trajectoire *avec méthanisation* et une trajectoire *sans méthanisation*, qui retrace les évolutions que les exploitations agricoles auraient connues sans la mise en place d'un méthaniseur.

Comparer la situation avec méthanisation à la situation initiale, qui prévalait avant la mise en fonctionnement du méthaniseur, n'est pas juste puisqu'elle se base sur l'idée peu probable que les exploitations agricoles n'auraient pas évolué par rapport à cette situation de base en l'absence de cette politique de soutien à la méthanisation. Comparer la situation '*avec-avant'*

conduirait donc à surestimer les effets de la méthanisation, en négligeant les effets qui auraient pu avoir lieu dans ces exploitations agricoles sans le développement de la méthanisation. La comparaison '*avec-sans'* permet donc d'isoler les stricts effets de la méthanisation, sans les surestimer.

3.2.2. Déterminer le pas de temps de l'évaluation et l'économie considérée

L'évaluation doit être menée sur un pas de temps donné (Dufumier, 1996a). Les évaluations peuvent être menées de manière rétrospective, c'est-à-dire *ex post* une fois le projet terminé, ou bien avant sa mise en œuvre, de manière *ex-ante*, afin de prévoir ses effets à venir. Gittinger (1985) souligne qu'« *une évaluation rétrospective devrait être entreprise lorsqu'un projet est terminé ou lorsqu'il est entré dans la phase d'exploitation normale* » et ajoute qu'une telle analyse permet *«[d']observe[r] systématiquement toutes les causes de succès ou d'échec de l'expérience pour en tirer des leçons pour l'avenir »* (Gittinger, 1985, p. 29). Ainsi, dans le cadre de cette recherche, une évaluation *ex-post* a été conduite, c'est-à-dire qu'elle a été menée postérieurement à la mise en place des méthaniseurs, en étudiant la période 2015-2024. Cette période de 10 ans permet de couvrir la période durant laquelle les méthaniseurs ont commencé à se développer en Bretagne, jusqu'à aujourd'hui.

Tout projet ou toute politique, comme le développement de la méthanisation agricole, s'insère au sein d'une économie et a des effets sur cette dernière. Il convient donc de déterminer les contours de l'économie à considérer (économie communale, régionale, nationale) pour réaliser l'évaluation d'impact (Dufumier, 1996a). L'économie nationale (France entière) a été retenue dans le cadre de cette recherche. En effet, la politique publique qui porte le soutien à la méthanisation est principalement une politique nationale (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020; Ministères Aménagement du territoire et Transition écologique, 2024) et les effets de la méthanisation dépassent largement la seule économie de la région Bretagne. Des importations d'équipements pour l'énergie, mais aussi d'intrants agricoles, sont effectivement nécessaires pour construite et faire fonctionner les méthaniseurs. De plus, les réseaux de gaz et d'électricité sont des réseaux nationaux.

3.3. Articulation entre deux méthodes : les résultats du diagnostic agraire comme base de l'évaluation économique

Le travail de terrain mené dans le cadre des diagnostics agraires, ainsi que l'identification des différents systèmes de production en présence, constitue le socle de l'évaluation économique d'impact. Cette recherche propose en effet d'articuler ces deux méthodes systémiques (Dufumier, 1996a).

L'identification et la modélisation des systèmes de production, avec et sans méthaniseur, conduites au cours des diagnostics agraires ont constitué l'étape préalable à l'évaluation économique d'impact. En effet, comme l'illustre la figure 16, les systèmes de production identifiés ont permis de constituer un échantillon d'étude représentatif et sur lequel s'appuyer pour construire les trajectoires *avec* et *sans méthanisation*. C'est donc l'impact du développement de la méthanisation au sein de cet échantillon qui va être étudié sur l'économie nationale.

La constitution de cet échantillon de systèmes de production a été centrée sur l'Ouest du bassin rennais. En effet, cette petite région contient un plus grand nombre de méthaniseurs que le bassin du Gouessant, aussi bien en cogénération qu'en injection, et une partie des porteurs de projet y ont été rencontrés à deux reprises en 2020 et en 2024. Ces doubles entretiens ont permis à la fois de disposer d'un grand volant d'enquêtes (nombreuses exploitations et méthaniseurs étudiés), mais aussi de disposer de niveaux de détails importants, facilitant la reconstitution des trajectoires.

L'évaluation d'impact est conduite à partir de systèmes de production[26], et non de cas particuliers, afin de garantir la représentativité des dynamiques évaluées dans chaque trajectoire. L'étude des transformations agricoles et de la différenciation socio-économique et technique entre systèmes de production agricoles a rendu possible l'identification de ceux qui ont été susceptibles d'évoluer vers la méthanisation depuis 2015, et de retracer, pour chacun d'entre eux, les trajectoires *avec* et *sans méthaniseur.*

Une fois les trajectoires d'évolutions *avec* et *sans méthaniseur* établies pour chaque système de production de l'échantillon - c'est-à-dire détaillées en termes quantitatifs (volumes, rendements, quantités, etc.) pour chaque année de l'évaluation - deux situations de groupe ont pu être construits. Pour cela, les trajectoires de chaque système de production *avec méthaniseur* ont été cumulées et pondérées en fonction du nombre de méthaniseurs types de la petite région, et le même travail a été conduit pour les trajectoires *sans méthaniseur*. Puis, la différence entre les flux pour les trajectoires du groupe d'exploitations *avec méthaniseur* et les flux pour les trajectoires du groupe d'exploitations *sans méthaniseur* ont permis d'exprimer ce qui sera appelé ici le différentiel de groupe *avec-sans méthaniseur.*

Ce différentiel *avec-sans méthanisation* de produits agricoles vendus, d'énergie vendue, de consommations intermédiaires et de dépenses en capital réalisées, a pu être exprimé en valeurs monétaires. Pour cela, deux méthodes différentes ont été mobilisées.

[26] Rappel : un système de production caractérise un ensemble d'exploitations agricoles qui ont accès aux mêmes ressources (foncier, main d'œuvre, capital, eau) et mettent en œuvre la même combinaison de systèmes de culture et de système d'élevage. Plusieurs entretiens, auprès d'agriculteurs différents, ont été conduits pour caractériser un seul système de production.

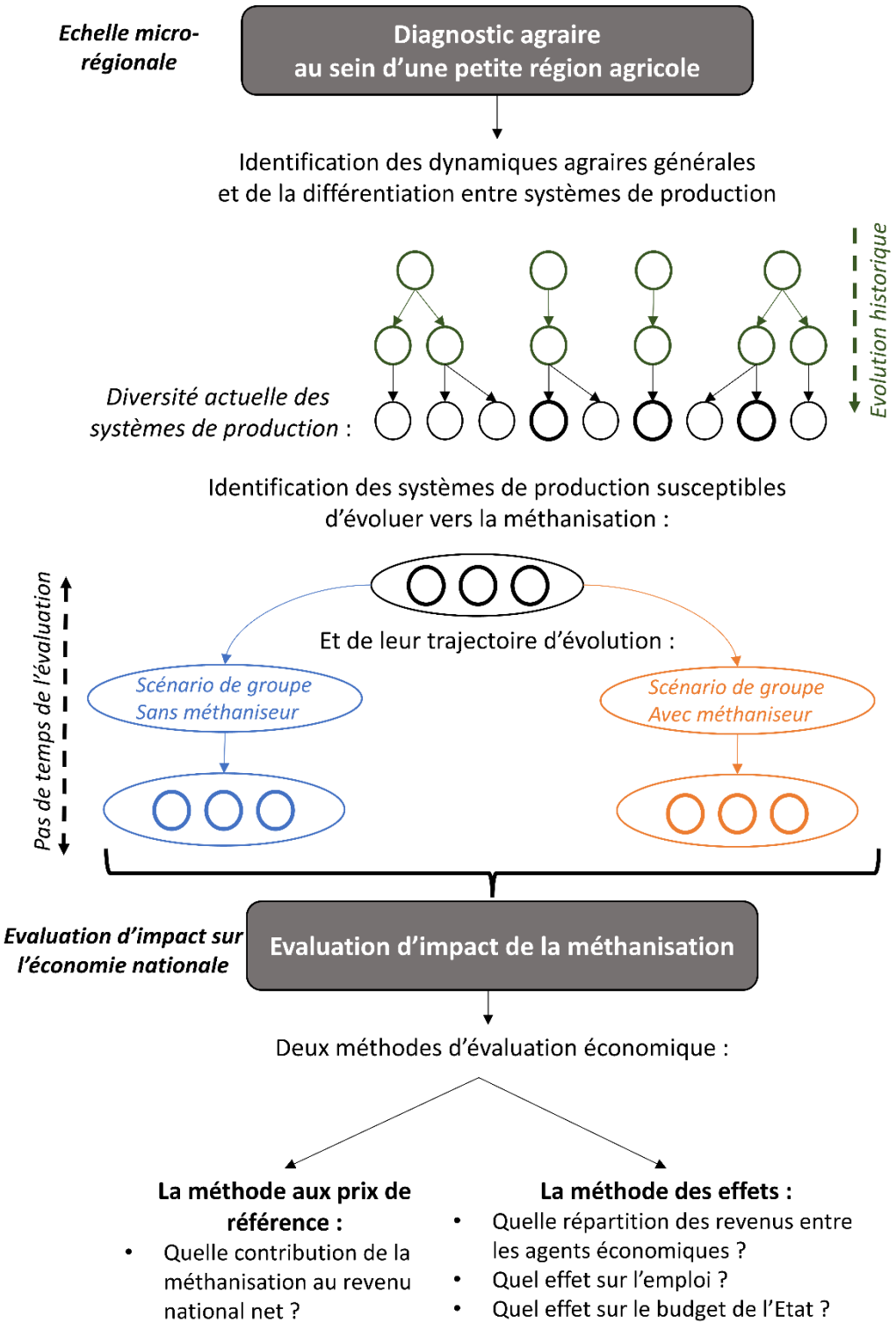


Figure 16 : Représentation schématique de l'articulation entre le diagnostic agraire et l'évaluation économique d'impact

3.4. Deux méthodes d'évaluation économique aux fondements théoriques différents

L'évaluation économique d'un projet de développement agricole a pour objectif d'évaluer les avantages et les inconvénients de sa mise en œuvre pour la société dans son ensemble. Cette évaluation consiste à vérifier « *en quoi les interventions envisagées dans les projets sont (ou non) conformes aux grandes orientations de la politique économique générale »* (Dufumier, 1996a, p. 183). L'évaluation économique accorde une place importante au niveau de contribution des projets à l'accroissement du revenu national net, mais ne se limite pas à la mesure de cet indicateur. En effet, les États peuvent aussi être soucieux de vérifier que les projets ou les politiques publiques satisfont d'autres indicateurs comme l'augmentation des offres d'emplois productifs de façon à réduire le chômage, la répartition des revenus, la résorption des inégalités, la protection de l'environnement, etc., et respectent les équilibres économiques et financiers (balance des paiements, équilibres budgétaires, maîtrise de l'inflation, etc.) (Dufumier, 1996a; Gittinger, 1985). Ainsi, la mobilisation de telles méthodes garantit d'évaluer l'impact de la politique de soutien à la méthanisation au prisme des objectifs qu'elle s'est donnée en matière de soutien à l'économie, de réduction de la dépendance aux importations et de création d'emplois.

Deux principales méthodes ont été développées au cours des années 1960 et 1970, qui s'appuient sur des cadres théoriques différents. Il s'agit de la *méthode aux prix de référence* et de *la méthode des effets*, qui correspondent toutes deux à des évaluations méso-économiques (Chervel, 2008).
La méthode aux prix de référence est dérivée de la théorie néo-classique et a été développée par les organisations internationales, comme l'OCDE[27], l'ONUDI[28] et la Banque mondiale.
La méthode des effets a quant à elle été développée en France à partir des années 1960, encouragée par l'administration française et utilisée par la Coopération. Il a fallu attendre les années 1980 pour que cette méthode soit appliquée par le Commissariat général au plan pour des projets en France.

3.4.1. La méthode aux prix de référence : pour dresser le bilan des gains et des pertes liés au développement de la méthanisation pour l'économie nationale

La méthode d'évaluation au prix de référence a surtout été développée après la parution de l'ouvrage de Little et Mirrlees en 1969 par le centre de développement de l'OCDE (Little & Mirrlees, 1969). Cette méthode a ensuite été développée plus largement par l'ONUDI et la Banque Mondiale pour évaluer les projets de développement.

La méthode aux prix de référence a recours à la théorie néo-classique de l'équilibre général, c'est-à-dire aux théories de l'optimum et de la concurrence parfaite (Chervel, 2008). Selon les

[27] Organisation de coopération et de développement économiques.
[28] Organisation des Nations unies pour le développement industriel.

principes marginalistes qui lui sont associés, une économie à l'équilibre présente des prix et des coûts d'opportunité égaux. Néanmoins, cette égalité n'est pas assurée dans la réalité, la concurrence n'est pas parfaite et les prix ne sont donc pas à l'équilibre. La méthode aux prix de référence a donc été pensée pour corriger ces prix en fonction des distorsions qu'ils ont pu subir (Bridier & Michaïlof, 1987a; Dufumier, 1996a). L'utilisation de prix de référence consiste à substituer aux prix de marché un système de prix théoriques, appelés 'prix de référence' ou '*shadow prices'*, qui est supposé mieux refléter la valeur des ressources utilisées par le projet : les facteurs de production mobilisés, les biens et services utilisés, etc. L'objectif est alors de mesurer la valeur 'réelle' pour l'économie des biens finaux produits par le projet et des 'vrais' coûts d'opportunité des ressources engagées (main-d'œuvre, biens, services) (Bridier & Michaïlof, 1987a).

La mobilisation de cette méthode garantit d'évaluer les avantages et inconvénients 'réels' du développement de la méthanisation pour l'économie générale, autrement dit sa contribution au revenu national, en considérant l'ensemble des effets indirects qu'il génère.

3.4.2. La méthode des effets : pour comprendre la nouvelle répartition des revenus engendrée par la méthanisation et son impact sur le budget de l'État et l'emploi

La méthode des effets quant à elle, ne vise pas uniquement à évaluer la contribution d'un projet ou d'une politique à l'accroissement du revenu national net, mais vise surtout à connaître « *la nouvelle répartition des valeurs ajoutées entre les principales catégories d'agents économiques et évaluer les effets des projets sur le budget de l'État et la balance des paiements »* (Dufumier, 1996a, p. 231).

La méthode des effets s'est développée dans le contexte de la Coopération française dans les pays 'en voie de développement', durant la même période que la méthode précédente, mais au sein d'un groupe d'économistes plus réduit. À partir de la seconde moitié des années 1970, des ouvrages de référence sont publiés afin de comparer les deux méthodes d'évaluation (Chervel, 2008).
Au cours des années 1980, la méthode des effets connaît son apogée. Le ministère de la Coopération continue d'appuyer cette méthode et elle est appliquée dans différents secteurs de l'économie dans de nombreux pays (Chervel, 1992). La reconnaissance de cette méthode dépasse la Coopération et elle est progressivement adoptée par le Commissariat général au Plan. En effet, à partir du changement politique des années 1981, le Commissariat au Plan change profondément ses méthodes et se base entre autres sur la méthode des effets. Un groupe de travail permet notamment de faire communiquer les économistes de la Coopération avec ceux du Plan. Parallèlement à ces travaux de groupe, un certain nombre d'études sont réalisées en France avec cette méthode, notamment dans les secteurs de l'énergie, de la sidérurgie et des transports. Une série d'études réalisées sur le charbonnage en France constitue l'exemple le

plus significatif (Chervel, 1992). Cette méthode commence alors à être couramment utilisée en France pour évaluer de grands projets publics ou pour évaluer des politiques industrielles.

Avec cette méthode, et contrairement à la méthode aux prix de référence, tous les calculs de coûts et recettes sont effectués en ayant recours aux prix de marché. Cette méthode n'utilise donc pas des prix de référence censés mieux représenter la rareté relative des ressources (Dufumier, 1996a). Elle vise à mettre en évidence dans quelle mesure les divers projets possibles profitent ou non aux différentes catégories sociales dont les intérêts peuvent être contradictoires. Elle permet aussi d'accorder une grande importance à la mesure que les effets peuvent occasionner sur le budget de l'État (Dufumier, 1996a).

La mobilisation de cette méthode, appliquée à l'évaluation d'impact de la politique de soutien à la méthanisation, permettra de mieux identifier comment cette dernière redistribue les revenus entre catégories d'agents économiques, ainsi que ses effets sur le budget de l'État et la création d'emplois.

3.4.3. Ces méthodes sont-elles encore valides et sous quelles conditions ?

Un fort recul de l'usage de ces deux méthodes a finalement été observé et ces dernières ont partiellement été remises en causes. Néanmoins, cette remise en question n'a pas porté sur leurs principes fondamentaux, mais plutôt sur leur mise en œuvre très conséquente (Bridier, 1990).

En effet, dans le cas de la méthode aux prix de référence, son déclin a principalement reposé sur la complexité de l'établissement de ces prix de référence, qu'il faut adapter à chaque situation locale. Les principales critiques formulées ont porté sur les règles d'établissement de ces prix de référence, variables d'un organisme de développement à l'autre (OCDE, ONUDI, Banque Mondiale), souvent jugées éloignées de la réalité (Chervel, 1995) et alors empreintes de « *partis pris individuels* » (Faivre-Dupaigre & Fourmann, 2025, p.15). Parmi les bailleurs internationaux, les évaluations d'impact *ex-ante* ont alors laissé progressivement la place aux 'cadres de résultats' ou 'cadres logiques', plus faciles à mettre en œuvre (Faivre-Dupaigre & Fourmann, 2025).

Dans le cas de la méthode des effets, un tournant a eu lieu dans les années 1985 et la méthode a progressivement été abandonnée. Chervel (2008) indique que « *le mouvement de désaffection vis-à-vis de cette méthode, qui constituait une des composantes de 'la voie française du développement' et un pôle de résistance à l'idéologie libérale développée par la Banque Mondiale, par l'OCDE… s'est en effet amplifié dans les milieux dirigeants de la coopération française. »* (Chervel, 2008, p. 241). Les universités et centres de recherche ont en effet accordé progressivement plus de place aux méthodes économétriques, qui avaient la faveur des sources de financement (Chervel, 2008). Outre le déclin lié à de moindres financements, c'est l'absence

de tableaux d'entrées-sorties[29] (TES) suffisamment détaillés et adaptés pour chaque étude de cas, notamment à l'échelle régionale, qui a été désignée comme le facteur limitant de cette méthode (Bono & Touzard, 1999).

Néanmoins, ces deux méthodes conservent toute leur validité sous certaines conditions. En effet, une collecte précise de données de terrain garantit d'établir des prix de référence et des ventilations de valeurs ajoutées entre catégories d'agents économiques tout à fait fiables. Ces méthodes, dans le cadre d'un travail approfondi de terrain, ont été remobilisées pour mener des évaluations d'impact de projets ou de politiques agricoles (évaluation d'impact d'un projet d'irrigation (Cochet et al., 2009) et d'une dynamique de développement de systèmes bovins herbagers économes (Garambois, 2011)) et ont démontré que la fiabilité de ces méthodes est garantie par le travail de terrain et la collecte de données locales.

[29] « *Le tableau d'entrées-sorties (TES) est un des tableaux des comptes nationaux.(…) Il analyse chacun des produits de la nomenclature selon l'origine (production nationale ou importations) et sa destination (consommation finale, exportations, investissements)*. » (INSEE, s. d.).

Conclusion de la Partie I

Cette recherche propose d'évaluer l'impact de la politique de soutien à la méthanisation agricole sur la durabilité de l'agriculture en Bretagne et sur l'économie nationale.
La première question de recherche identifiée porte sur les effets techniques et socio-économiques de ce développement à l'échelle micro-régionale. Il s'agit d'identifier les effets de la méthanisation sur les exploitations agricoles jusqu'aux échelles de la parcelle et du troupeau, en reliant bien ses effets techniques et socio-économiques afin d'en évaluer la durabilité dans sa triple dimension économique, sociale et environnementale. L'objectif est de compléter les premières recherches effectuées en France sur les effets de la méthanisation, en proposant une évaluation d'impact de sa politique de soutien à l'échelle de petites régions agricoles. Cette échelle territoriale facilite en effet la comparaison des exploitations agricoles, qu'elles disposent ou non d'un méthaniseur, et permet de mieux appréhender les effets de la méthanisation en leur sein.
La deuxième question de recherche porte sur l'impact de la politique de soutien à la méthanisation agricole sur l'économie nationale, plus particulièrement sur le revenu national, sur sa répartition et sur le budget de l'État. En effet, si les objectifs de la politique de soutien au biogaz se centrent sur la souveraineté énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre, elle mobilise le budget de l'État dans un contexte budgétaire contraint. C'est pourquoi cette recherche propose d'évaluer son efficience, ainsi que son impact sur l'économie nationale et sur l'emploi.

Cette recherche s'inscrit dans une démarche d'Agriculture Comparée, qui repose sur un travail de terrain et la réalisation de diagnostics agraires. Il s'agit d'une approche systémique, multi-scalaire et comparative qui permet de retracer les transformations agricoles induites par la méthanisation agricole en Bretagne et de caractériser la différenciation socio-économique entre exploitations agricoles afin de mieux replacer les effets de la méthanisation sur celles-ci.
Cette recherche de terrain est conduite à l'échelle de petites régions agricoles, échelle d'étude privilégiée, car elle rend possible la comparaison des systèmes de production en se plaçant dans un contexte pédoclimatique, agronomique, économique et institutionnel homogène. Cette démarche permet de faire émerger les conditions de milieu permettant le développement de la méthanisation. De plus, la démarche systémique et comparative permet de mieux replacer la méthanisation dans son environnement local, c'est-à-dire d'identifier *qui* a eu les moyens d'installer une unité de méthanisation, et de comparer localement les systèmes de production avec méthaniseurs à ceux qui n'en ont pas, pour mieux mettre en lumière les effets techniques, agronomiques et socio-économiques propres à la méthanisation.

Cette première étape du travail constitue le fondement de la deuxième étape, qui consiste à évaluer l'impact de la méthanisation sur l'économie nationale. En effet, l'identification et la caractérisation des systèmes de production agricoles qui se sont engagés dans la méthanisation ainsi que leur trajectoire d'évolution, sont mobilisées pour évaluer leur impact sur l'économie. L'évaluation économique d'impact permet de comparer les trajectoires d'évolution *avec* et *sans méthanisation*. Le différentiel *avec-sans* peut être exprimé en valeur monétaire grâce à des méthodes méso-économiques – la méthode des effets et la méthode aux prix de référence – qui permettent d'exprimer l'impact de la méthanisation sur le revenu national net, sur la répartition des revenus entre catégories d'agent économique ou encore sur le budget de l'État.

Partie II. La méthanisation agricole : un développement au sein des plus grandes exploitations, à dominantes laitières

L'Ouest du bassin rennais et l'Est du bassin du Gouessant constituent deux bassins de production agricole très productifs, et illustrent la manière dont se développent les méthaniseurs agricoles en Bretagne. Pour étudier précisément les systèmes de production agricoles ayant intégré un méthaniseur ainsi que les effets techniques et socio-économiques qui en découlent, il est nécessaire de caractériser au préalable les systèmes agraires dans lesquels la méthanisation s'insère. La prise en compte des conditions de milieu et des ressources disponibles, des dynamiques de transformation de l'agriculture et des formes de différenciation socio-économique préexistantes constitue en effet une étape indispensable pour identifier *qui* a eu accès aux dispositifs de soutien, et pour analyser ensuite, de façon comparative, les effets techniques et socio-économiques de la méthanisation agricole.

Chapitre 3. Des petites régions agricoles à fort potentiel productif, historiquement marquées par la présence d'exploitations de grande taille

1. Bassin rennais et bassin du Gouessant : deux petites régions agricoles à fort potentiel de production de biomasse

Les deux régions d'étude bretonnes se situent dans des ensembles géomorphologiques à fort potentiel de production de biomasse. Elles sont caractérisées par un habitat dense, mais dispersé, constitué de villes où se trouvent des industries de l'amont et de l'aval des filières agricoles (Rennes, Montfort-sur-Meu, L'Hermitage, Lamballe-Armor), ainsi que de villages et de hameaux, où se situent les exploitations agricoles. Les hameaux dispersés, vestiges des paysages bocagers du Grand-Ouest du 20ème siècle qui regroupaient souvent plusieurs petites exploitations agricoles à cette époque, sont aujourd'hui souvent associés à une unique exploitation isolée. Ces exploitations sont aujourd'hui largement tournées vers l'élevage et bénéficient de conditions pédoclimatiques leur offrant d'importants potentiels de production agricole.

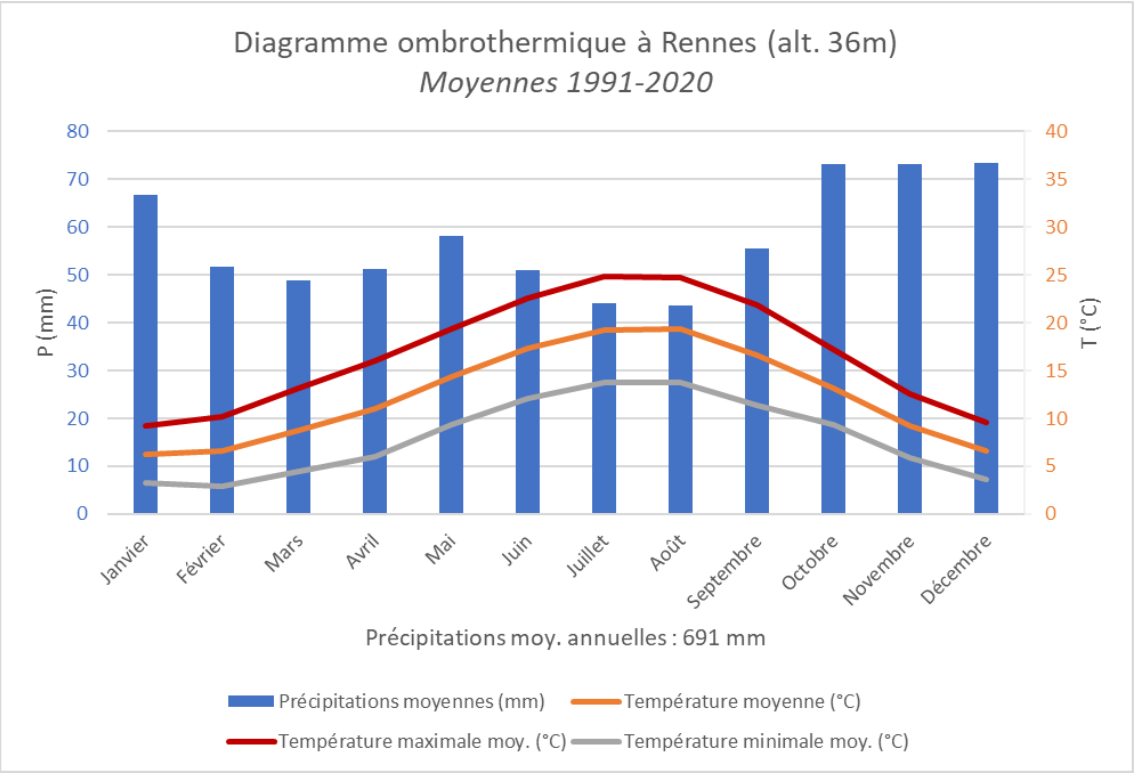
1.1. Un climat assurant une production de biomasse végétale importante, sans irrigation

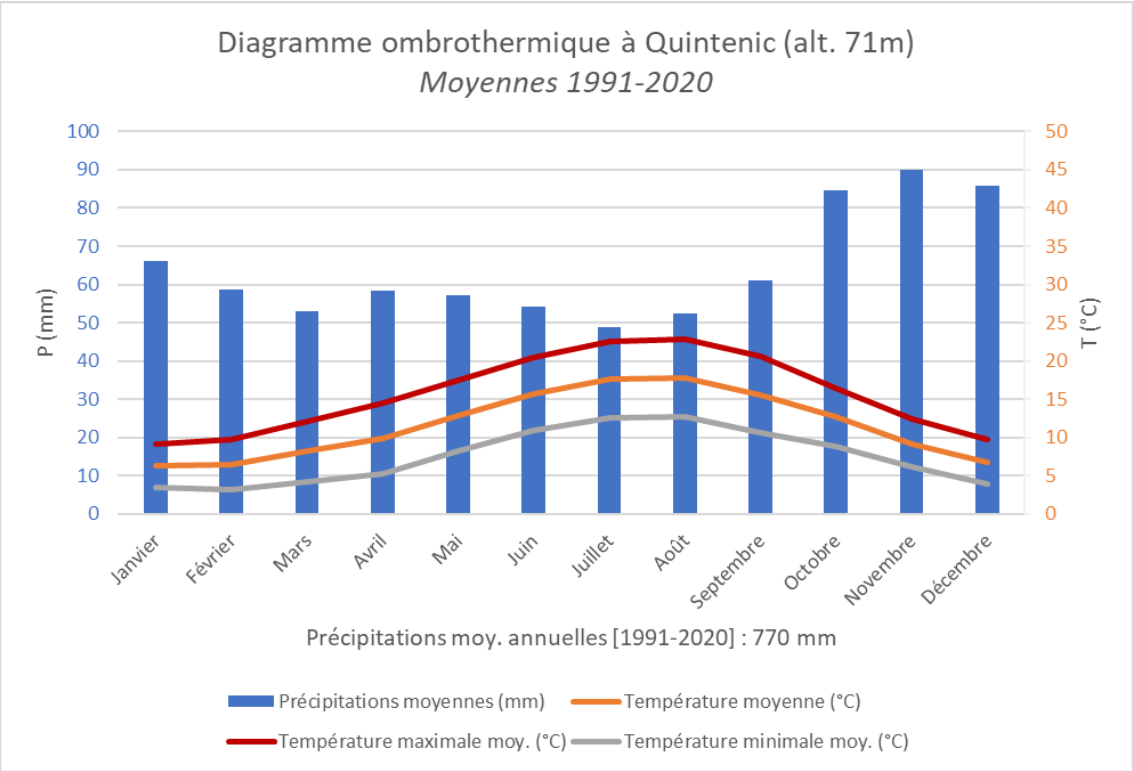
Nos deux régions d'étude bénéficient d'un climat typiquement océanique. De manière générale, ce climat est marqué par des hivers doux avec des moyennes de température positives, l'absence de fortes gelées et des étés aux températures douces dont les vagues de chaleur sont atténuées par les vents dominants venant d'ouest. Ces petites régions agricoles présentent une amplitude

thermique annuelle relativement réduite et le climat océanique leur offre des précipitations régulières, réparties tout le long de l'année et rarement violentes, arrivant souvent sous forme de pluie fine.

Le bassin rennais est soumis à un sous-climat breton caractérisé par des pluies plus modérées qu'à l'ouest de la Bretagne (OEB, 2025). La station météorologique la plus proche (Rennes) révèle des précipitations moyennes annuelles (pour la période 1991-2020) de 691 mm, avec des valeurs mensuelles qui sont proches ou dépassent les 45 mm de septembre jusqu'à mai (figure 17). Le bassin du Gouessant quant à lui, plus proche du littoral, est soumis à un sous-climat plus fortement océanique, marqué par des précipitations un peu plus importantes. La station météorologique la plus proche (Quintenic) révèle des précipitations moyennes annuelles de 770 mm (figure 17).
Dans les deux microrégions, les diagrammes ombrothermiques de Gaussen et Bagnouls présentés en figure 17 indiquent l'absence d'un déficit hydrique estival. En effet, l'équation P>2T est toujours vérifiée, avec P correspondant aux précipitations moyennes en mm et T aux températures moyennes en °C. Dans ces conditions, les agriculteurs parviennent à cultiver du maïs sans irrigation en atteignant des rendements compris entre 13 et 15 tonnes de matière sèche par hectare. Néanmoins, la tendance à l'augmentation des températures de juin à septembre dans le bassin rennais pourrait menacer à l'avenir certaines cultures estivales comme le maïs.
Si aucune irrigation n'est nécessaire jusqu'à présent, les pluies relativement importantes en automne (entre 15 et 25 mm de plus par mois par rapport à la moyenne annuelle) rendent parfois difficile le ressuyage des sols les plus argileux. Le passage des machines peut dans ce cas être compromis, au risque de tasser le sol et de produire des mottes, qui compliqueraient alors la levée des semis. C'est pourquoi les agriculteurs ont drainé une partie de leurs sols, les plus hydromorphes, afin de faciliter l'évacuation des excédents d'eau avant les semis des céréales d'hiver.
Les hivers sont plutôt doux, les gelées sont limitées avec moins de 3 jours par an en dessous de -5°C dans les deux bassins, et épargnent ainsi les cultures.

Figure 17 : Diagrammes ombrothermiques au niveau des stations de Rennes et de Quintenic (Source : Météo-France, Réalisation : Réguer I., 2025)





Le climat local est aussi très favorable à la pousse de l'herbe et à la croissance des plantes fourragères (trèfle, luzerne). Les prairies bénéficient de précipitations régulières, mais aussi de températures supérieures à 7°C – seuil minimal de pousse de l'herbe (Voisin, 1957) – dès le début du mois de mars en moyenne, et ce jusqu'à fin novembre dans les deux bassins étudiés.

Ces conditions climatiques offrent aux agriculteurs un bon potentiel de production de biomasse végétale, sans irrigation. Ce potentiel s'explique toutefois aussi par des conditions pédologiques et géomorphologiques leur permettant de tirer profit de ces précipitations régulières, et des températures douces.

1.2. Des petites régions marquées par un relief aplani, sur lesquels se sont maintenus les limons éoliens

1.2.1. L'Ouest du bassin rennais : une prédominance de larges interfluves, avec une très large proportion de terres labourables

L'Ouest du bassin rennais est situé à l'ouest de Rennes, au sein du département de l'Ille-et-Vilaine. Comme le révèle la carte en figure 18, cette petite région agricole est localisée au nord-ouest du bassin de la Vilaine. Ce dernier est situé au sud d'une ligne de partage des eaux d'orientation ouest-est qui le sépare des bassins versants littoraux. Ce premier système agraire étudié coïncide avec les bassins versants du Meu, de la Flume et de l'Ille, trois affluents de la Vilaine.

Cette petite région correspond à une partie très altérée du Massif armoricain qui a connu une pénéplanation. La roche mère se compose majoritairement de schistes briovériens, et dans une moindre mesure de grés briovériens, sur lesquels se sont maintenus en couches plus ou moins épaisses des limons éoliens, formations superficielles déposées par le vent au cours du Quaternaire. Le relief aplani explique le maintien de ces limons au cours du temps, peu érodés et encore en place aujourd'hui.

Cette pénéplaine est située entre 50 et 110 mètres d'altitude. Elle est disséquée par un réseau hydrographique relativement dense, constitué de cours d'eau secondaires (le Meu, la Vaunoise, l'Ille) et tertiaires (le Garun et la Flume), affluents de la Vilaine. Ce réseau hydrographique forme des interfluves plus étroits en amont et des interfluves larges en aval du bassin.

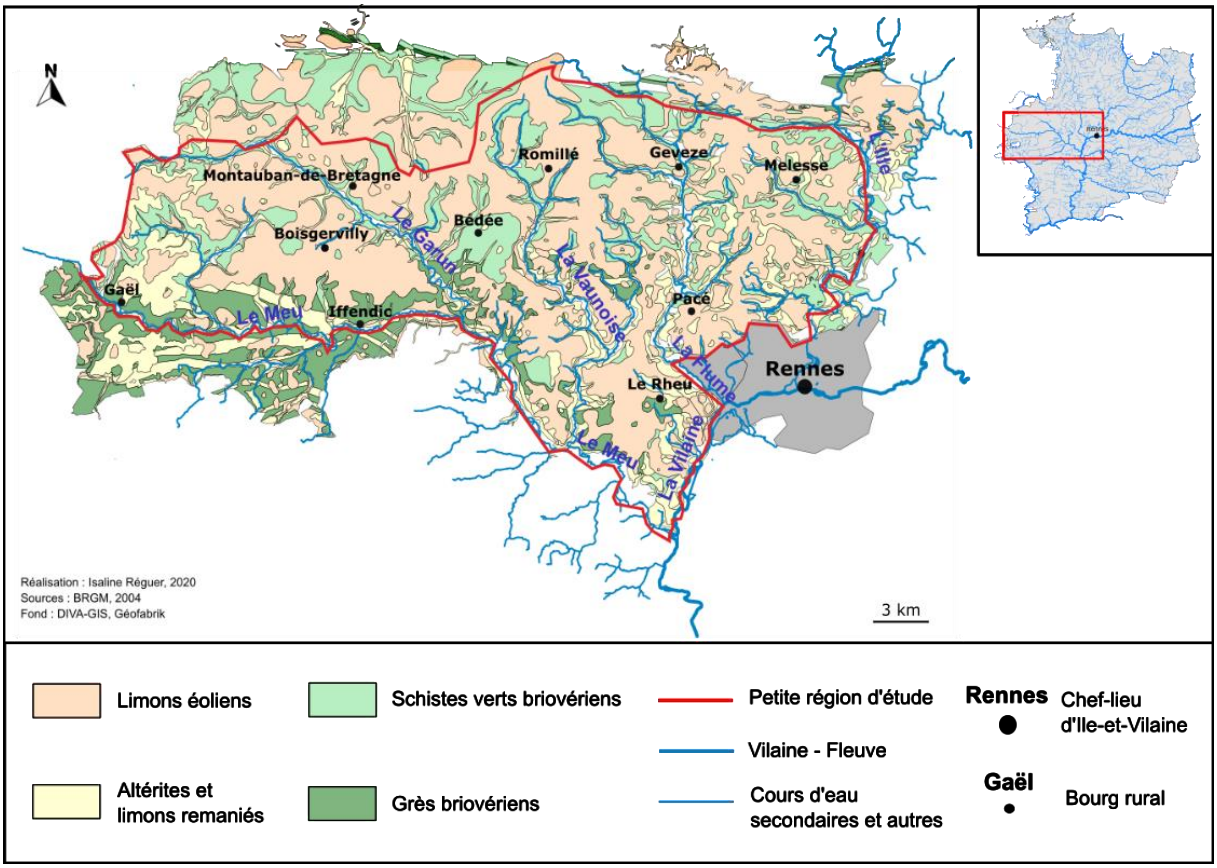


Figure 18 : Carte du réseau hydrographique et du matériau parental des sols de la petite région d'étude située au nord-ouest du bassin versant de la Vilaine

Ce réseau hydrographique structure ce paysage aplani en le disséquant en interfluves de largeurs variables, à l'origine d'étages agroécologiques variés qu'il convient d'identifier.

- Les interfluves larges, en aval du bassin versant

En aval, le réseau hydrographique dissèque le paysage en interfluves larges, avec des cœurs d'interfluve aplanis et des vallées peu encaissées (figure 19). Ce motif paysager est compris entre 50 et 80 mètres d'altitude en moyenne. Le paysage y est ouvert, avec des parcelles de grande dimension.

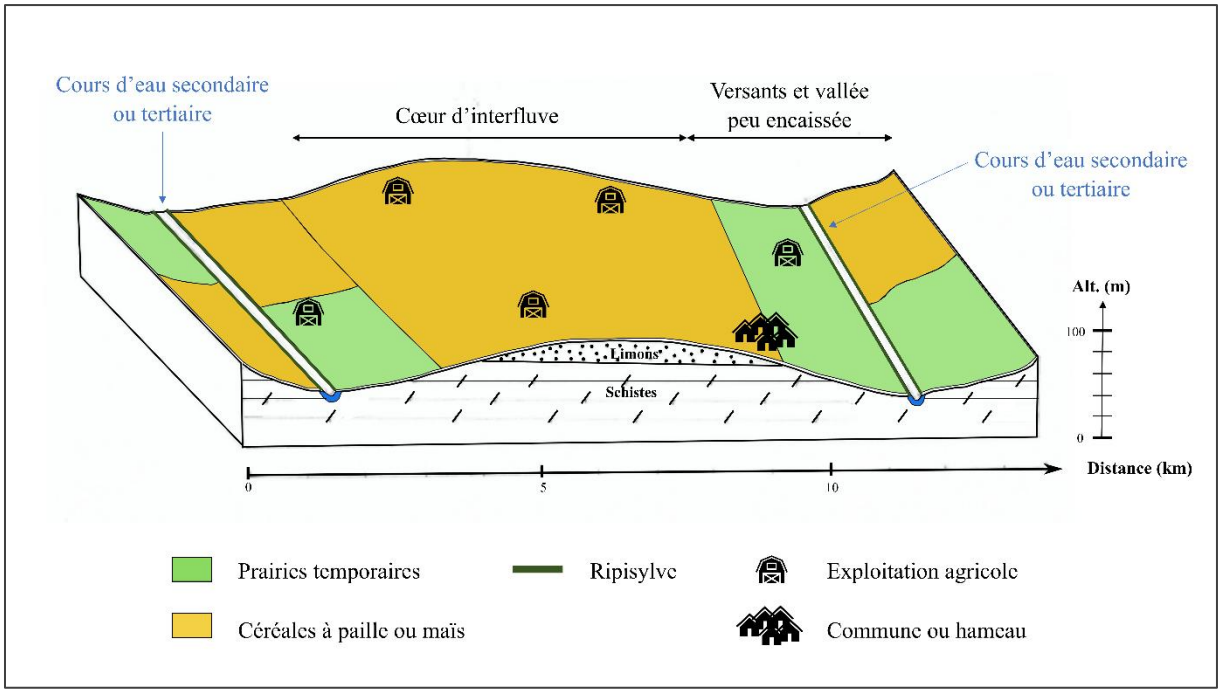
Les sols sont limoneux à limono-argileux, selon l'épaisseur de limons restés en place. Ces derniers ont été déposés sur des substrats principalement issus de roches métamorphiques, des schistes et des micaschistes.

En cœur d'interfluve (figure 20), les limons sont restés en place et ont conduit à la formation de sols profonds brunifiés et faiblement argilluviés. Les céréales à paille ainsi que le maïs prédominent dans cet étage agroécologique. Le potentiel de production de biomasse y est élevé, avec des rendements moyens pour le maïs ensilé à 15 tonnes de matière sèche par hectare et compris entre 90 et 100 quintaux par hectare pour le blé.

Sur les versants aux pentes douces et en fond de vallée (figure 21), les sols sont plus ou moins argilluviés selon la pente. Ils sont donc plus argileux, plus lourds et plus difficiles à travailler.

Ces derniers sont plus hydromorphes et ont souvent dû être drainés. Les prairies prédominent auprès du colza et du maïs, implantés le plus souvent sur les sols drainés ou qui disposent d'un bon drainage naturel lié à la pente.

Figure 19 : Toposéquence du motif paysager à interfluves larges à l'Ouest du bassin rennais





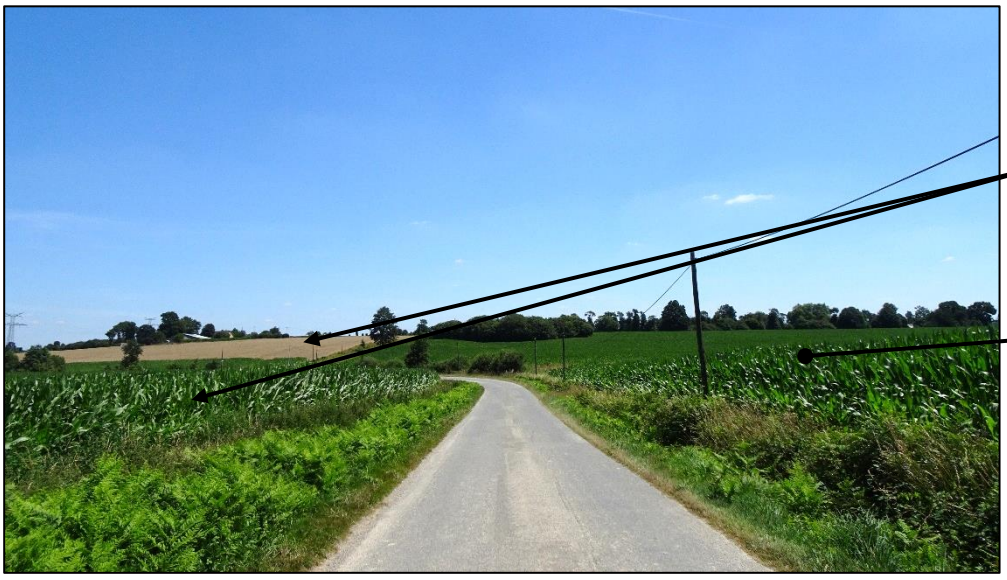


Figure 20 : Paysages ouverts en cœur d'interfluve large, à Chavagne et à Iffendic. Photos : Réguer I., 2025, 2020.

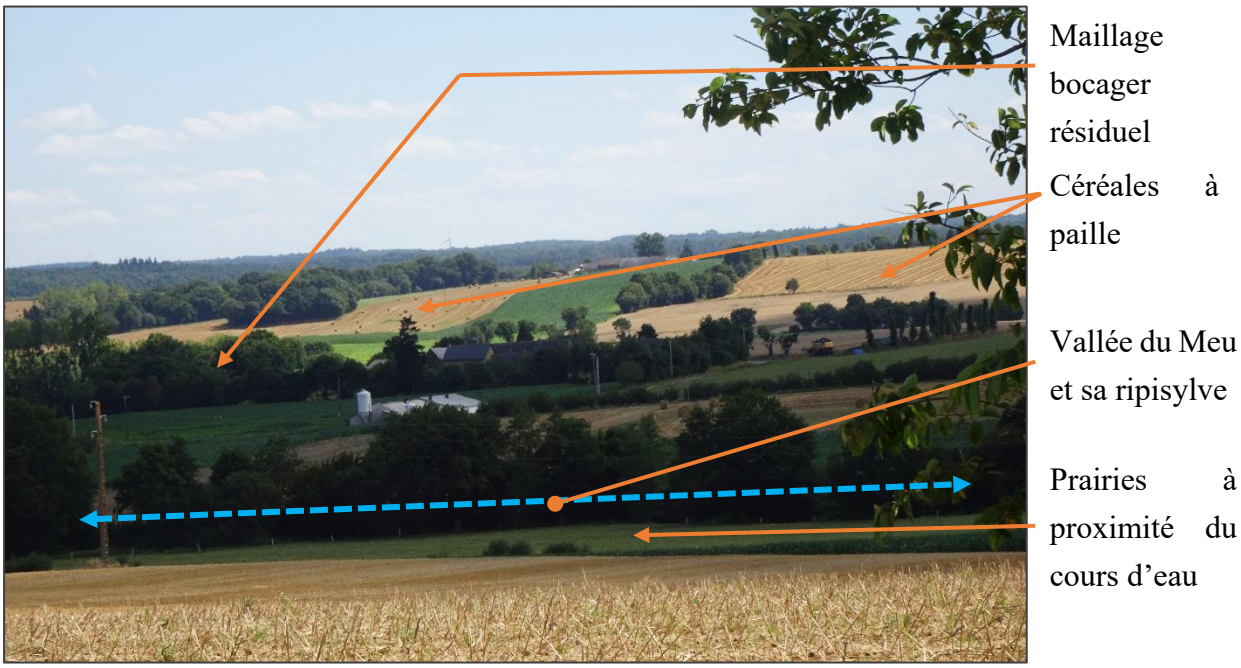


Figure 21 : Paysage au niveau de la vallée du Meu, à Gaël. Photo : Réguer I., 2020.

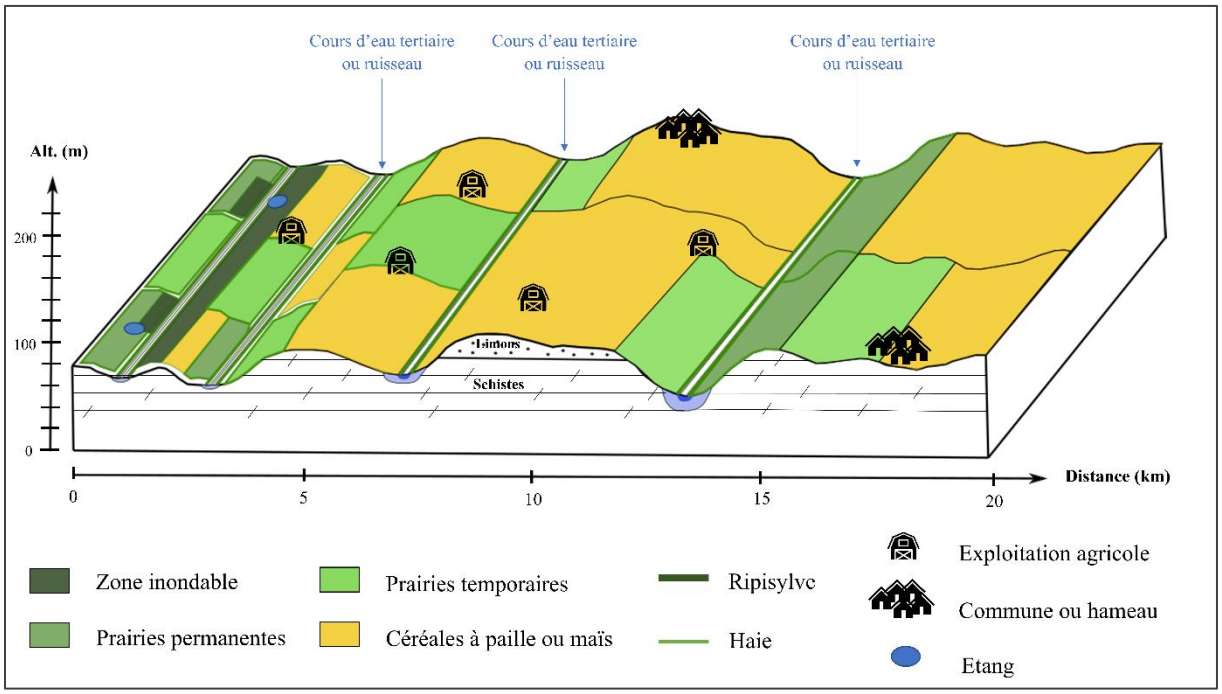
- Les interfluves étroits, localisés en amont

En amont, au niveau des têtes de talweg, se situent des interfluves plus étroits (figure 22).

Ce motif paysager est compris en moyenne entre 80 et 110 mètres d'altitude. La densité des cours d'eau y est plus importante qu'en aval et ces derniers dissèquent le paysage en une succession de fluves éloignés de moins de deux kilomètres et d'interfluves, formant un paysage mamelonné. En effet, le relief reste doux, mais collinaire et présente un paysage ponctuellement plus fermé, avec un maillage bocager résiduel. Les versants présentent une déclivité plus marquée qu'au sein des interfluves larges. Les limons y ont été plus fortement érodés et les sols sont plus argileux.

Le potentiel agronomique des sols est un peu plus limité, avec un rendement moyen en maïs ensilé de 12 à 13 tonnes de matière sèche par hectare et de 75 à 80 quintaux par hectare pour le blé. Cette unité paysagère est associée à des proportions en prairies plus importantes.

Figure 22 : Toposéquence d'un motif paysager à interfluve étroit à l'Ouest du bassin rennais



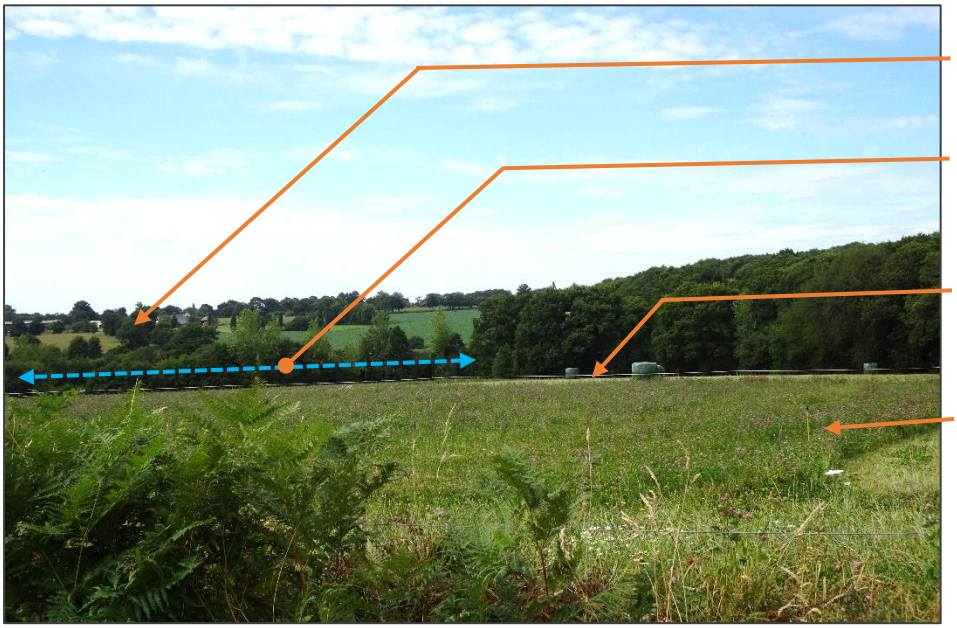
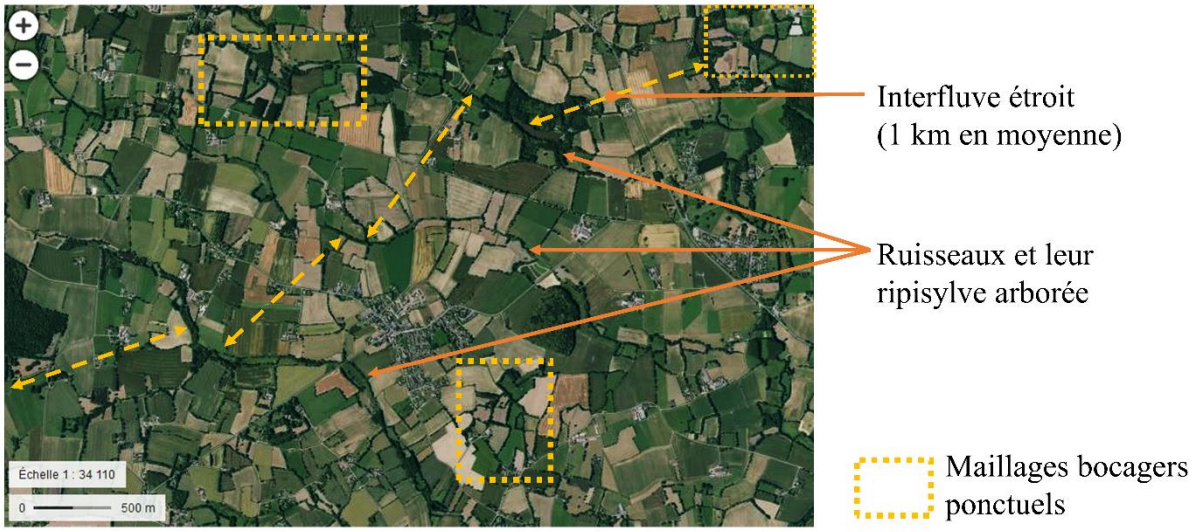


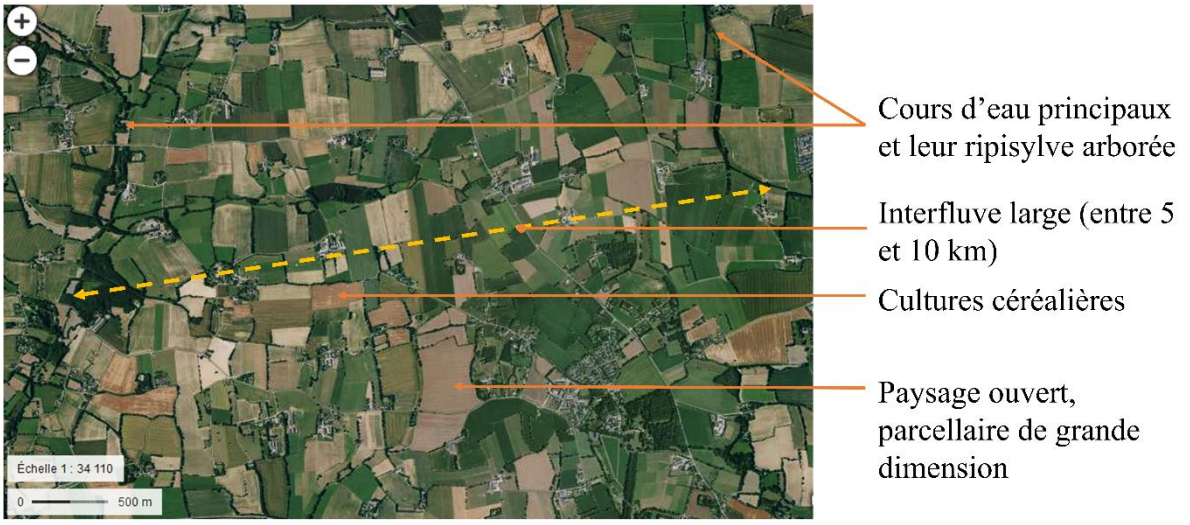
Figure 23 : Paysage vallonné, interfluve étroit, à Langouet. Photo : Réguer I., 2020

Figure 24 : Comparaison des unités paysagères par photos aériennes

- Interfluves étroits à l'Ouest du bassin rennais



- Interfluve large à l'Ouest du bassin rennais



1.2.2. L'est du bassin du Gouessant : des interfluves larges, avec des parts en terres labourables à haut potentiel agronomique légèrement plus limitées

L'Est du bassin du Gouessant est situé au nord du département des Côtes d'Armor, à l'est de Saint Brieuc.
L'ensemble du bassin du Gouessant s'étend à l'ouest jusqu'à la ligne de partage des eaux qui l'isole du bassin du Rau du Cré et à l'est jusqu'à la ligne de partage des eaux le séparant du bassin de l'Arguenon et du Frémur.

Cette micro-région correspond à une portion de la chaîne cadomienne, au nord du Massif armoricain, composée de dépôts sédimentaires et d'inclusions granitiques (figure 25). Des épisodes tectoniques ont en effet conduit à la remontée de magma et à la formation de plutons granitiques au sein d'une matrice de roches métamorphisées, des schistes. Le processus d'érosion et de pénéplanation ayant suivi a donné lieu à la formation d'altérites argilo-limoneuses sur schistes, et d'arènes granitiques sableuses sur granite (Berret et al., 2012). Ces dernières ont ensuite été recouvertes de limons éoliens au Quaternaire. L'alternance des ères glaciaires et les processus érosifs associés ont conduit à modeler le paysage de manière différenciée selon la dureté relative de la roche mère. Le réseau hydrographique forme un relief marqué sur granite (massif de Quessoy et de Trébry), alors qu'il est plus doux sur les schistes (proximité de Lamballe), plus facilement altérables. Les limons éoliens ont le plus souvent été érodés sur les massifs granitiques, alors qu'ils ont pu se maintenir en couches parfois épaisses sur les zones les plus aplanies formées sur schistes.

La topographie et la géologie permettent de limiter deux sous-ensembles au sein de ce bassin. En aval, c'est-à-dire au nord et à l'est du bassin versant, à une altitude comprise entre 50 et 100 mètres, sont présents des interfluves larges, avec des vallées peu encaissées et des versants aux pentes douces. Les massifs granitiques sont rares, les sols sont formés principalement sur des altérites de schistes ou micaschistes et le relief aplani explique le maintien de limons éoliens. Le potentiel agronomique des sols y est relativement élevé, avec des rendements moyens de 90 quintaux par hectare pour le blé et de 14 tonnes de matière sèche par hectare pour le maïs ensilé. Ce premier sous-ensemble présente ainsi de fortes similitudes avec le bassin rennais.
En amont, au sud et à l'ouest du bassin et à une altitude comprise entre 100 et 300 mètres, se distingue un deuxième sous-ensemble. Ce dernier concentre les têtes de talweg, il est caractérisé par la présence d'interfluves étroits avec des vallées plus encaissées et des versants aux pentes plus prononcées. Ce relief très mamelonné s'explique en raison d'un réseau hydrographique plus dense, formé dans les massifs granitiques de Quessoy et de Trébry. Le potentiel agronomique des sols est, comparativement, beaucoup plus limité, avec une prédominance des prairies temporaires et des rendements moyens de 65 à 70 quintaux pour le blé et de 13 tonnes de matière sèche par hectare pour le maïs ensilé.
Cette seconde zone n'a pas été retenue pour cette étude, seul l'aval de ce bassin est étudié, car c'est là que se concentrent les méthaniseurs. La petite région étudiée correspond donc à l'aval

du bassin du Gouessant, et comprend les bassins de ses affluents, le Chifrouët, le Gast et la Truite (figure 25).

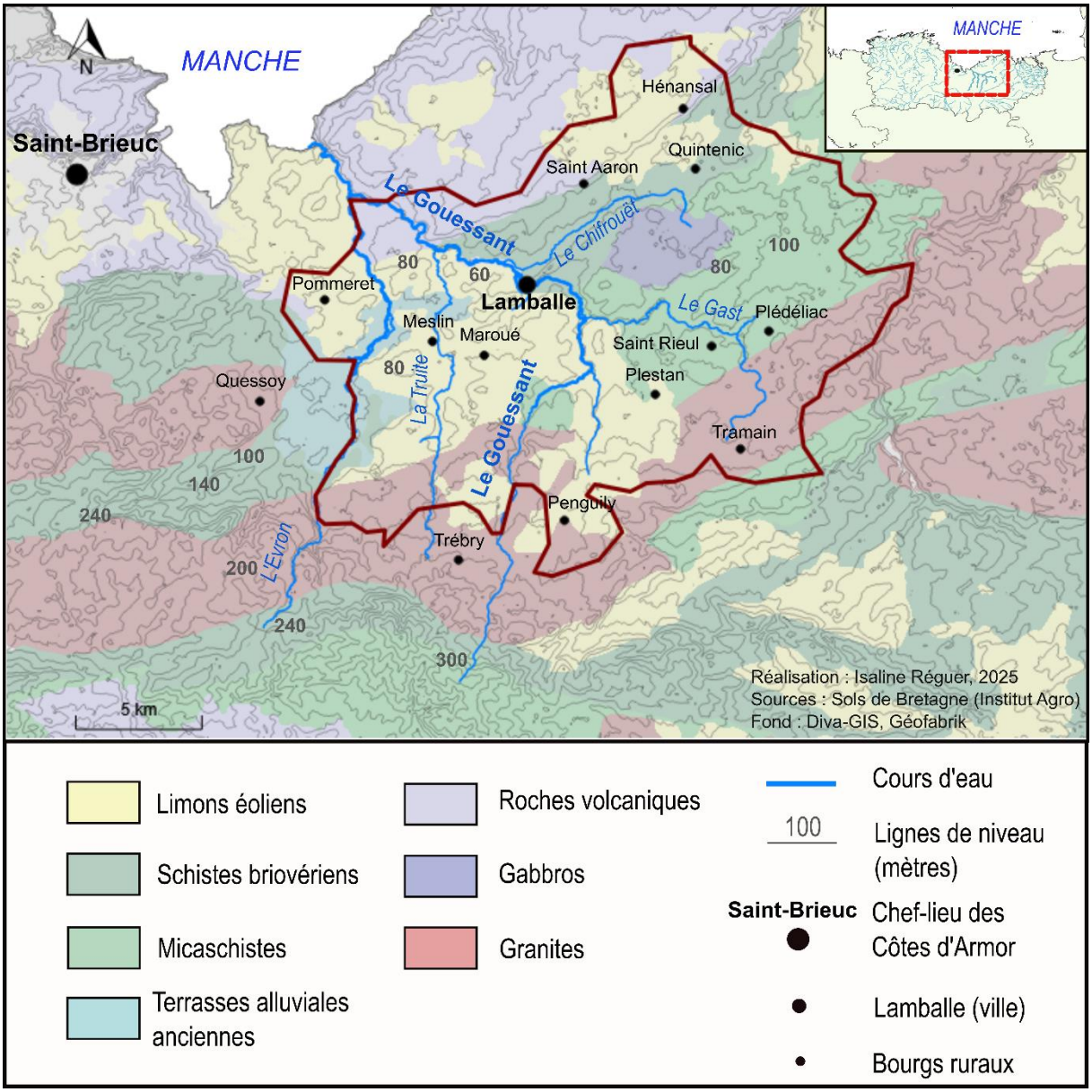


Figure 25 : Carte du réseau hydrographique et du matériau parental des sols de la petite région d'étude située à l'est du bassin versant du Gouessant (Réalisation : Réguer I., 2025)

L'Est du bassin du Gouessant présente un paysage proche de celui observé en aval du bassin rennais.

La seule différence réside dans le potentiel agronomique des sols, au sein desquels les proportions de limons sont ponctuellement plus limitées que dans le bassin rennais. Le paysage reste toutefois aplani en cœur d'interfluve, le parcellaire est relativement ouvert et de grande

dimension. Les céréales à paille, le maïs ainsi que le colza prédominent dans le paysage (figure 26).

Sur les versants aux pentes douces (figure 27), les sols sont plus argilluviés et un peu plus difficiles à travailler, ils ont souvent dû être drainés. Les céréales à paille, le maïs et les prairies prédominent.



Figure 26 : Paysage ouvert, relief aplani, en cœur d'interfluve large. Photo : Réguer I., 2024.



Figure 27 : Versant d'un affluent du Gouessant, à Andel. Photo : Réguer I., 2024.

Les deux petites régions retenues pour cette recherche sont donc caractérisées par la prédominance de larges interfluves, au cœur desquels se sont maintenus les limons éoliens. Le relief aplani ainsi que la pédologie expliquent la présence de sols profonds avec une bonne réserve utile qui, associés à une pluviométrie régulière, garantissent un fort potentiel agronomique. Les deux petites régions présentent ainsi un paysage avec de larges parts de terres labourables, à fort potentiel de production de biomasse comparativement à d'autres petites régions agricoles bretonnes.

2. Des petites régions marquées par un fort processus de spécialisation agricole et par d'importants gains de productivité physique du travail

Dans ce contexte géomorphologique et pédoclimatique particulièrement favorable, l'agriculture des deux petites régions étudiées a connu, depuis l'après-guerre, une progression rapide et marquée de la productivité physique du travail, c'est-à-dire des volumes produits par actif. Elle se caractérise par une forte spécialisation dans l'élevage, majoritairement bovin laitier et porcin. Les accès différenciés aux ressources, les fluctuations des marchés ainsi que les évolutions des politiques agricole et environnementale sont à l'origine d'inégales capacités des exploitations à s'inscrire dans ce mouvement général. C'est pourquoi il convient d'expliciter ces dynamiques et d'identifier les différentes trajectoires de développement afin de distinguer par la suite (chapitre 5) celles au sein desquelles s'insère aujourd'hui la méthanisation et ses conditions d'émergence.
Cette démarche s'appuie sur la réalisation d'entretiens historiques auprès d'agriculteurs retraités. Elle a conduit à rencontrer des agriculteurs qui, pour les plus anciens, ont connu le système de production de leurs parents durant les années 1950 et ont été témoins des mécanismes de la révolution agricole de la seconde moitié du 20ème siècle.

2.1. Dans les années 1950 et 1960 : premiers mouvements de spécialisation et moto-mécanisation, les premières étapes de la révolution agricole du XXème siècle

2.1.1. A l'après-guerre, des exploitations paysannes de polyculture-polyélevage intensives en travail

Avant la révolution agricole de la seconde moitié du 20ème siècle, l'agriculture des deux petites régions d'étude était une agriculture de polyculture-polyélevage à traction attelée, intensive en travail.

a) Une agriculture à traction attelée reposant sur la combinaison de l'élevage laitier et de l'élevage porcin

Durant la première moitié du 20ème siècle, les deux petites régions sont marquées par un paysage de bocage. Ce dernier est caractérisé par la présence de nombreuses haies séparant des parcelles de petite dimension (moins d'un hectare) complantées de pommiers, et par un habitat groupé autour de bourgs ruraux et de hameaux dispersés.
Le statut du fermage prédomine sur le statut du métayage au sein de ces deux petites régions avant même la loi de 1946 sur le statut du fermage. D'après les entretiens réalisés, cette dernière ne bouleverse donc pas les rapports fonciers de l'époque. Les familles rurales sont constituées essentiellement de fermiers et de petits propriétaires. Seuls quelques grands propriétaires

historiques, descendants de l'aristocratie bretonne, sont présents au sein de grands domaines et exploitent de la main-d'œuvre en faire valoir indirect.

Les terres labourables prédominent au cœur des interfluves larges, tandis que les prairies permanentes sont majoritaires sur les interfluves étroits, où les sols sont plus argileux et difficiles à travailler.

Les rotations pratiquées sur les terres labourables sont longues (6 années) et alternent des plantes sarclées - qui constituent la tête de rotation - des céréales d'hiver ou de printemps, et des dérobées fourragères (figure 28).

Sur les sols limoneux, qui constituent déjà à l'époque les meilleures terres de la région, les rotations les plus pratiquées sont : [betterave ou pomme de terre//blé//avoine//navette$_{(dérobée)}$/orge de printemps + trèfle semé sous couvert$_{(16\ mois)}$//blé].

Sur les sols plus argileux, moins profonds, à plus faible potentiel de production, la plante sarclée majoritairement utilisée est le chou. La rotation majoritaire est alors : [chou//orge de printemps + trèfle semé sous couvert // blé//avoine/navette$_{(dérobée)}$].

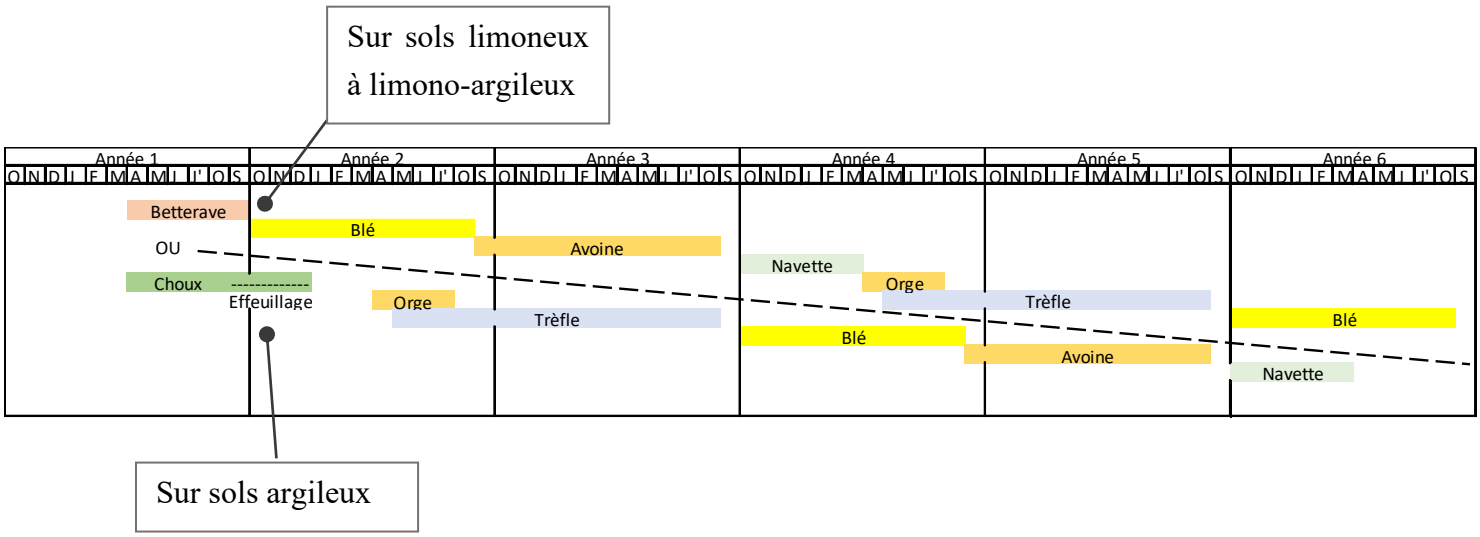


Figure 28 : Rotations culturales typiques dans les deux petites régions d'étude durant les années 1945-1950. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.

Le labour, réalisé grâce à la traction attelée, participe à la destruction des adventices et permet d'incorporer le fumier en fin d'hiver. La plante sarclée est alors implantée à la suite de ces travaux au début du printemps. Du trèfle est implanté sous couvert de l'orge de printemps. Cette association permet au trèfle de se développer à l'abri de la graminée, tandis que cette dernière bénéficie des apports azotés de la fabacée. Le trèfle est implanté pour une période de 16 mois et permet de réaliser deux coupes. Il constitue aussi un bon précédent agronomique pour la culture suivante : le blé, qui présente des rendements compris entre 15 et 20 quintaux par hectare selon le type de sol. La navette, une Brassicacée fourragère, est implantée en dérobée et constitue un fourrage pour le cheptel bovin en hiver.

Les parcelles sont complantées de pommiers. Les fruits sont récoltés et servent à la fabrication du cidre, commercialisé le plus souvent dans les centres-villes les plus proches (Lamballe, Rennes).

Les rotations et les associations de culture sont pensées pour favoriser la reproduction de la fertilité des sols et optimiser les 'effets précédents'. Ces rotations conduisent à maintenir les sols couverts tout au long de l'hiver, ce qui permet de limiter les phénomènes de lixiviation et les pertes en éléments minéraux. Les engrais minéraux utilisés sont encore rares à cette époque, bien que de la chaux et des scories Thomas, un engrais phosphaté, soient appliquées sur les prairies permanentes en début d'hiver ainsi qu'avant l'implantation des céréales.

Ces systèmes de culture sont en grande partie pensés pour produire des fourrages pour les animaux. Les vaches laitières, de race Normande, pâturent au printemps au sein des prairies permanentes. Les vaches sont le plus souvent conduites au piquet ou bien sont gardées par les jeunes des familles appelés *patous*. Durant la période estivale en revanche, ces dernières restent plus longtemps à l'étable, bien qu'elles aient encore accès aux pâturages durant les heures les plus fraiches de la journée. Elles sont alors affouragées à l'étable avec des feuilles de choux et de betteraves, effeuillées manuellement et quotidiennement par les familles. Dès l'automne, l'affouragement devient complet, car les sols des prairies permanentes ne sont plus assez portants pour permettre le pâturage des troupeaux. En automne, et avant les premières gelées, ce sont les choux qui sont distribués quotidiennement au troupeau. Les betteraves quant à elles sont récoltées en automne, mais conservées et stockées en 'silos' : elles sont placées dans des trous creusés dans le sol et recouvertes de fougères. Elles sont ensuite distribuées plus tard, en début d'hiver. Du foin est toujours distribué manuellement en parallèle de ces plantes sarclées. En fin d'hiver, lorsque les stocks de betteraves sont terminés, mais que la pousse de l'herbe n'a pas encore repris en raison de températures encore trop basses, les vaches sont mises au piquet et pâturent les navettes.

Ce calendrier fourrager conduit à des rendements laitiers d'environ 8 litres par jour. Les vaches sont alors traites à la main. Le lait est battu afin de fabriquer du beurre qui est vendu aux marchés locaux ou bien échangés contre d'autres denrées auprès de négociants. Le petit lait quant à lui est récupéré pour nourrir les porcs.

En effet, les familles disposent souvent à cette époque de quelques porcs à l'engrais ou bien de truies, qui peuvent réaliser 2 portées par an et dont 7 à 8 porcelets sont sevrés par portée. Une partie de ces derniers sont vendus aux familles voisines ou sur les marchés, et un à deux porcs sont engraissés par an uniquement pour l'autoconsommation. Ces porcs à l'engrais sont nourris à partir d'une préparation cuite à base d'eau, de petit lait, de céréales moulues (de l'orge principalement) et des restes alimentaires des familles.

Les chevaux assurent la traction attelée pour les travaux de culture. En dehors de ces travaux, ils restent à l'étable tout le long de l'année et les déjections, mélangées à la litière, constituent un fumier épandu dans les champs. Le foin de plus grande qualité est réservé pour les équidés,

plus fragiles que les bovins. Les chevaux sont par ailleurs affouragés en trèfle au printemps et reçoivent une betterave par jour durant l'hiver.

Un lien étroit existe entre les systèmes de culture et les systèmes d'élevage. La collecte du fumier des bovins durant leur séjour en bâtiment en hiver et l'incorporation de ce dernier dans les terres labourables en fin d'hiver garantit un transfert horizontal de fertilité. Ce transfert a lieu principalement depuis les prairies permanentes - sur lesquelles les familles font du foin et le distribuent aux bovins qui le digèrent durant l'hiver - vers les terres labourables. Parallèlement, l'alimentation des animaux est intégralement produite sur les exploitations. Il y a donc à cette époque un bouclage des cycles biogéochimiques des éléments minéraux. Ce bouclage est permis par un chargement animal qui correspond à ce que les sols peuvent produire en aliments pour le cheptel, et à ce qu'ils peuvent recevoir en éléments minéraux contenus dans les déjections animales.

b) Une différenciation sociale préexistante et des exploitations de taille plus importante dans le bassin rennais

Plusieurs catégories socio-économiques de familles rurales coexistent au sein des deux petites régions d'étude. Le tableau 3 présente en détail (données chiffrées) les caractéristiques de ces différentes catégories d'exploitations agricoles de l'époque.

- *À l'Ouest du bassin rennais : des exploitations de taille variable, mais une présence de très grandes exploitations au cœur des interfluves larges*

Au cœur des interfluves larges, quelques familles possèdent une partie de leur foncier en propriété. Ces familles sont les mieux dotées en foncier (jusqu'à 35 hectares) et en capital de la petite région. Il s'agit d'anciens fermiers des domaines seigneuriaux qui ont progressivement acheté une partie des terres. Les deux actifs familiaux parviennent à engager un ouvrier permanent, une 'bonne', ainsi que deux journaliers au moment des récoltes. Ces familles disposent des plus grands cheptels bovins laitiers du bassin (15 à 25 vaches) - trois à quatre fois plus importants que celui des plus petites exploitations - ainsi que de leurs propres taureaux pour la reproduction et de plusieurs chevaux de trait. Concernant l'élevage de porcs, deux situations existent : soit les familles disposent de 5 à 15 truies dont deux porcelets sont engraissés par an, ou bien elles ne possèdent pas de truies, mais élèvent simultanément plusieurs porcs à l'engrais. Elles commercialisent le beurre, les veaux à 5 semaines, les porcelets à 8 semaines, les œufs, le cidre et le blé.

Sur les versants aux pentes douces, certaines familles vivent dans les hameaux et disposent d'une partie de leurs terres en propriété. Ce type de famille dispose de surfaces plus limitées (10 à 20 hectares) et ne peuvent embaucher qu'un ouvrier permanent ainsi qu'un journalier plus ponctuellement. Le cheptel bovin laitier est alors un peu plus limité (8 à 15 vaches), mais ces familles disposent tout de même d'un taureau et de deux chevaux de trait. En revanche, elles

engraissent uniquement quelques porcs à l'engrais, mais ne disposent pas de truies en propre. Elles commercialisent alors les veaux, les porcelets, les œufs, le cidre, et uniquement les excédents de blé et de beurre.

En fond de vallée ou bien sur les versants - dont la pente est plus importante au niveau des interfluves étroits - se trouvent de petits fermiers, souvent localisés près des bourgs ruraux. Ces familles disposent des plus petites surfaces du bassin, comprises entre 5 et 10 hectares, soit trois fois moins que les plus grandes exploitations en cœur d'interfluve. Les membres de la famille en âge de travailler sont contraints de vendre leur force de travail dans d'autres exploitations ou bien dans les commerces des bourgs afin d'apporter un complément de revenu. Ces derniers ne peuvent pas élever plus de 4 à 8 vaches et n'ont pas de taureau, ils doivent donc avoir recours au taureau de familles voisines en échange de services rendus. Ces familles ne disposent pas de truies, mais engraissent quelques porcs pour l'autoconsommation. Elles possèdent uniquement un cheval de trait. Un autre cheval est souvent nécessaire pour le travail de traction attelée, c'est pourquoi elles empruntent le cheval de voisins contre quelques heures de travail. Ces familles, parmi les moins dotées en capital de la petite région, ne commercialisent que les veaux de 3 semaines, voire des veaux de 8 à 10 jours, et les quelques excédents en œufs et en beurre.

- *À l'Est du bassin du Gouessant : des exploitations de taille comparativement plus modeste*

Au sein du bassin du Gouessant, les exploitations sont à cette époque comparativement plus petites que celles du bassin rennais, les cheptels bovins laitiers sont donc également un peu plus petits, mais le même type de différenciation socio-économique est observé.

Au cœur des interfluves larges à l'Est du bassin du Gouessant, ces familles disposent au maximum de 25 hectares, sur lesquels travaillent la main-d'œuvre familiale ainsi qu'un ouvrier agricole. Elles disposent alors d'un cheptel bovin laitier un peu plus limité que les grandes exploitations du bassin rennais (14 à 18 vaches), de quelques truies dont deux porcelets sont engraissés chaque année, mais elles parviennent aussi à entretenir 3 chevaux de trait. Les productions agricoles commercialisées restent les mêmes que dans le bassin rennais, mais dans des proportions légèrement plus limitées.

Sur les versants au niveau des interfluves larges, deux sous-catégories de familles sont identifiées dans les hameaux. Selon les surfaces dont elles disposent, ces familles disposent de cheptels bovins laitiers plus ou moins importants (10 à 14 vaches sur 15 à 20 hectares, ou bien 7 à 10 vaches sur 10 à 15 hectares).

Les familles les plus pauvres disposent uniquement de 3 à 6 hectares et sont souvent situées près des bourgs. De la même manière que dans le bassin rennais, les membres de la famille doivent vendre leur force de travail régulièrement en échange de services ou bien pour obtenir un revenu complémentaire. Ces familles disposent au maximum de quatre vaches et engraissent un à deux porcs par an. Elles ne possèdent pas suffisamment de fonciers pour nourrir le cheptel

et sont parfois contraintes de faire pâturer les vaches sur les talus. Ces familles pauvres ne possèdent aucun cheval de labour et doivent compter sur les chevaux de familles voisines.

Tableau 3 : Comparaison des principales catégories d'exploitations agricoles dans les années 1945-1950.

Proportions approximatives	20%		60%		20%	
Localisation	Fonds de vallées inondables ou versants au pentes plus marquées		Versants aux pentes douces		Cœur d'interfluve large	
	Bassin du Gouessant	Bassin rennais	Bassin du Gouessant	Bassin rennais	Bassin du Gouessant	Bassin rennais
Superficie	3-6 ha	5-10 ha	10-20 ha		20-25 ha	20-35 ha
Mode de faire-valoir	Fermage (parfois un hectare en propriété)		Fermage majoritaire et propriété de quelques hectares		Propriété majoritaire et fermage	
Assolement	40% de terres labourables + 60% de prairies permanentes + pâturage sur les talus		50% de terres labourables + 50% de prairies permanentes		75% de terres labourables + 25% de prairies permanentes	
Main-d'œuvre	2 actifs familiaux + entraide Travail extérieur systématique		2 actifs familiaux + entraide	2 actifs familiaux + 1 ouvrier + 1 journaliers + entraide	2 actifs familiaux + 1 ouvrier + entraide	2 actifs familiaux + 1 ouvrier + 2 journaliers + 1 bonne + entraide
Cheptel	1 à 4 vaches, 0 à 1 porc à l'engrais, volailles	4-8 vaches, 1 à 2 porcs à l'engrais, volailles	7-14 vaches, 3-4 truies, 0 à 1 porc à l'engrais, volailles	8-15 vaches, 2 à 5 porcs à l'engrais, volailles	14-18 vaches, 4-5 truies, 1 porc à l'engrais, volailles	15-25 vaches, 5-15 truies, 1 porc à l'engrais, volailles
Animaux de labour	Emprunt de chevaux voisins contre travail	1 cheval	2 chevaux		3 chevaux	
Productions commercialisées	Lait, veaux de 3 semaines ou veaux de lait de 8 à 10 jours. Excédents en œufs et en beurre.		Lait, veaux de 5 semaines et porcelets de 8 semaines, œufs et cidre. Excédents de blé et de beurre.		Lait, veaux de 5 semaines, porcelets de 8 semaines, œufs, cidre, blé, beurre	

2.1.2. Dès les années 1960 : un engagement rapide dans la révolution agricole du 20ème siècle

La période d'après-guerre est marquée par l'instauration de politiques agricoles volontaristes qui ont porté la révolution agricole du 20ème siècle et permettent un accroissement important de la productivité physique du travail. Cette dynamique est permise par des agrandissements, de forts investissements dans des équipements plus performants et une spécialisation poussée des exploitations agricoles, permise elle-même par une division du travail avec l'industrie agricole d'approvisionnement (Devienne, 2019b).

a) Une politique agricole volontariste : vers une recherche d'accroissement de la productivité physique du travail

Cette révolution agricole commence dès la période d'après-guerre. La signature du Plan Marshall en 1948 permet la diffusion des premiers tracteurs en Europe et accélère la moto-mécanisation des travaux de culture. Les premiers tracteurs arriveront ainsi dans les bassins d'étude à partir de 1955 et se diffuseront plus largement au cours des années 1960. Les familles parviennent à financer l'achat d'un tracteur principalement en vendant les chevaux de trait. Le développement de caisses locales de Crédit agricole – débuté au début du 20ème siècle et à l'après-guerre sous l'action de la caisse nationale de Crédit Agricole (CNCA) – facilite aussi les investissements (Bonin, 2020). De nouveaux équipements font leur apparition tels que les pots trayeurs, qui facilitent la traite, les moissonneuses-lieuses, qui permettent non plus uniquement de moissonner les céréales, mais aussi de lier les gerbes entre elles, et les charrues bisocs. Les équipements qui étaient auparavant tractés par les chevaux de trait sont modifiés artisanalement afin qu'ils puissent être attelés derrière le tracteur. La moto-mécanisation limite alors les besoins en main d'œuvre sur les exploitations agricoles. Or, parallèlement, le secteur industriel se développe près des centres urbains et offre des salaires souvent plus élevés que ceux du secteur agricole. Les entretiens révèlent qu'un mouvement d'exode rural s'amorce alors à cette époque : les jeunes des familles limitées en foncier partent travailler à Paris ou bien à Rennes, en particulier au sein de l'usine Citroën qui constitue un grand bassin d'emploi local.

A la même période, la recherche agronomique se développe avec la création de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA) créé en 1946 au niveau national. Des centres de recherche locaux ouvrent en outre en Bretagne, tels que le Centre d'Insémination Artificielle (CIA) de Plounévézel, proche du bassin du Gouessant, qui concentre ses recherches sur le travail génétique et la diffusion des inséminations artificielles 'à la ferme' au cours des années 1960. Parallèlement à ces recherches en centres spécialisés, les agriculteurs se rassemblent au sein de groupes de réflexion, en particulier au sein des CETA (Centres d'Études Techniques Agricoles), afin d'échanger sur leurs pratiques et de les améliorer.

Par la suite en France, les lois d'orientation agricole de 1960 et 1962 visent à atteindre des exploitations familiales viables à 2 actifs. Ces objectifs se traduisent par le développement de l'enseignement agricole et l'encadrement technique des exploitations[30]. Parallèlement, le contrôle des structures agricoles permet d'encourager l'installation et de favoriser l'agrandissement. D'après les entretiens, la surface minimale d'installation est fixée localement à 16 hectares et accélère ainsi le processus d'agrandissement pour les agriculteurs qui en ont les moyens et les cessations d'activité pour les autres.

Les recherches agronomiques sont accompagnées par l'amont et l'aval des filières agricoles. Au sein du bassin rennais, un grand nombre de coopératives se structurent, aussi bien pour collecter les productions agricoles que pour approvisionner les familles en intrants : la Coopérative Laitière d'Ille-et-Vilaine (COLIV), la Coopérative Agricole des Producteurs de la Région de Montfort (CAPREM), la Coopérative Agricole de Rennes (CAR) ou encore la Coopérative Agricole des Producteurs de la Région de Vitré (COPAVIT). Dans le bassin du Gouessant, deux principales coopératives émergent à cette période : la Cooperl, pour faciliter l'achat et la vente des porcs et porcelets, et la Coopérative Unodet qui fournit l'alimentation du bétail. Toutes ces structures facilitent et accompagnent le mouvement général d'accroissement des volumes produits par actif.

En 1962, la Politique Agricole Commune (PAC) est créée et facilite ces premiers mouvements d'accroissement de la productivité physique du travail. Parmi les principaux objectifs fondateurs de cette politique se trouvent l'augmentation de la production, la stabilisation des marchés agricoles et la garantie de revenus satisfaisants pour les ménages agricoles. Pour atteindre ces objectifs, cette politique se dote d'outils de régulation comme des prix garantis, des droits de douane variables ou encore des aides à l'export, afin de stabiliser et de sécuriser les prix (en particulier ceux des céréales et du lait de vache) (Vellas, 1958; Kroll, 1987).

Comme nous l'avons vu, les exploitations agricoles du bassin du Gouessant de l'époque sont comparativement plus petites que celles du bassin rennais. Les agricultures des deux petites régions vont donc s'engager dans le processus d'accroissement de la productivité physique du travail, mais de manière néanmoins différenciée, en raison de ces écarts de surface disponible par actif.

[30] Loi n° 60-808 du 5 août 1960 d'orientation agricole, JO du 7 août 1960.

b) Moto-mécanisation, intensification fourragère et mouvements de spécialisation

Les débuts de la moto-mécanisation conduisent à modifier les systèmes de culture. Les rotations culturales sont adaptées avec la disparition de l'avoine, qui était destinée aux chevaux. L'avoine est remplacée dans les rotations par l'orge d'hiver, dont les nouvelles variétés proposées aux agriculteurs présentent de plus forts potentiels de rendement que l'orge de printemps. La navette, dont la culture est intensive en travail, est rapidement abandonnée et laisse la place à d'autres dérobées, telles que le colza fourrager. En outre, durant la seconde moitié des années 1950, le ray-grass d'Italie (RGI) remplace progressivement le trèfle en dérobée, plus météorisant[31]. Le ray-grass d'Italie permet alors aux familles de constituer des stocks fourragers pour les périodes d'étiage estival ou hivernal et présente en outre des rendements supérieurs à ceux des foins obtenus sur prairies permanentes. Ils sont aussi pâturés en complément des prairies permanentes durant l'automne. Ces RGI sont exigeants en azote, mais leur culture est rendue possible par des prix de l'engrais azoté alors relativement faibles à l'époque. Les plantes sarclées quant à elles, en tête de rotation, se maintiennent.

Sur les sols limoneux et profonds, les rotations types pratiquées deviennent (figure 29) : [betterave ou pomme de terre // blé // orge d'hiver / colza fourrager$_{dérobée}$ // orge de printemps / RGI $_{12mois}$].

Sur les sols argileux, moins profonds, la plante sarclée majoritaire reste le chou et les rotations deviennent : [chou // orge de printemps / RGI $_{12\ mois}$ // blé // orge d'hiver / colza$_{dérobée}$].

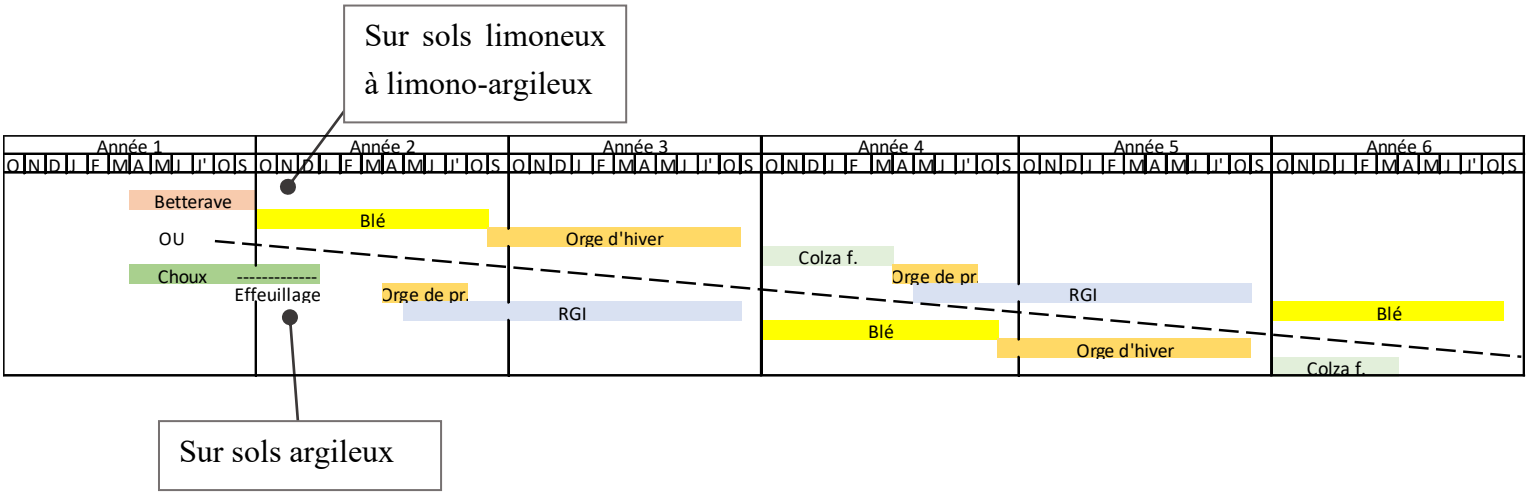


Figure 29 : Rotations culturales typiques dans les deux petites régions d'étude durant les années 1960. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.

[31] La météorisation désigne l'accumulation anormale de gaz dans la panse d'un bovin, pouvant conduire à la mort de l'animal en l'absence d'intervention.

En cœur d'interfluve large, et ce à partir des années 1965, les prairies permanentes sont retournées et converties en terres labourables. Cette pratique permet d'augmenter la production fourragère par unité de surface, en implantant notamment des prairies temporaires de ray-grass anglais et trèfle blanc, amendées à partir de fumier et d'engrais azotés de synthèse, qui garantissent des rendements et une qualité d'herbe supérieure à celles des prairies permanentes. En revanche, au sein des parcelles présentant des sols plus hydromorphes[32] en fond de vallées ou bien sur les versants argileux – en particulier au sein des interfluves étroits – les prairies permanentes se maintiennent.

Pour faciliter le passage des tracteurs et des équipements, les pommiers complantés dans les parcelles sont progressivement arrachés.
L'utilisation d'engrais minéraux de synthèse est de plus en plus importante, car son coût est à l'époque relativement limité. Les changements des espèces cultivées, des techniques pratiquées et l'utilisation plus importante d'engrais permettent d'accroître les rendements, qui atteignent jusqu'à 40 quintaux par hectare pour le blé et 20 quintaux par hectare pour l'orge sur les parcelles à plus haut potentiel.

Avec l'agrandissement progressif des exploitations et l'accroissement des rendements fourragers, le nombre de vaches s'accroît. Ces dernières restent majoritairement de race Normande dans le bassin du Gouessant, mais une race à plus haut potentiel de production laitière, appelée Française Frisonne Pie Noir (F.F.P.N) est introduite dans les grandes exploitations du bassin rennais dès les années 1960. Les vaches continuent à pâturer au printemps, mais l'arrivée des clôtures électriques facilite le pâturage des animaux, qui n'ont alors plus besoin d'être surveillés ou conduites individuellement au piquet. Le troupeau de vaches est alors parqué dans des parcelles sur lesquelles des rotations régulières sont réalisées. Ces changements conduisent à modifier le calendrier fourrager. Durant la période estivale, lorsque l'herbe des prairies permanentes devient moins abondante, le troupeau pâture le RGI aux heures les moins chaudes et est affouragé avec des feuilles de choux et de betteraves le reste de la journée. Avec le développement des prairies temporaires à base de ray-grass anglais et de trèfle blanc – plus productives - cette pratique va toutefois être progressivement abandonnée, pour ne consacrer les RGI qu'à la fauche et à la constitution de stocks fourragers (foin puis ensilage). Le ray-grass anglais se prête en effet beaucoup mieux à la pratique du pâturage. Si le calendrier fourrager est peu modifié en automne, les vaches sont essentiellement affouragées avec du colza fourrager – récolté et distribué en vert – durant l'hiver, en complément du foin qu'elles reçoivent dès la fin de l'automne et durant toute la période hivernale.
Ces modifications du calendrier fourrager conduisent à accroître rapidement les rendements laitiers. Ces derniers passent d'environ 2000 à 2500 litres par vache et par an en 1945, à 3500

[32] Sols régulièrement saturés en eau.

litres par vache dans les années 1960. La traite est en outre facilitée par la diffusion progressive de pots trayeurs. Dès lors, le lait n'est plus battu pour fabriquer du beurre, mais vendu auprès des laiteries qui se structurent localement.
Parallèlement à l'élevage bovin, le nombre de truies prises en charge par actif augmente légèrement (jusqu'à 10 truies par actif familial). Ce changement est permis par la réalisation d'investissements pour rénover les porcheries et les anciens bâtiments (les écuries, le cellier), mais aussi grâce aux agrandissements réalisés, qui permettent de dégager de plus grandes surfaces pour la culture des céréales.

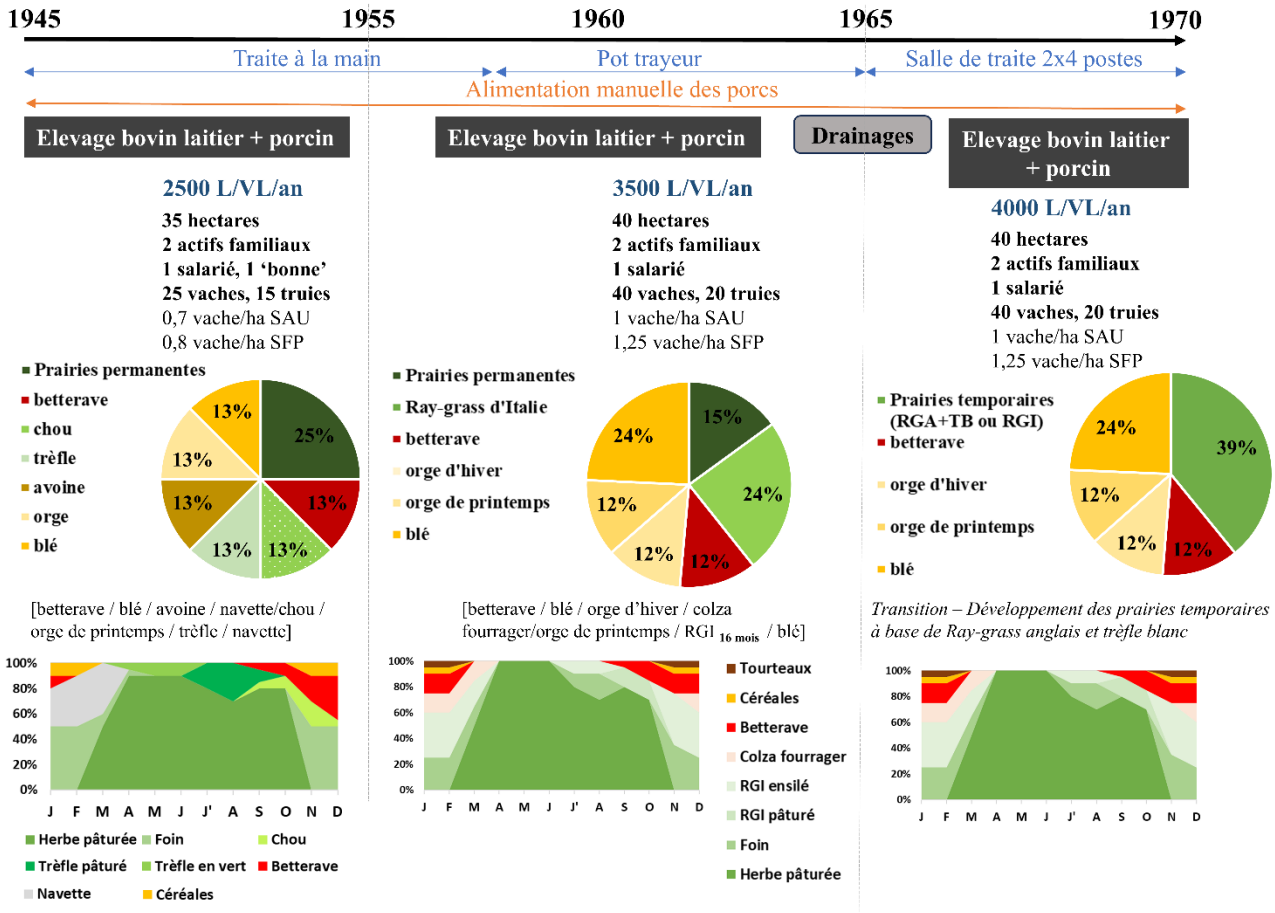
Ce mouvement général n'est toutefois pas embrassé de la même manière au sein des deux petites régions étudiées.
À l'Ouest du bassin rennais, les surfaces agricoles disponibles par actif sont suffisamment importantes pour permettre une orientation progressive d'une majorité des exploitations vers l'élevage bovin laitier.

À l'Est du bassin du Gouessant, les agriculteurs disposent de capacités d'agrandissement plus limitées et de moindres surfaces agricoles par actif, et se tournent plus largement vers une production plus intensive en travail, l'élevage porcin. Pour cela, les animaux sont conduits de manière confinée en bâtiments.
Ainsi, à l'Est du bassin du Gouessant, la disparition progressive des chevaux et l'arrivée des tracteurs (qui conduisent à rendre certains bâtiments caducs) permettent aux familles qui disposent de bâtiments de taille suffisante de les réaménager pour engraisser des porcelets. Ces derniers sont achetés lorsqu'ils pèsent entre 25 et 30 kg en transitant par des structures coopératives comme la Cooperl, chargée de l'achat-vente des porcelets et des porcs. En effet, les entretiens révèlent que les agriculteurs disposant de moindres ressources, établis dans les petites régions agricoles voisines, se consacrent exclusivement au 'naissage'. Les porcelets qu'ils produisent sont ensuite achetés par la coopérative, laquelle les revend notamment aux agriculteurs situés à l'Est du bassin du Gouessant, mieux équipés et dotés de terres à plus fort potentiel, pour assurer leur engraissement. Ces familles les engraissent donc jusqu'à 100kg avant de les revendre à la coopérative. L'engraissement est encore conduit avec une part non négligeable de céréales de l'exploitation, mais les premiers achats d'aliments sont réalisés (céréales complémentaires et concentrés azotés). La ration type des porcs devient alors un mélange à base d'orge moulue et de concentrés azotés. La distribution est toutefois encore exigeante en travail puisqu'il s'agit d'un mélange sec, distribué au seau manuellement.
Dès la seconde moitié des années 1960, les familles qui le peuvent se spécialisent. Elles commencent à construire, en parallèle de l'élevage laitier qui se maintient dans un premier temps, les premiers bâtiments d'engraissement sur caillebotis, qui surmontent une pré-fosse collectant les déjections des porcs sous forme de lisier (mélange liquide d'urine et de fèces). Ces bâtiments présentent en moyenne 100 à 150 places d'engraissement, mais peuvent aller

jusqu'à 600 places dans les plus grandes exploitations. Ces bâtiments permettent d'engraisser un plus grand nombre de porcs charcutiers, mais aussi de faciliter les principales opérations d'élevage. En effet, l'installation de ces nouveaux bâtiments sur caillebotis permet d'évacuer la charge de travail liée au curage des litières paillées. Ces bâtiments sont alors équipés d'une ventilation statique et latérale afin d'évacuer l'air vicié, chargé en poussières et en ammoniac.

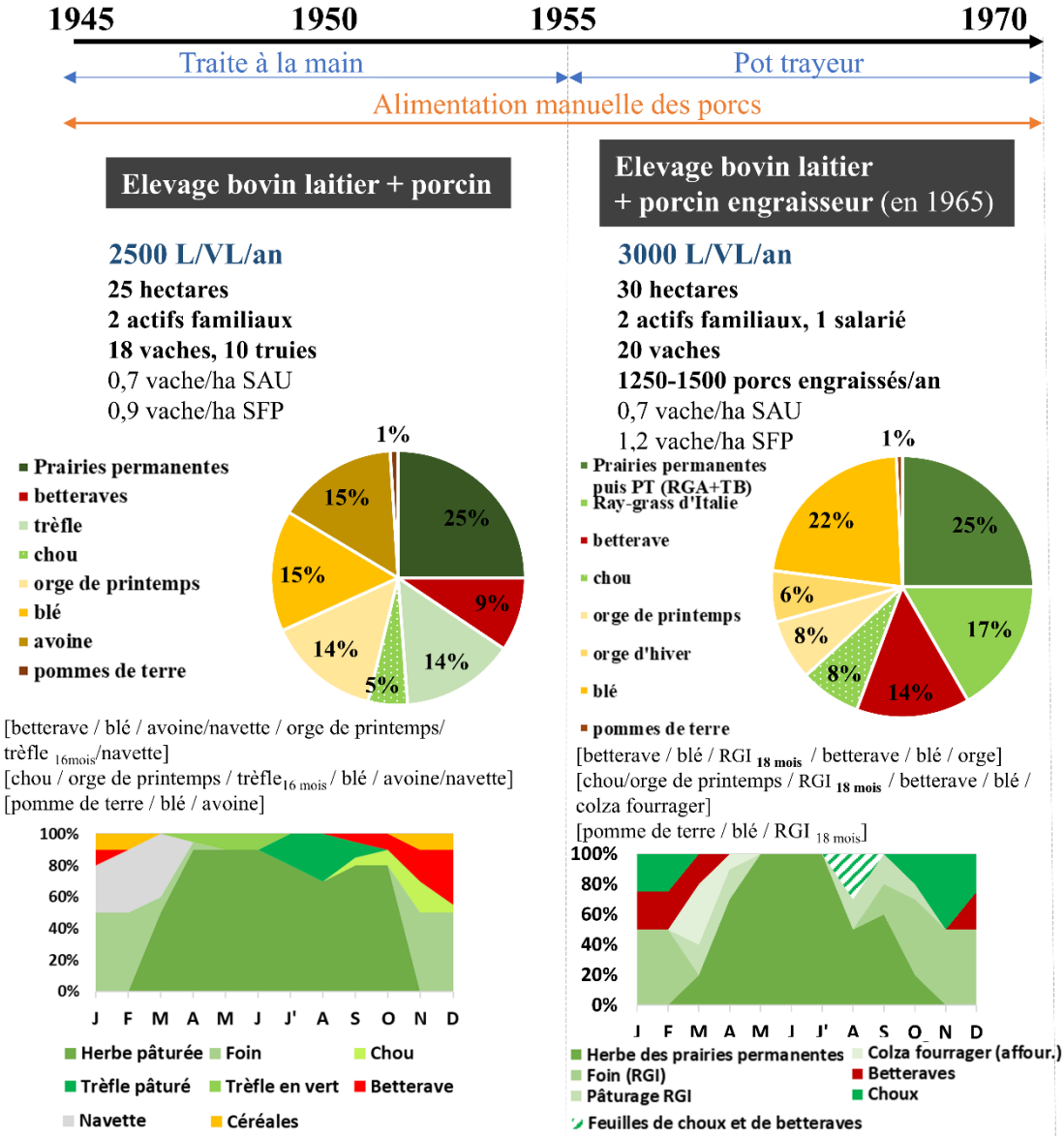
Dès la fin des années 1960, le lien au sol recule dans le bassin du Gouessant. En effet, les céréales de l'exploitation ne suffisent plus pour nourrir l'intégralité du cheptel. Cette décorrélation entre le nombre d'animaux élevés et la surface disponible pour les nourrir conduit en outre à une production d'effluents, et donc de minéraux organiques, supérieure aux besoins des cultures. De plus, la collecte des déjections ne se fait plus sous forme de litière paillée, mais sous forme de lisier, épandu alors en grandes quantités sur les parcelles. Si le lisier possède une forte valeur fertilisante, en particulier azotée, ce dernier ne permet plus d'amender et d'enrichir les sols en carbone comme le faisaient les fumiers. En effet, le lisier n'apporte pas autant de carbone que les fumiers, riches en paille, pourtant nécessaire à l'activité microbienne des sols et au processus d'humification. Les lisiers présentent un rapport C/N déséquilibré et se minéralisent vite. Les éléments minéraux rapidement libérés (nitrates, phosphates, …) dépassent les besoins des cultures, des micro-organismes du sol et du complexe argilo-humique et favorisent le phénomène de lixiviation (perte des éléments minéraux par dissolution et entrainement par l'eau) (Devienne & Garambois, 2013). En outre, ce rapport C/N contribue aussi à accélérer le processus de minéralisation de la matière organique déjà présente dans les sols, puisque les micro-organismes – dont la quantité augmente avec les apports répétés d'effluents d'élevage – puisent le carbone nécessaire à leur survie dans la matière organique des sols (Devienne & Garambois, 2013).

Figure 30 : Evolution type du fonctionnement des grandes exploitations des interfluves larges à l'Ouest du bassin rennais jusqu'aux années 1970. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



L/VL/an : litres de lait par vache et par an ; RGI : ray-grass d'Italie ; RGA : ray-grass anglais ; TB : trèfle blanc

Figure 31 : Evolution type du fonctionnement des grandes exploitations des interfluves larges à l'Est du bassin du Gouessant jusqu'aux années 1970. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



L/VL/an : litres de lait par vache et par an ; RGI : ray-grass d'Italie ; PT : prairies temporaires ; RGA : ray-grass anglais ; TB : trèfle blanc

c) Les premiers mouvements de spécialisation s'accompagnent d'un renforcement de la différenciation sociale

Dans ce contexte, les exploitations agricoles des deux bassins se sont progressivement spécialisées. Néanmoins, toutes n'ont pas pu s'engager de la même manière et aussi rapidement dans les dynamiques décrites précédemment, faute de moyens et d'un accès important aux terres labourables.

La figure 32 présente en détail la différenciation technique existant entre les principaux systèmes de production de l'époque au sein du bassin rennais.
Les grandes exploitations situées au cœur des interfluves s'agrandissent, atteignant jusqu'à 40 hectares, et parviennent ainsi à maintenir un cheptel bovin laitier tout en développant un élevage porcin de type « naisseur-engraisseur ». Les deux actifs familiaux — qui emploient un ouvrier agricole — disposent de plus de 75 % de terres labourables. Cette configuration leur permet d'introduire des surfaces importantes de cultures fourragères, mais aussi de cultures céréalières. Le chargement bovin est accru grâce à des modifications du calendrier fourrager, portant le cheptel à 30 à 40 vaches laitières. Parallèlement, l'augmentation des surfaces en céréales favorise le développement d'un élevage porcin en système « naisseur-engraisseur », permettant l'engraissement de l'ensemble des porcelets sur l'exploitation. Les anciennes porcheries sont alors réservées aux truies, tandis que des investissements complémentaires permettent de reconvertir d'anciens bâtiments en ateliers d'engraissement. Toutefois, la majorité des investissements demeure consacrée à l'élevage bovin. Les étables sont cimentées et aménagées afin de permettre l'attache des vaches lors de la traite et la distribution du fourrage. Ces exploitations disposent en outre des moyens nécessaires pour investir dans un pot trayeur dès les années 1950.
Comparativement, les exploitations de taille plus réduite des interfluves larges ne disposent que de 50 à 75% de terres labourables et atteignent 15 à 20 hectares. Leur capacité d'investissement étant plus limitée, les agrandissements restent modérés. Bien que ces familles élèvent encore quelques truies, les investissements sont alors prioritairement consacrés à l'élevage bovin laitier (15 à 20 vaches), avec l'investissement dans un pot trayeur au cours des années 1960.
Les familles les plus pauvres des interfluves larges, qui disposent d'une plus grande proportion de terres sur les versants et en fond de vallée, avec une part plus importante en prairies permanentes, se maintiennent avec 10 à 15 hectares. La part de terres labourables dans l'assolement n'est que de 50%, ce qui limite l'implantation des cultures fourragères et le rendement laitier des vaches. Dans ces conditions, ces familles n'ont pas la possibilité d'élever des truies et n'engraissent qu'un porc par an pour l'autoconsommation.

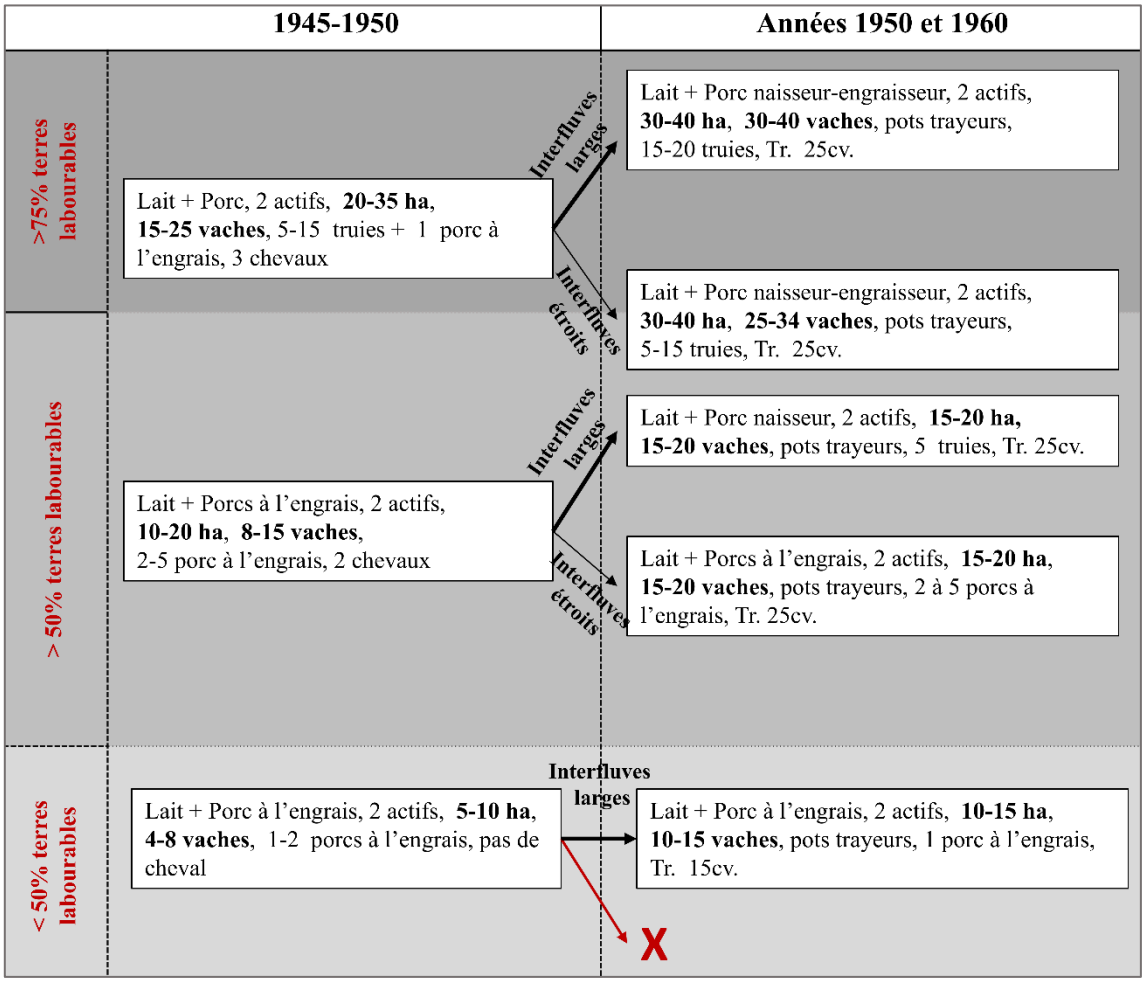
Sur les interfluves étroits du bassin rennais, les plus grandes exploitations ont pu s'agrandir comme leurs homologues des interfluves larges, mais avec des niveaux de chargement bovin et des effectifs porcins néanmoins plus limités. En effet, l'accès aux parcelles limoneuses est plus

limité pour ces grandes exploitations, ce qui se traduit par des rendements fourragers et en céréales amoindris et des rendements laitiers légèrement plus faibles. Cependant, ces familles possèdent un capital suffisant pour embaucher un ouvrier, investir dans un tracteur et dans du matériel en copropriété.

De même, les exploitations de taille intermédiaire des interfluves étroits atteignent la même taille que leurs homologues des interfluves larges. Toutefois, le système fourrager repose plus largement sur l'herbe pâturée, en raison de plus larges parts de prairies permanentes. La plupart des rendements des fourrages sont en outre plus faibles que sur les sols limoneux en cœur d'interfluve et limitent les rendements fourragers ainsi que les rendements laitiers. Le potentiel plus limité des sols ne permet pas non plus à ces familles d'élever plusieurs truies et leurs porcelets, elles engraissent donc uniquement des porcelets qu'elles achètent.

Les très petites exploitations ont quant à elles progressivement disparu, faute de pouvoir poursuivre les investissements.

Figure 32 : Différenciation schématique des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais entre 1945 et 1960. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



Tr. : tracteur de tête

cv. : chevaux (puissance)

A l'Est du bassin du Gouessant, la différenciation socioéconomique entre l'après-guerre et les années 1960 est conditionnée par les surfaces disponibles par actif, les capacités d'investissement des familles, ainsi que par les parts et la qualité agronomique des terres labourables disponibles.

La figure 33 présente la différenciation technique existant entre les systèmes de production de ce bassin à cette période. Elle révèle que les familles disposant des plus grandes exploitations, avec les plus grandes parts de terre labourable (plus de 65%) et les capacités d'investissement les plus importantes sont parvenues à maintenir à la fois un élevage bovin laitier, et un élevage de monogastriques. Plus précisément, parmi ces dernières, celles qui disposent des plus fortes capacités d'investissement parviennent à s'agrandir, à agrandir le cheptel bovin laitier, tout en investissant rapidement dans un bâtiment d'engraissement sur caillebotis de 150 places de porcs charcutiers. En revanche, les familles qui, parmi ces dernières, disposent de moyens comparativement plus limités se maintiennent sur les mêmes surfaces avec un cheptel bovin de taille plus limitée et s'orientent parallèlement plutôt vers un système porcin 'naisseur' et la production de porcelets, car cela requiert moins d'investissement. Elles peuvent en effet conduire quelques truies (10 à 15) dans d'anciens bâtiments dont l'aménagement ne requiert pas de forts investissements.

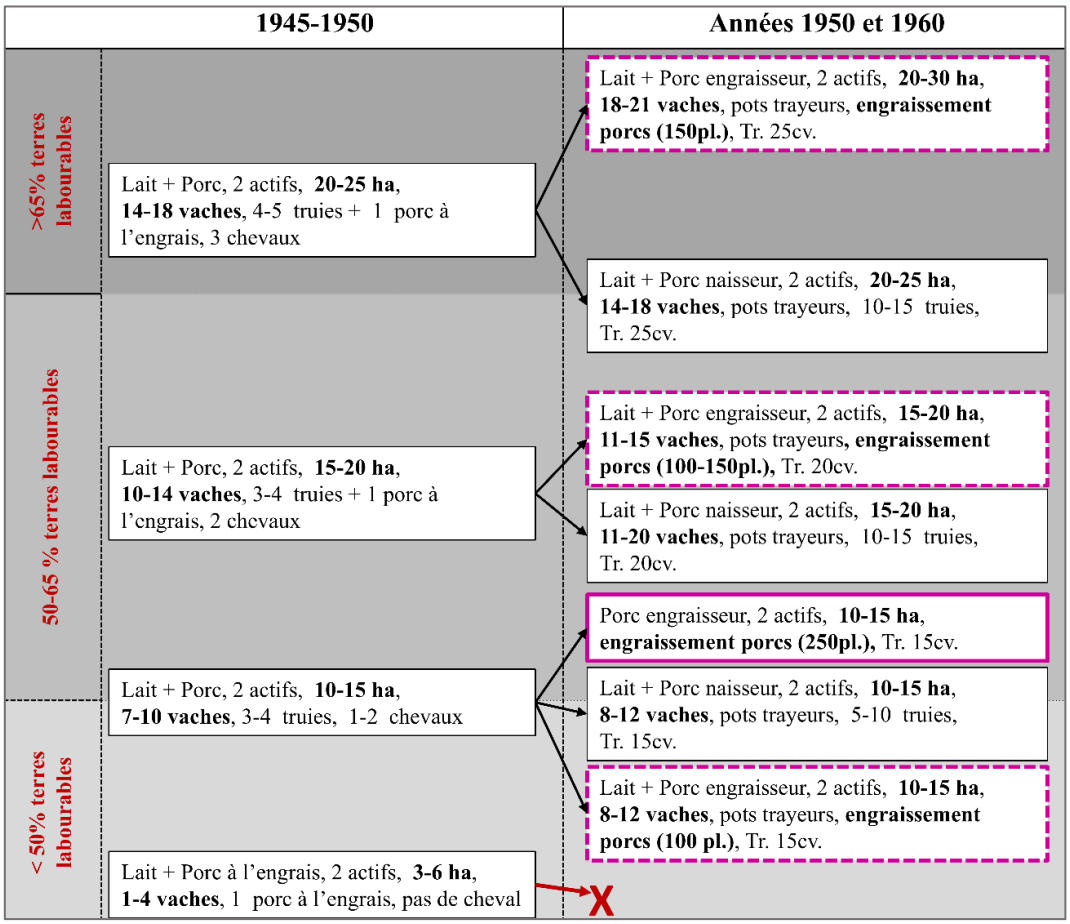
Les familles disposant comparativement d'exploitations de taille plus limitée (15 à 20 hectares) s'orientent plutôt vers l'élevage bovin laitier lorsqu'elles disposent de parts significatives de terres labourables (65%), et n'accueillent que quelques truies en élevage naisseur dans d'anciens bâtiments, dans lesquels aucun investissement conséquent n'est réalisé. En revanche, lorsque ces familles disposent, comparativement, de moindres parts de terres labourables (50%), elles partagent plutôt leurs investissements entre l'élevage bovin et l'élevage porcin. Le cheptel bovin se maintient et l'engraissement de porcelets est assuré en parallèle dans les anciens bâtiments. Ces familles parviennent, à la fin des années 1960, à investir dans un nouveau bâtiment d'engraissement de 100 à 150 places de porcs charcutiers.

Parmi les familles disposant d'exploitation de taille plus limitée encore (10 à 15 hectares), avec 50% de terres labourable, la différenciation et les niveaux de spécialisation se jouent surtout selon la qualité agronomique des terres labourables dont elles disposent. Les exploitations situées sur les versants, qui possèdent toutefois un accès à quelques parcelles à bon potentiel agronomique en cœur d'interfluve, parviennent à accroître légèrement le cheptel bovin et à conduire parallèlement quelques truies (10 à 15) dont les porcelets sont vendus.
Les familles qui, comparativement, ont un accès plus réduit à des parcelles aux sols profonds et à bon potentiel de production concentrent leurs investissements sur l'élevage porcin. Elles investissent dès les années 1960 dans un bâtiment sur caillebotis de 100 places d'engraissement. Le cheptel bovin se maintient dans un premier temps, mais avec peu d'investissements : la traite des vaches est encore réalisée à la main au début des années 1960.

Les familles qui disposent des mêmes gammes de surface, mais sans aucun accès aux terres limoneuses des cœurs d'interfluve abandonnent complètement l'élevage bovin et se spécialisent dès les années 1960 dans l'engraissement de porcs charcutiers. La vente du cheptel bovin et des éventuels équipements associés contribue au financement d'un bâtiment sur caillebotis de 250 places, pour engraisser des porcs de 20 à 100kg.

Les plus petites exploitations qui disposaient de moins de 6 hectares ne sont pas transmises aux descendants, faute de pouvoir poursuivre les investissements, et disparaissent progressivement, rachetées par les familles qui en ont les moyens.

Figure 33 : Différenciation schématique des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant entre 1945 et 1960. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



2.2. L'achèvement de la spécialisation des exploitations au cours des années 1970 et 1980

Les exploitations agricoles du bassin rennais et du bassin du Gouessant sont ainsi pré-spécialisées, respectivement dans l'élevage bovin laitier et dans l'élevage porcin, dès la fin des années 1960. L'introduction de la culture du maïs et les nombreux investissements que suppose l'accroissement de la productivité physique du travail vont toutefois parachever cette spécialisation au cours des années 1970 et 1980.

2.2.1. À l'Ouest du bassin rennais : une spécialisation dans l'élevage bovin laitier, catalysée par l'introduction du maïs fourrage

La recherche d'accroissement de la productivité physique du travail se poursuit dans les années 1970. Ce mouvement repose sur l'augmentation du nombre de vaches laitières et de leur rendement laitier, à la faveur d'agrandissements pour ceux qui le peuvent, et de l'accroissement des rendements fourragers. Cette dernière va reposer sur l'introduction du maïs fourrager dès le début des années 1970.

a) L'introduction du maïs fourrage, conjointement aux travaux de drainage, permet un nouveau saut de production laitière

Des variétés de maïs adaptées aux conditions pédo-climatiques du Nord Bretagne arrivent sur le marché dès la fin des années 1960. Les plus grandes exploitations du bassin rennais réalisent les premiers essais de maïs fourrager dès cette période. Ce dernier est introduit plus largement dans ces grandes exploitations au début des années 1970. Cette introduction du maïs est facilitée par les travaux de drainage qui sont conduits dès la seconde moitié des années 1960. Les drainages permettent de limiter l'hydromorphie des sols les plus argileux et améliorent leurs potentialités agronomiques. Pour ceux qui en ont les moyens, ces travaux permettent de réduire encore les surfaces en prairies permanentes pour accroître les surfaces en terre labourable et de favoriser ainsi une plus large implantation du maïs dans l'assolement. Pour ceux qui disposent de moyens plus limités, ces travaux de drainage ne sont entrepris qu'au cours des années 1980 et limitent souvent l'introduction du maïs. Les travaux de drainage permettent aussi d'implanter des prairies temporaires en proportions plus importantes dans la sole.

Comme le montre la figure 34, l'introduction du maïs modifie en profondeur les assolements et les rotations pratiquées. Le maïs se substitue à la betterave, dont la culture, encore non moto-mécanisée à l'époque, est plus exigeante en main-d'œuvre, notamment en raison des opérations de démariage manuel (semences multigermes). L'orge, qui était distribuée en petites quantités aux vaches durant l'hiver – afin de renforcer leurs apports en énergie – est abandonnée avec l'introduction du maïs fourrager, plus riche. Avec l'abandon de ces cultures et le retournement des prairies permanentes, le maïs peut occuper une place conséquente dans les rotations. Ces dernières sont donc plus courtes que durant les décennies précédentes et deviennent : [maïs /

blé / ray-grass d'Italie-$_{18\ mois}$] et [maïs / blé / prairies temporaires-$_{4\ ans}$]. La technique de l'ensilage, déjà maîtrisée et appliquée depuis la fin des années 1960 aux ray-grass d'Italie, est appliquée au maïs.

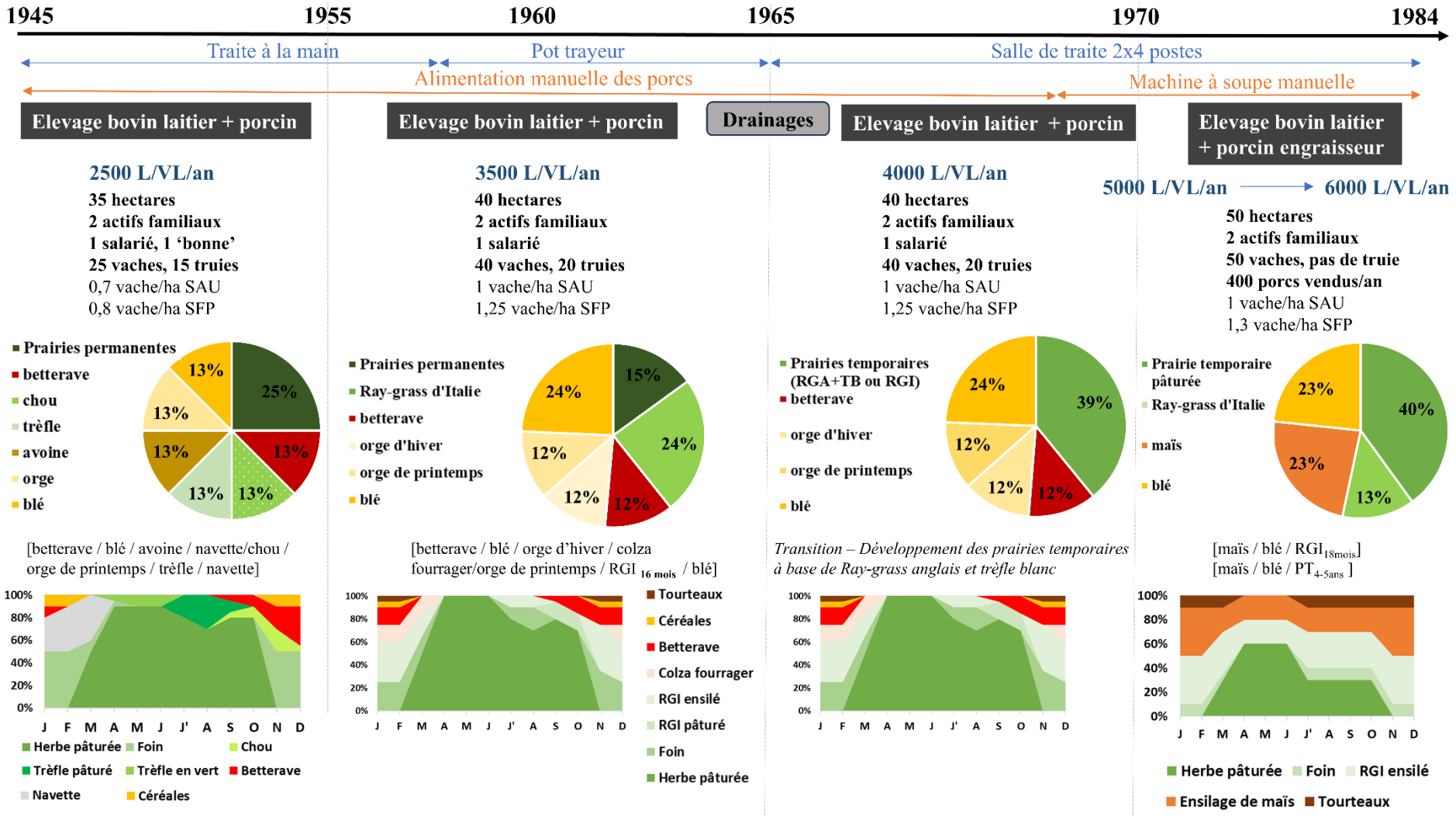
L'ensilage de maïs est introduit dans l'alimentation des vaches laitières, équilibré dans la ration avec des tourteaux de soja importés. Les premiers reculs du pâturage sont observés dès cette époque, dans les années 1970 et 1980. Ces modifications conséquentes du calendrier fourrager permettent d'importants sauts de production laitière. Au sein des exploitations les mieux dotées en cœur d'interfluve large, le silo de maïs reste ouvert toute l'année dès les années 1970. Cela permet de lisser la production laitière, en évitant les baisses d'apports énergétiques durant l'hiver. Parallèlement, les recherches en génétique conduites dans les stations d'expérimentation permettent de sélectionner la race Prim'Holstein pour son potentiel de production laitière important, qui remplace progressivement la race Normande. Le nouveau calendrier fourrager et le potentiel de la Prim'Holstein permettent un accroissement important des rendements laitiers. Les plus grandes exploitations du bassin atteignent des rendements laitiers de 5000 litres par vache et par an dans les années 1970 (figure 34).

L'accroissement de la production s'accompagne de nouveaux investissements pour faciliter la traite et accroître le nombre de vaches prises en charge par actif. Le système de stabulation entravée avec traite au pot trayeur disparaît progressivement et les plus grandes exploitations investissent dès les années 1970 dans des salles de traite de 2x4 postes. L'introduction du maïs ensilage exige aussi la construction de nouvelles infrastructures (silos) pour stocker les fourrages. Ces équipements requièrent donc d'importants investissements. C'est pourquoi, à partir de 1972, des *Plans de Développement* – qui mettent en œuvre les orientations du Plan Mansholt – sont élaborés au niveau communautaire et mis en œuvre en France à partir de 1975. Ces plans visent à moderniser les appareils de production par le biais d'investissements financés par le concours d'aides publiques, sous forme de subventions en capital et de prêts bonifiés (Kroll, 1987; Leroux, 1987). Comme le montrent Bazin *et al*. (1981), le secteur laitier constitue le premier secteur à bénéficier de ces aides communautaires.

Les investissements que nécessite cette intensification fourragère sont conséquents et achèvent ainsi la spécialisation laitière des exploitations qui s'engagent dans cette voie.

Quelques exploitations, moins nombreuses, se spécialisent dans l'élevage porcin à l'Ouest du bassin rennais. Cette spécialisation se fait sur un modèle 'naisseur' : les truies sont élevées tandis que les porcelets sont vendus à 8 jours. Dès les années 1980, ces exploitations ont les moyens d'investir dans de nouveaux bâtiments de plus grande dimension afin d'adopter un modèle 'naisseur-engraisseur', dans l'objectif de conserver au maximum la valeur ajoutée issue de l'engraissement des porcelets. Ces exploitations connaissent alors une évolution semblable aux exploitations porcines en élevage naisseur-engraisseur du bassin du Gouessant, décrites plus loin.

Figure 34 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin rennais jusqu'à 1984.
Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



L/VL/an : litres de lait par vache et par an ; RGI : ray-grass d'Italie ; RGA : ray-grass anglais ; TB : trèfle blanc ; PT : prairie temporaire

b) Face à la surproduction laitière : instauration des quotas laitiers, sans stopper l'accroissement de la production par vache

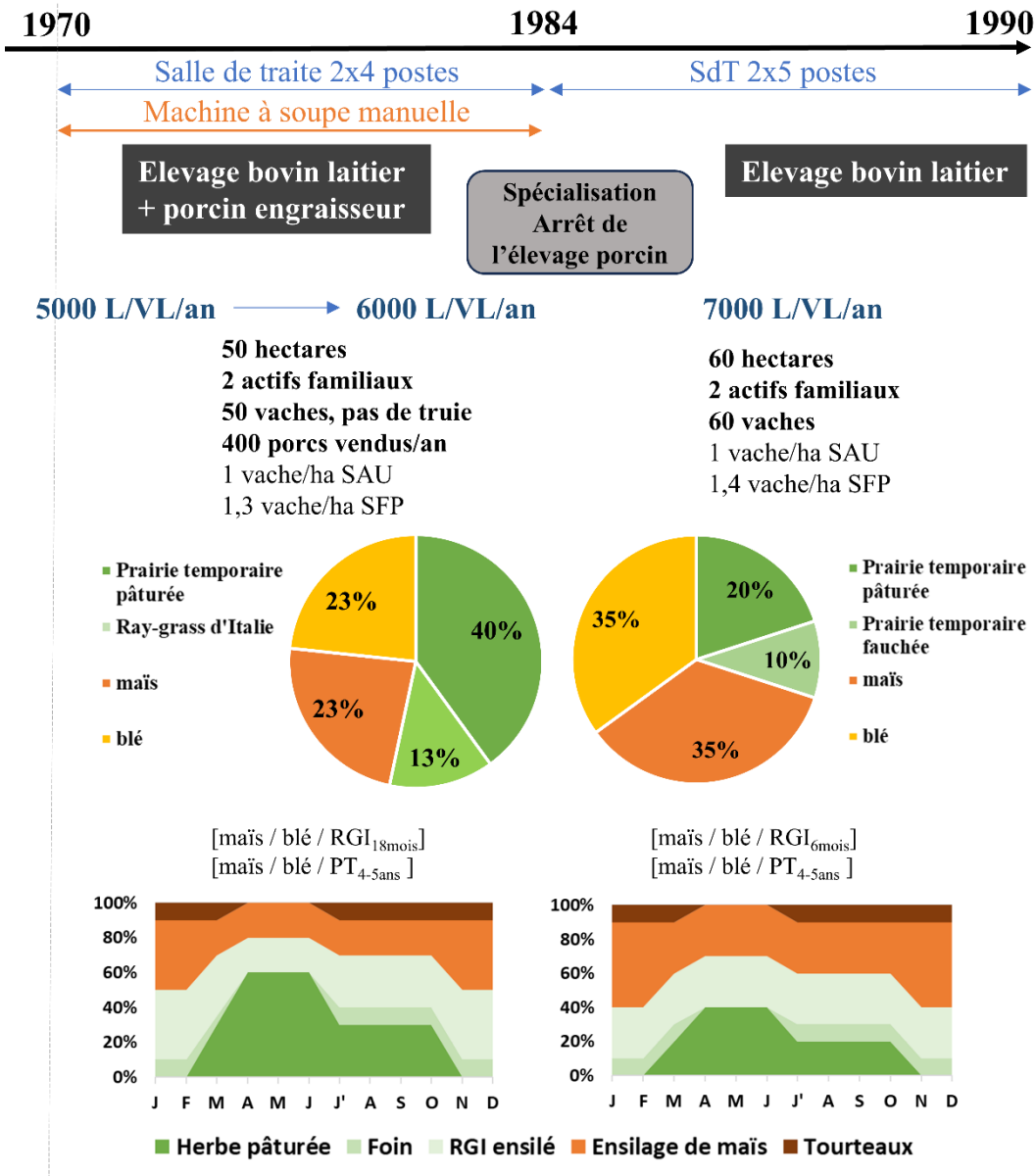
Les mécanismes de soutien de la PAC, engagés depuis les années 1960, favorisent à l'époque l'accroissement rapide de la productivité physique agricole et conduisent, dès les années 1970, à un problème de surproduction, qui concerne en particulier les produits laitiers (Trouvé et al., 2016). Face à ce constat, la PAC impose dès 1984 un contingentement de la production, avec l'instauration de quotas laitiers, en parallèle de primes à la cessation laitière versées aux actifs de plus de 55 ans (Barthélémy et Boinon, 2001). Ces quotas se traduisent par l'instauration de droits à produire en litres par an et de pénalités en cas de livraisons qui dépassent le seuil imposé (Lambaré et al., 2018). Des volumes maximums nationaux sont fixés par chaque État Membre et pour chaque exploitation agricole, en prenant comme référence historique l'année 1981. L'allocation des quotas est gérée, en France, à l'échelle départementale au sein des Commissions Départementales d'Orientation Agricole (CDOA), tandis que les laiteries sont chargées de contrôler les volumes de lait livrés par chaque exploitation. En France, ces quotas sont non marchands, non échangeables entre départements et liés au foncier (Barthélémy et Boinon, 2001 ; Trouvé et al., 2016). Cette spécificité française signifie que les quotas sont liés aux terres agricoles et ne peuvent être vendus. La redistribution des quotas est donc nécessairement liée à des cessations laitières (reprise des terres et des quotas associés avec du fermage) ou à des non-réalisations (Lambaré et al., 2018). Ce mécanisme incite les agriculteurs qui en ont les moyens à s'agrandir, afin de récupérer des volumes de quotas.

c) Introduction du maïs fourrager et capacités d'agrandissement, facteurs de différenciation avant et après les quotas

Avant 1984, les inégalités se creusent entre exploitations agricoles : celles qui vont le plus loin dans le mouvement d'accroissement de la productivité du travail sont celles qui parviennent à introduire des proportions importantes de maïs grâce à un accès à de larges parts de terres labourables, en cœur d'interfluve. Les exploitations agricoles localisées sur les versants des interfluves larges, avec un accès limité aux terres limoneuses, ou bien au sein des interfluves étroits, ne parviennent pas à introduire du maïs dans des proportions similaires. Ces dernières disposent de moyens plus limités et devront attendre les années 1980 pour parvenir à réaliser les travaux de drainage, nécessaires à l'accroissement de la part en terres labourables et à une plus large implantation de maïs. L'écart se creuse donc entre ces exploitations : alors que les premières parviennent à des rendements de 5000 litres de lait par vache dans les années 1970, les exploitations des interfluves étroits ne dépassent pas 4000 litres par vache à la même période.

Avec l'instauration des quotas en 1984, le facteur principal de différenciation devient la capacité des exploitations à récupérer des terres dotées de quotas. Les plus grandes exploitations anticipent, dès le début des années 1980, l'entrée en vigueur des quotas et tentent, d'après nos entretiens, d'accroître au maximum leurs volumes de production à cette période (jusqu'à 6000 litres par vache, avec une introduction massive de maïs et de tourteaux), afin de bénéficier ensuite des meilleures références possibles. Ces grandes exploitations, situées en cœur d'interfluve large, parviennent ensuite à s'agrandir et récupèrent environ 2500 à 3500 litres par hectares. La large introduction de maïs dans ces exploitations permet d'atteindre des rendements laitiers de 7000 litres par vache dans les années 1980. Ces agriculteurs disposent en outre des moyens pour agrandir leur salle de traite : ces dernières atteignent alors 2x5 postes dans les années 1980 (figure 35). Les forts investissements requis pour accroître la production laitière conduisent ces exploitations à cesser l'engraissement des porcs charcutiers à partir de 1984 pour se spécialiser en élevage bovin laitier.

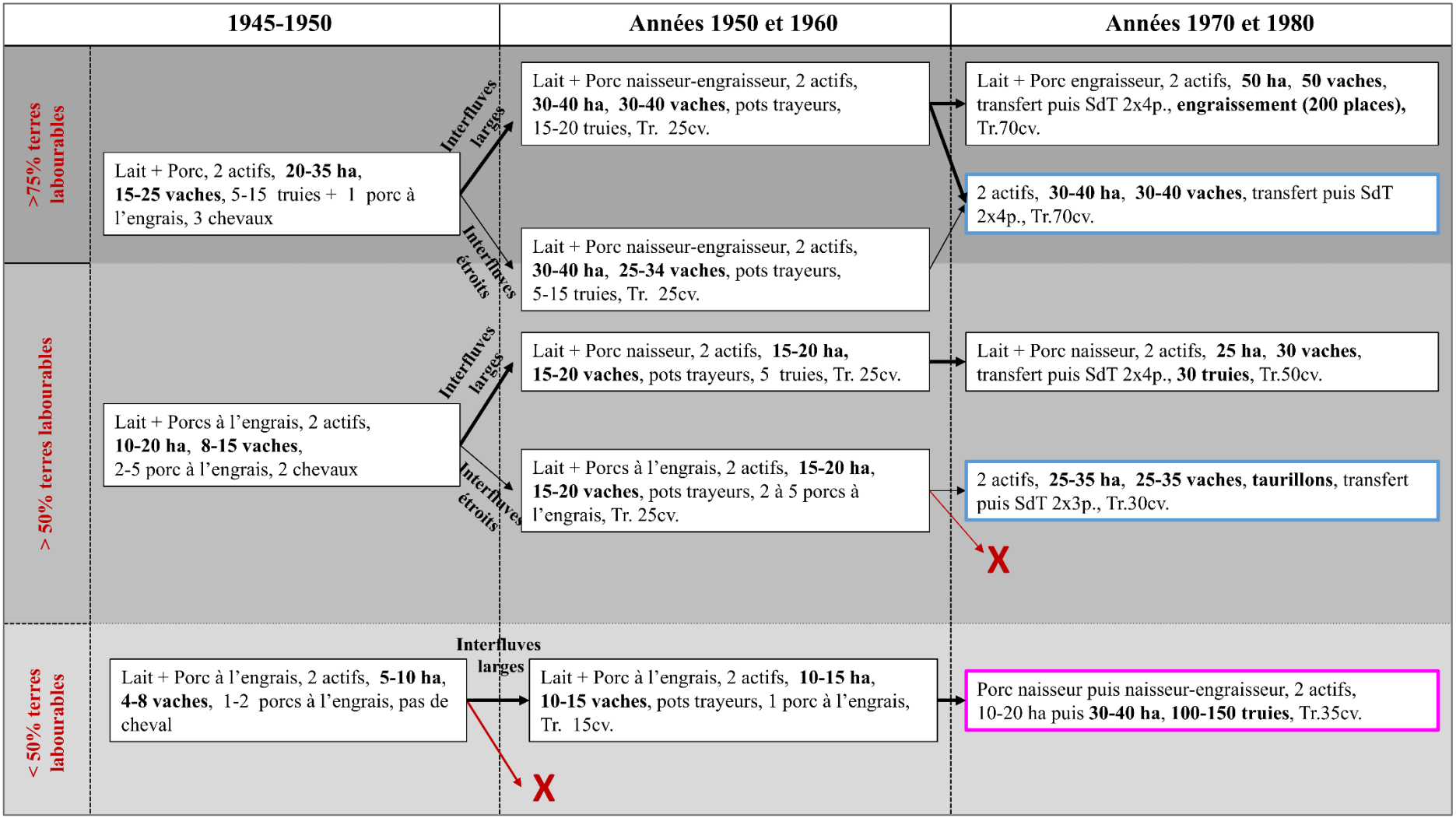
Figure 35 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin rennais jusqu'à 1990. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



Les exploitations des interfluves larges disposant de capacités d'investissement plus limitées n'ont pas les moyens de s'agrandir et de récupérer des volumes de quotas. Ces exploitations sont situées sur les versants, disposent de proportions plus limitées en terres labourables et parviennent à introduire du maïs fourrager dans des proportions plus limitées que la catégorie d'exploitation précédente. Ces familles continuent alors à élever des truies parallèlement à leur élevage bovin laitier et vendent ainsi les porcelets en complément de la vente du lait.
Les plus petites exploitations des versants se maintiennent sur des surfaces beaucoup plus limitées (10 à 20 hectares). Ces dernières n'ont donc pas les moyens de poursuivre l'intensification fourragère et la spécialisation laitière. C'est pourquoi elles se tournent vers l'élevage confiné de monogastriques. Ces agriculteurs parviennent dans les années 1970 à vivre de l'élevage 'naisseur' sans réaliser de forts investissements, et commencent à engraisser les porcelets à partir des années 1980 grâce à des investissements dans de nouveaux bâtiments soutenus par les plans de développement.

Au sein des interfluves étroits, les quelques grandes exploitations disposant de proportions importantes de terres labourables peuvent introduire du maïs fourrager et suivre les dynamiques des grandes exploitations des interfluves larges. Ces dernières se maintiennent néanmoins sur des surfaces légèrement plus limitées (30 à 40 hectares, contre 50 hectares sur les interfluves larges) et abandonnent alors l'activité porcine dès les années 1970.
Pour toutes les autres exploitations, les agrandissements sont souvent difficiles, faute de moyens et d'accès à des terres à haut potentiel de production. L'introduction du maïs se fait alors dans de moindres proportions et les volumes de quotas octroyés sont plus limités. Ces familles se spécialisent dans l'élevage bovin laitier, mais engraissent parallèlement des taurillons comme complément de revenus.
Les plus petites exploitations des interfluves étroits, qui ne parviennent pas à s'agrandir et dont les proportions en prairies permanentes sont trop importantes pour espérer suivre le mouvement d'accroissement de la production laitière, disparaissent progressivement après 1984.

Figure 36 : Arbre de différenciation simplifié des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais entre 1945 et 1990. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



2.2.2. A l'Est du bassin du Gouessant : l'achèvement de la spécialisation dans l'élevage porcin

a) Le marché du porc : un marché non régulé et volatil, face auquel les agriculteurs tentent de se structurer

Alors qu'un grand nombre de productions agricoles sont régulées sur le marché communautaire, à l'instar du lait, le marché porcin reste aligné sur les cours mondiaux et s'avère volatil. Face à la volatilité des prix, les éleveurs porcins s'organisent, dès les années 1960, en groupements et coopératives. Ces mouvements sont soutenus politiquement par le versement d'aides publiques réservées aux adhérents des groupements de producteurs.

Un plan de rationalisation porcine est lancé en 1970 dans l'objectif d'accompagner une évolution structurelle des élevages porcins (Teffène et al., 1998). Ce plan repose sur la construction et la rénovation de bâtiments visant à augmenter la productivité physique du travail, sur la sélection génétique avec l'adaptation de la 'loi sur l'élevage' de 1966 pour le secteur porcin avec la mise en place de stations publiques de développement des schémas de sélection, sur la généralisation du recours à l'alimentation spécifique du bétail et enfin sur l'amélioration des formations des éleveurs et des techniciens (Teffène et al., 1998).

La forte volatilité du marché du porc place néanmoins les négociants et les abattoirs en position de force pour discuter les prix face aux producteurs. Ce contexte pousse d'autant plus ces derniers à renforcer et structurer les collectifs et coopératives. Les producteurs parviennent à mettre en place, dès les années 1970, des marchés au cadran pour assurer une plus grande transparence des prix et assurer une même référence pour tous. En 1973, les éleveurs bretons parviennent à imposer *Uniporc Bretagne*, un syndicat professionnel qui assure la pesée et le classement des carcasses dans les abattoirs. Le Marché du Porc Breton est unifié en 1975 (Teffène et al., 1998). Parallèlement, les coopératives fournissent des moyens de production (aliments du bétail, sélection génétique, équipements pour les bâtiments) et un appui technique aux éleveurs pour les accompagner dans les changements de pratiques. C'est dans ce cadre que se développent la Cooperl, créée en 1968 et Elpor créée en 1975.

b) Un accroissement de la productivité du travail fondée sur l'augmentation du nombre de truies par actif et l'amélioration des performances techniques

À l'Est du bassin du Gouessant, les exploitations agricoles sont déjà majoritairement pré-spécialisées dans l'élevage porcin à la fin des années 1960. Les surfaces agricoles en moyenne plus réduites que dans le bassin rennais, ainsi que les parts en terres labourables à haut potentiel de rendement en moyenne plus limitées, expliquent cette pré-spécialisation. L'introduction du maïs dans les rotations se fait donc plutôt sous forme de maïs grain pour l'alimentation des porcs, et non de maïs fourrager. Ici aussi, les travaux de drainage (dès les années 1970 pour ceux qui en ont les moyens) facilitent une plus large implantation du maïs. Le développement de l'élevage porcin et de la collecte des effluents sous forme de lisier conduisent les familles à

accorder une place de plus en plus importante au maïs grain dans leur assolement. Il s'agit en effet d'une culture au rendement élevé, capable de supporter - sans risque de verse contrairement aux graminées (blé, orge) - les grandes quantités de lisiers de porcs, et donc d'azote organique, épandus. L'orientation progressive des exploitations vers l'élevage porcin entraîne d'autres modifications au sein des systèmes de culture. Les cultures fourragères (chou, betterave, trèfle, …) disparaissent progressivement, au profit des grains. La pomme de terre (commercialisée) est l'une des seules têtes de rotation qui se maintient. Les rotations se raccourcissent alors considérablement durant ces décennies et deviennent : [maïs / blé / orge / colza] et [pommes de terre / blé / orge]. L'épandage des lisiers, riches en éléments azotés, ainsi que l'utilisation croissante des engrais de synthèse (engrais azotés, phosphatés, potassiques) favorisent l'accroissement des rendements. Ces derniers atteignent en moyenne 70 quintaux par hectare pour le blé, 55 quintaux pour l'orge et 30 à 40 quintaux pour le colza.

La production porcine connaît un essor important, fondé sur un fort accroissement de la productivité physique du travail. Cet accroissement est permis par l'augmentation du nombre d'animaux pris en charge par actif et par l'amélioration de leur performance (figure 38).
Les performances techniques des truies et des porcelets sont accrues. D'une part, le nombre de porcelets produits par truie augmente considérablement. Le travail génétique effectué par les centres de recherche permet en effet d'accroître le potentiel de fécondité (nombre de portées par truie et par an) et de prolificité des truies (nombre de porcelets nés par portée). Une conduite différente des animaux permet d'exprimer au mieux le potentiel des truies en réduisant la période de l'interœstrus (période entre deux œstrus, ou chaleurs), ce qui implique d'abaisser l'âge des porcelets au sevrage. Alors que les jeunes étaient sevrés à 2 mois dans les années 1960, ils le sont entre 30 à 35 jours dans les années 1980. Cela est permis par l'introduction, dans la conduite des porcelets, d'une période de post-sevrage dans un bâtiment dédié et adapté, avant d'entrer dans la phase d'engraissement. Ces évolutions permettent de passer de 15 porcelets sevrés par truie et par an à la fin des années 1950 à près de 25 porcelets par truie et par an dans les années 1980.
Les performances des porcelets sont elles aussi renforcées. Celles-ci se fondent sur l'augmentation de leur gain moyen quotidien (GMQ) – c'est-à-dire de la masse que gagne en moyenne chaque jour un animal sur une période donnée – et de leur indice de consommation (IC), c'est-à-dire la quantité d'aliments ingérés (en kg) pour prendre un kilogramme de poids vif.

Ces performances techniques accrues reposent sur plusieurs facteurs. Si la sélection génétique effectuée en centres d'expérimentation permet d'accroître le potentiel de production des animaux, ce dernier s'exprime à la faveur de nouveaux bâtiments et d'une conduite adaptée des animaux, et de l'amélioration de la nutrition animale.

L'alimentation des truies et des porcs est adaptée au mieux à chacun de leurs stades physiologiques. Les groupes coopératifs et privés de l'amont proposent à la vente des aliments spécialisés et de plus en plus adaptés précisément aux besoins physiologiques des animaux. Cette division du travail permet à une grande partie des familles qui ne disposent pas de surfaces suffisantes pour produire l'alimentation du cheptel d'avoir accès à des aliments qui maximisent la croissance des animaux. La distribution de l'aliment est elle aussi facilitée. Alors que la distribution était encore manuelle dans les années 1960, des machines à soupe sont installées dès les années 1970 et facilitent la distribution des rations, alors présentées sous forme liquide. Ces machines sont activées manuellement dans les années 1970, mais commencent à être automatisées dans les plus grandes exploitations dès les années 1980, ce qui simplifie d'autant plus la distribution des rations.

Les exploitants qui ont de grandes surfaces et la capacité d'investissement nécessaire produisent l'alimentation du cheptel sur l'exploitation dès les années 1970. L'implantation du maïs grain dans les plus grandes exploitations, à la faveur de larges proportions de terres labourables, se fait alors conjointement à des investissements dans des équipements de fabrication d'aliments. Les agriculteurs produisent du maïs grain humide stocké inerté (à l'abri de l'air) en silo-tour, qui est broyé et mélangé à de l'aliment complémentaire acheté (stocké en silo). Cette fabrication de l'aliment, dite 'partielle' en raison de l'achat de complémentaires, sur l'exploitation permet à ces agriculteurs de limiter les consommations intermédiaires.

La conduite du cheptel est adaptée aux nouveaux objectifs de production. Pour cela, de nouveaux bâtiments sont construits et sont spécialisés selon le stade physiologique des animaux afin de faciliter les interventions humaines : les inséminations des truies, la surveillance des gestations, des mises-bas et de la lactation, du début d'engraissement des jeunes en post-sevrage sous température contrôlée et de l'engraissement des porcs à maturité. Le sevrage plus précoce des porcelets – pour réduire la période entre deux œstrus chez les truies – conduit à l'aménagement de bâtiments de post-sevrage chauffés toute l'année à 28°C. Le chauffage des bâtiments limite le stress thermique des porcelets, plus fragiles, qui pourrait limiter leur prise alimentaire et fragiliser leur statut immunitaire (fragilité face aux pathogènes). Ces nouveaux bâtiments présentent en effet de meilleures performances énergétiques. Le contrôle de l'isolation et des températures est ainsi amélioré, ce qui permet de maintenir une température constante toute l'année et de favoriser la croissance des porcs.

L'organisation de ces bâtiments est pensée pour conduire les animaux '*en bandes*' c'est-à-dire par lots homogènes d'animaux, déplacés d'un bâtiment à l'autre en fonction de leur stade physiologique. À la fin des années 1980, une gestion en 7 bandes et 3 semaines est le plus souvent adoptée, c'est-à-dire que les truies sont réparties en 7 lots et qu'une série de mises-bas a lieu toutes les 3 semaines pour l'agriculteur. Les lots de truies se succèdent dans les bâtiments : la verraterie pour la reproduction, les salles de gestation et les maternités. Les lots de porcelets quant à eux se succèdent au sein de la maternité, des locaux de post-sevrage et du bâtiment d'engraissement (figure 37). L'ensemble de ces évolutions a permis de passer d'une

trentaine de truies prise en charge par actif dans les années 1970, à 60 truies par actif dans les années 1980.

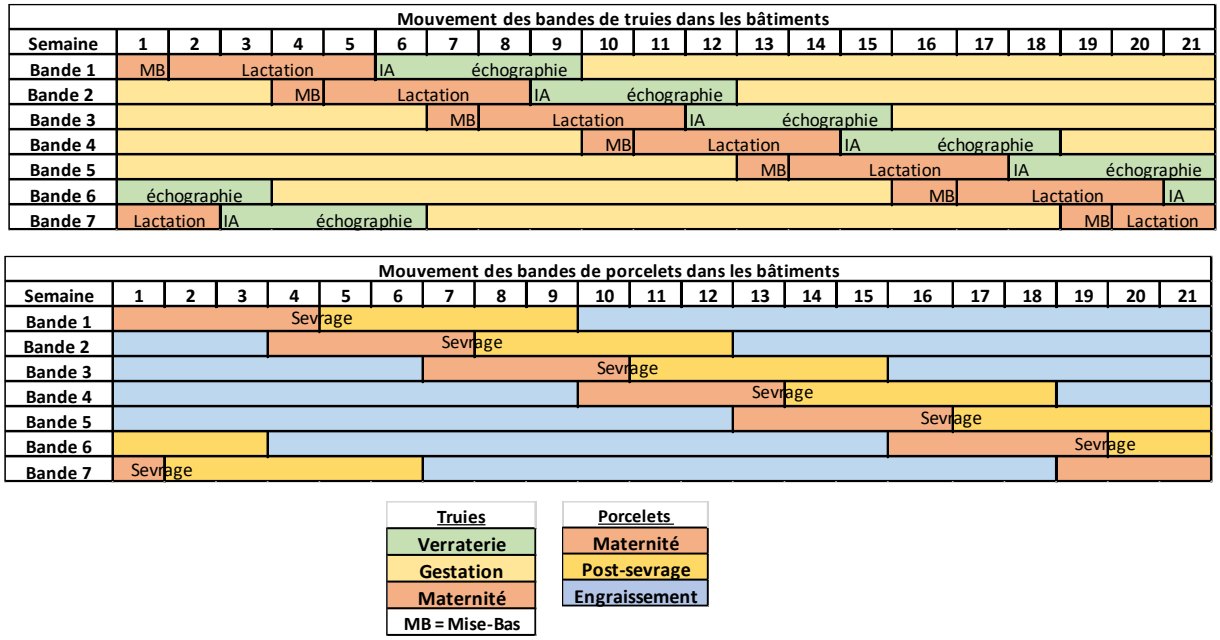


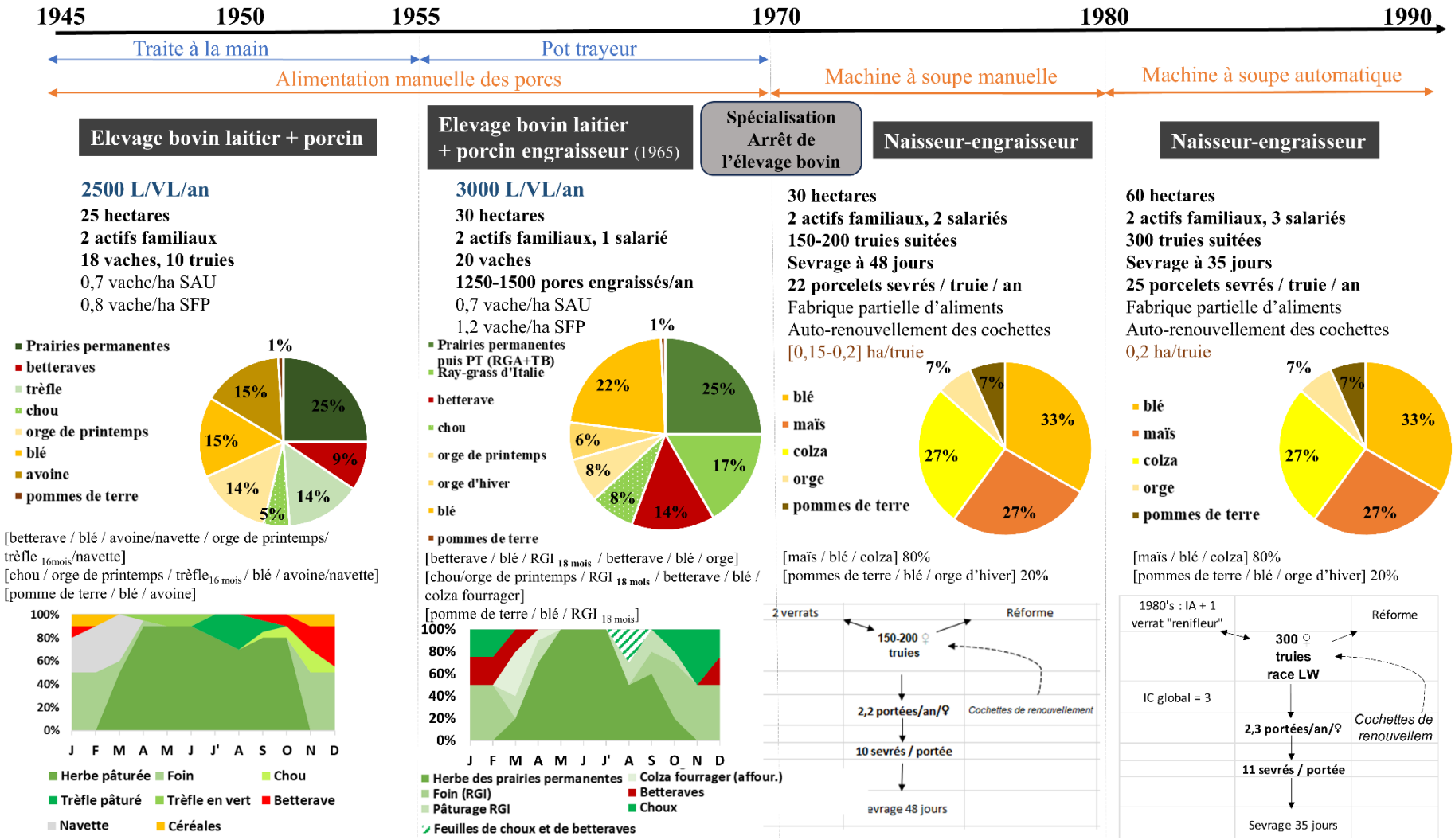
Figure 37 : Mouvement des 7 bandes de truies et de porcelets au sein des différents bâtiments spécialisés. Extrait de Réguer, 2020.

L'amélioration du système de ventilation participe aussi à l'accroissement du nombre d'animaux pris en charge par actif. Alors que la ventilation était statique dans les années 1960 avec ajustement manuel des volets latéraux, les nouveaux bâtiments sont équipés d'une ventilation dynamique. Ce système permet d'augmenter le nombre d'animaux par unité de surface, en améliorant la qualité de l'air (évacuation des gaz nocifs comme l'ammoniac), en régulant la température ou encore en prévenant la transmission de maladies par pathogènes aéroportés.

La gestion des déjections est aussi fortement facilitée avec ces bâtiments qui sont construits sur caillebotis surmontant une fosse à lisier. Ces bâtiments permettent en effet aux lisiers de s'écouler directement dans la fosse. Ces derniers peuvent ensuite être pompés et épandus sur les cultures.

L'ensemble de ces bâtiments et équipements exigent néanmoins des investissements conséquents, qui parachèvent la spécialisation des exploitations et contribuent à expliquer la différenciation observée.

Figure 38 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin du Gouessant jusqu'aux années 1980. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



c) Une différenciation fondée sur les surfaces en terres labourables à haut potentiel de production et les capacités d'investissement

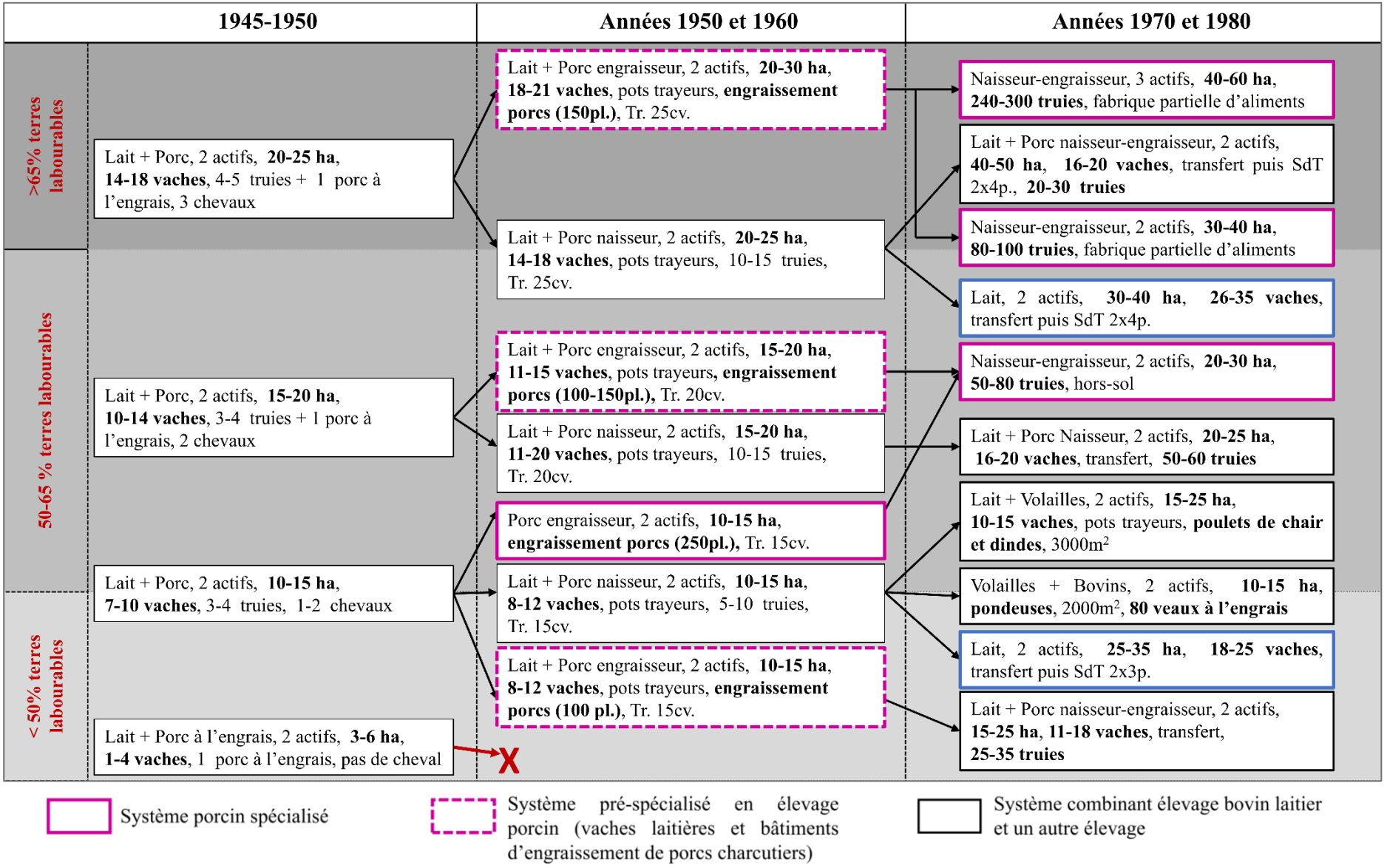
Dans les années 1970 et 1980, la différenciation observée à l'Est du bassin du Gouessant s'explique selon divers facteurs : les surfaces agricoles disponibles par actif, l'accès aux terres labourables et donc la capacité à introduire du maïs, et les capacités d'investissement dans les nouveaux bâtiments (figure 39).

Les agriculteurs qui ont les moyens de réaliser de forts investissements s'agrandissent et se spécialisent principalement dans l'élevage porcin. Plus les agriculteurs ont les moyens, plus ils parviennent rapidement à assurer à la fois les mises-bas et l'engraissement des porcs - c'est-à-dire à conduire les élevages en système 'naisseur-engraisseur' - et à produire une partie de l'alimentation du cheptel.
Les agriculteurs, pré-spécialisés dans l'engraissement des porcs, ne parviennent pas tous à s'agrandir dans les mêmes proportions. Ceux qui parviennent à atteindre 40 à 60 hectares achèvent rapidement leur spécialisation dans l'élevage porcin. Ils abandonnent totalement l'élevage bovin et deviennent dans la foulée 'naisseur-engraisseur' avec 240 à 300 truies. Ces agriculteurs, parmi les plus aisées, disposent de proportions relativement importantes de terres labourables (>65%) et ont les moyens d'investir dans un système de fabrique partielle d'aliments. Les éleveurs qui s'agrandissent, mais de manière moins importante, en atteignant 30 à 40 hectares, suivent le même mouvement de spécialisation en système naisseur-engraisseur avec fabrication partielle d'aliment, mais avec un cheptel plus réduit de 80 à 100 truies.

Les agriculteurs disposant de proportions en terres labourables un peu plus limitées (50-65 %), mais avec des surfaces relativement importantes, parviennent à implanter du maïs fourrage et à accroître la production laitière (rendements laitiers de 5000 litres par vache). Ces derniers se spécialisent donc plutôt dans l'élevage bovin laitier et suivent les dynamiques décrites dans le cas du bassin rennais.
Ceux qui disposent des mêmes proportions de terres labourables, mais de moins de 20 hectares vont emprunter différentes voies en fonction des surfaces disponibles et de leurs capacités d'investissement. Lorsque ces derniers le peuvent, ils investissement dans les bâtiments adéquats et se spécialisent en système porcin naisseur-engraisseur, mais sans fabrique d'aliments. Lorsqu'ils présentent des capacités d'investissement plus limitées, ils maintiennent souvent un élevage bovin laitier, dans des bâtiments et avec des équipements de traite vieillissants (traite au transfert, voire encore au pot trayeur dans les années 1970), conjointement à un système porcin naisseur ou à l'engraissement de volailles. En effet, l'élevage de truies en système naisseur ou bien de volailles requiert d'investir dans un nouveau bâtiment, mais moins coûteux que ceux requis en élevage porcin naisseur-engraisseur.
Les agriculteurs qui se maintiennent sur moins de 15 hectares s'orientent vers de l'élevage exclusivement confiné, hors-sol ou nécessitant les investissements les plus limités en bâtiments : l'élevage de poules pondeuses et l'élevage de bovins à l'engrais.

Les agriculteurs qui ont les surfaces les plus limitées en terres labourables (<50%), mais qui disposent de plus de 25 hectares, parviennent aussi à se spécialiser dans l'élevage laitier en implantant du maïs fourrager. Le maïs est toutefois implanté en proportion plus limitée qu'en cœur d'interfluve, ce qui limite les rendements laitiers à 4000 litres par vache. Les agriculteurs qui disposent de surfaces plus limitées (15 à 25 hectares) maintiennent leur élevage bovin laitier dans des bâtiments vieillissants, et un petit système porcin naisseur-engraisseur avec 25 à 35 truies, sans fabrique d'aliments.

Figure 39 : Arbre de différenciation simplifié des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant entre 1945 et 1990. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



2.3. À partir des années 1990 : abandon progressif des prix garantis et émergence d'enjeux environnementaux

La fin des années 1970 est marquée par la montée en puissance des critiques libérales adressées aux pratiques keynésiennes de régulation des économies. C'est dans ce contexte que des critiques de la PAC émergent progressivement dans les années 1970 lors des négociations commerciales du Tokyo Round, et se renforcent considérablement dans les années 1980 (J.-C. Kroll & Pouch, 2012). Les critiques concernent entre autres les dépenses croissantes et jugées importantes pour le budget communautaire. En outre, des pressions externes s'intensifient : les États-Unis se montrent de plus en plus hostiles face à la PAC et le sujet agricole entre dans les négociations du GATT en 1986, alors qu'il n'était que traité marginalement auparavant (J.-C. Kroll & Pouch, 2012).
Parallèlement, l'utilisation croissante d'engrais de synthèse au cours des années 1970 et 1980 ainsi que l'accroissement des volumes d'effluents produits et épandus par unité de surface conduisent à de fortes pollutions des eaux, en particulier en région Bretagne.
C'est dans ce contexte que de profondes modifications des politiques agricoles et environnementales européennes et françaises ont lieu à partir des années 1990.

2.3.1. La réforme Mac Sharry et la Directive Nitrate marquent le début de profonds changements des politiques agricole et environnementale

a) Les réformes de la PAC en 1992 et 1999 : vers une baisse des prix garantis, compensée par des aides directes couplées à l'hectare

La réforme de la PAC de 1992, dite réforme de Mac Sharry, vise à réduire les dépenses de la PAC au moyen d'une dérégulation de cette dernière. Cette réforme et les suivantes auront un impact important pour l'élevage laitier, régulé et soutenu par des prix garantis depuis les années 1960, contrairement au marché porcin. Cette réforme se traduit par une baisse de certains prix garantis partiellement compensés par des aides directes couplées à l'hectare. Dans un premier temps, cette réforme touche principalement les céréales, avec une baisse des prix garantis de 30% en trois ans (Jacquet, 1993). Les aides directes concernent en particulier les céréales à paille et le maïs, y compris le maïs fourrager. Parallèlement, la réforme de 1992 maintient le régime des quotas laitiers ainsi que la 'restructuration laitière', avec la mise en œuvre de préretraites agricoles qui contribuent à accélérer la libération des surfaces (Jacquet, 1993). Des aides couplées pour soutenir l'engraissement de bovins mâles sont par ailleurs mises en place. La *prime spéciale aux bovins mâles (PSBM)* est instaurée en 1987, elle est versée par tête de bovin mâle de plus de 6 mois, puis de plus de 10 mois à partir de 1993 et de plus de 9 mois en 1999 (Jacquet, 1993; Dubrulle et al., 2023). Dans un contexte de contingentement de la

production laitière, ce soutien encourage certaines exploitations laitières à engraisser leurs taurillons (laitiers ou croisés) à des fins de complément de revenu.

La réforme de 1999 s'inscrit dans le prolongement de celle de 1992 et poursuit la diminution des prix garantis, avec notamment -15% sur les céréales et -20% sur la viande bovine (Trouvé, 2019). Cette réforme est aussi marquée par l'émergence de considérations environnementales et le développement d'une politique de développement rural avec la création du 2nd pilier de la PAC. Les objectifs de ce nouveau volet sont multiples, mais visent en particulier à accompagner la compétitivité et le développement d'activités agricoles qui contribuent au maintien de la vitalité des territoires ruraux tout en veillant à la préservation de l'environnement (Pham & Berriet-Solliec, 2018). Les mesures de développement rural sont de deux types : des mesures qui accompagnent la réforme de 1992, avec des fonds pour soutenir les préretraites agricoles, les mesures agroenvironnementales et les zones défavorisées, ainsi que des mesures pour soutenir la modernisation et la diversification des exploitations agricoles (Règlement CE 1257/1999, 1999). Ces dernières mesures offrent notamment des aides à l'installation pour les agriculteurs de moins de 40 ans, afin d'assurer le renouvellement des générations d'agriculteurs et de leur permettre de mettre en œuvre un projet économique viable (Trouvé, 2019). Elles concernent aussi des aides aux investissements, dans une limite de 40% du montant d'investissement [33]. Dans les bassins étudiés, ces dernières aides ont notamment facilité la modernisation des bâtiments d'élevage, en particulier lors de l'installation des jeunes successeurs.

b) Face aux pollutions de l'eau : émergence de politiques environnementales encadrant les pratiques

Les années 1990 sont marquées par d'importants enjeux environnementaux en Bretagne. La croissance des effectifs, en particulier porcins, conduit à accroître les volumes d'effluents d'élevage épandus, mais aussi à modifier la forme de leur épandage (substitution du lisier au fumier) (Lapierre & Brette, 1981). La simplification progressive des rotations qui a eu lieu durant les décennies précédentes conduit à une plus faible couverture des sols en hiver. Une diminution des parts en prairies permanentes, au profit des terres labourables, et une utilisation croissante d'engrais de synthèse sont en outre observées.

Ces changements conduisent à des pollutions importantes. En effet, les éléments minéraux (nitrates, phosphates, sulfates) sont épandus en quantités considérables, qui dépassent les besoins du milieu et sa capacité de recyclage. En outre, les effluents d'élevage sont de plus en plus épandus sous forme de lisiers, qui présentent une forte valeur fertilisante, mais ne

[33] Règlement (CE) n° 1257/1999 du Conseil du 17 mai 1999 relatif au soutien au développement rural par le FEOGA, JOCE L 160 du 26 juin 1999.

contribuent que très peu au renouvellement de la matière organique des sols. Les lisiers n'apportent que peu de carbone, pourtant nécessaire à l'humification, et leur faible rapport C/N accentue la minéralisation de la matière organique du sol, qui se traduit d'une diminution des taux de matière organique. Or, ce phénomène est lui-même responsable d'une plus faible stabilité structurale des sols et d'une plus faible capacité à stocker les nutriments (Devienne & Garambois, 2013). Les risques de ruissellement et de lixiviation sont ainsi renforcés et peuvent conduire à la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines (entraînement des éléments minéraux solubles).

C'est dans ce contexte qu'émerge, dès les années 1970, une politique environnementale qui appréhende cette problématique sous l'angle de la qualité de l'eau (Devienne & Garambois, 2013). En effet, en 1975, la directive européenne n° 75/440/CEE vise à maintenir la qualité des eaux superficielles avec un plafond de 50 mg de nitrates par litre au-delà duquel les collectivités ne peuvent prélever de l'eau douce superficielle pour la consommation humaine. Il faut attendre 1991 pour que l'Union européenne exige, à travers la directive n° 91/676/CEE du Conseil du 12 décembre 1991, dite 'directive nitrate', la protection des eaux contre la pollution agricole par les nitrates. La directive fixe un délai de quatre ans à partir du 12 décembre 1991 pour élaborer des programmes de reconquête de la qualité des eaux dans les États Membres.

Cette directive nitrate est transcrite en droit français en 1993 et conduit au classement de l'intégralité de la Bretagne en zone vulnérable aux nitrates et à l'élaboration de programmes d'actions à partir de 1996 (national et régional) (Cour des comptes, 2002). Les programmes d'actions introduisent des évolutions réglementaires importantes pour l'agriculture bretonne : chaque exploitation doit établir un plan prévisionnel de fumure en respectant l'équilibre de la fertilisation azotée (organique et minérale), limiter l'épandage d'azote organique à 170 kg d'azote par hectare et par an et respecter des périodes précises d'épandage. Cette application est accompagnée en France d'un *Programme de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole* (PMPOA). Ce programme vise à accompagner les éleveurs dans le financement de diagnostics et de bâtiments permettant d'adapter les élevages aux normes environnementales. La première phase de ce programme, appelée PMPOA 1, s'étend de 1993 à 2000. Néanmoins, ce plan ne concerne dans un premier temps que les élevages présentant plus de 1000 places de porcs charcutiers. Les éleveurs qui ont accès à ces soutiens ne supportent qu'un tiers de l'investissement, le reste est pris en charge à hauteur d'un tiers par les Agences de l'eau et l'autre tiers par les collectivités et l'État. Pour prétendre à ce soutien financier, les éleveurs doivent réaliser un diagnostic environnemental, appelé *Dexel* (Diagnostic environnemental de l'Exploitation d'Élevage).

À partir de 1996, des *zones d'excédent structurel (ZES)* sont définies, il s'agit de cantons où la quantité potentielle d'azote pour l'ensemble du cheptel dépasse 170 kg par hectare et par an. Un seuil d'azote (210 puis 170 kg par hectare et par an) à ne pas dépasser est alors mis en

place[34]. Sur 77 ZES définies en France, 71 se trouvent en Bretagne (Lesselingue, 2016). En 1998, la circulaire Voynet-Le Pensec, et les arrêtés préfectoraux associés limitent l'extension des élevages confinés dans les ZES. Les éleveurs concernés ne peuvent donc plus étendre ou créer de nouveaux élevages. Une première exception à l'interdiction d'extension ou de création d'exploitation dans les ZES est introduite en 1998 pour l'installation des jeunes agriculteurs et pour les exploitations de faible dimension économique (Devienne & Garambois, 2013).

Les mesures environnementales pour limiter les pollutions se poursuivent au cours des années 2000. La directive européenne cadre sur l'eau (DCE)[35] est mise en œuvre en France à partir de 2004 à travers les *Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)*. Cette directive établit un cadre pour la gestion des eaux par bassin hydrographique, et vise à préserver les zones humides et les cours d'eau, non plus uniquement des nitrates, mais aussi du phosphore. Contrairement aux réglementations relatives aux nitrates, il n'existe donc pas, pour le phosphore, de réglementation nationale, mais des prescriptions locales établies dans chaque SDAGE (Commissariat général au développement durable, 2019).
À partir de 2002, la restructuration interne des élevages situés en ZES est rendue possible. Elle permet, à production d'azote organique constante, de substituer une espèce par une autre (de la volaille et des porcs par exemple). En 2005, la restructuration est étendue avec la possibilité de restructuration externe des élevages en ZES. Cette mesure permet de regrouper, sur un même site, les ateliers d'une même exploitation, à condition de n'augmenter ni les effectifs ni l'azote brut produit. Un prélèvement sur le 'quota d'azote' de l'exploitation est alors effectué, de 0% à 20% selon les cas (Devienne & Garambois, 2013).
En 2007, la cour de Justice de l'Union européenne, saisie par la commission, assigne la France à une amende et à trouver des solutions pour 9 bassins versants situés au nord de la Bretagne (dont l'amont du bassin du Gouessant) qui ne respectent toujours pas la directive de 1975 sur la qualité de l'eau. Des '*bassins versants contentieux' (BVC)* sont alors définis et se voient appliquer par arrêté préfectoral des mesures renforcées avec un plafond pour la fertilisation azotée totale (organique et minérale) fixée à 140 kg par hectare et par an. En 2010, le dispositif *Bassin Versant Algues Vertes (BVAV)* est mis en place suite à la prolifération d'algues vertes dans certains bassins bretons, et vise, de la même manière, à renforcer les mesures relatives à la gestion des nitrates dans les versants les plus sensibles (Devienne & Garambois, 2013).

[34] Arrêté du 4 mars 1996 relatif aux programmes d'action à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, JO du 3 avril 1996.

[35] Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, JOUE L 327 du 22 décembre 2000.

c) Depuis les années 2000 : de nouvelles exigences en matière de bien-être animal et de qualité de la viande

Les années 2000 sont aussi marquées par l'émergence de préoccupations et de textes de droit liés au bien-être des animaux. L'élevage est encadré depuis les années 1980 par la directive européenne 98/58/CE relative à la protection des animaux dans les élevages, transposée en droit français par l'arrêté ministériel du 25 octobre 1982[36]. Néanmoins, ces mesures sont renforcées et spécifiquement appliquées à la protection des porcs avec la directive européenne 2008/120/CE du 18 décembre 2008, transposée en droit français par l'arrêté ministériel du 16 janvier 2003 [37]. Cet arrêté exige notamment que les bâtiments soient ouverts et lumineux et que les porcs aient une possibilité de fouissage. Cette mesure est applicable dès 2003 pour les nouveaux bâtiments construits et à partir de 2013 pour les anciens. Elle permet de faire évoluer l'environnement d'élevage des porcs, mais aussi de mieux encadrer les interventions douloureuses comme la castration et la coupe de la queue, par des contrôles et interventions vétérinaires.

Afin de faciliter la mise en œuvre de ces mesures, potentiellement coûteuses, des aides plafonnées sont octroyées. En 2008, des aides sont octroyées pour mettre aux normes les bâtiments des truies gestantes de manière à respecter l'obligation de maintenir les truies en groupe au-delà de 4 semaines après la saillie. Ces aides sont revalorisées à partir de 2010, elles peuvent alors représenter 20% des investissements, mais sont plafonnées à 15.000€ (Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, 2010).

Par ailleurs, des préoccupations liées à la qualité de la viande émergent du côté des consommateurs. Dans ce cadre, le Label Rouge pour la viande porcine est créé dans les années 1990 et se structure plus fortement dans les années 2000. Ce Label constitue aussi une occasion de meilleure rémunération pour les éleveurs qui ont la possibilité de s'engager dans cette voie.

2.3.2. De forts agrandissements dans les grandes exploitations laitières du bassin rennais

a) Une accélération des agrandissements à l'Ouest du bassin rennais, dans un contexte de diminution des prix garantis et d'aides couplées à l'hectare

Le contexte de diminution des prix garantis compensés par le versement d'aides directes couplées à partir de la réforme de la PAC de 1992, visant en particulier les céréales à paille et le maïs, constitue un avantage pour les grandes exploitations agricoles localisées en cœur d'interfluve large (figure 40). En effet, ces dernières disposent de larges parts de terres labourables, où sont cultivés des céréales et du maïs. Les rotations sont modifiées, afin

[36] Arrêté du 25 octobre 1982 relatif à l'élevage, à la garde et à la détention des animaux, JO du 10 novembre 1982.

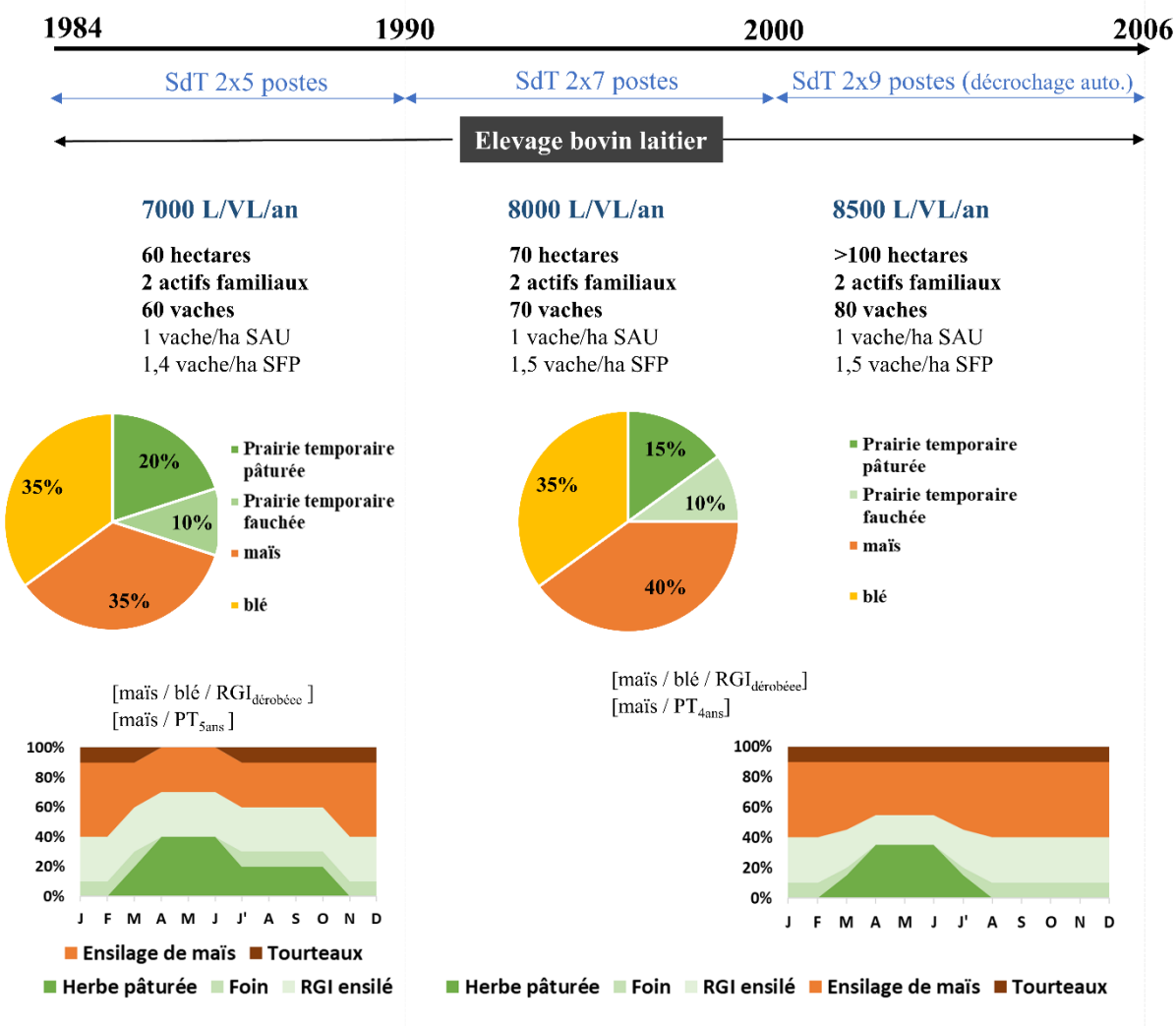
[37] Arrêté du 16 janvier 2003 établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs, JO du 22 janvier 2003.

d'introduire de plus larges proportions de maïs et de céréales à paille, et deviennent : [maïs / blé / $RGI_{dérobée}$] et [maïs / prairie temporaire $_{4\ ans}$]. L'amélioration du potentiel de rendement des variétés sélectionnées, ainsi que l'utilisation systématique d'engrais starter lors de l'implantation des maïs, d'engrais azotés sur le blé, de fongicides et d'insecticides conduit à accroître les rendements. Ces derniers atteignent 80 quintaux par hectare pour le blé dès le début des années 2000 et les rendements en maïs fourrager atteignent 13 tonnes de matière sèche par hectare.

Malgré le contingentement de la production laitière, les exploitations du bassin rennais continuent à augmenter la place du maïs ensilage dans la ration des vaches et à diminuer le pâturage. Cette dynamique est d'autant plus prononcée et facilitée pour les exploitations disposant d'importantes parts en terres labourables. Ces changements permettent d'accroître de manière continue les rendements laitiers qui peuvent atteindre jusqu'à 8500 litres par vache à la fin des années 1990.
Parallèlement, le maintien des quotas et la restructuration laitière encouragent les exploitations qui en ont les moyens à s'agrandir afin de récupérer les quotas associés à ces terres. Cette dynamique permet aux plus grandes exploitations, qui peuvent investir dans des bâtiments et des équipements de plus grande capacité, d'augmenter la taille de leur troupeau. Les salles de traite sont rénovées dans les années 1990 afin d'ajouter des postes de traite et d'atteindre 2x7 postes. Les années 2000 sont marquées, parfois à la faveur de l'installation d'un successeur, par des investissements dans de nouvelles salles de traite avec système de décrochage automatique et jusqu'à 2x9 postes.

La filière avicole se développe dans le bassin rennais dans les années 1990. Il s'agit d'élevage de volailles de chair conduites en système confiné et sous contrat d'intégration, c'est-à-dire que des entreprises spécialisées fournissent les poussins et l'aliment et assurent la collecte des animaux après la période d'engraissement. Ces entreprises proposent aussi progressivement les équipements, tels que des systèmes de ventilation et de distribution de l'aliment, dans l'objectif de réduire le taux de mortalité et d'augmenter les volumes produits.

Figure 40 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin rennais jusqu'aux années 2000. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



b) Une différenciation qui se poursuit au rythme des agrandissements

À l'Ouest du bassin rennais, la différenciation est déterminée dans les années 1990 par deux facteurs principaux. Elle est conditionnée (i) par la capacité des agriculteurs à implanter de larges parts de maïs fourrage et de céréales à paille et (ii) par leur capacité à s'agrandir (figure 41).

Les plus grandes exploitations situées en cœur d'interfluve large, disposant alors exclusivement de terres labourables, sont favorisées par la distribution des aides couplées sur les céréales à paille et le maïs. Ces dernières ont en outre les moyens de s'agrandir dans les années 1990 et 2000. Elles atteignent alors 70 hectares dans les années 1990, et plus de 100 hectares avec plus de 70 vaches au début des années 2000. Ces familles poursuivent le processus d'accroissement de la productivité en cherchant à accroître les rendements laitiers, parallèlement à l'accroissement de la taille de leur cheptel. Le pâturage recule dans la ration des vaches laitières avec l'arrêt du pâturage d'automne, tandis que le maïs et les compléments azotés occupent une place plus importante. Les rendements laitiers atteignent ainsi 8000 litres par vache dans les années 1990 et 8500 litres par vache au début des années 2000. Certaines de ces grandes exploitations font le choix d'accroître un peu moins la taille du cheptel bovin, et investissent dans un bâtiment de volailles de chair de 2000 m^2 dès les années 1990, production particulièrement intensive en travail.
Les grandes exploitations situées plutôt sur les versants ne se sont pas autant agrandies, mais atteignent quand même entre 70 et 80 hectares au début des années 2000. Ces familles ont un accès, bien que plus limité, aux terres à haut potentiel de production fourragère et leur chargement atteint 1 vache par hectare de SAU. Le pâturage d'automne se maintient néanmoins dans ces exploitations et les rendements laitiers ne dépassent pas 7500 litres par vache.

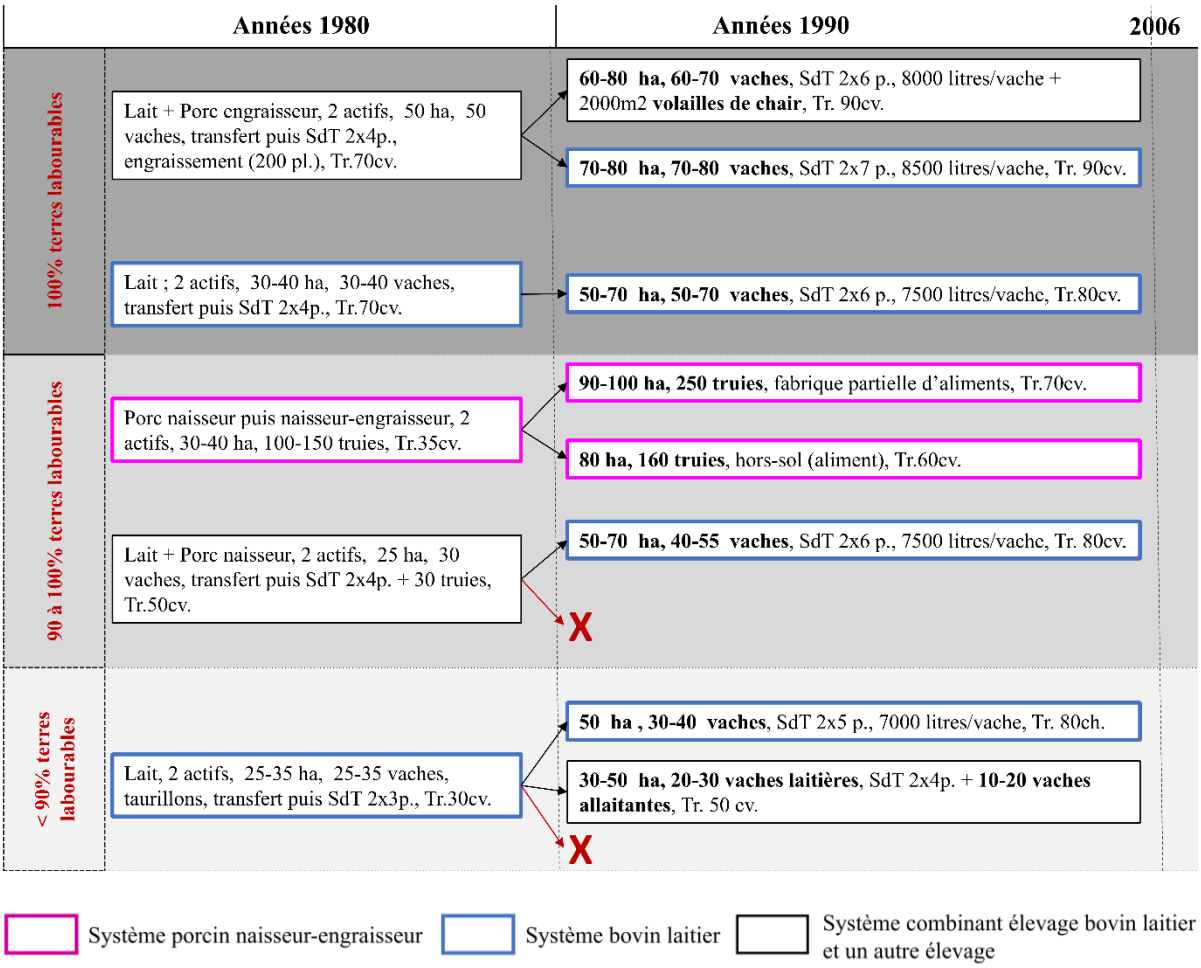
Les exploitations de taille plus limitée des interfluves larges ou étroits ne dépassent pas 70 hectares à cette période. Ces familles parviennent à maintenir une cinquantaine de vaches avec des rendements qui peuvent néanmoins atteindre 7500 litres par vache au début des années 2000. À défaut de pouvoir accroître leur productivité en augmentant la taille du cheptel, ce qui suppose de forts agrandissements dont elles n'ont pas les moyens, ces familles se concentrent sur l'augmentation des rendements laitiers. Ces dernières disposent en effet de plus de 90% de terres labourables et parviennent ainsi à augmenter la part de maïs et de concentrés dans la ration des vaches. Les familles qui sont les plus contraintes pour accroître la part de maïs dans l'assolement se tournent vers l'engraissement de taurillons, en complément de la production laitière, à la faveur de la PSBM octroyée par la PAC.

Les plus petites exploitations des interfluves étroits ou situées sur les versants des interfluves larges, qui disposent de terres à moindre potentiel, atteignent 50 hectares à cette époque. Ces familles maintiennent 30 à 40 vaches pour lesquelles le pâturage occupe encore une place

importante dans la ration (100% au printemps, 60% en automne). Les rendements laitiers ne dépassent donc pas 7000 litres par vache. Celles qui disposent de surfaces encore plus limitées (moins de 50 hectares) et de larges parts de prairies permanentes, notamment en fond de vallée, élèvent 10 à 20 vaches allaitantes parallèlement à la production laitière. Cette double activité se fait à la faveur de la Prime au Maintien du Troupeau de Vaches Allaitantes (PMTVA), aide couplée du premier pilier de la PAC.
Les plus petites exploitations qui ne parviennent pas à s'agrandir et à dépasser 25 hectares, tout en disposant de surfaces encore importantes en prairies permanentes, disparaissent progressivement à cette période. Ces cessations permettent aux exploitants qui en ont les moyens de racheter du foncier, et les quotas associés, et de s'agrandir.

Les exploitations porcines du bassin rennais se spécialisent toutes durant cette période en système 'naisseur-engraisseur', avec une conduite en 7 bandes et un sevrage des porcelets à 28 jours. Les plus grands élevages atteignent progressivement 100 hectares pour 250 truies et leur suite. Ces exploitations disposent quasi-exclusivement de terres labourables et, bien que parfois localisées sur les versants, d'un accès à du foncier en cœur d'interfluve large au potentiel de production élevé. Ces agriculteurs sont en mesure d'introduire de larges parts de maïs grain. Ils peuvent alors produire une partie de l'alimentation des porcs (intraconsommation du maïs produit sur l'exploitation). Les plus petites exploitations atteignent plutôt 80 hectares et 160 truies et leur suite. Elles ont néanmoins accès à des terres à plus faible potentiel de rendement, sur les versants, et ne sont pas en mesure de produire l'alimentation du cheptel : les truies et les porcs sont conduits en hors-sol pour l'alimentation (achats).

Figure 41 : Arbre de différenciation des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais entre 1980 et 2006. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



2.3.3. À l'Est du bassin du Gouessant : différentes stratégies pour répondre aux exigences de la gestion de l'azote et du phosphore organique

a) Façonnage, prêteurs de terre, traitement des lisiers : l'enjeu principal des éleveurs devient la gestion des effluents d'élevage

Le comité de bassin Loire-Bretagne - qui regroupe la direction régionale de l'Environnement (DIREN) et l'Agence de l'eau Loire Bretagne – commence à dresser un état des lieux de la qualité des eaux du territoire à partir de 2004, dans le cadre de l'établissement du SDAGE (Comité de bassin Loire-Bretagne, 2004). Le premier SDAGE est adopté en 2009 et dresse les objectifs locaux pour la période 2010-2015. Ce document indique que le phosphore est, en Bretagne et en Pays-de-la-Loire, source de pollutions dont l'agriculture pèse pour environ 60% (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2009). Le document prescrit alors un ensemble de mesures, dont l'équilibre de la fertilisation à base de phosphore (équilibre entre les besoins prévisibles en phosphore des cultures, et les apports phosphorés organiques et minéraux). Pour cela, cet équilibre est rendu obligatoire lors des demandes de renouvellement des autorisations préfectorales dans le cas des extensions ou restructurations des élevages, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 7 février 2005. L'arrêté peut autoriser un délai de 5 ans pour la mise en conformité (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2009).
Parallèlement, de nombreuses communes du bassin du Gouessant sont classées en ZES, puis ce bassin est classé Bassin Versant Contentieux (BVC) en 2007, associé à des réglementations en matière de gestion des effluents, de conduite des élevages et d'agrandissement renforcées (exemple : plafond pour la fertilisation azotée totale, organique et minérale, abaissé à 140 kg par an et par hectare). Les surfaces agricoles disponibles pour épandre les effluents d'élevage sont toutefois souvent insuffisantes pour respecter les seuils d'azote à ne pas dépasser.

Comme le montrent Devienne & Garambois (2013), différentes stratégies sont adoptées par les éleveurs porcins en Bretagne à cette époque pour s'adapter à ces nouvelles réglementations.

Durant les années 1990 et 2000, les agrandissements deviennent difficiles, voire impossibles, en raison de la circulaire Voynet – Le Pensec. Les éleveurs ne peuvent donc pas accroître les surfaces agricoles dans le but d'épandre leurs lisiers. Ces derniers cherchent alors à exporter une partie de l'azote excédentaire de leur exploitation à travers deux mécanismes principaux : le recours à des 'prêteurs' et l'engraissement à façon (Devienne & Garambois, 2013).
En effet, certains éleveurs porcins épandent leur lisier chez d'autres agriculteurs, alors appelés 'prêteurs de terre'. Il s'agit le plus souvent d'exploitations en élevage bovin laitier, parfois même situées en dehors des communes classées en ZES ou en BVC, dont les volumes d'azote épandus annuellement sont bien inférieurs aux seuils réglementaires. Ces 'prêteurs de terre' bénéficient alors de la fertilisation azotée apportée par les lisiers, épandus à la charge des éleveurs porcins, tandis que ces derniers respectent ainsi la réglementation et ne dépassent pas le seuil de 170 puis 140 kg d'azote épandu par hectare et par an sur leur exploitation.

D'autres éleveurs, en particulier dans les très grands élevages, font engraisser une partie des porcelets nés sur l'exploitation par d'autres agriculteurs. Cette stratégie permet de limiter le chargement animal et donc les quantités d'effluents et d'azote organique produits sur leur exploitation. Dans ce type de contrat, le 'façonneur' reçoit les porcelets et fournit sa force de travail, l'eau, l'électricité et les bâtiments. Il est payé un certain prix fixé par porc, en fonction de ses résultats techniques : l'indice de consommation (IC), la teneur en viande maigre (TVM) dans les carcasses et la masse des porcs vendus. La majeure partie des frais d'élevage, dont l'alimentation, est assurée par le propriétaire qui se charge également de la vente des porcs charcutiers finis.

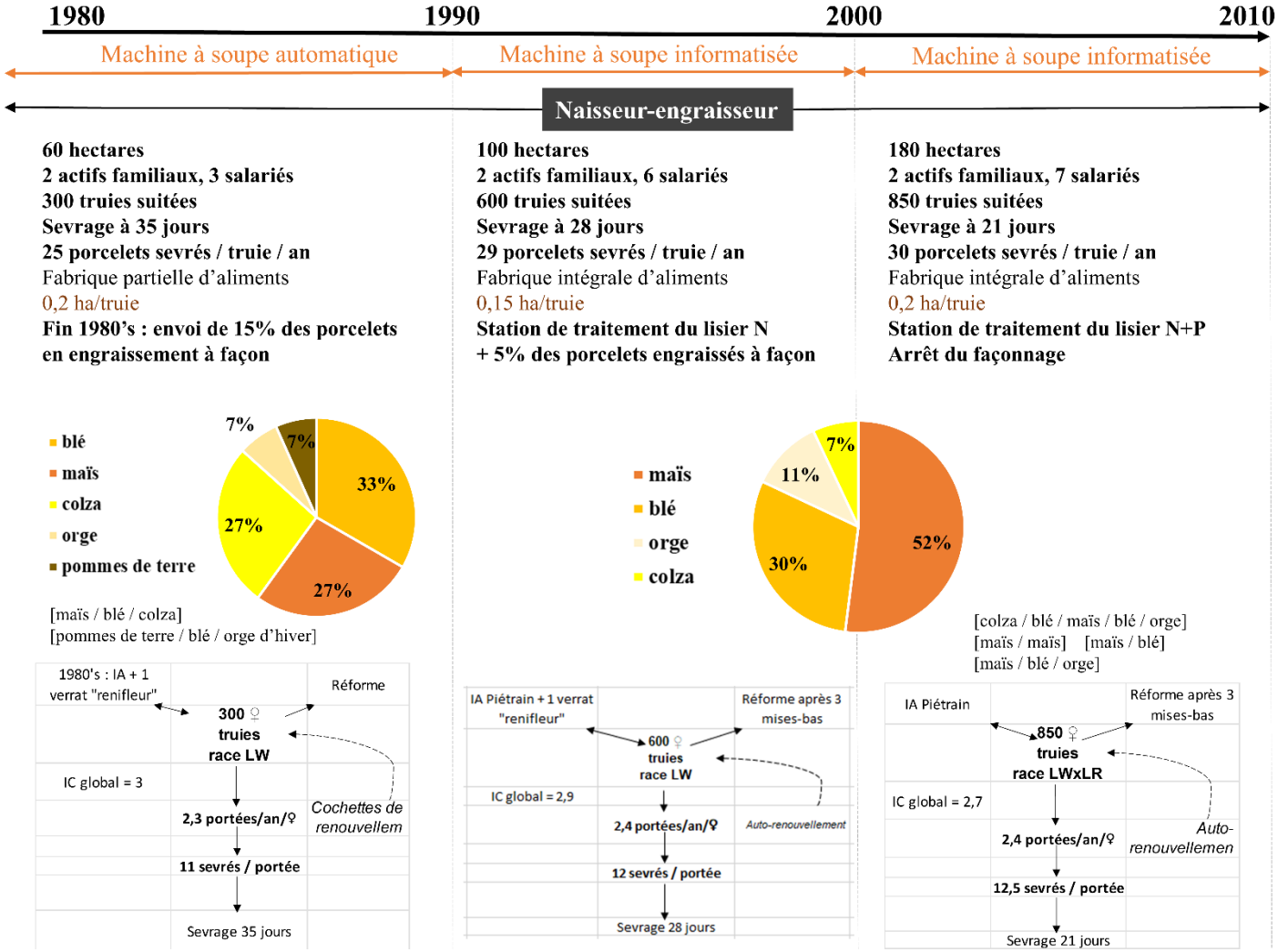
Une autre stratégie adoptée par les éleveurs porcins pour limiter la production d'azote repose sur l'amélioration des paramètres zootechniques (Devienne & Garambois, 2013). La recherche et les industries de l'amont travaillent en particulier pour proposer une alimentation ajustée plus précisément aux besoins exacts des animaux selon leur stade physiologique, afin de limiter les rejets azotés excédentaires dans les déjections. L'alimentation dite 'biphase' voit alors le jour pour faire correspondre les apports nutritionnels aux besoins réels de l'animal, entre la gestation et la lactation pour les truies, et entre la croissance et la finition pour les porcs charcutiers. L'accroissement des performances des truies – qui découle entre autres de ce travail sur les rations ainsi que sur les recherches en génétique – permet aussi de poursuivre l'accroissement de la productivité physique sans pour autant augmenter la taille des cheptels.

Enfin, pour ceux qui en ont les moyens, des solutions technologiques émergent (Devienne & Garambois, 2013). Des stations de traitement biologique du lisier se développent sous l'impulsion de grandes coopératives et en partenariat avec les agriculteurs qui en ont les moyens afin de réaliser les premiers tests. Ces stations permettent de traiter les lisiers biologiquement par nitrification et dénitrification afin d'abattre jusqu'à 70% de l'azote. Deux phases sont alors obtenues : une phase solide, qui concentre une partie de l'azote excédentaire et peut être exportée en dehors de l'exploitation, et une phase liquide, moins concentrée en azote, qui peut être épandue intégralement tout en permettant à l'éleveur de se soumettre à la réglementation. Certaines coopératives se sont organisées afin de récupérer la phase solide et d'en faire des engrais commercialisables. Ces stations sont néanmoins très coûteuses et ne sont donc pas accessibles à tous les éleveurs. Elles ont en outre été subventionnées à hauteur de 40% lors de la première vague du PMPOA, qui a concerné majoritairement les grands élevages.
Avec l'établissement de l'état des lieux de la qualité des eaux locales entre 2004 et 2009 et l'adoption du SDAGE 2010-2015, l'équilibre de la fertilisation phosphorée est, elle aussi, progressivement prise en considération. Cet équilibre apparaît essentiel pour les agriculteurs qui souhaitent demander une autorisation d'extension ou de restructuration. En lien avec les équipes dédiées des entreprises de développement, les stations de traitement sont à nouveau améliorées et adaptées pour traiter aussi le phosphore excédentaire. De nouveaux

investissements sont alors réalisés pour adapter les stations dans les plus grandes exploitations qui en ont les moyens.

De nombreux changements techniques découlent de ces stratégies et sont mis en œuvre durant cette période (figure 42). L'amélioration des indicateurs techniques se poursuit, avec un âge au sevrage qui atteint 21 jours au cours des années 2000. Cette réduction de l'âge au sevrage s'accompagne souvent de modifications des bâtiments et de la conduite des animaux, qui ne s'effectue plus en 7 bandes, mais en 5 bandes. Jusqu'à 13 porcelets sont sevrés par portée tandis que l'indice de consommation est amélioré. Si l'alimentation biphasée se généralise au cours des années 1990 et 2000, les plus grandes exploitations porcines mobilisent déjà dès les années 2000 une alimentation multiphasée, qui permet de diviser encore plus précisément les rations selon le stade physiologique de l'animal : 1er âge, 2ème âge, nourrain, croissance et finition pour les porcs charcutiers.
Dès les années 2000, les plus grandes exploitations parviennent à racheter des élevages et à s'agrandir, à la faveur de montages juridiques ou de l'installation d'un jeune successeur. Ces agrandissements sont activement recherchés par ces éleveurs afin d'engraisser l'intégralité des porcelets produits, sans dépasser les seuils en matière d'épandage d'azote organique. Cela leur permet de cesser le travail à façon, qui leur fait perdre une partie de la valeur ajoutée dégagée par l'engraissement des porcelets.

Figure 42 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin du Gouessant jusqu'aux années 2000. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



N : azote

P : phosphore

b) La politique environnementale et les investissements non productifs qu'elle implique accentuent la différenciation sociale

Ces évolutions réglementaires induisent de nouvelles formes de différenciation entre les exploitations du bassin du Gouessant dans les années 1990 et 2000 (figure 43). À partir de cette période, la différenciation se fonde toujours sur la dimension des élevages ainsi que la capacité des agriculteurs à produire l'alimentation du cheptel (fabrique d'aliments avec intraconsommation de céréales), mais aussi sur leur capacité à se mettre en conformité avec la réglementation environnementale. Cette mise en conformité implique des changements de pratiques et des investissements non directement productifs, dans un contexte de marché non régulé et volatil, qui ne sont pas accessibles dans la même mesure à tous les agriculteurs.

Les plus grandes exploitations porcines en système naisseur-engraisseur, localisées en cœur d'interfluve, parviennent à la fois à maintenir une dimension conséquente, à produire l'alimentation du cheptel et à se mettre rapidement en conformité avec les réglementations environnementales. Elles atteignent en effet entre 60 et 100 hectares selon les occasions d'agrandissement qu'elles ont eu. Ces agriculteurs parviennent à agrandir le cheptel sur le site historique avant 1993 et la mise en place des normes environnementales, et possèdent alors 500 à 600 truies. Les surfaces supplémentaires leur permettent de poursuivre la fabrique d'aliments malgré l'agrandissement du cheptel. Ils investissent en outre dans de nouveaux silos et broyeurs afin de rendre cette fabrique d'aliments 'intégrale'. Cela signifie que l'alimentation est intégralement fabriquée sur l'exploitation, avec une production complète ou partielle (achats) de céréales (maïs, blé, orge), complétée par des achats de tourteaux et de minéraux. L'aliment est ainsi intégralement composé au sein de la fabrique d'aliments et chaque ingrédient (céréales, tourteaux, minéraux) est dosé en fonction des besoins physiologiques des lots d'animaux. Il ne s'agit donc pas d'un simple mélange de maïs avec des aliments complets achetés, comme c'est le cas avec les fabriques partielles d'aliments. Ces investissements leur permettent de limiter l'érosion de la valeur ajoutée liée aux achats d'aliments complets du commerce. Dans la même logique de limitation des consommations intermédiaires, et pour limiter au maximum les risques sanitaires (introduction de microorganismes pathogènes), ces derniers cessent d'acheter des cochettes de renouvellement et élèvent leurs propres cochettes à partir des portées nées sur l'exploitation. Après 1993, ces grandes exploitations sont parmi les premières à s'équiper d'une station de traitement des lisiers. Une partie des porcelets (5%) reste malgré tout engraissée à façon, en raison du manque de place dans les bâtiments existants, qui ne peuvent pas être agrandis en raison des règles environnementales alors en vigueur.

Ces grandes exploitations parviennent ensuite à s'agrandir à la fin des années 2000 en rachetant des exploitations qui ne disposaient pas de repreneur. Ces dernières atteignent alors 130 à 180 hectares pour 710 à 850 truies. Ces agrandissements se font après enquêtes publiques et sont souvent justifiés par la nécessité de faire fonctionner la station de traitement au maximum de

sa capacité grâce au rapatriement de certains engraissements sur le site historique. La fabrication d'aliment se poursuit et des investissements sont rapidement réalisés pour moderniser la station de traitement du lisier et permettre aussi le traitement du phosphore.

Les exploitations de taille intermédiaire situées sur les sols argilo-limoneux des versants ne disposent pas de surfaces aussi importantes que la catégorie précédente ni de capacités d'investissement aussi conséquentes. Elles ont alors plutôt recours au façonnage ou à la copropriété pour investir dans une station de traitement du lisier afin de se conformer aux réglementations environnementales.

Les élevages en système 'naisseur-engraisseur' (80 à 100 truies), qui disposent toutefois d'un accès aux terres limoneuses en cœur d'interfluve, parviennent à atteindre 150 à 200 truies au début des années 1990, en conservant 40 à 50 hectares. Ces éleveurs n'ont pas les moyens d'investir dans une station de traitement des lisiers et envoient une partie des porcelets en engraissement à façon. Ces derniers parviennent néanmoins à s'agrandir dans les années 2000 pour atteindre 80 à 120 hectares pour 200 à 300 truies. La fabrique d'aliments partielle est maintenue.

Les agriculteurs en élevage porcin hors-sol, qui disposent de terres au potentiel de production plus limité, augmentent la taille de leur cheptel jusqu'à 200 à 250 truies hors-sol, sur des surfaces qui restent limitées (25 à 30 hectares). Ces agriculteurs investissent toutefois en copropriété dans une station de traitement du lisier. Ils se maintiennent avec 25 à 60 hectares dans les années 2000, mais parviennent, grâce à la station de traitement, à accroître leur cheptel avec 270 à 360 truies.

Les petites exploitations situées sur les sols les plus argileux des versants ou sur les sols hydromorphes en fond de vallée parviennent difficilement à s'agrandir, faute de moyens financiers, et ont recours aux prêteurs de terre pour se conformer aux réglementations environnementales. Par la suite, l'émergence du Label Rouge permet, à celles qui ont tout de même les moyens de réaliser les investissements adéquats, de se conformer plus facilement à cette réglementation, tout en améliorant leur création de valeur (prix d'achat en Label Rouge plus élevé).

Il s'agit des familles qui continuaient à combiner élevage laitier et élevage porcin naisseur et qui se spécialisent en élevage porcin naisseur-engraisseur au début des années 1990. Elles élèvent alors 90 à 120 truies sur 20 à 40 hectares, tout en hors-sol, avec un recours à des prêteurs de terre.

Celles qui en ont les moyens parviennent à racheter des terres dans les années 2000 et atteignent 40 à 60 hectares avec 170 à 260 truies hors-sol. Elles réalisent alors des investissements afin de passer en Label Rouge et de bénéficier de meilleurs prix malgré une taille de cheptel limitée. Ces investissements permettent de réaménager les bâtiments, dans lesquels une surface plus importante par porc charcutier est exigée par le cahier des charges du Label Rouge.

Celles qui ont des moyens plus limités ne parviennent pas ou peu à s'agrandir, ne peuvent s'engager dans ce processus de labellisation et se maintiennent avec 30 à 60 hectares, 120 à 200 truies et un recours à des prêteurs de terre.

Enfin, les petites exploitations qui combinaient élevage laitier et engraissement de porcs sur 15 à 25 hectares et qui n'ont pas pu être agrandies disparaissent. Celles qui sont parvenues à s'agrandir et atteignent 30 à 50 hectares poursuivent avec de l'élevage laitier et un petit système naisseur-engraisseur avec 35 à 50 truies, mais dans des bâtiments vieillissants et adaptés par leur soin à peu de frais. Elles disparaissent progressivement dans les années 2000, faute de pouvoir s'agrandir, poursuivre les investissements dans de nouveaux bâtiments et réaliser les mises aux normes 'bien-être' de l'élevage porcin. Ces agriculteurs cèdent alors leur foncier en fermage aux plus grandes exploitations en recherche de sites d'engraissement.

Dans le cas des élevages laitiers de l'Est du bassin du Gouessant, leur production d'azote organique est plus limitée. L'enjeu de mise en conformité avec les réglementations environnementales est donc moins important que pour les élevages porcins. À l'instar des dynamiques observées dans le bassin rennais, leur différenciation se fonde plutôt sur la dimension des élevages, leur capacité à s'agrandir, à investir et à poursuivre l'augmentation du maïs ensilage dans la ration des vaches.

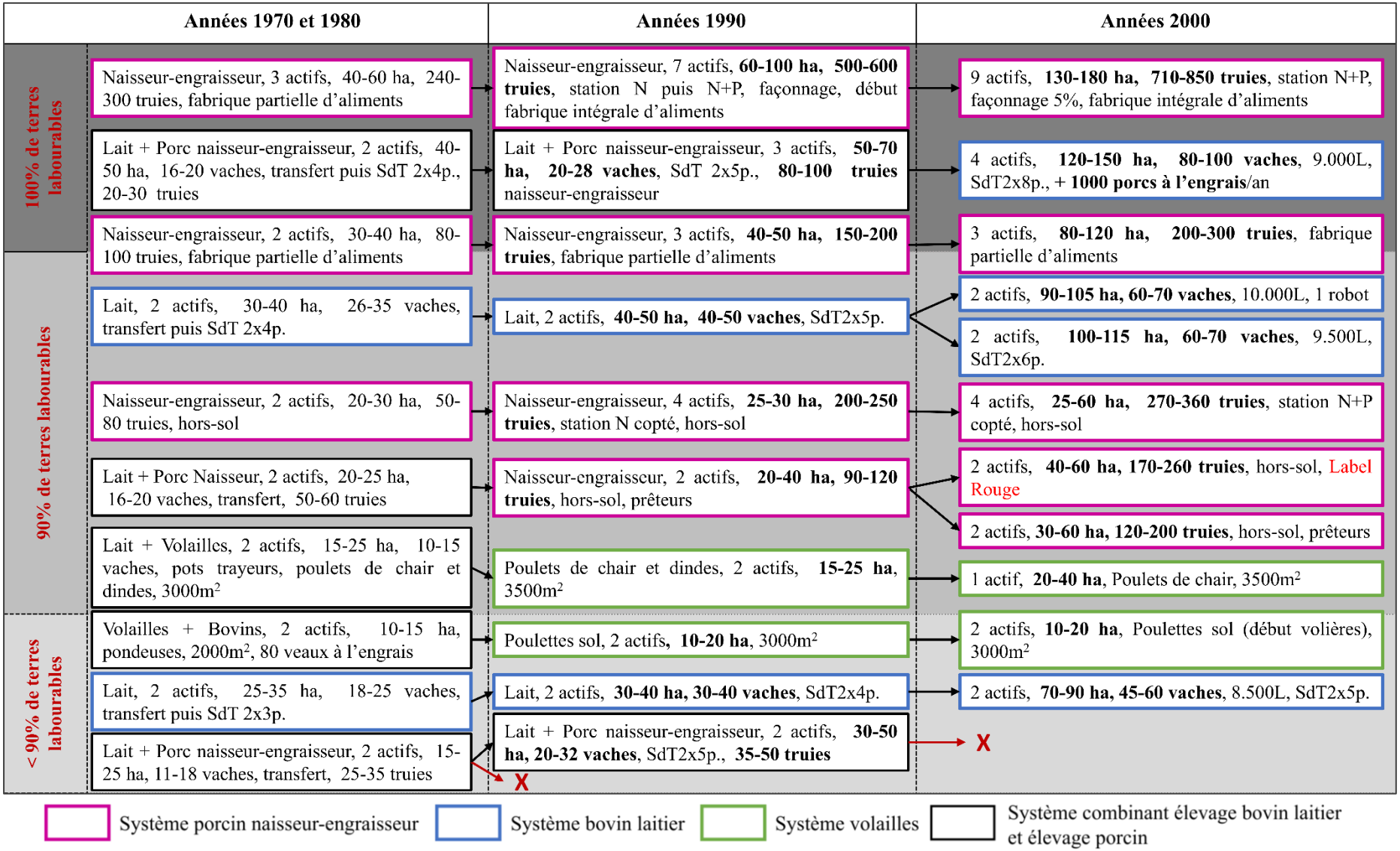
Les grandes exploitations situées en cœur d'interfluve, qui avaient maintenu à la fois un élevage bovin laitier et un élevage porcin 'naisseur-engraisseur', maintiennent cette double spécialisation. Ces agriculteurs ont les moyens de poursuivre les investissements dans les deux élevages, avec un suivi et des investissements toutefois plus importants pour l'élevage bovin laitier. Ces agriculteurs s'équipent d'une salle de traite 2x5 postes et les rendements laitiers atteignent 7000 litres par vache, avec un pâturage d'automne qui se maintient. Ces grandes exploitations se spécialisent finalement dans les années 2000 dans la production laitière, parfois à la faveur de l'installation d'un successeur. Ces éleveurs continuent toutefois à engraisser 1000 porcs par an, en tant que 'façonneurs', pour les grands éleveurs porcins naisseurs-engraisseurs. Ils atteignent alors plus de 120 hectares avec 80 à 100 vaches et investissent dans une salle de traite 2x8 postes. Le maïs est introduit dans la ration des vaches de manière plus significative (silo ouvert toute l'année et arrêt du pâturage d'automne) et les rendements laitiers atteignent 9000 litres par vache.

Les exploitations laitières de dimension plus limitée parviennent à atteindre 40 à 50 hectares dans les années 1990 avec 40 à 50 vaches et à s'équiper d'une salle de traite 2x5 postes.
Ces familles prennent deux voies différentes selon leur localisation. Celles qui disposent d'accès aux sols à haut potentiel en cœur d'interfluve (avec 90 à 105 hectares) installent les premiers robots de traite. Le pâturage est rapidement réduit avec la robotisation et les rendements laitiers atteignent 10.000 litres par vache dans les années 2010.

Les familles qui ne disposent pas autant d'accès aux terres limoneuses s'agrandissent un peu plus (100 à 115 hectares avec 60 à 70 vaches) mais ne peuvent introduire les mêmes proportions de maïs ensilage dans la ration des vaches. Les rendements ne dépassent pas 8500 litres et les familles se maintiennent avec une salle de traite 2x6 postes.

Les familles qui élevaient un cheptel laitier sur les sols plus argileux des versants et en fond de vallée parviennent à atteindre 30 à 40 hectares avec 1 vache par hectare et une salle de traite 2x4 postes. Elles s'agrandissent dans les années 2000, atteignent 45 à 60 vaches et agrandissent la salle de traite. Les rendements laitiers ne dépassent toutefois pas 8000 litres par vache, en raison d'une part de pâturage encore significative dans la ration des vaches, en fond de vallée.
Celles qui combinaient élevage de volaille et élevage laitier sur 10 à 20 hectares abandonnent le cheptel bovin dans les années 1990, faute de surfaces pour accroître la production laitière. Elles se spécialisent alors dans l'élevage de poulets de chair et de dindes - avec environ 3500m^2 de bâtiment - qui nécessitent moins d'investissement et permettent de maintenir les actifs sur de faibles surfaces. Elles parviennent à s'agrandir quelque peu dans les années 2000 et se spécialisent plutôt dans l'élevage de poulets de chair.
De la même manière, celles qui combinaient dans les années 1980 élevage de volaille et engraissement de veaux de boucherie se spécialisent dans les années 1990 dans l'élevage de poulettes au sol. Ces dernières disposent de très peu de foncier (10 à 20 hectares) et l'élevage hors-sol leur permet de poursuivre leur activité avec 3000 m^2 de bâtiment. Ces agriculteurs ne parviennent pas à s'agrandir dans les années 2000, mais certains développent l'élevage en volière avec la réalisation de quelques investissements et l'accompagnement de coopératives.

Figure 43 : Arbre de différenciation des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant entre les années 1980 et 2000. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



Conclusion du chapitre 3

L'Ouest du bassin rennais et l'Est du bassin du Gouessant constituent deux petites régions présentant de forts potentiels de production agricole. Ce potentiel repose sur la prédominance de larges interfluves aplanis, sur lesquels se sont maintenus des limons éoliens, à l'origine de larges parts de terres labourables au sol profond.

Au cours de la seconde moitié du 20ème siècle, ces deux petites régions se sont spécialisées progressivement vers l'élevage bovin laitier et de granivores. Elles constituent des micro-régions agricoles très productives, qui ont connu un accroissement considérable de la productivité physique du travail. En un demi-siècle, les rendements laitiers ont plus de triplé dans le bassin rennais, passant de 2500 litres par vache à plus de 8500 litres. Le nombre de porcelets sevrés par truie a quant à lui doublé sur la même période au sein du bassin du Gouessant, passant de 15 à 30 porcelets sevrés par truie et par an.

Ces deux bassins constituent toutefois des systèmes agraires très différents. La superficie disponible par actif était plus limitée dans le bassin du Gouessant que dans le bassin rennais, et ce, dès l'après-guerre. Cette différence explique en partie l'orientation productive différente de ces deux petites régions. En outre, au sein même de ces deux bassins, tous les agriculteurs n'ont pas pu s'engager aussi fortement dans cet accroissement de la productivité du travail.

Au sein du bassin rennais, les surfaces disponibles par actif en moyenne plus importantes, ont facilité le développement de plus grands cheptels bovins. Ce processus a été renforcé lors de l'arrivée du maïs fourrager dans le Grand-Ouest, qui a pu être implanté dans d'importantes proportions et permettre l'accroissement rapide des rendements laitiers. La différenciation socio-économique et technique à l'œuvre dans ce bassin a ainsi reposé sur la dimension de ces élevages, mais aussi sur les proportions en terres labourables, déterminantes dans le processus d'intensification fourragère. Cette différenciation a directement été liée à la capacité des familles à investir dans de nouveaux bâtiments et équipements de traite plus performants, pour accompagner ce mouvement d'accroissement des rendements et des tailles de cheptel.

Au sein du bassin du Gouessant, les surfaces disponibles par actif étaient en moyenne historiquement plus limitées, avec des proportions en terres labourables elles aussi légèrement plus restreintes. L'accroissement de la productivité physique du travail s'est donc fait, pour un grand nombre d'exploitations, en se spécialisant dans l'élevage porcin et en confinant les animaux en bâtiment. La différenciation à l'œuvre dans ce bassin a de nouveau reposé sur la dimension de ces élevages et sur les proportions en terres labourables, mais qui ont cette fois été déterminantes dans la capacité des agriculteurs à fabriquer leur propre aliment sur l'exploitation. L'intraconsommation des céréales produites a en effet été facilitée lorsque ces dernières sont plus largement implantées, à la faveur de grandes surfaces et d'importantes proportions de terres labourables. Depuis les années 1990, la différenciation entre exploitations

s’explique aussi largement par la capacité des éleveurs porcins à se conformer aux réglementations environnementales, qui impliquent d’importantes capacités d’investissement.

Ce chapitre a permis d’éclairer les processus de spécialisation à l’œuvre dans ces deux bassins agricoles jusqu’aux années 2000. Il ouvre ainsi la voie à une compréhension plus fine des trajectoires dans lesquelles s’inscrivent aujourd’hui les méthaniseurs dans ces deux régions agricoles. Il reste néanmoins à préciser les dynamiques contemporaines, afin de saisir comment, et dans quel contexte, une production d’énergie non agricole a pu émerger et se développer ces dernières années au sein de ces petites régions d’élevage.

Chapitre 4. Des dynamiques agraires contemporaines marquées par la dérégulation de la PAC

L'analyse des dynamiques agraires contemporaines doit permettre d'appréhender dans quel contexte et dans quelles trajectoires les méthaniseurs agricoles se sont inscrits. Le chapitre 3 a mis en évidence qu'à la fin du XXe siècle, l'agriculture des bassins étudiés se trouve à la croisée de deux dynamiques majeures : une dérégulation progressive de la politique agricole commune et l'essor de réglementations environnementales aux échelles européenne et française. Cette trajectoire se prolonge au début des années 2000, dans un contexte marqué à la fois par une évolution défavorable des prix agricoles et par un durcissement des normes environnementales visant à limiter les pollutions d'origine agricole. L'articulation de ces transformations des politiques agricole et environnementale doit permettre d'éclairer les processus de différenciation socio-économique contemporaine à l'œuvre dans les deux petites régions étudiées.

1. La PAC depuis 2003 : poursuite du démantèlement des prix garantis, découplage des aides, et mesures environnementales peu contraignantes

La réforme de la PAC de 2003 marque le début du découplage de la plupart des aides du 1er pilier, c'est-à-dire du versement d'aides indépendamment de la production agricole réalisée sur les parcelles privées. Ces aides découplées, les *Droits à Paiement Unique* (DPU), sont alors versées par hectare éligible et sont établies pour chaque exploitation en fonction des montants d'aides PAC perçues pendant une période de référence historique. Certains Etats Membres, comme la France, choisissent toutefois un découplage partiel, en maintenant certaines aides couplées, par crainte d'impacts trop importants d'un découplage total dans certaines régions (Trouvé, 2019). Parallèlement, le démantèlement des prix garantis se poursuit pour les produits qui étaient restés jusque-là à l'abri de baisses, tels que le sucre et les produits laitiers, compensés par des aides directes (aides directes laitières (ADL) versées par litre de quotas) (Kroll et al., 2011). Cette réforme est aussi marquée par le développement de l'éco-conditionnalité des aides PAC, applicable à compter de 2005. Ce principe consiste à conditionner le versement des aides au respect de certaines pratiques environnementales. En cas de non-respect de ces conditions, une part des aides est alors ponctionnée et non versée à l'agriculteur. Ces pratiques sont appelées *Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales* (BCAE) et regroupent notamment des mesures de protection des eaux contre la pollution par les nitrates, avec l'établissement de bandes tampons le long des cours d'eau, la couverture minimale des sols ou encore le maintien d'une diversité de cultures (au moins trois cultures différentes dans la sole cultivée) (Trouvé, 2019). D'après les entretiens réalisés, les agriculteurs rencontrés ont pu aisément respecter ces 'bonnes pratiques' – le plus souvent déjà au moins partiellement mises en œuvre en Bretagne

depuis les années 1990 dans le cadre des réglementations de la Directive Nitrate – et ont pu recevoir l'intégralité de leurs aides.

Tandis que la réforme de 2008 - appelée « bilan de santé de la PAC » et appliquée à partir de 2010 - poursuit le découplage des aides du 1er pilier, la réforme de 2015 est marquée par une refonte des aides du 1er pilier. Le découplage des aides est maintenu, mais les DPU sont remplacés par des *Droits à Paiement de Base (DPB)*, qui intègrent un mécanisme de convergence des aides. Ce mécanisme de convergence a pour objectif de réduire de 70% l'écart à la moyenne nationale des aides découplées perçues par les exploitations bénéficiant de haut niveau de soutien historique. Dès lors, le DPU est remplacé par le versement d'un DPB - calculé en fonction des DPU historiques et des règles de convergence – ainsi que d'un *Paiement vert* et d'un *Paiement redistributif*. Un soutien spécifique aux jeunes agriculteurs (*'paiement JA'*) existe également dans ce premier pilier, sous la forme d'un paiement additionnel aux aides directes versé durant les premières années d'installation. Le paiement redistributif est versé systématiquement sur les 52 premiers hectares éligibles, et se stabilise à 50€/ha à partir de 2016. Le paiement vert quant à lui est versé proportionnellement au paiement de base (DPB) et vise à rémunérer certaines pratiques spécifiques en faveur de l'environnement. Il est accordé aux exploitations agricoles qui respectent trois critères : le maintien d'un certain ratio de prairies permanentes au niveau régional, le respect de la diversification des cultures (au moins trois cultures différentes dans la sole), et le développement de *Surfaces d'Intérêt Ecologiques* (SIE) sur au moins 5% de la surface arable ou 5% des éléments hors terres arables. Il s'agit d'éléments topographiques - tels que des arbres, des haies ou des mares - ou bien surfaciques, comme des bandes tampons ou la présence de cultures fixatrices d'azote. Les entretiens révèlent que, dans les faits, ces conditions ont été aisément accessibles à toutes les exploitations des deux bassins d'étude et n'ont pas constitué de frein majeur au versement des aides du premier pilier.

À ces aides découplées (DPB, paiement vert et paiement redistributif), s'ajoutent d'éventuelles aides couplées, qui se maintiennent pour certaines productions spécifiques comme les aides versées par vache laitière par exemple. Ces aides couplées sont toutefois octroyées dans la limite maximale de 13% de l'enveloppe des aides directes, avec un plafond par exploitation agricole.

Parallèlement, le principe de *transparence GAEC* s'applique à certains paiements de la PAC (paiement redistributif, soutiens couplés, aide complémentaire aux Jeunes Agriculteurs) permettant, au sein des GAEC, d'attribuer les aides individuellement à chaque associé, reconnu comme exploitant à part entière, et non à l'exploitation agricole dans son ensemble.

Le second pilier est quant à lui marqué par un mouvement de décentralisation : les Conseils régionaux obtiennent l'autorité de gestion pour la programmation des crédits du 2nd pilier. Afin d'assurer une cohérence entre les régions, un document national est établi pour encadrer les programmes régionaux, il s'agit du Document de Cadrage National (DCN). En respectant ce cadre général, les Conseils régionaux sont ensuite libres d'établir des Programmes de

développement rural (PDR), plus adaptés aux spécificités locales, qu'ils négocient directement avec la Commission européenne (Pham & Berriet-Solliec, 2018). Les aides du 2nd pilier gardent des objectifs semblables à ceux fixés en 1999 et sont alors de plusieurs types : les mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC), pour accompagner les exploitations qui s'engagent dans le développement de pratiques combinant performances économiques et environnementales, les aides au maintien ou à la conversion à l'Agriculture Biologique, les Dotations Jeunes Agriculteur (DJA) pour maintenir l'aide aux jeunes agriculteurs lors de leur installation, et les Plans de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles (PCAEA) qui visent à maintenir les aides aux investissements, en priorité en élevage, avec une ouverture aux élevages de volailles et de porcs (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2022). Les exploitations étudiées bénéficient, pour la grande majorité, principalement les aides du 1er pilier. Lorsque ces dernières bénéficient aussi d'aides du 2nd pilier, il s'agit principalement de la Dotation Jeune Agriculteur, lors des transmissions et installations, des aides aux investissements, ou encore des aides à l'Agriculture Biologique pour les exploitations concernées.

La dernière réforme de la PAC en 2023 poursuit les dynamiques précédentes. Le portefeuille alloué aux DPB à partir de 2023 s'inscrit dans la continuité du portefeuille précédent, en poursuivant la convergence de cette aide découplée. La principale nouveauté de cette réforme repose sur l'introduction de l'écorégime, qui remplace le paiement vert et se traduit par une aide versée à l'hectare de l'ordre de 70 % de la valeur du DPB. Plusieurs voies d'accès à l'écorégime sont proposées : (1) la voie des pratiques agricoles, qui conditionne l'accès à cette aide à la diversification des cultures, au maintien des prairies permanentes, ou à la couverture végétale des interrangs pour les cultures pérennes (2) la voie de la certification, en Agriculture Biologique ou Haute Valeur Environnementale (HVE) ou (3) la voie des éléments favorables à la biodiversité, qui conditionne l'accès à cette aide à la présence de haies, de bosquets, d'arbres, etc. (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2023b). La voie des pratiques agricoles, jugée la plus facile à mettre en œuvre par les agriculteurs rencontrés (voire déjà mise en œuvre), a été majoritairement choisie par les agriculteurs des deux régions d'étude. Il s'agit pour eux, le plus souvent, de maintenir des surfaces en prairies permanentes déjà présentes dans l'assolement, ou bien d'introduire quelques hectares d'une fabacée (pois, luzerne) pour diversifier leur assolement tout en introduisant la culture d'une 'plante fixatrice d'azote'.

2. Pour les élevages laitiers bretons : des dynamiques structurées par l'arrêt des quotas, des crises laitières et la robotisation de la traite

2.1. Arrêt des quotas laitiers et évolution défavorable des prix du lait jusqu'en 2020

Comme nous l'avons vu, la réforme de 2003 marque le début de la diminution des prix garantis sur les produits laitiers et annonce la fin programmée des quotas laitiers pour 2015. Ces évolutions sont structurantes dans les dynamiques laitières observées en Bretagne depuis vingt ans.

2.1.1. Augmentation des droits à produire et arrêt des quotas laitiers

La diminution des prix garantis sur les produits laitiers est amorcée en 2003, avec une diminution des prix garantis de -25% en 4 ans pour le beurre et de -15% sur 3 ans pour la poudre de lait (Trouvé, 2019). La diminution des prix d'intervention sur ces produits laitiers est compensée par une aide directe, *l'Aide Directe Laitière* (*ADL*) versée par litre de quota entre 2003 et 2005, et découplée et introduite dans les DPU à partir de 2006.
La suppression des quotas laitiers est confirmée en 2008, avec la mise en place d'une augmentation progressive des droits à produire de 1% par an entre 2009 et 2015 (Kroll & Trouvé, 2012). Cette augmentation progressive des droits à produire vise à anticiper la fin des quotas laitiers (prévus en 2015) afin d'assurer un 'atterrissage en douceur' (*soft landing)* (Bouamra-Mechemache et al., 2008 ; J.-C. Kroll et al., 2011 ; Trouvé et al., 2016).

La figure 44 présente l'évolution du prix du lait entre 1990 et 2020 en monnaie constante. Elle révèle que, si une baisse tendancielle régulière des prix du lait est enregistrée entre 1992 et 2002, une rupture s'opère à partir de 2003, lors du démantèlement des prix garantis sur les produits laitiers. Une forte baisse des prix du lait (de près de -14%) est enregistrée entre 2003 et 2006 en monnaie constante. Depuis 2006, les prix oscillent autour d'un plancher bas, aligné sur celui des producteurs mondiaux les plus compétitifs. L'arrêt des quotas en 2015 conduit en outre à une chute importante des prix en 2015 et 2016, en raison d'une surproduction sur le marché laitier européen (figure 44).

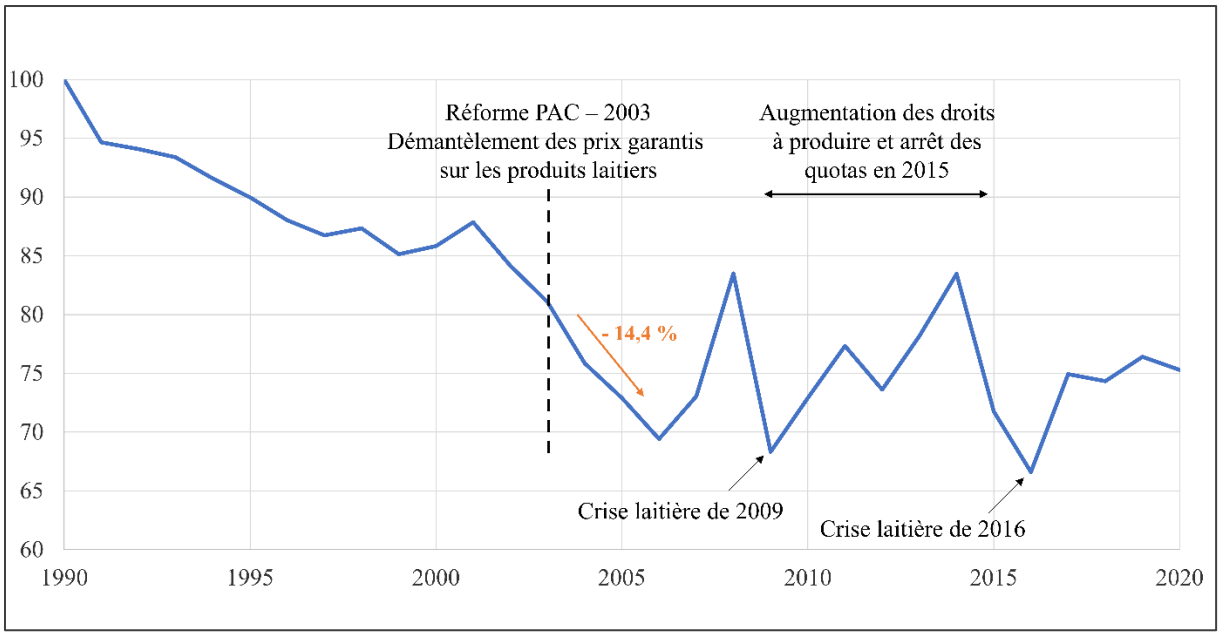


Figure 44 : Évolution du prix du lait en monnaie constante entre 1990 et 2020 (Source : série IPPAP, INSEE, 2024)

Les aides couplées pour soutenir l'élevage bovin laitier introduites en 2015 et octroyées au nombre de vaches laitières pèsent peu sur le résultat global. Alors que l'Aide Directe Laitière, versée par litre de quotas, s'élevait à 35,5€ pour 1000 litres en 2006, soit une aide de 381€$_{2024}$, en monnaie constante pour une vache produisant 8000 litres de lait par an, le soutien octroyé à la vache laitière s'élève à 43€$_{2024}$ /vache en 2020, soit 8 fois moins en monnaie constante.
En outre, la volatilité des prix des produits laitiers est associée à une évolution défavorable des prix des moyens de production qui, quant à eux, sont tendanciellement en hausse en monnaie constante (figure 45). Ce phénomène touche particulièrement les éleveurs laitiers à travers l'accroissement des prix des tourteaux qui ont augmenté d'environ 30% entre 2005 et 2023.

Les exploitations laitières doivent ainsi faire face à la fois à une baisse tendancielle des prix des produits agricoles, à la forte volatilité de ces derniers et à une hausse des prix des moyens de production. Ce contexte affaiblit tout particulièrement les exploitations qui présentaient déjà les situations économiques les plus fragiles.

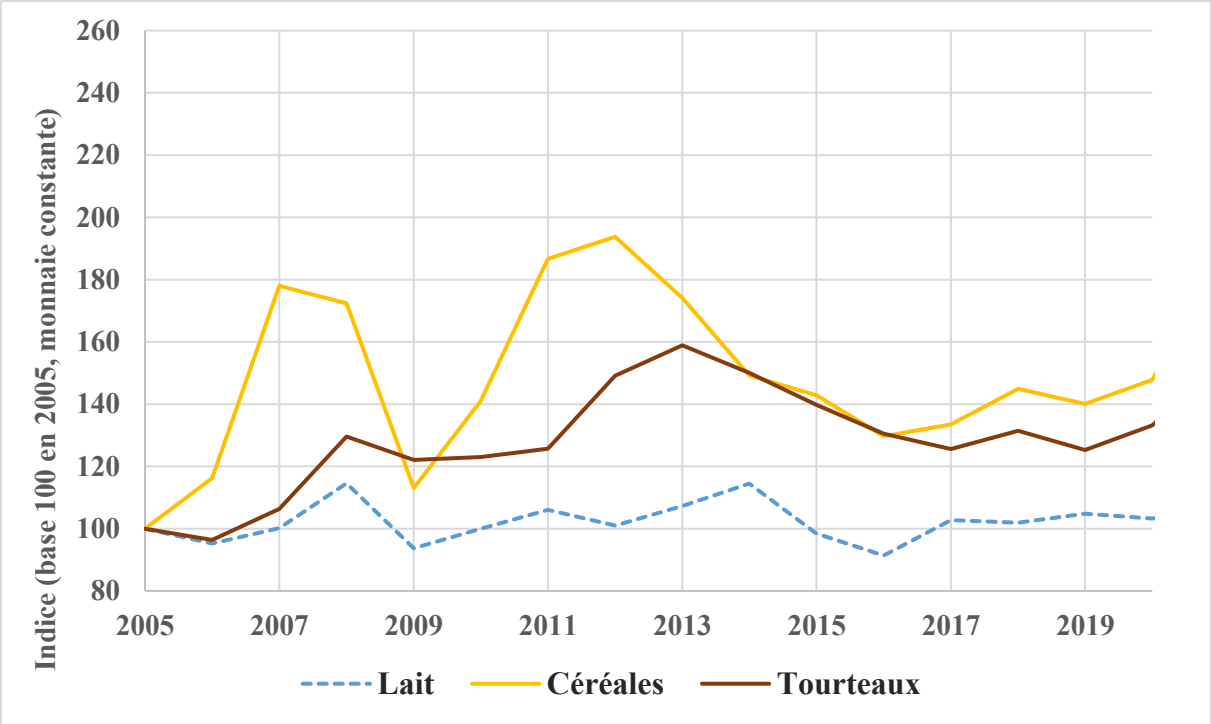


Figure 45 : Indice des prix du lait, des céréales et des tourteaux en monnaie constante (Source : séries IPPAP, IPAMPA, INSEE, 2025)

La réforme de 2015 laisse également une place importante aux outils de régulation d'ordre privé dans la gestion des volumes de lait produits. Des Organisations de Producteurs dites 'OP' s'organisent dans le secteur bovin laitier. Ces OP visent à permettre aux producteurs de se rassembler afin de renforcer leur pouvoir de négociation face aux agents économiques de l'aval (laiteries). Trois principaux groupes, privés et coopératifs, collectent et transforment le lait au sein des petites régions étudiées : Lactalis, Sodiaal et Agrial. Il y a aujourd'hui 59 OP lait de vache (hors lait sous SIQO, c'est-à-dire sous signes d'identification de la qualité et de l'origine) en France, dont dix se situent en Bretagne (Ministère de l'Agriculture, 2025). Les deux bassins d'étude, localisés en Ille-et-Vilaine et dans les Côtes-d'Armor, sont notamment concernés par les OP suivantes : l'Association des Producteurs de Lait du Bassin Armoricain (APLBA), l'Association des producteurs de lait Bretagne Pays de la Loire (APLBL), l'Association France MilkBoard bassin Grand Ouest (FMB Grand Ouest), l'Association des Producteurs de Lait Ouest'Lait et l'Association 'Organisation des producteurs Lactalis Grand Ouest' (OPLGO) (Ministère de l'Agriculture, 2025). À la suite de l'arrêt des quotas laitiers, ces OP se sont engagées dans la négociation des prix des contrats laitiers entre les laiteries et les agriculteurs, et dans les modalités de cessions non marchandes de volumes de lait entre membres d'une même OP.

2.1.2. Une réduction du nombre d'exploitations et des difficultés à rémunérer la main-d'œuvre salariée

Durant cette période, le nombre d'exploitations agricoles diminue en Bretagne, passant de 30829 exploitations en 2010 à 24578 en 2022, accusant ainsi une baisse de 20% (Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2024). Le nombre d'actifs familiaux (chefs d'exploitation, conjoints collaborateurs et aides familiaux) diminue lui aussi de plus de 20% entre 2012 et 2022, tandis que la part du salariat dans l'emploi agricole breton ne cesse de progresser, passant de 37% en 2012 à 51% en 2022 (Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2024). Cela traduit un problème de renouvellement de la main-d'œuvre familiale exploitante : l'âge moyen des agriculteurs augmente et de nombreux départs en retraite sont observés, en raison de la pyramide des âges. Mais des départs anticipés existent aussi en raison de difficultés économiques et du contexte économique précédemment décrit. En Bretagne, une installation agricole est comptabilisée pour deux départs en retraite, ce qui représente un taux de renouvellement de 50% (Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2024). D'après nos entretiens, les descendants qui ont l'occasion de reprendre une exploitation laitière investissent parfois seuls, alors que la génération précédente travaillait en couple, à deux actifs familiaux. L'évolution défavorable des prix ne permet plus toujours de faire vivre deux actifs familiaux et les investissements sont tels que beaucoup de jeunes n'ont pas les moyens de s'installer, limitant le nombre de repreneurs potentiels.

Parallèlement, les éleveurs laitiers des bassins étudiés témoignent d'un problème de disponibilité de la main-d'œuvre salariée. En effet, le niveau de salaire proposé est souvent limité. La conjoncture laitière ne permet pas aujourd'hui aux agriculteurs de payer leur main-d'œuvre à un niveau concurrençant les secteurs économiques embauchant aux environs. Par exemple, l'Ouest du bassin rennais est situé à proximité de la ville de Rennes, qui constitue un bassin d'emploi important. Les opportunités professionnelles ne sont donc pas limitées uniquement au secteur agricole laitier. Nos entretiens révèlent qu'un agriculteur en élevage laitier dans le bassin rennais dépense aujourd'hui environ 25000 euros par an, charges comprises, pour rémunérer un salarié travaillant 35 heures par semaine. À titre comparatif, des niveaux de revenus comparables sont offerts aux actifs travaillant dans les espaces verts pour les communes par exemple, mais avec des horaires beaucoup plus réguliers, moins contraignants (pas de travail les week-ends ni les jours fériés) et avec peu de risques d'avoir à réaliser des heures supplémentaires. Parallèlement, le montant du SMIC, qui augmente chaque année en suivant l'inflation, se rapproche progressivement des niveaux de salaires enregistrés dans ces exploitations laitières, en atteignant 21203€ pour 35 heures de travail hebdomadaire en 2024.

2.1.3. Pour les exploitations qui ont passé ces crises : une allocation des volumes de lait qui s'assouplit, des agrandissements et une robotisation de la traite

Le contexte politique et économique depuis 2003 et l'arrêt des quotas laitiers en 2015 ont parallèlement encouragé et accéléré la recherche d'accroissement des volumes de lait produits par exploitation pour les agriculteurs qui en ont les moyens.

Si le nombre d'exploitations laitières est en baisse ces dernières années, les volumes de lait de vache livrés à l'industrie sont restés relativement stables ces dix dernières années à l'échelle de la Bretagne (Agreste, 2024). Cette tendance s'explique par la poursuite de l'accroissement des rendements laitiers et des tailles de cheptel, et par là même de la productivité physique du travail, dans les exploitations qui ont passé les crises des dernières années. Depuis la fin des quotas laitiers, les exploitations peuvent en effet plus facilement augmenter les volumes de lait produits et livrés aux laiteries. Alors que, jusqu'en 2015, la gestion et la répartition des quotas étaient encadrées administrativement - avec un rôle des Commissions Départementales d'Orientation Agricole (CDOA) dans les transferts et les attributions – les laiteries se limitaient à déclarer les volumes collectés. L'augmentation des volumes de production était principalement assurée par les agrandissements, avec la reprise des quotas associés aux terres. Depuis l'arrêt des quotas laitiers, il n'existe plus de droits à produire gérés par la puissance publique : les volumes de production sont définis dans le cadre des contrats laitiers entre producteurs et entreprises de collecte, qui pilotent désormais la gestion des volumes.
Les exploitations capables d'augmenter encore leur production de lait par hectare bénéficient de cette évolution des modalités d'attribution des volumes de lait à produire. Les entretiens menés indiquent que les laiteries concèdent désormais plus facilement des volumes supplémentaires (parfois par lots de 100 000 à 200 000 litres de lait supplémentaires par an) aux exploitations présentant un fort potentiel de production. Selon ces mêmes témoignages, cette flexibilité accrue s'observe depuis la fin des quotas laitiers, mais elle se serait nettement renforcée depuis 2020.

Dans l'objectif d'accroître les volumes livrés par exploitation, les éleveurs qui en ont les moyens mobilisent deux principaux leviers : l'augmentation du chargement bovin et des volumes produits par vache et/ou les agrandissements – assortis d'investissements importants dans des bâtiments et des équipements de traite – permettant l'augmentation du nombre de vaches laitières par exploitation.

Dans ce contexte de fin du contingentement de la production laitière, les exploitations qui se sont maintenues ont cherché à accroître le plus possible les rendements laitiers. Comme le montre la figure 46, alors que le nombre de vaches laitières en Bretagne a diminué de près de 15% entre 2010 et 2024, la production de lait livré par vache a quant à elle augmenté de plus de 20% sur la même période, passant d'environ 6700 litres à 8300 litres par vache et par an.

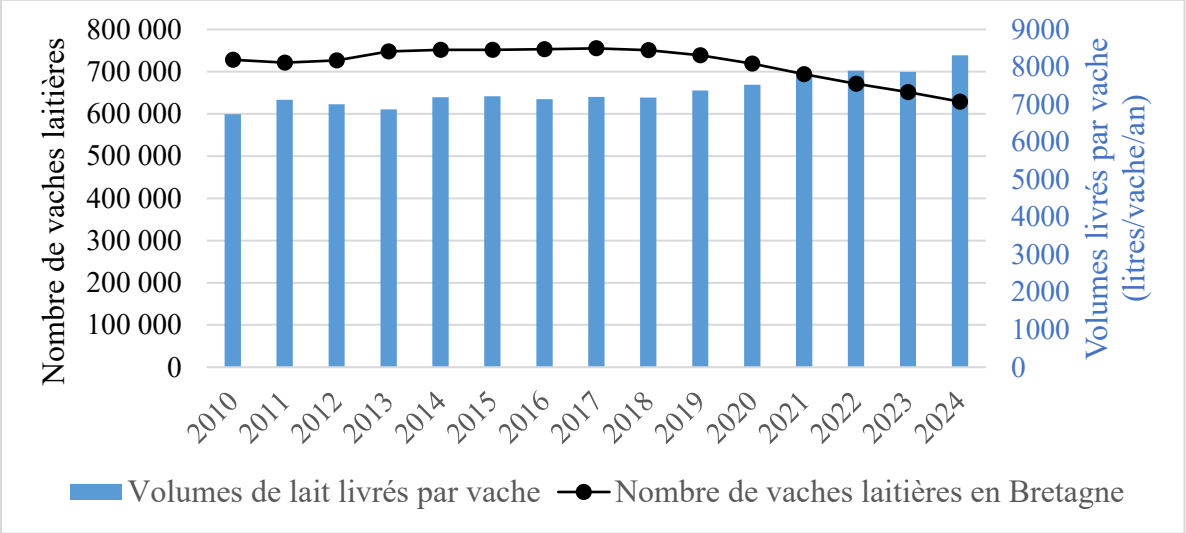


Figure 46 : Évolution du nombre de vaches laitières et de la production de lait livré par vache et par an en Bretagne entre 2010 et 2024 (Source : Agreste, 2025 ; Réalisation : Réguer I., 2025)

Depuis 2010, le contexte (souplesse dans les volumes octroyés, difficulté d'accès à la main-d'œuvre salariée) a favorisé la diffusion du robot de traite, qui contribue à augmenter les volumes produits par vache. D'après nos entretiens, un robot permet en effet de traire une vache en moyenne 2,7 fois par jour. Pour cela, les vaches reçoivent des quantités de concentrés adaptées à leur stade de lactation chaque fois qu'elles se déplacent au robot et ne pâturent pas ou très peu en raison de la proximité indispensable à conserver avec ce dernier. Cette stratégie a permis d'augmenter les rendements laitiers qui ont atteint dans ces exploitations 10000 litres par vache et par lactation en moyenne (pour un intervalle entre deux vêlages d'environ 390 jours, soit 9400 litres par an environ) dès les années 2010.

Néanmoins, les robots de traite ne permettent pas d'augmenter progressivement la taille des cheptels. En effet, les robots majoritairement utilisés sont calibrés pour environ 70 vaches. En dessous de 50 vaches environ, un robot constitue un suréquipement et se révèle être onéreux. Au-delà de 80 vaches, le robot ne peut plus suivre la cadence de traite et oblige les agriculteurs à investir dans un second robot de traite. Ce dernier ne peut toutefois être rentabilisé qu'avec *a minima* un cheptel de 100 à 120 vaches, ce qui implique d'importants agrandissements et des sauts importants d'investissements, en matière de bâtiments et d'équipements.

Les agriculteurs qui souhaitent augmenter progressivement la taille de leur cheptel, se tournent plutôt vers de grandes salles de traite et un accroissement du chargement bovin. Pour cela, une nouvelle conduite du troupeau dite en '2 lots' a été adoptée à partir de 2015 dans les exploitations avec de forts chargements bovins. Elle consiste à séparer les vaches en deux groupes selon leur stade de lactation et à adapter l'alimentation de chacun des lots. À l'instar des dynamiques observées avec un robot de traite, la ration à l'auge est complétée par une

distribution individualisée de concentrés au DAC (Distributeur Automatique de Concentrés), qui se développent depuis les années 2000, grâce à une puce contenue dans le collier des vaches et reconnue informatiquement. Cette distribution individualisée permet de compléter plus finement les apports énergétiques et en protéines des vaches, selon leur stade de lactation et leurs besoins physiologiques.

Que ce soit avec un robot de traite ou une grande salle de traite associée à un DAC, les exploitations des deux bassins (hors exploitations en systèmes plus herbagers) ne conduisent plus du tout leur troupeau de manière à grouper les vêlages. Ces derniers sont étalés tout le long de l'année et la désaisonnalisation progressive des rations, associée au recul du pâturage, contribue à lisser la production laitière tout le long de l'année. Cette tendance permet indirectement aux agriculteurs de mieux répartir les livraisons de lait.
Le contexte économique défavorable entre les années 2000 et 2020 a aussi été marqué par la diffusion des inséminations artificielles sexées. Ces dernières permettent de prévoir plus précisément le nombre de veaux femelles à naître afin d'assurer uniquement le renouvellement du troupeau, sans avoir à vendre des veaux de race laitière de conformation souvent légère et vendus à bas prix. Les inséminations sexées coûtent toutefois plus cher que les inséminations classiques pour une partie des agriculteurs. Une fois le renouvellement assuré, des inséminations avec des races allaitantes, la race Bleu Blanc Belge ou INRA95 le plus souvent, permettent par ailleurs d'obtenir des veaux croisés plus lourds, de meilleure conformation et valorisables à meilleur prix lors de leur commercialisation à 3 semaines.

Parallèlement, les agriculteurs qui en ont les moyens ont aussi pu augmenter la taille de leur exploitation en rachetant ou louant les terres d'agriculteurs partant en retraite, ou qui n'ont pas passé les crises depuis 2003. En Bretagne, la taille moyenne des exploitations agricoles qui se maintiennent ne cesse d'augmenter. Alors que la taille moyenne des exploitations bretonnes était de 33 hectares d'après le recensement agricole de 2000, elle est de 48 hectares en 2010 (+46%) (Agreste, 2013) et de 62 hectares en 2020 (+29%) (Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2024). Ces tendances témoignent d'un maintien du mécanisme d'agrandissement et de concentration du foncier ces deux dernières décennies.

2.1.4. À l'Ouest du bassin rennais : des agrandissements notables avec l'augmentation des droits à produire et l'arrêt des quotas, pour les agriculteurs qui en ont les moyens

Dans ce contexte, la différenciation entre systèmes de production s'est accentuée dans le bassin rennais entre 2006 et 2020 (figure 48).

Les grandes exploitations laitières localisées en cœur d'interfluve (figure 47) ont augmenté le rendement laitier de leur troupeau (9500 litres par vache et par an). Ces agriculteurs, aux capacités d'investissement importantes, ont investi dans un ou plusieurs robots de traite dès le début des années 2010, ou bien dans un système de traite de grande dimension et à fort débit

(80-100 vaches par heure) tel qu'un rototandem de 28 places ou une très grande salle de traite de 2x12 postes. Ces éleveurs conduisent leur troupeau en zéro-pâturage depuis cette période. Cette conduite leur permet d'accroître la valeur énergétique de la ration alimentaire et de supprimer les éventuels effets de fluctuation des rendements laitiers que le pâturage peut engendrer. Cela s'accompagne d'une augmentation du nombre de traites par jour au robot et des quantités de concentrés consommés par vache.

Les exploitations présentant des cheptels plus limités, qui disposaient encore d'une salle de traite, ont pour la plupart changé de système en investissant dans un robot de traite. Ce type d'investissement a été réalisé par exemple à l'occasion de la transmission à un descendant ou encore à la faveur de rénovations de la stabulation. Cette modification du système de traite s'est souvent accompagnée d'un léger recul des temps de pâturage et d'une augmentation des rendements laitiers. Lorsque ces agriculteurs disposaient de moins de terres labourables et de capacités d'investissement plus limitées, ils ont investi dans les années 2000 dans un élevage complémentaire. Les stratégies d'investissement consistaient soit à développer l'engraissement de volailles ou de porcs charcutiers, soit, pour les exploitations aux capacités financières plus contraintes, à privilégier l'engraissement de taurillons. Ces options impliquent en effet un coût par place inférieur à celui qu'exigerait l'augmentation du cheptel laitier et l'installation d'un second robot de traite.

Les agriculteurs qui ont des moyens beaucoup plus limités, localisés sur les versants ou en fonds de vallée, avec une part encore conséquente de prairies, n'ont pas pu s'agrandir ni accroître fortement les rendements laitiers. Ces derniers se sont maintenus avec des rendements laitiers plus limités (7500 à 8000 litres par vache et par an) et des salles de traite de capacité plus restreinte (2x7 ou 2x5 postes).

Figure 47 : Evolutions types de l'assolement, des rotations et du système d'élevage des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin rennais jusqu'aux années 2020. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.

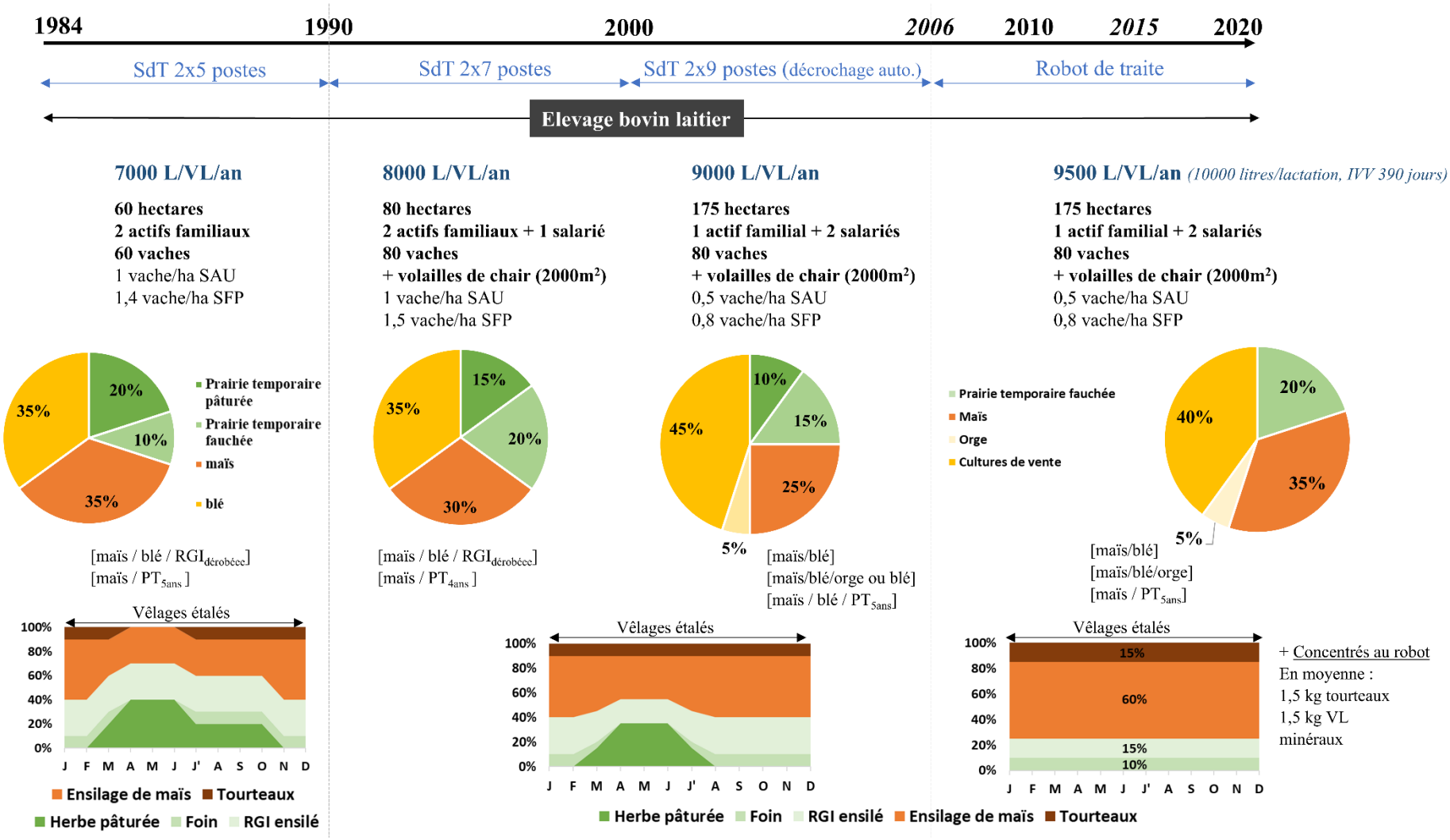
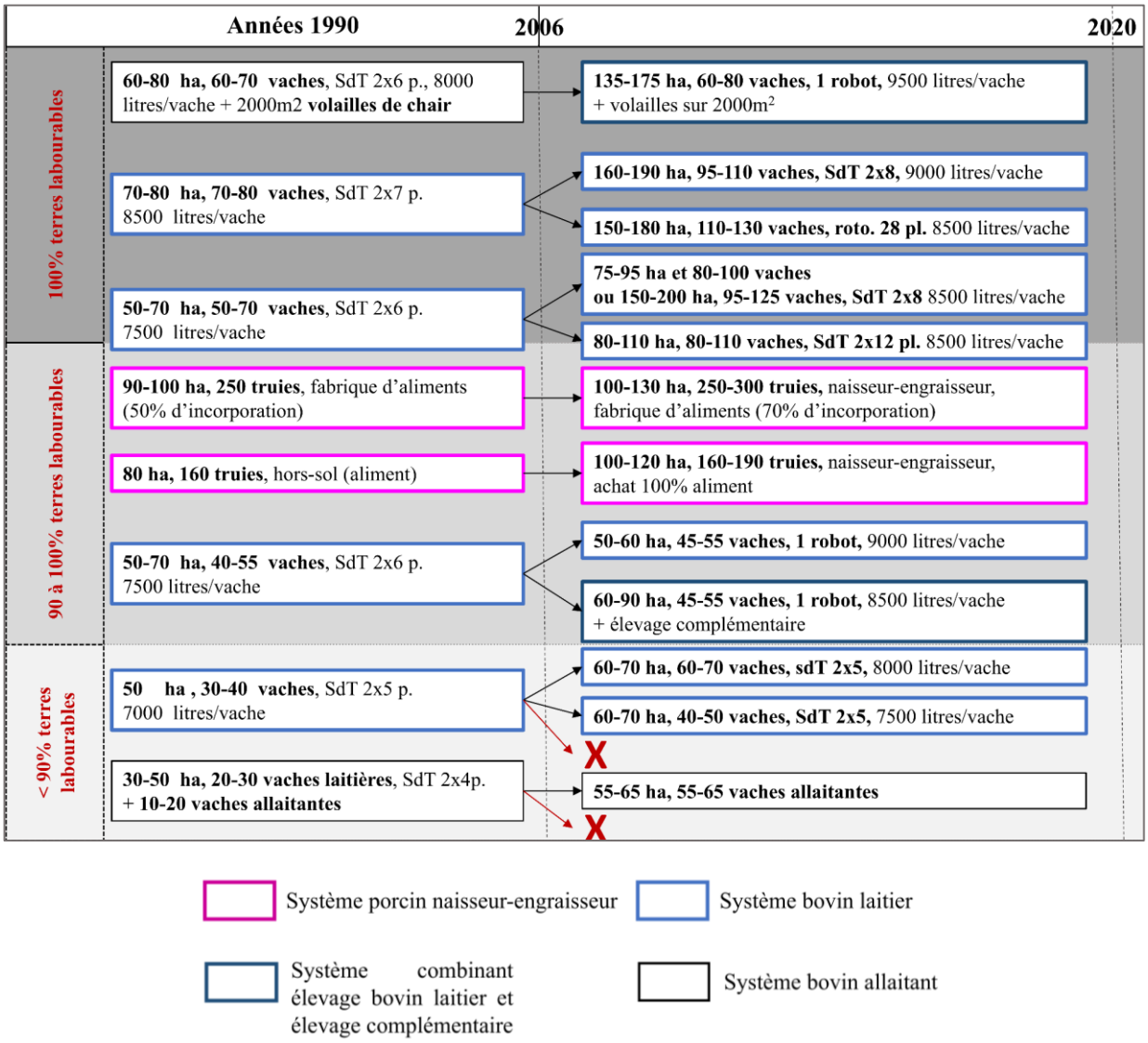


Figure 48 : Arbre de différenciation des systèmes de production entre les années 1990 et 2020 à l'Ouest du bassin rennais. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



2.2. Une évolution très favorable des prix du lait conventionnel depuis 2020

Depuis 2020, pour les exploitations qui se sont maintenues et ont passé les crises laitières des années précédentes, le contexte économique est plus favorable. Comme le montre la figure 49, les prix du lait conventionnel ont fortement augmenté depuis 2022, permettant de limiter l'impact de l'accroissement des prix des consommations intermédiaires (tourteaux, carburants, engrais, etc.). Cet accroissement des prix du lait est notamment dû à la baisse généralisée de la collecte de lait de vache en France, mais aussi au sein des premiers pays exportateurs, tels que l'Australie et l'Argentine. Cette tendance générale s'explique par la forte hausse des coûts de production, mais aussi par de mauvaises récoltes fourragères en raison de sécheresses en 2022 (phénomène climatique 'La Niña') (Agreste, 2023).

La figure 49 témoigne toutefois d'une inégale évolution des prix entre le lait conventionnel et le lait biologique. Alors que les prix du lait conventionnel ont augmenté de près de 20% depuis 2017, ceux du lait bio ont diminué de 8% en monnaie constante. Les éleveurs laitiers en agriculture biologique ont ainsi été plus durement touchés par l'augmentation des prix des moyens de production depuis 2022. Des effets très différenciés ont pu être observés dans les élevages certifiés en agriculture biologique, selon que ces derniers sont très dépendants d'achats de concentrés et d'aliments, ou bien sont plus économes et fondés sur l'exploitation de leurs ressources herbagères.

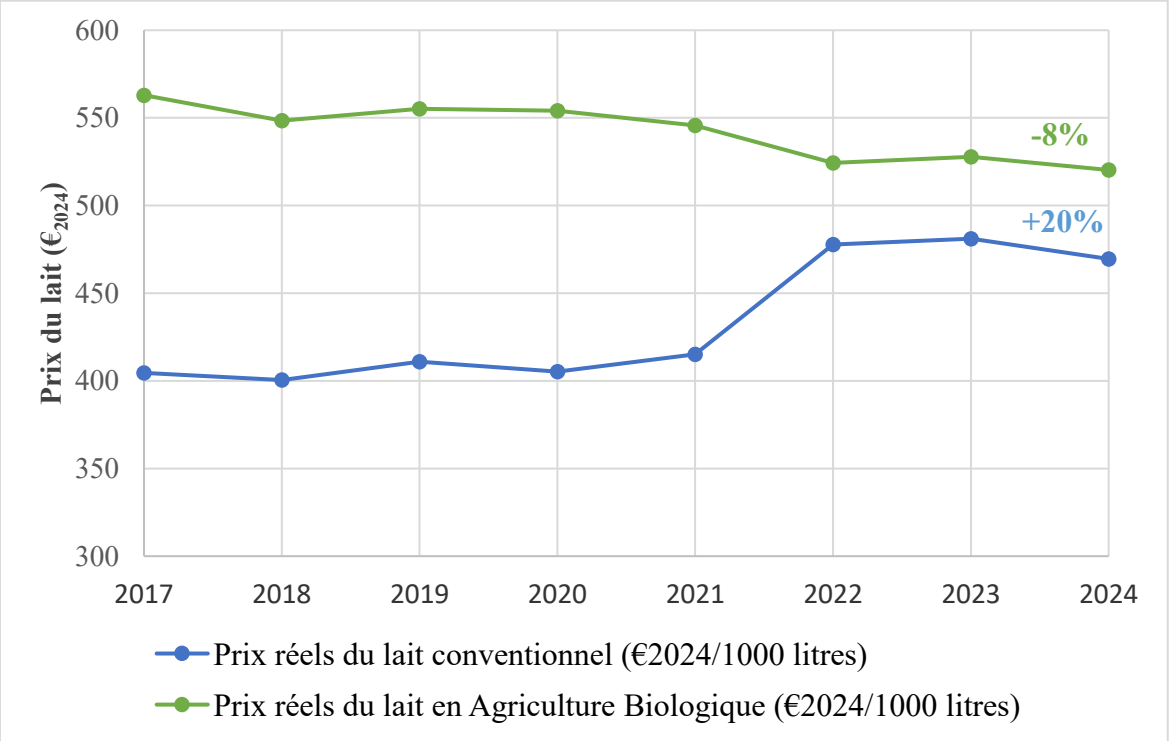


Figure 49 : Évolution des prix réels du lait conventionnel et du lait biologique en monnaie constante en France métropolitaine entre 2017 et 2024. (Sources : Enquête Mensuelle Laitière SSP/FranceAgriMer, 2025)

Ce contexte de prix pour le lait conventionnel est très favorable aux grandes exploitations laitières qui parviennent à accroître fortement leur production laitière.

Les derniers leviers d'accroissement des rendements observés grâce à nos enquêtes reposent sur la modification de certains indicateurs techniques comme l'âge au premier vêlage et l'intervalle entre deux vêlages (IVV). En effet, l'âge au premier vêlage est aujourd'hui situé le plus souvent entre 24 et 25 mois, contre 25 à 26 mois en 2020 et l'intervalle vêlage-vêlage peut se situer à 380-390 jours aujourd'hui contre 390-400 jours en 2020. En effet, avec l'augmentation conséquente du rendement laitier des vaches de race Prim'Holstein, la tendance est à l'allongement de l'IVV, c'est-à-dire que les vaches redeviennent plus difficilement fécondes après tarissement. La raison de ce retardement de l'œstrus repose sur une balance énergétique négative chez ces vaches très productives : ces dernières dépensent beaucoup d'énergie pour démarrer une forte lactation, avec une ingestion qui ne suit pas directement et qui induit un manque d'énergie. Ce déficit retarde alors le retour en chaleur et la reprise de l'ovulation. En outre, la sélection génétique des vaches de race Prim'Holstein a été centrée sur les critères de production laitière et moins sur le potentiel de fertilité. Leurs chaleurs par exemple sont moins marquées et plus courtes que chez d'autres races bovines. Or, l'objectif des éleveurs laitiers de la région reste de raccourcir au maximum l'IVV, afin de faire revenir le plus rapidement possible la vache au pic de lactation, et donc d'accroître la production de lait par vache. Les éleveurs - orientés par les organismes de conseil - cherchent alors à se rapprocher d'un IVV moyen du troupeau de 365 jours.

Le raccourcissement de l'IVV et de l'âge au premier vêlage repose essentiellement sur des modifications des rations (complémentation des génisses et des vaches en gestation) et l'utilisation d'outils et de méthodes de détection des chaleurs. Ces changements conduisent d'une part à faire rentrer plus rapidement les femelles de renouvellement en production et d'autre part à améliorer l'efficacité alimentaire des vaches laitières, qui est plus importante en début de lactation.

Depuis 2020, les agriculteurs à la tête des plus grandes exploitations, qui ont des capacités d'investissement conséquentes, ont parfois aussi robotisé le système d'alimentation des vaches laitières. L'équipement est constitué d'un hangar, appelé 'cuisine' où sont rassemblés les silos d'ensilage, les concentrés et un système de prélèvement automatique de la ration, et d'un ou deux robots mélangeurs et distributeurs qui circulent dans l'exploitation grâce à un système de rails et distribuent les rations tout au long de la journée (figure 50).



Figure 50 : Robot d'alimentation. Photo : Réguer I., 2024.

Cet équipement – qui requiert un investissement d'environ 150000€ d'après nos entretiens - permet de maintenir une qualité de ration à l'auge constante tout au long de la journée, avec pour effet l'augmentation de l'appétence de la ration et une diminution des effets de compétitions à l'auge. D'après nos entretiens, ce système conduit à un nouveau gain de rendement laitier de 1000 litres par vache et par lactation. Ce mouvement a permis à ces très grandes exploitations d'atteindre en moyenne des rendements laitiers de 11000 litres par lactation et jusqu'à 12000 litres dans certains cas.

3. Pour les élevages porcins bretons : des dynamiques marquées par le maintien de normes environnementales et la flambée des prix de l'énergie

3.1. Dans les années 2000 : des mesures environnementales et pour le bien-être des animaux d'élevage qui se renforcent

Sur le plan environnemental, les Plans d'Action Régionaux (PAR) instaurés dans le cadre de la Directive Nitrates se succèdent depuis 1996 et renforcent les réglementations environnementales afin de limiter les pollutions d'origine agricole. Ces mesures touchent tout le territoire breton, mais concernent avant tout les exploitations porcines, dont la production d'azote organique par hectare est plus importante qu'au sein des exploitations laitières.
Les premiers plans d'action ont conduit à la délimitation de divers zonages, soumis à différentes normes selon leur degré de vulnérabilité. Les ZES (zones en excédent structurel) établies dès 1996 à l'échelle de cantons présentant des excédents structurels en azote, visent à fixer des limitations en matière d'épandages (170 kg d'azote par hectare et par an) et de dimension des cheptels, ainsi que des obligations de résorption des excédents d'azote organique à l'échelle des exploitations agricoles. Parallèlement, des *Zones d'Action Complémentaires* (ZAC) ont été établies à l'échelle de bassins versants. Il s'agit de bassins au sein desquels des rivières présentent des prises d'eau destinée à la consommation humaine qui enregistrent une concentration en nitrates supérieure à 50 mg par litre dans l'eau brute (pompage interdit pour l'eau potable). Les communes situées au sein de ces ZAC sont alors soumises à d'autres normes, telles que l'épandage maximum de 210 kg d'azote (minéral et organique) par hectare et par an ou encore l'implantation de bandes enherbées de dix mètres près des cours d'eau[38]. À ces premiers zonages se sont ajoutés en 2010 les *Bassins Versants Algues Vertes* (BVAV), qui constituent un zonage déployé dans le cadre du premier *Plan de lutte contre les algues vertes* (PLAV) afin de lutter contre la prolifération d'algues vertes au sein de bassins en amont de 8 baies particulièrement vulnérables (Préfecture Finistère, 2023). Ces plans (PLAV) prévoient une action territorialisée pour chaque baie avec une structure (collectivité territoriale, syndicat, établissement public) chargée de mettre en œuvre différentes actions auprès des exploitants agricoles. Il s'agit plutôt d'une démarche préventive (financée par l'État, l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, le Conseil Régional, le Conseil départemental et les collectivités) qui comporte notamment un volet autour de l'accompagnement individuel et collectif des agriculteurs, pour modifier leurs pratiques (Préfecture Finistère, 2023).

Cette superposition de zonages et de normes est simplifiée à partir du 5ème Plan d'action régional (PAR 5) de 2014-2017 en rassemblant tous les zonages (ZES, ZAC, BVAV, …) sous le même terme de *Zones d'Action Renforcées* (ZAR) (DREAL Bretagne, 2016). L'ensemble des ZAR

[38] Circulaire du 11 septembre 2003 relative au programme d'action nitrates, BO du ministère de l'Agriculture.

sont alors soumis au seuil des 170 kg d'azote maximal épandus par hectare et par an, mais aussi à une *Balance Globale Azotée* (BGA) - qui constitue la différence entre les apports azotés et les exports théoriques d'azote au sein des cultures et des fourrages - inférieure à 50 unités d'azote par hectare. Les ZAR anciennement ZES sont quant à elles soumises aux mêmes obligations, auxquelles s'ajoutent une obligation de traitement ou d'export (en dehors des communes anciennement classées ZES) des effluents en cas de production de plus de 20000 unités d'azote organique produites par an, sans capacités foncières suffisantes (DREAL Bretagne, 2016).
Le 6ème plan d'action (PAR 6) de 2018-2022 conduit à sortir quelques cantons du zonage des ZAR en raison d'une amélioration locale de la qualité des eaux superficielles et souterraines (DREAL Bretagne, 2024). Aucun canton localisé à l'Est du bassin du Gouessant n'a toutefois été concerné par cet assouplissement. Pour les agriculteurs localisés dans les ZAR restantes, les mesures ont été renforcées avec la mise en œuvre d'un dispositif de surveillance par déclaration annuelle des flux d'azote et la mise en place d'une 'pression d'azote de référence' au niveau de chaque département, qui, en cas de dépassement, entraîne des mesures de réduction de la pression d'azote à l'échelle de l'exploitation. Pour le département des Côtes d'Armor, dont fait partie le bassin du Gouessant, cette pression d'azote de référence est établie en 2019 à 173,1 unités d'azote par hectare. Une autre évolution de ce 6ème plan concerne l'obligation de calcul des 'journées de présence au pâturage' (JPP) pour tous les éleveurs laitiers, au sein de leur cahier de fertilisation et de leur registre d'élevage.
Le dernier plan d'action établi pour la période 2023-2027 (PAR 7) est décliné en trois principaux volets associés chacun à un ensemble de mesures : un volet à l'échelle de la Bretagne dans son ensemble, un volet à l'échelle des ZAR et un dernier à l'échelle des bassins soumis aux Plans de lutte contre les algues vertes. À l'échelle de la Bretagne, les mesures concernent principalement le calendrier régional d'épandage, qui fournit les dates d'autorisation d'épandage par type de culture (Chambre d'agriculture de Bretagne, 2025b). À l'échelle des ZAR, le bilan global azoté (BGA) se maintient à moins de 50 unités d'azote par hectare et par an, ou bien sur les trois dernières campagnes. En revanche, le seuil d'obligation de traitement ou d'export de l'azote excédentaire est assoupli de 20000 unités d'azote à 25000 unités d'azote (Chambre d'agriculture de Bretagne, 2025b). Enfin, les exploitations localisées au sein des BVAV sont soumises à des mesures renforcées avec un BGA inférieur à 20 unités d'azote par hectare (Chambre d'agriculture de Bretagne, 2025b).

Concernant le phosphore, les derniers SDAGE 2016-2021 et 2022-2027 maintiennent les exigences en matière de fertilisation phosphorée (Comité de bassin Loire-Bretagne, 2015, 2022). Le bilan dressé à l'occasion de l'établissement du dernier SDAGE révèle que 24% des eaux du 'bassin Bretagne-Pays-de-la-Loire' sont en bon état et 10% en sont proches. Le comité a toutefois choisi de maintenir l'objectif de 61% des rivières, plans d'eau et eaux côtières en bon état pour 2027. Les principes « d'efforts progressifs » et les recommandations du comité de bassin se sont donc maintenus (Comité de bassin Loire-Bretagne, 2022). Les deux

principales recommandations sont le retour à une fertilisation équilibrée sur une portion réduite du territoire (mesures renforcées à l'amont de 22 plans d'eau prioritaires, dont ne font pas partie les deux bassins étudiés) et, pour le reste du territoire, l'atteinte progressive d'une fertilisation phosphorée équilibrée à l'occasion des modifications notables des installations classées. Ces recommandations sont fondées sur les exigences de l'arrêté ministériel du 27 décembre 2013[39] : « *Les quantités épandues d'effluents d'élevage bruts ou traités sont adaptées de manière à assurer l'apport des éléments utiles aux sols et aux cultures sans excéder leurs besoins et leurs capacités exportatrices compte tenu des apports de toute nature qu'ils peuvent recevoir par ailleurs*. ». Les pratiques de tous les nouveaux élevages doivent être fondées sur ce principe, tandis que pour les élevages existants, l'acceptation des modifications d'élevage (extension, restructuration) est soumise à l'application de ce principe.

Parallèlement à ces normes environnementales, des normes relatives au bien-être des animaux d'élevage se développent depuis le début des années 2000. Les premiers textes de droit relatifs spécifiquement à la protection des porcs en élevage ont vu le jour en 1991. Ces derniers ont permis de définir les surfaces qui doivent être disponibles par porc au sein des bâtiments d'élevage sur caillebotis (0,65 m^2 pour un porc de 100 kg, 0,2 m^2 pour un porcelet de 10 à 20 kg par exemple). Ces premières mesures sont renforcées par la directive européenne de 2001, transcrite en France par l'arrêté ministériel du 16 janvier 2003[40]. Ce dernier interdit, à partir du 1er janvier 2006, l'utilisation d'attaches pour les truies et les cochettes, qui doivent alors être conduites en liberté. Ce texte oblige aussi à loger les truies gestantes en groupes à partir du 1er janvier 2013 dans les anciens bâtiments, et à compter de 2006 pour les nouveaux. Depuis 2013, toutes les truies sont donc conduites en groupes au plus tard 28 jours après la saillie et jusqu'à une semaine avant la mise-bas. Ce texte a aussi permis la mise en œuvre de nouvelles dispositions sur les autres stades de l'élevage (post-sevrage, engraissement). Par exemple, les caractéristiques des caillebotis en béton, le niveau de luminosité dans les bâtiments, les conditions d'abreuvement ou la présence de matériaux manipulables sont concernés par ces évolutions réglementaires visant à améliorer les conditions d'élevage.

L'ensemble de ces mesures, environnementales et liées au bien-être des animaux, se renforcent depuis le début des années 2000. Les mesures environnementales incitent les agriculteurs qui le peuvent, en particulier les éleveurs porcins, à rechercher du foncier supplémentaire afin de s'affranchir, au moins partiellement, des exigences de traitement et d'export de l'azote et du

[39] Arrêté du 27 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n°s 2101 et 3660 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, JO du 31 décembre 2013.

[40] Arrêté du 16 janvier 2003 établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs, JO du 22 janvier 2003.

phosphore excédentaire. Les normes relatives au bien-être animal amènent les éleveurs à changer les conditions de logement des truies et des porcs en réalisant les investissements adéquats. L'exigence de mise en conformité avec ces réglementations conduit ainsi les agriculteurs à un certain nombre d'investissements non directement productifs. Ces réglementations continuent ainsi de creuser indirectement la différenciation entre les exploitations agricoles, qui n'ont pas toutes les mêmes moyens pour se mettre en conformité, dans un contexte de forte volatilité du marché du porc.

3.2. Une flambée des prix de l'énergie et une forte érosion de la valeur ajoutée

Comme le montre la figure 51, ces vingt dernières années la production porcine a été, à l'instar de la production laitière, soumise à une évolution défavorable des prix. Les prix en monnaie constante de la viande porcine oscillent depuis 2005 autour du même seuil. En revanche, sur la même période, les prix des consommations intermédiaires (tels que les céréales, les aliments complets, l'électricité) n'ont cessé d'augmenter. Entre 2005 et 2024, les prix de la viande porcine ont stagné en monnaie constante, tandis que les prix des aliments complets pour les porcs et de l'électricité ont augmenté en moyenne de 20% en monnaie constante, et ceux des céréales ont augmenté de près de 50% sur la même période.

La flambée des prix de l'énergie à partir de 2022 touche plus particulièrement les élevages confinés, tels que les élevages porcins, pour lesquels les bâtiments doivent être chauffés à l'électricité ou au gaz, ainsi que les éleveurs qui utilisent une station de traitement du lisier, dont le fonctionnement est gourmand en énergie. Nos entretiens révèlent que la facture d'électricité de certains éleveurs porcins a triplé durant cette période. Un fonds de soutien exceptionnel, appelé 'aide d'urgence', d'un montant global de 75 millions d'euros a été débloqué en 2022 par le ministère de l'Agriculture. Cette aide, d'un montant forfaitaire de 15000€ par exploitation, a été octroyée aux exploitations qui dépassaient le seuil de 80% de consommation des 'crédits court terme de trésorerie et/ou crédits fournisseurs', sur un mois glissant à compter du 1er janvier 2022 (Les services de l'État en Ille-et-Vilaine, 2022). Si cette aide a limité l'impact de cette flambée des prix, les entretiens révèlent que les agriculteurs les plus vulnérables (revenus agricoles déjà limités avant cela) ont été fortement touchés.

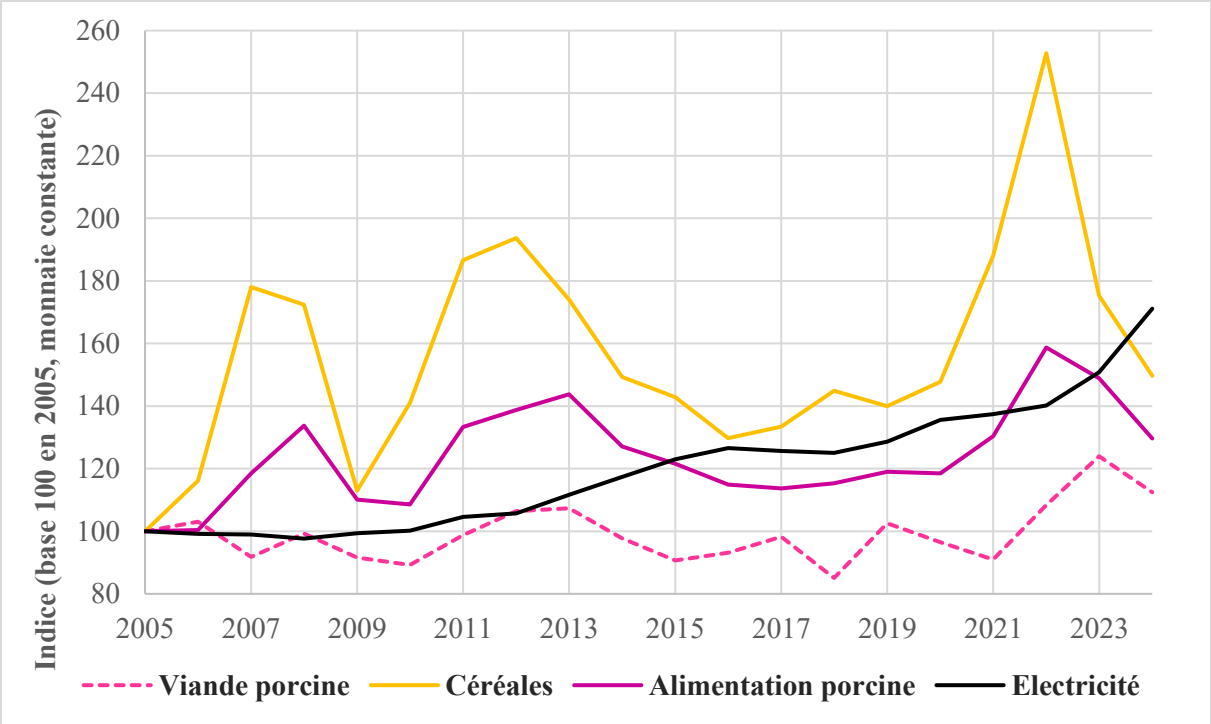


Figure 51 : Indice des prix de la viande porcine, de l'alimentation porcine, des céréales et de l'électricité en monnaie constante. (Source : séries IPPAP, IPAMPA, INSEE, 2025)

3.3. À l'Est du bassin du Gouessant : pour les élevages qui en ont les moyens, agrandissements et augmentation du nombre de porcelets sevrés par truie

Les réglementations environnementales et relatives au bien-être animal impliquent des investissements non directement productifs, dans un contexte où la hausse des prix des productions agricoles demeure nettement inférieure à celle des coûts des intrants. Un certain nombre d'exploitations sont fragilisées par ce contexte, tandis que celles qui se maintiennent et dégagent les plus forts revenus parviennent à acquérir du foncier supplémentaire. Ces surfaces en plus leur permettent de limiter le traitement et l'export des effluents d'élevage, rendus obligatoires par les réglementations. Les entretiens révèlent en effet que les agrandissements servent prioritairement à accroître les surfaces d'épandage et ne s'accompagnent donc pas toujours d'un accroissement de la taille des cheptels. Lorsque la station de traitement est quand même maintenue, ces grandes exploitations ont eu les moyens de les adapter dès les années 2000 pour traiter aussi le phosphore excédentaire (figure 52).
Le nombre d'exploitations porcines en Bretagne diminue toutefois plus vite que le nombre de porcs élevés. D'après les derniers recensements agricoles, le nombre d'exploitations porcines entre 2010 et 2020 a diminué de plus de 30%, tandis que le nombre de porcins (truies, porcelets et porcs charcutiers) élevés en Bretagne a diminué de 20% entre 2010 et 2024 (Agreste, 2025). Ces chiffres peuvent témoigner d'un processus de concentration des élevages porcins en Bretagne (cheptels de plus grande dimension), ou encore d'un accroissement du nombre de porcs produits par actif.

Depuis les années 2000 et 2010, l'accroissement de la productivité physique du travail dans les élevages porcins étudiés a en partie reposé sur l'amélioration des performances par animal, c'est-à-dire sur l'augmentation du nombre de porcs produits par truie et par an. À l'Est du bassin du Gouessant, entre 13 et 14,5 porcelets sont aujourd'hui sevrés en moyenne par portée et par truie (figure 52), soit jusqu'à 35 porcelets sevrés par truie et par an. Cette évolution a été permise par un ensemble de changements de pratiques.
D'une part, depuis les années 2010, les agriculteurs qui en ont les moyens ont pu informatiser leur système d'alimentation et individualiser les rations avec l'installation de Distributeurs Automatiques de Concentrés pour les truies en gestation. Ces équipements permettent de conduire les truies en lots homogènes et de distribuer à chaque animal (reconnu par un système de puçage) une ration la plus adaptée possible à son stade physiologique et à ses objectifs de production. Ce système permet de limiter les déficits énergétiques des truies. En effet, en recevant une ration plus adaptée à leurs besoins spécifiques pendant la gestation, les truies ont plus de chances de faire naître des porcelets en bonne santé (moins de mortalité), la lactation peut ensuite être plus importante et nutritive, et la truie est plus susceptible de retourner en chaleur aisément en post-sevrage si elle n'a pas accumulé de déficits énergétiques trop importants. Parallèlement, certaines maternités ont pu être équipées de 'cages balances', des

îlots constitués d'un bloc relevable limitant la mortalité des porcelets liés aux écrasements sous la mère.

Les deux dernières décennies ont aussi été marquées par une amélioration de l'indice de consommation des porcs, qui a permis de limiter les rejets azotés. La réduction de cet indice a notamment été permise par l'informatisation de l'alimentation des truies, qui a permis de mieux adapter les rations à leurs besoins et donc de limiter les rejets azotés.

Parallèlement, certaines coopératives encouragent les éleveurs depuis 2012 à élever les porcs mâles en 'mâles entiers'. Les mâles entiers valorisent mieux l'alimentation consommée, ce qui permet d'améliorer l'indice de consommation du cheptel et, à nouveau, de limiter les rejets azotés. En outre, cette nouvelle conduite permet de cesser la castration à vif et de se conformer ainsi aux attentes relatives au bien-être animal. L'élevage de mâles entiers n'avait toutefois pas été conduit auparavant en raison du goût prononcé de la viande produite. Des recherches en génétique et une optimisation des rations (limitation du nombre de porcs trop gras en finition) ont néanmoins permis de réduire considérablement le taux de 'mâles odorants'.

Enfin, l'ensemble de ces pratiques a pu être optimisé grâce à des races sélectionnées pour leur haut potentiel de production. Au sein du bassin du Gouessant, les entretiens révèlent que les animaux sont le plus souvent issus d'une lignée maternelle de race *Large White* x *Landrace* et de verrats *Piétrain*. Ces différentes races sélectionnées permettent d'accroître le potentiel des animaux, en particulier sur les critères de croissance, de prolificité ou encore de conformation de la carcasse. Le prix de vente des porcs charcutiers dépend en effet du prix du marché, mais aussi d'une prime fixée par les abattoirs en fonction de caractéristiques propres à la conformation de chaque animal. Le poids carcasse des porcs est bien entendu considéré, mais aussi, depuis 2007, le Taux de Muscle des Pièces (TMP) qui correspond à la quantité de muscles dans les quatre pièces principales du porc (jambon, longe, épaule, poitrine) (Daumas, 2023). Au-delà ou en deçà de certains seuils de poids carcasse et de TMP, une décote est appliquée par rapport au prix de base, mais si la carcasse ne dépasse pas ces seuils minimaux et maximaux, il est dit qu'elle entre alors dans le 'cœur de gamme' et une prime est appliquée par rapport au prix de base.

Ces races sélectionnées pour leur haut potentiel ainsi que les nouvelles pratiques d'élevage ont contribué à maintenir l'accroissement continu des rendements ces dernières années dans les exploitations porcines.

Figure 52 : Evolutions types de l'assolement, des rotations et du système d'élevage des plus grandes exploitations porcines en coeur d'interfluve large du bassin du Gouessant jusqu'aux années 2020. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.

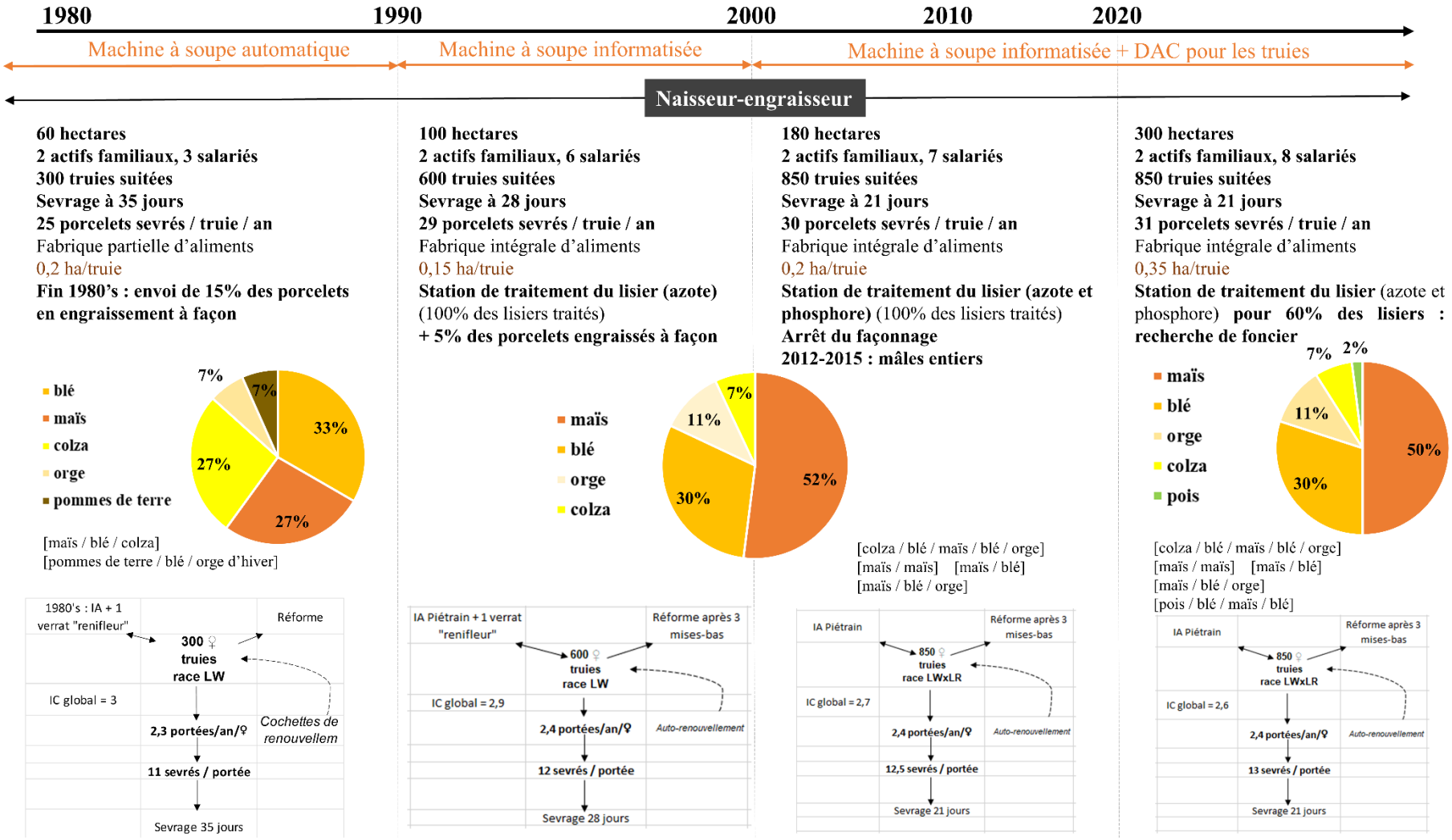
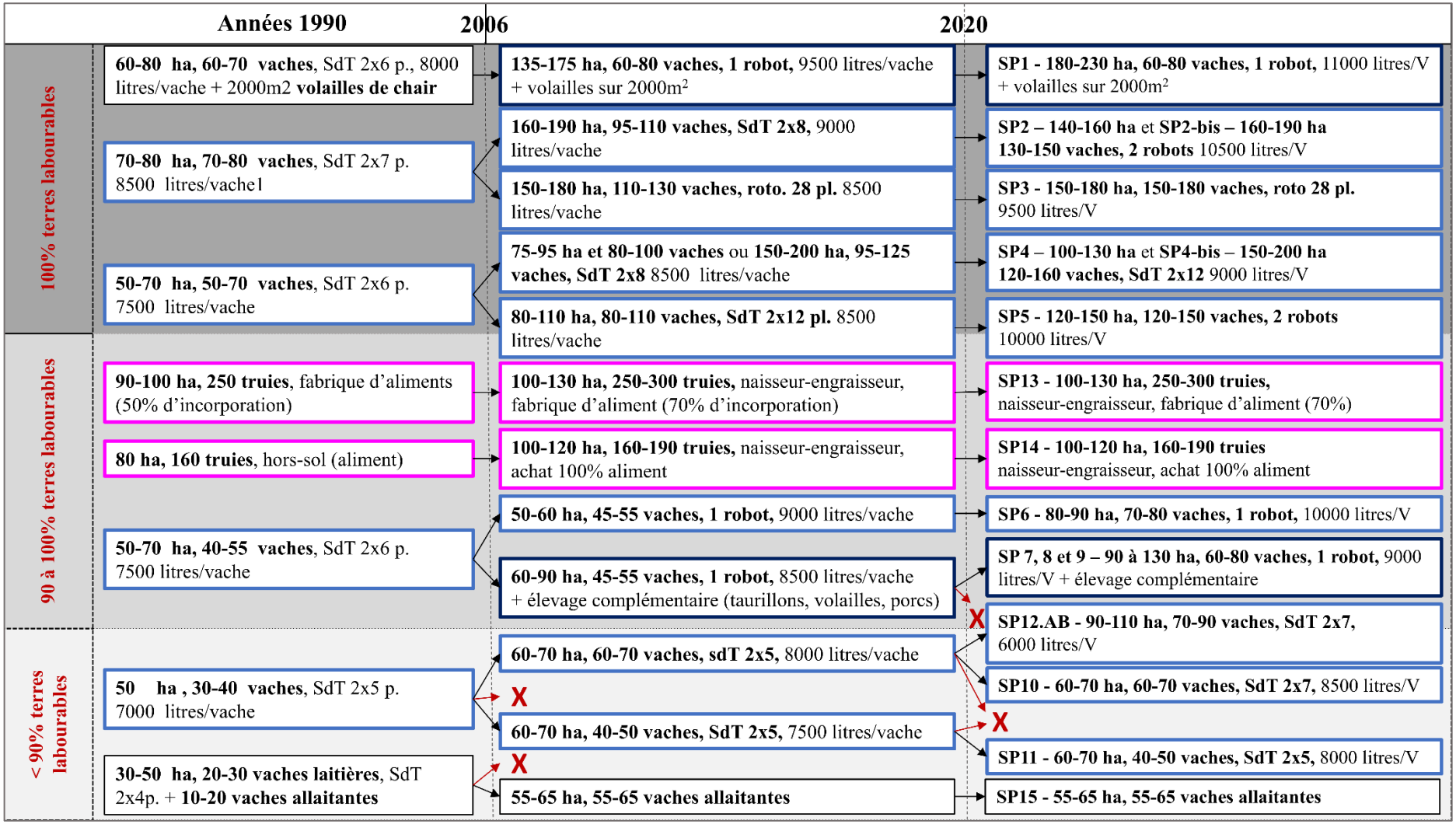


Figure 53 : Arbre de différenciation des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais jusqu'à la période actuelle. Sources : Enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



4. Des inégalités marquées entre les exploitations agricoles actuelles des deux petites régions

Dans le contexte des dernières décennies - décrit précédemment et marqué par la dérégulation de la PAC, par une augmentation des prix des moyens de production comparativement aux prix agricoles et par le renforcement des normes environnementales - les inégalités se sont creusées entre les agriculteurs. La différenciation sociotechnique à l'œuvre entre les exploitations agricoles des deux bassins étudiés est présentée ci-après, afin de caractériser précisément la diversité des systèmes de production en présence, et de mieux resituer, à terme, le développement de la méthanisation en leur sein.

4.1. À l'Ouest du bassin rennais : une différenciation fonction de la dimension des élevages, des rendements laitiers et de la robotisation

La différenciation technique observée à l'Ouest du bassin rennais depuis les années 1990 est présentée schématiquement en figure 53. Plusieurs facteurs de différenciation ont été identifiés et permettent de mieux appréhender les inégalités existantes entre ces différentes exploitations agricoles. La localisation et la taille des exploitations agricoles (surfaces agricoles et gammes de cheptel), les niveaux de rendement laitier et la nature du système de traite (robotisation ou non) permettent de comprendre les différentes trajectoires empruntées par ces exploitations.

4.1.1. Les grands élevages laitiers des interfluves larges, avec deux robots de traite et 10500 litres de lait par lactation

Les plus grandes exploitations actuelles du bassin rennais sont localisées en cœur d'interfluve large. Il s'agit d'exploitations avec plus de 110 hectares et deux robots de traite, qui enregistrent les plus forts rendements laitiers du bassin, avec des vaches produisant 10000 à 10500 litres par lactation. Le fonctionnement de l'un des systèmes de production composant ce groupe sera décrit précisément. Les autres systèmes de production seront décrits plus brièvement par comparaison (tableau 4), mais toutes les fiches 'système' détaillant leur fonctionnement sont fournies en annexe 2.

Les exploitations situées en cœur d'interfluve large, avec toutefois quelques parcelles sur les versants, avec 160 à 190 hectares, 130 à 150 vaches et deux robots de traite (SP2-bis), sont représentatives de cette catégorie de systèmes de production (figure 54). Ces exploitations sont issues des plus grandes exploitations laitières des interfluves larges, qui se sont spécialisées dans la production de lait dans les années 1990 (figure 53), après avoir pu accroître le cheptel bovin tout en engraissant des porcs charcutiers dans des bâtiments sur caillebotis dès les années 1970. Ces dernières ont eu les moyens d'introduire rapidement de larges parts de maïs ensilage dans leur assolement au cours des années 1970 et 1980.

Les deux actifs familiaux embauchent un salarié. Un accroissement important de la production laitière a été enregistré depuis 2006 dans ces exploitations - à la faveur de plus importants droits à produire - et a été assuré par un recul progressif du pâturage, jusqu'au stade zéro-pâturage (silos de maïs et d'ensilage d'herbe ouverts toute l'année). Ce mouvement s'est renforcé avec l'arrivée des deux robots de traite depuis les années 2015. Les vêlages ne sont pas groupés et le calendrier fourrager est désaisonnalisé. La ration des vaches est préparée à partir d'une mélangeuse automotrice. Elle est constituée toute l'année des mêmes proportions d'ensilage de maïs, d'ensilage d'herbe et de luzerne, et de tourteaux. Elle est néanmoins complétée à chaque passage au robot (2,5 à 3 fois par jour) par des concentrés, dont le dosage est adapté informatiquement à chaque vache, selon son stade de lactation, son âge (primipare ou multipare) et son niveau de production. Les vaches ont parfois encore accès aux prairies au printemps, mais l'herbe occupe une très faible part de la ration. Ces sorties ont plutôt des visées sanitaires (prophylaxie) et de bien-être. Cette conduite permet d'atteindre des rendements élevés de 10500 litres par lactation en moyenne, soit 9800 litres par vache et par an (intervalle entre deux vêlages (IVV) de 390 jours). Elle engendre toutefois des coûts de concentrés achetés importants, qui peuvent atteindre 120€/1000 litres. Les laiteries octroient des primes aux agriculteurs, en fonction de la qualité du lait qu'ils vendent (taux de matière grasse et de protéines notamment), afin de cibler des qualités de lait adaptées à leurs objectifs de transformation en produits laitiers. Le lait obtenu dans ces exploitations présente des taux protéiques et butyreux respectivement de 33 et 43 g/kg de lait. Avec de tels taux, ces agriculteurs gagnent environ 25€ supplémentaires par 1000 litres de lait vendus, par rapport au prix de base proposé par les laiteries dans la région.

Ces agriculteurs mobilisent des inséminations sexées, pour produire le nombre exact de femelles Prim'Holstein dont ils ont besoin pour renouveler le troupeau (30% des effectifs par an) et éviter de vendre des veaux femelles de race laitière à bas prix. Ils utilisent aussi des paillettes non sexées, mais de race Bleu Blanc Belge, une race allaitante, afin d'obtenir des veaux croisés qui sont plus lourds, présentent une carcasse de meilleure conformation et sont ainsi vendus trois fois plus chers qu'un veau de race laitière Prim'Holstein (250€/tête pour un mâle croisé, contre 80€/tête pour un mâle laitier).

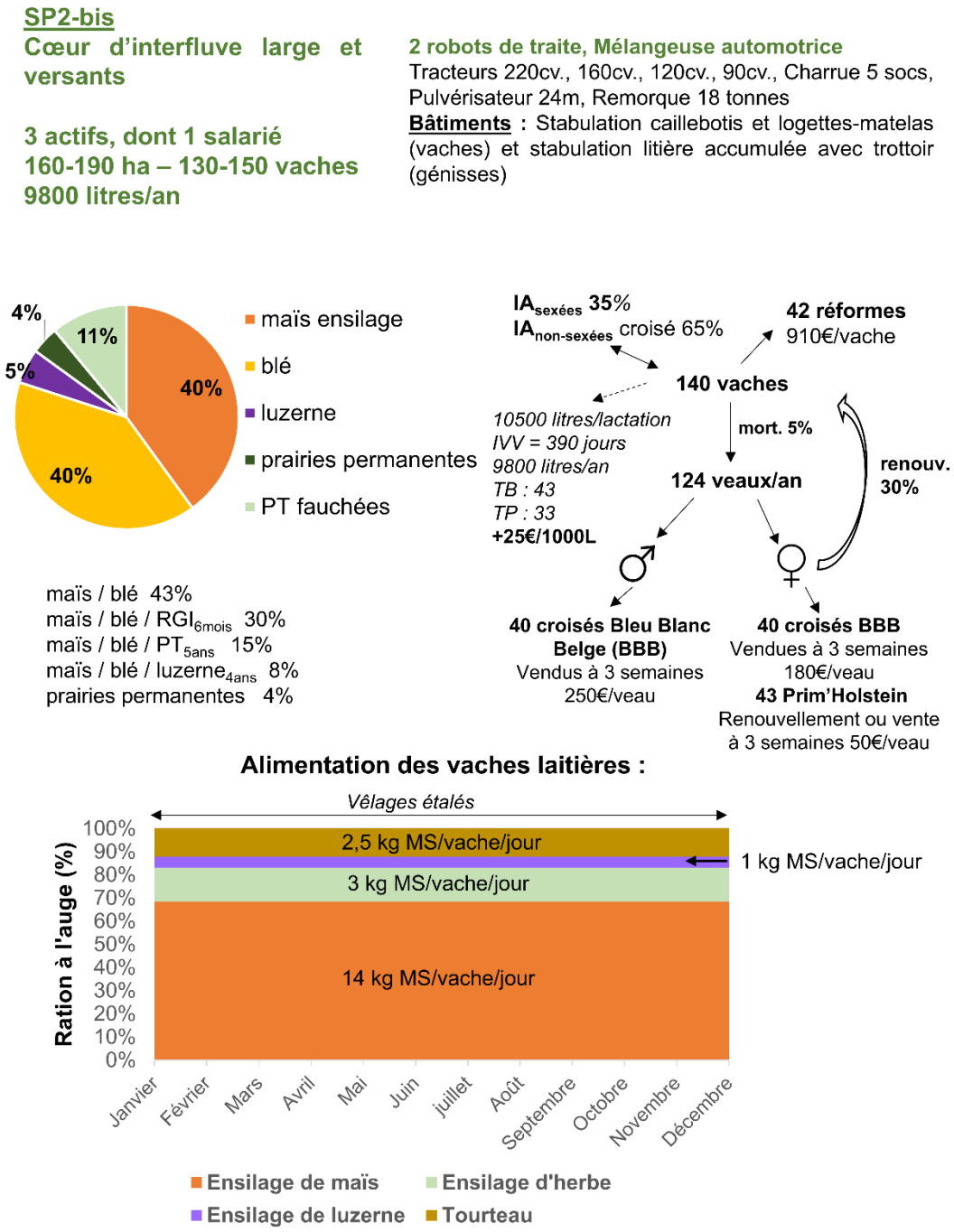
Les vaches sont logées dans des stabulations sur caillebotis, avec des logettes matelas pour leur permettre de se coucher. Les génisses sont quant à elles logées dans des stabulations présentant un trottoir et un système de litière paillée accumulée.

La diminution du pâturage ne s'est pas accompagnée d'une réduction des surfaces en prairies, car ces dernières ont été maintenues pour réaliser de la fauche. Elles se maintiennent donc dans les assolements et occupent entre 10 et 15% de ces derniers. En cœur d'interfluve large, les sols de ces exploitations sont profonds et présentent d'importantes teneurs en limons, ce qui permet de faire revenir le maïs et les cultures de vente très souvent dans les rotations, avec une large prédominance (90%) de rotations courtes [maïs/blé]. Les rendements enregistrés sont en outre parmi les plus élevés du bassin : ils peuvent atteindre 15 tonnes de matière sèche par hectare

pour le maïs, et 100 quintaux par hectare pour le blé. Les quelques parcelles des versants, un peu plus argileuses et présentant un potentiel agronomique plus limité, sont plutôt utilisées pour cultiver du maïs et des prairies temporaires, tandis que le blé se situe majoritairement en cœur d'interfluve. De la luzerne a par ailleurs été introduite dans les assolements depuis 2024. En effet, elle permet à ces agriculteurs de bénéficier de l'écorégime (PAC) par la voie des pratiques agricoles, par diversification et introduction de plantes fixatrices d'azote. La luzerne a été choisie par ces agriculteurs, car elle peut être ensilée, introduite dans la ration des vaches laitières et se substituer en partie aux concentrés azotés afin de gagner en autonomie alimentaire.
Ces agriculteurs disposent d'équipements récents, de grande largeur et présentant d'importants débits de chantier pour le bassin rennais. Le tracteur de tête fait par exemple 220 chevaux.

Ce système de production se décline aussi en cœur d'interfluve, sans aucune parcelle sur les versants (SP2). Dans ce cas, ces exploitations présentent un chargement animal plus important (1,4 vache par hectare de SFP, contre 1,3 pour le précédent système) : la gamme de cheptel reste en effet la même, mais les surfaces sont légèrement plus limitées (140 à 160 hectares). Cette différence s'explique par le potentiel de rendement plus important des parcelles de ces exploitations, situées exclusivement en cœur d'interfluve, qui permettent d'assurer la même production fourragère sur des surfaces légèrement plus limitées.
Certaines exploitations, également situées au cœur de vastes interfluves et disposant de parcelles sur les versants (SP5), présentent un fonctionnement proche de celui du SP2-bis, mais sur des surfaces plus modestes (110 à 150 hectares). En effet, ces actifs présentent des capacités d'investissement plus réduites que ceux du SP2-bis, ce qui a pu limiter les agrandissements. Le chargement animal y est légèrement plus important (1,5 vache par hectare de SFP) grâce à un accès à des sols à haut potentiel de production (teneur importante en limons), mais les rendements laitiers sont plus faibles (10000 litres par vache et par lactation).
Les plus grandes exploitations historiques, qui atteignent aujourd'hui entre 180 et 230 hectares (SP1) fonctionnent sur le même principe (zéro-pâturage, robotisation), mais avec une gamme de cheptels plus limitée : 60 à 80 vaches et un seul robot de traite. Cette gamme de cheptels plus limitée s'explique à la lumière des investissements réalisés par ces agriculteurs entre 2011 et 2018 : ces derniers ont été les premiers à investir dans un méthaniseur en cogénération à cette période, ce qui a limité les besoins d'agrandissements du cheptel bovin (*cf.* chapitre 5).

Figure 54 : Caractérisation des exploitations mettant en œuvre le système de production SP2-bis



+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-tourteaux : 3 kg/vache/jour
-VL (aliment granulé complet) : 2,5 kg/vache/jour

Tableau 4 : Principales caractéristiques des systèmes de production bovins laitiers avec deux robots de traite et des rendements de 10000 à 10500 litres par lactation

Système de production	**SP1**	**SP2**	**SP2-bis**	**SP5**
Localisation	Cœur d'interfluve large	Cœur d'interfluve large	Cœur d'interfluve large et versants	Cœur d'interfluve large et versants
Gamme de surface	180-230 ha	140-160 ha	160-190 ha	110-150 ha
Nombre d'actifs	**3 actifs dont 2 salariés**	**3 actifs dont 1 salarié**	**3 actifs dont 1 salarié**	**3 actifs dont 1 salarié**
Taille du cheptel	**60-80 vaches 2000 m^2 de poulailler**	**130-150 vaches**	**130-150 vaches**	**120-160 vaches**
Chargement	0,7 vache/ha SFP	1,4 vache/ha SFP	1,3 vache/ha SFP	1,5 vache/ha SFP
Système fourrager	Zéro-pâturage			
Intervalle entre deux vêlages (IVV)	380 jours	390 jours	390 jours	380 jours
Rendement laitier (par vache et par lactation)	10500 litres	10500 litres	10500 litres	10000 litres
Rendement laitier annuel (par vache et par an)	**10000 litres**	**9800 litres**	**9800 litres**	**9600 litres**
Équipement de traite	**1 robot de traite**	**2 robots de traite**	**2 robots de traite**	**2 robots de traite**
Puissance du tracteur de tête en propriété	160 cv.	220 cv.	220 cv.	200 cv.

4.1.2. Les grands élevages laitiers en cœur d'interfluve large, avec de grandes salles de traite et entre 9000 et 9500 litres par vache et par lactation

Certaines grandes exploitations agricoles sont localisées en cœur d'interfluve large, mais présentent des parcelles aux qualités agronomiques plus variables. Cette variabilité s'explique par des épaisseurs et des teneurs en limons ponctuellement plus limitées que dans le cas précédent. Cette caractéristique explique que le maïs et les prairies occupent une place encore importante dans les assolements, avec des surfaces de maïs et de prairies par vache plus importantes. Les rendements laitiers sont alors légèrement plus limités, compris entre 9000 et 9500 litres par lactation, avec le maintien de très grandes salles de traite (rototandem ou 2x12 postes) et non de robots. Ces exploitations sont issues des plus grandes exploitations des interfluves larges, mais qui n'ont pas fait d'engraissement de porcs charcutiers au cours des années 1970 et 1980, et se sont spécialisées uniquement dans l'élevage laitier dès les années 1970. Elles ont toutefois pu, elles aussi, introduire très rapidement de larges parts de maïs ensilage dans leur assolement et présentent aujourd'hui de grands troupeaux (plus de 120 vaches).

Le fonctionnement précis des exploitations avec 150 à 180 vaches traites au rototandem (SP3) sera décrit ci-après (figure 55). Les autres systèmes de production de ce groupe sont décrits en annexe 2.

Deux actifs familiaux, qui embauchent un salarié, disposent de 150 à 180 hectares. Comme expliqué précédemment, le potentiel des sols ponctuellement plus limité explique une part relative de rotations courtes (de type [mais/blé]) plus limitée (70%) que dans le cas précédent, tandis que les rotations incluant des prairies temporaires ou de la luzerne représentent 25% des rotations. Ainsi, les prairies temporaires, pâturées ou fauchées, se maintiennent sur environ 20% de la sole et le maïs occupe 40% de cette dernière. Un tiers des surfaces sont donc consacrées aux cultures de vente. Les rendements moyens restent toutefois très élevés dans ces exploitations localisées en cœur d'interfluve (14-15 tonnes de matière sèche par hectare pour le maïs et 90 à 100 quintaux pour le blé). Les vaches pâturent peu et sont traites dans un rototandem (sorte de grande salle de traite circulaire) de 28 postes, deux fois par jour. Durant cette dernière décennie, le calendrier fourrager des vaches a été modifié avec une diminution des temps de pâturage au printemps et une augmentation des concentrés distribués au Distributeur Automatique de Concentrés (DAC) au cours de l'année. Cette ration est distribuée avec une mélangeuse automotrice. Elle est composée des mêmes proportions d'ensilage de maïs, d'ensilage d'herbe et de luzerne, et de tourteaux tout au long de l'année, à l'exception de trois mois au printemps, au cours desquels l'herbe pâturée entre à hauteur de 20% dans la ration. Les silos d'ensilage de maïs et d'herbe restent néanmoins ouverts toute l'année. Le DAC est programmé informatiquement pour distribuer des concentrés aux vaches qui se présentent à la machine en fonction de leurs besoins (stade de lactation, âge, niveau de production). Ce

calendrier fourrager et ce mode de distribution des concentrés permettent d'atteindre des rendements de 9500 litres par lactation, soit 9100 litres par vache et par an (IVV de 380 jours). Cette production laitière, un peu plus limitée que dans le groupe d'exploitations précédent, est associée à des coûts d'achat de concentrés (tourteaux, VL, etc.) plus limités qu'avec un robot de traite (80 à 90€/1000 litres, contre 120€/1000 litres). Les taux butyreux et protéiques moyens du lait vendu sont respectivement de 44 et 33 g/kg. Les taux protéiques sont identiques à ceux observés dans les exploitations de la catégorie précédente, mais les taux butyreux sont plus élevés, ce qui permet à ces agriculteurs de dégager jusqu'à 30€ de prime par 1000 litres de lait vendu. En effet, les objectifs de rendement sont différents entre ces catégories d'exploitations : les agriculteurs qui souhaitent une production de 10500 litres par lactation visent avant tout une production importante de lait par vache, ce qui oriente l'alimentation et la conduite des vaches vers des rations très énergétiques favorables au volume de lait, mais moins à la synthèse de matière grasse, alors que les agriculteurs avec un objectif de production à 9500 litres par lactation recherchent un niveau de production plus modéré qui permet une fermentation ruminale plus favorable à la production de matière grasse.
Ces agriculteurs pratiquent une petite proportion d'inséminations sexées, mais ont aussi recours à des inséminations avec des paillettes de race laitière non sexées, moins onéreuses. Ils vendent donc quelques veaux de race laitière, à plus bas prix.
Les vaches sont ici aussi conduites dans des stabulations sur caillebotis avec des logettes matelas, tandis que les génisses sont conduites en stabulation avec trottoir et litière accumulée. Ces agriculteurs font aussi partie de ceux qui sont les mieux équipés, avec par exemple un tracteur de tête de 200 chevaux.

D'autres types d'exploitations (SP4, SP4-bis) présentent des similitudes avec ce système de production, avec du pâturage maintenu, mais devenu limité au printemps, de grandes salles de traite et une distribution de concentrés au DAC (tableau 5). Il s'agit toutefois d'exploitations avec une gamme de cheptels légèrement plus limitée, avec 120 à 160 vaches, et non pas un rototandem mais une salle de traite de 2x12 postes. Les rendements laitiers sont un peu plus faibles que dans le cas précédent, avec 9000 litres par lactation, en raison de moindres concentrés distribués au DAC (environ 1,5kg par jour, contre 2kg par jour dans le SP3). Ces exploitations se déclinent en deux sous-types selon leur localisation (parcelles uniquement en cœur d'interfluve ou non).
Les exploitations qui disposent de quelques parcelles argilo-limoneuses sur les versants (SP4-bis) font entre 150 et 200 hectares. Le calendrier fourrager et leur fonctionnement général restent très similaires à ceux du SP3, mais elles présentent un chargement plus limité (1,1 vache/ha de SFP contre 1,5 pour le SP3) en raison du potentiel agronomique des sols plus faible.
Les exploitations qui disposent uniquement de parcelles en cœur d'interfluve (SP4) font entre 100 et 130 hectares, avec un chargement bovin proche de celui du SP3 (1,4 vache par hectare de SFP). Afin d'accroître au maximum les rendements laitiers, avec des parts de concentrés

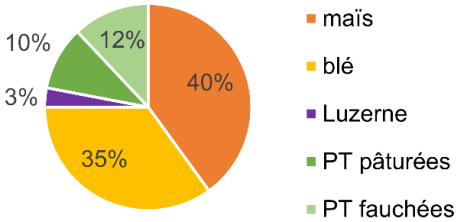
distribués au DAC néanmoins plus limités, ces agriculteurs conduisent les vaches en deux lots : un lot ‘fort – pic de lactation’ et un lot ‘faible - fin de lactation’. Le temps de pâturage du lot ‘fort’ est réduit (accès aux prairies uniquement la nuit) afin d’augmenter la production laitière. Cette conduite permet de mieux répondre aux besoins physiologiques des vaches laitières, qui sont différents entre le début et la fin de lactation. Cela favorise leur retour en chaleur et contribue à réduire l’intervalle entre deux vêlages, qui est de 370 jours, contre 380 et 385 dans les systèmes présentés précédemment. Les rendements laitiers annuels sont ainsi de 8900 litres par an dans ce système SP4, contre 8500 litres dans le système SP4-bis et 9100 litres dans le système SP3 avec plus de concentrés.

Figure 55 : Caractérisation des exploitations mettant en œuvre le système de production SP3

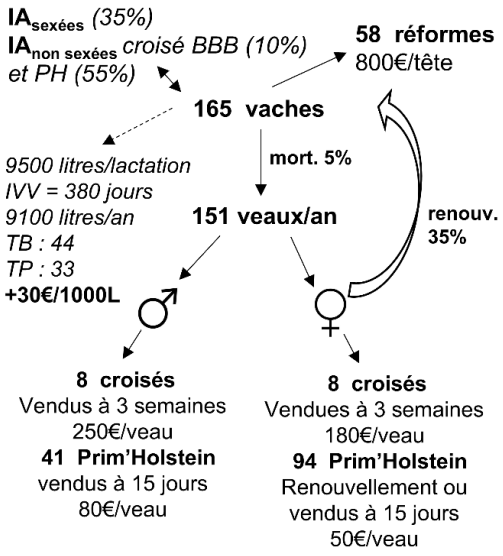
SP3
Cœur d'interfluve large

3 actifs, dont 1 salarié
150-180 ha – 150-180 vaches
9100 litres/an

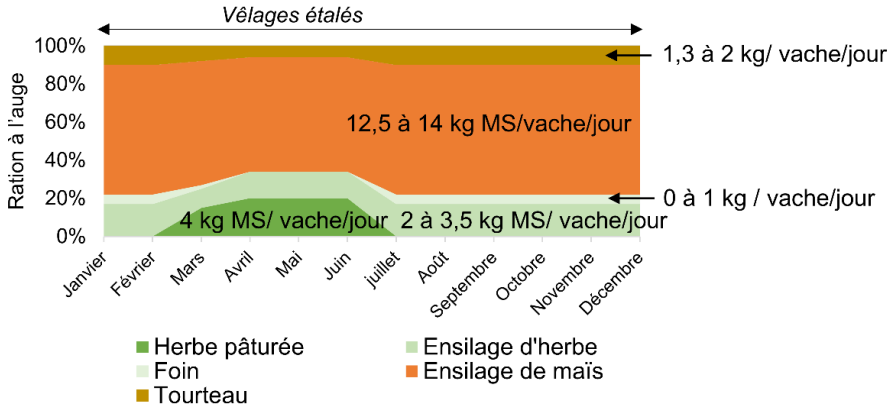
Rototandem 28 postes, Mélangeuse automotrice
Tracteurs 200ch, 110ch, 100ch, 90ch ; Charrue 5 socs, semoir à engrais, cultivateur, herse rotative, remorque 24t, pulvérisateur 24m.
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).



maïs / blé / RGI_{6mois} 40%
maïs / blé 30%
maïs / blé / luzerne $_{4ans}$ 5%
Sur les sols avec une plus faible épaisseur de limons : maïs / PT_{5ans} 25%



Alimentation des vaches laitières :



+ **Ration au Distributeur Automatique de Concentrés (DAC)**, en moyenne, durant 320 jours de lactation :
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/vache/jour
-minéraux (500g)

Tableau 5 : Caractéristiques principales des systèmes de production bovins laitiers avec plus de 120 vaches, grandes salles de traite et des rendements de 9000 à 9500 litres par lactation

Système de production	**SP3**	**SP4**	**SP4-bis**
Localisation	Cœur d'interfluve large	Cœur d'interfluve large	Cœur d'interfluve large et versants
Gamme de surface	150-180 ha	100-130 ha	150-200 ha
Nombre d'actifs	**3 actifs dont 1 salarié**	**3 actifs dont 1 salarié**	**3 actifs dont 1 salarié**
Taille du cheptel	**150-180 vaches**	**120-160 vaches**	**120-160 vaches**
Chargement	1,5 vache/ha SFP	1,4 vache/ha SFP	1,1 vache/ha SFP
Système fourrager	Pâturage 3 mois au printemps à 20% de la ration. Concentrés distribués au DAC.	Gestion du cheptel en 2 lots : fin de lactation et pic de lactation. Pâturage uniquement du lot en fin de lactation, au printemps et au maximum à 20% de la ration. Concentrés distribués au DAC.	Pâturage 3 mois au printemps à 20% de la ration. Concentrés distribués au DAC.
Intervalle entre deux vêlages (IVV)	380 jours	370 jours	385 jours
Rendement laitier (par vache et par lactation)	9500 litres	9000 litres	9000 litres
Rendement laitier annuel (par vache et par an)	**9100 litres**	**8900 litres**	**8500 litres**
Équipement de traite	**Rototandem 28 postes**	**SdT 2x12p.**	**SdT 2x12p.**
Puissance du tracteur de tête en propriété	200 cv.	170 cv. (sous-traitance)	200 cv.

4.1.3. Les élevages laitiers de taille moyenne avec des troupeaux de 60 à 80 vaches, un robot de traite et des rendements laitiers de 9000 litres à 10000 litres par lactation

Les exploitations de taille plus modeste avec 60 à 80 vaches et un robot de traite sont localisées en cœur d'interfluve et sur les versants. Le potentiel de production des sols y est hétérogène, en fonction de leur profondeur et de la teneur en limons (tableau 6). Ces exploitations sont issues des exploitations qui disposaient de parcelles sur les versants et qui n'ont pas pu se spécialiser entièrement dans la production laitière avant les années 1990. Il s'agit des exploitations qui - pour celles qui disposent des plus faibles superficies et des qualités de sols plus limitées - ont dû développer un deuxième système d'élevage (taurillons, volailles, porcs) au début des années 2000, pour garantir leur revenu dans un contexte de baisse des prix garantis du lait.

Le fonctionnement des exploitations avec 80 à 90 hectares (SP6) est décrit précisément ci-après, car leur fonctionnement est illustratif de cette catégorie de système de production (*cf.* annexe 2 pour la description précise des systèmes de production 7, 8 et 9).
Ces exploitations sont principalement situées en cœur d'interfluve large (contrairement à celles mettant en œuvre les systèmes de production 7, 8 et 9, localisées plutôt sur les versants). Un actif familial, qui embauche un salarié, conduit 70 à 80 vaches laitières (figure 56). Ces dernières pâturent 3 à 4 mois au printemps et 2 mois en automne, l'herbe représente respectivement 30% et 15% de la ration durant ces deux périodes. Un recul du pâturage a été observé ces dernières années dans ces exploitations. Il y a cinq ans, l'herbe représentait encore jusqu'à 60% de la ration des vaches au printemps. Si le silo de maïs reste ouvert toute l'année, les agriculteurs ferment encore le silo d'ensilage d'herbe durant le printemps lorsque les vaches pâturent. Ces dernières reçoivent alors uniquement de l'ensilage de maïs et des tourteaux en complément de l'herbe pâturée. En hiver, la ration est constituée d'ensilage de maïs, de tourteaux, ainsi que d'ensilage d'herbe et d'enrubannage de luzerne. Ces rations sont distribuées avec une mélangeuse à pales, qui n'est pas automotrice, contrairement aux équipements observés dans les grandes exploitations précédentes. Elles sont aussi complétées par des concentrés et minéraux distribués au robot. Malgré un pâturage qui se maintient, cette distribution de concentrés 2,5 fois par jour (à chaque traite) permet d'atteindre des rendements laitiers de 10000 litres par lactation et 9400 litres par an (IVV de 390 jours). Les taux du lait (taux butyreux de 44 g/kg et taux protéiques de 32 g/kg) correspondent moins aux attentes des laiteries et ces agriculteurs reçoivent une plus-value plus limitée (20€/1000 litres) que dans les grandes exploitations précédentes.
Ces agriculteurs ont les moyens de recourir aux inséminations sexées pour renouveler leur troupeau, sans produire de veaux Prim'Holstein supplémentaires qui seraient vendues à bas prix. Le reste des inséminations se fait systématiquement avec des races allaitantes pour produire des veaux présentant une meilleure conformation et les vendre plus cher.

Les vaches sont, ici encore, logées dans des stabulations sur caillebotis avec logettes matelas. En revanche, les génisses sont logées dans des bâtiments plus rudimentaires, présentant simplement des stabulations paillées, sans système de trottoir qui facilite la collecte du fumier. Les systèmes de culture ont été modifiés en fonction des évolutions du calendrier fourrager. Le maïs occupe une place relativement importante dans la sole (40%), tandis que les prairies, principalement pâturées, occupent environ 25% des assolements. Deux cultures de vente sont présentes : du blé (près de 30% de la sole) et du colza. Ces agriculteurs cultivent du colza depuis 2024 afin de bénéficier de l'écorégime par la voie des pratiques agricoles, par diversification et introduction d'oléagineux d'hiver. Le colza a été choisi par ces agriculteurs, car il est implantable sur les sols moins profonds des versants, présentant des teneurs moindres en limons. Les rendements moyens en blé atteignent 80 quintaux par hectare et ceux du maïs ensilage entre 13 et 14 tonnes de matière sèche.
Ces agriculteurs possèdent des équipements avec des puissances et des largeurs légèrement plus limitées que ceux des catégories précédentes. Le tracteur de tête par exemple ne dépasse pas 150 chevaux.

Un grand nombre d'exploitations agricoles présentent des gammes de cheptels et une logique de fonctionnement - avec robot de traite - similaires à ceux décrits pour le SP6. Ces exploitations sont toutefois localisées sur les versants avec des sols plus argilo-limoneux présentant un potentiel de production plus limité. Ces exploitations présentent alors un chargement bovin plus faible compris entre 0,9 et 1,2 vache par hectare de SFP (contre 1,4 pour le SP6), en fonction des proportions de terres limoneuses dont ils disposent. Dans ce milieu, les rendements laitiers ne dépassent pas 8400 litres par an (contre 9400 litres pour le SP6). C'est pourquoi ces agriculteurs mettent en place parallèlement un deuxième système d'élevage, pour améliorer leur revenu agricole.
Les exploitations avec deux actifs familiaux ont pu investir dans un élevage complémentaire de monogastriques (volailles ou engraissement de porcs charcutiers). La main-d'œuvre familiale fournit alors un volume de travail conséquent afin de générer un revenu agricole familial global plus important.
Les plus aisés d'entre eux, qui disposent aussi des plus larges parts de sols limoneux, se sont agrandis dans les années 2000 et 2010 et ont racheté un bâtiment d'engraissement de porcs charcutiers (SP7). L'engraissement est réalisé 'à façon' et ces agriculteurs engraissent en moyenne 2,5 lots de 400 porcs chaque année.
Les autres ont investi depuis les années 2000 dans un bâtiment de 1000 m^2 pour engraisser des poulets de chair (SP9). Ils produisent 5 lots de 16000 poulets par an jusqu'au stade physiologique de 47 jours. Ces derniers sont sous contrat d'intégration auprès de l'un des deux principaux intégrateurs de la petite région agricole : Sanders ou bien LDC. Dans ce type de contractualisation, l'entreprise prend en charge la fourniture des intrants (poussins, aliments, vaccins, etc.), tandis que l'agriculteur apporte sa force de travail ainsi que les ressources

nécessaires - eau, bâtiments et énergie de chauffage. Il perçoit ensuite une rémunération forfaitaire, fixée contractuellement, pour chaque poulet livré.

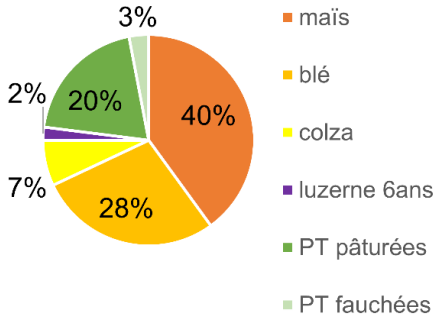
Les exploitations avec un seul actif familial et un salarié sont quant à elles tournées vers l'élevage de taurillons (SP8), qui exige un volume de travail moins conséquent. Ces agriculteurs disposent aussi de parts limitées en parcelles limoneuses et n'ont pas eu les moyens de s'agrandir ou d'investir dans un nouveau bâtiment. Ces derniers engraissent, en parallèle de la production laitière, l'ensemble des veaux mâles nés sur l'exploitation, vendus à 20 mois. Leur alimentation repose essentiellement sur du foin, du maïs ensilage et des aliments complémentaires achetés. Les agriculteurs qui, parmi eux, sont situés en fond de vallée et disposent de parts importantes de prairies permanentes ont arrêté l'engraissement de taurillons en bâtiment. En effet, les taurillons engraissés sont consommateurs de maïs ensilage. Les agriculteurs ont donc souhaité (1) conserver ce maïs ensilage pour les vaches laitières afin d'atteindre eux aussi un rendement à 8400 litres par an, dans un contexte de prix du lait favorable depuis 2022, et (2) valoriser les prairies permanentes humides par le pâturage de quelques vaches allaitantes.

Figure 56 : Caractérisation des exploitations mettant en œuvre le système de production SP6

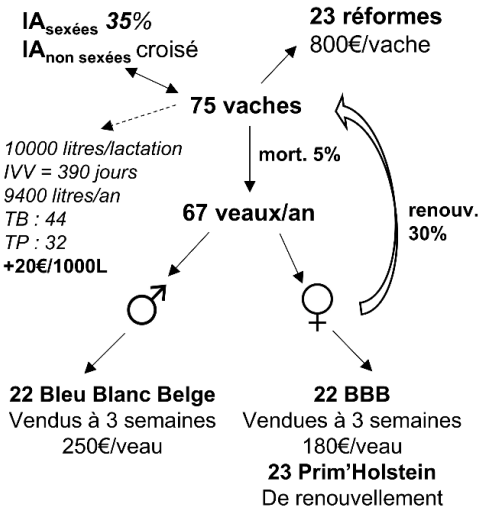
SP6
Cœur d'interfluve large

2 actifs, dont 1 salarié
80-90 ha – 70-80 vaches
9400 litres/an

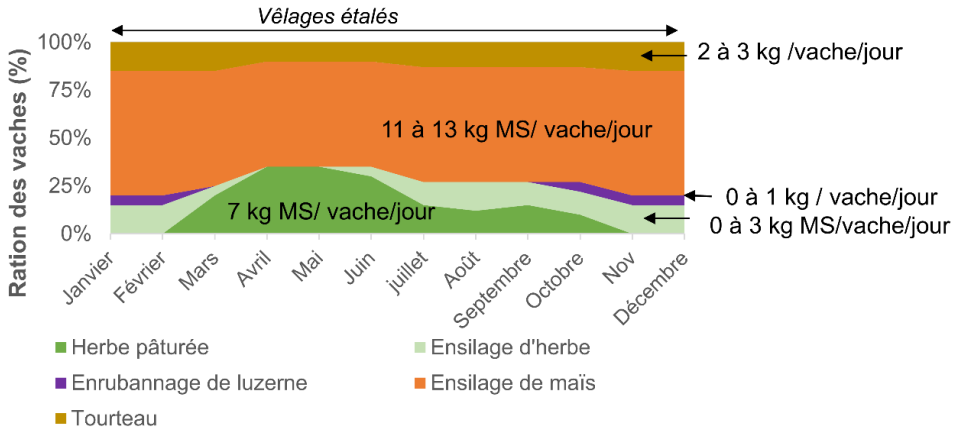
1 robot de traite, Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 150cv., 110cv., 90cv., 65cv.
Charrue 5 socs, Pulvérisateur 24m, Herse rotative 3m, Semoir à céréales, Distributeur à engrais ; Cultivateur ; Remorque 18t
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).



Classement par qualité agronomique décroissante des sols :
maïs / maïs 7%
maïs / blé 11%
maïs / blé / $RGI_{6\ mois}$ 30%
maïs / blé / colza 21%
$[maïs/blé]_{2ans}$ / $luzerne_{6ans}$ 3%
maïs / PT_{5ans} 28%



Alimentation des vaches laitières :



+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-tourteaux : 2,3 kg/vache/jour
-VL (aliment granulé complet) : 2,4 kg/vache/jour
-minéraux

Tableau 6 : Caractéristiques principales des systèmes bovins laitiers avec 60 à 80 vaches, des rendements de 9000 à 10000 litres par lactation et un robot de traite

	SP6	**SP7**	**SP8**	**SP9**
Localisation	Cœur d'interfluve large et versant	Cœur d'interfluve large ou étroit	Interfluve étroit Versant	Interfluve étroit Versant
Gamme de surface	80-90 ha	100-120 ha	110-130 ha	90-100 ha
Nombre d'actifs	**2 actifs dont 1 salarié**	**2 actifs familiaux**	**2 actifs dont 1 salarié**	**2 actifs familiaux**
Taille du cheptel	**70-80 vaches**	**60-70 vaches 400 places d'engraissement de porcs charcutiers**	**70-80 vaches 20-30 taurillons**	**60-70 vaches 1000 m² de poulailler**
Chargement	1,4 vache/ha SFP	1,2 vache/ha SFP	0,9 vache/ha SFP	1 vache/ha SFP
Système fourrager	Pâturage de printemps à 30-35% de la ration	Pâturage de printemps à 30-35% de la ration et pâturage d'automne à 10%	Pâturage de printemps à 40% de la ration et pâturage d'automne à 15-20%	Pâturage de printemps à 40-45% de la ration et pâturage d'automne à 15%
IVV	390 jours	390 jours	400 jours	390 jours
Rendement laitier (/vache/lactation)	10000 litres	9000 litres	9000 litres	9000 litres
Rendement laitier annuel (/vache/an)	**9400 litres**	**8400 litres**	**8200 litres**	**8400 litres**
Équipement de traite	**1 robot de traite**	**1 robot de traite**	**1 robot de traite**	**1 robot de traite**
Puissance du tracteur de tête	150 cv.	200 cv.	150 cv.	115.

4.1.4. Les élevages laitiers des versants et fonds de vallée, avec moins de 100 vaches, une salle de traite et des rendements inférieurs à 8500 litres par lactation

Les exploitations qui présentent les rendements laitiers les plus limités de la petite région sont situées sur les versants et en fond de vallée, au sein des interfluves larges ou étroits (tableau 7). Les sols y sont souvent plus argileux et hydromorphes, et présentent des potentiels de production beaucoup plus limités. Ces exploitations s'inscrivent dans la trajectoire de celles qui ont bénéficié historiquement des proportions les plus limitées de terres labourables et qui n'ont pas pu implanter de larges parts de maïs ensilage dans leur assolement. Il s'agit des exploitations qui se sont spécialisées progressivement dans l'élevage bovin laitier dans les années 1970 et 1980, mais en engraissant parallèlement des taurillons après l'instauration des quotas en 1984, pour compléter leurs revenus, faute de pouvoir augmenter le nombre de vaches et la production de lait. Ces exploitations disposaient en effet des capacités d'investissement les plus limitées et les droits à produire les plus faibles.
Les exploitations les plus grandes bénéficiant d'un parcellaire groupé se sont converties à l'Agriculture Biologique (SP12 AB) dans les années 2010 et seront présentées dans un premier temps. Celles qui présentent des surfaces plus limitées (SP10 et SP11) seront présentées dans un second temps.

Les exploitations localisées en fond de vallée et sur les versants, de 90 à 110 hectares, qui disposent de larges parts de prairies permanentes (10%), ont été converties à l'agriculture biologique à partir de 2015 (SP12-AB), au moment de l'arrêt des quotas laitiers et des chutes du prix du lait (figure 57). Cette conversion s'est faite à la faveur d'un parcellaire très groupé autour de l'exploitation, qui facilite la conduite du troupeau au pâturage. Les deux actifs familiaux ont embauché un salarié après la certification grâce à la valeur ajoutée dégagée.
L'intégralité de l'assolement est dédiée à des cultures fourragères. Moins de 15% seulement de l'assolement est consacré à la culture du maïs. Un méteil – par exemple un mélange de féverole, triticale et pois – est ensilé et constitue une ressource fourragère complémentaire pour nourrir les génisses. La complémentarité de la graminée (triticale) et des légumineuses (féverole, pois) assure un rendement de 45 quintaux par hectare avec une utilisation limitée d'intrants. Environ 40% de l'assolement est dédié à des prairies temporaires pâturées de ray-grass anglais et trèfle blanc qui sont implantées pour une durée de 7 ans. Des prairies temporaires avec la même composition floristique sont quant à elles implantées pour 4 ans et dédiées à la fauche. Environ 5 coupes sont réalisées chaque année, pour constituer les stocks de foin (1 coupe), d'ensilage (2 coupes) et d'enrubannage (2 coupes). Les nombreuses prairies permanentes sont valorisées par une coupe pour assurer les stocks de foin. Ces agriculteurs disposent de tout le matériel nécessaire à la gestion de l'herbe (faucheuse, faneuse, andaineuse), à l'affouragement (auto-chargeuse) et d'un tracteur de tête de 110 chevaux.

Au printemps, les 70 à 90 vaches (aux vêlages étalés) ne sont nourries qu'à l'herbe pâturée, tandis qu'en été le pâturage est complété par de l'affouragement en vert, afin de pallier la baisse de quantité et de qualité de l'herbe pâturée. En hiver, les vaches consomment de l'enrubannage, de l'ensilage d'herbe, du foin, de l'ensilage de maïs et des tourteaux. Les quantités de maïs ensilé distribuées par vache et par jour sont néanmoins près de 3 fois inférieures à celles distribuées dans les plus grandes exploitations du bassin. Ainsi, le silo d'ensilage de maïs n'est ouvert que 7 à 8 mois, du mois d'août au mois de mars. La ration des vaches est préparée à l'aide d'une désileuse-pailleuse, matériel beaucoup moins onéreux qu'une mélangeuse automotrice, mais qui suppose un temps de préparation environ deux fois plus important.

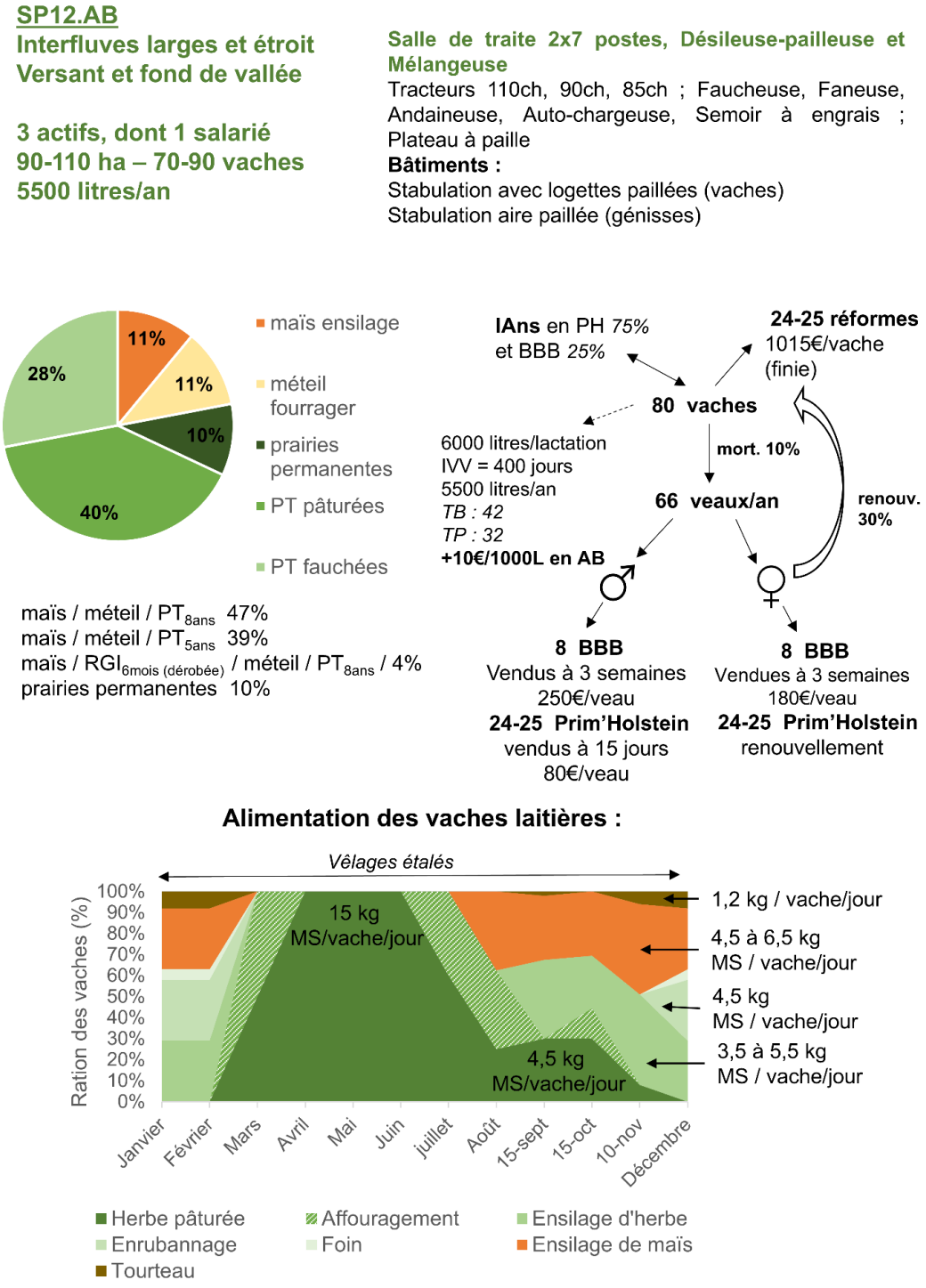
Ce système repose sur une exploitation importante des ressources en herbe et sur peu d'intrants, ce qui en fait un système relativement économe. Ainsi, les agriculteurs rencontrés indiquent ne pas avoir souffert trop durement du ciseau des prix que l'Agriculture Biologique a connu depuis 2022 (augmentation des prix des moyens de production, mais relatif maintien des prix du lait biologique). Si une baisse de revenu a parfois été signalée, aucun cas de 'déconversion' n'a été étudié au sein de la petite région agricole. En revanche, les agriculteurs se sont adaptés rapidement à ce contexte en diminuant légèrement les quantités de maïs fourrage et celles de concentrés (achetés) dans la ration des vaches durant l'hiver. Les quantités de concentrés utilisées sont ainsi passées de 30 kg pour 1000 litres de lait produits — un niveau déjà près de sept à huit fois inférieur à celui observé dans les grandes exploitations équipées de robots de traite du bassin — à 25 kg pour 1000 litres. Ces adaptations ont induit une baisse du rendement laitier, qui est passé de 7000 à 6000 litres par vache et par lactation. Les intervalles entre deux vêlages sont relativement longs dans ces exploitations (400 jours) - en raison d'apports énergétiques plus limités en hiver pour favoriser l'œstrus post-lactation - ce qui induit des rendements de 5500 litres par vache et par an. Les vaches sont traites au sein d'une salle de traite de dimension très limitée (2x6 postes) par rapport aux autres salles de traite rencontrées dans les exploitations de la région.

Les principaux postes de coûts qui ont augmenté ces dernières années, pour ces exploitations relativement économes, sont les charges de structure (assurances, comptabilité, électricité, entretien des bâtiments et de la salle de traite, …). Les services pèsent aujourd'hui plus lourd pour ces dernières et le renouvellement de certains équipements a été repoussé.

Ces agriculteurs n'ont pas recours à des IA sexées et vendent une partie des veaux de race laitière de moins bonne conformation à plus bas prix. En revanche, ils peuvent réaliser quelques inséminations avec des races allaitantes afin de vendre quelques veaux croisés de meilleure conformation.

Les vaches sont logées dans une stabulation avec des logettes paillées et les génisses dans une stabulation avec une aire paillée. Ces agriculteurs ne collectent donc que des fumiers, et pas de lisiers, contrairement aux autres exploitations précédemment présentées.

Figure 57 : Caractérisation des exploitations en agriculture biologique mettant en œuvre le système de production SP12.AB



Les exploitations des versants d'une dimension plus limitée seront présentées à partir de l'exemple du système de production caractérisé par 60 à 70 hectares et 60 à 70 vaches (SP10), qui est illustratif du fonctionnement de ces dernières. Le système de production avec 40 à 50 vaches (SP11) est décrit plus précisément au sein de la fiche système présentée en annexe 2.

Ces exploitations (60 et 70 hectares, pour 60 à 70 vaches) sont gérées par un actif et une aide familiale parentale (figure 58). Le plus souvent, il s'agit d'un actif de moins de quarante ans qui est épaulé par un parent, pourtant en retraite, mais qui travaille encore sur l'exploitation à hauteur d'un mi-temps.

L'assolement de ces exploitations est composé d'environ un tiers de maïs, un tiers de blé et un tiers de prairies. Les prairies sont composées de prairies temporaires, ainsi que de prairies permanentes dont la part est relativement importante (plus de 5% de l'assolement) en raison de la proximité de ces exploitations avec les fonds de vallées. Les rendements en blé ne dépassent pas 85 quintaux par hectare et les rendements en maïs dépassent rarement 13 tonnes de matière sèche à l'hectare.

L'alimentation des vaches laitières repose sur le maïs ensilage, dont le silo reste ouvert toute l'année, malgré le maintien de sept mois de pâturage. L'herbe entre à hauteur de 40% dans la ration des vaches durant le printemps et à 30% en automne. De l'enrubannage est distribué en fin d'automne et en début d'hiver et de l'ensilage d'herbe est distribué en été et en hiver. Ce système fourrager conduit à des rendements de 8500 litres de lait par lactation, ce qui correspond à 7500 litres par vache et par an (IVV de 410 jours). Une salle de traite de 2x7 postes permet de traire environ 60 vaches par heure de manière biquotidienne. Les taux du lait (en moyenne 32 g/kg de lait de matières protéiques et 40 g/kg de lait de matières grasses) n'apportent au maximum que 10€/1000 litres de prime à ces agriculteurs, soit trois fois moins que dans les plus grandes exploitations du bassin. À l'instar du système précédemment décrit, ces agriculteurs n'ont recours qu'à des paillettes non sexées, dont certaines de race allaitante afin de vendre quelques veaux croisés de meilleure conformation.

Les vaches sont logées dans des stabulations avec logettes paillées (production de fumier). Ces agriculteurs disposent d'un nombre limité d'équipements, présentant en outre une largeur de travail plus restreinte que dans les grandes exploitations du bassin (cultivateur de 3 mètres, contre 4 mètres dans les grandes exploitations) et d'une puissance plus limitée avec par exemple un tracteur de tête qui ne dépasse pas 110 chevaux.

Ce système de production se maintient aujourd'hui grâce à l'aide familiale. L'avenir de ce dernier est incertain puisque son fonctionnement actuel ne pourra se maintenir lorsque l'aide familiale cessera complètement. Les entretiens révèlent que l'embauche d'un salarié à temps plein ne sera pas possible économiquement et qu'il est très difficile de trouver un salarié à mi-temps, qui serait pourtant envisageable d'un point de vue économique, moyennant une baisse de revenu. Une baisse du cheptel laitier n'est pas envisageable non plus afin de maintenir des niveaux de revenus suffisants.

Ce type de système de production est particulièrement touché par des cessations laitières. La conjoncture laitière catalyse parfois les cessations face à d'autres problèmes comme des soucis de santé ou des conflits avec le propriétaire terrien. S'ajoute à cela la diminution progressive de l'aide familiale. En cas d'arrêt, ces agriculteurs conservent leurs terres, poursuivent la production de céréales et engraissent en parallèle de jeunes bovins ou bien travaillent à mi-temps à l'extérieur.

Le système de production caractérisé par 40 à 50 hectares avec 40 à 50 vaches (SP11) fonctionne de manière proche, avec toutefois un chargement bovin moindre (1 vache par hectare de SFP, contre 1,4 dans le système précédent). Ce système est caractérisé par deux actifs familiaux qui sont sur le point de prendre leur retraite. Il est voué à disparaître complètement. Pour la plupart, aucun descendant ne va reprendre l'exploitation. Lorsque le départ à la retraite est proche, ces éleveurs décapitalisent progressivement en vendant leurs vaches pour réduire progressivement leur charge de travail, ce qui explique le chargement bovin beaucoup plus limité que dans le système précédent. Cela leur permet en outre de dégager une meilleure rémunération de la vente de leur cheptel qu'en le cédant lors de la vente à un tiers en même temps que l'exploitation. Dans le cas où un descendant souhaiterait reprendre l'exploitation, le système de production envisagé est radicalement différent, en reposant par exemple sur la construction d'un nouveau bâtiment et sur de l'élevage de volaille de chair. Aucun des cas étudiés n'envisage une reprise en élevage bovin laitier.

Figure 58 : Caractérisation des exploitations mettant en œuvre le système de production SP10

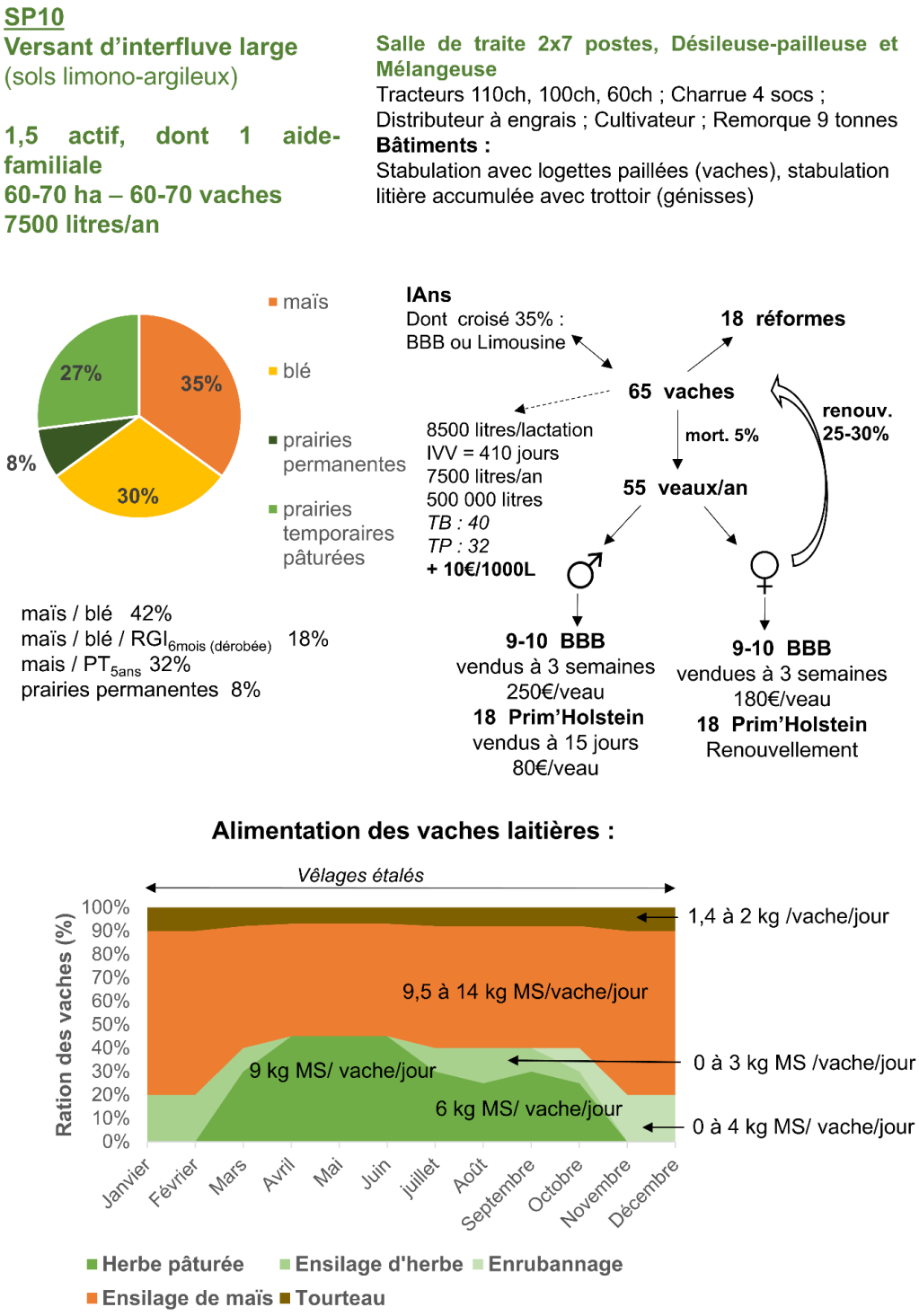


Tableau 7 : Principales caractéristiques des systèmes de production avec moins de 90 vaches, moins de 8500 litres par lactation et salle de traite à l'Ouest du bassin rennais

Système de Production	**SP12 AB**	**SP10**	**SP11**
Localisation	Interfluves larges et étroits Versant et fond de vallée	Interfluve large Versant	Interfluve large ou étroit Versant
Gamme de surface	90-110 ha	60-70 ha	60-70 ha
Nombre d'actifs	**3 actifs dont 1 salarié**	**1,5 actifs dont une aide familiale (retraité) à mi-temps**	**2 actifs familiaux *(proches de la retraite)***
Taille du cheptel	**70-90 vaches**	**60-70 vaches**	**40-50 vaches**
Chargement	0,8 vache/ha SFP	1,4 vache/ha SFP	1 vache/ha SFP
Système fourrager	Silo de maïs fermé 5 mois. Pâturage à 100% de la ration 3 mois au printemps.	Silo de maïs ouvert toute l'année. Pâturage de printemps à 45% de la ration, pâturage d'automne à 25-30%.	Silo de maïs ouvert toute l'année. Pâturage de printemps à 85% de la ration, pâturage d'automne à 30%.
IVV	400 jours	410 jours	410 jours
Rendement laitier (/vache/lactation)	6000 litres	8500 litres	8000 litres
Rendement laitier annuel (/vache/an)	**5500 litres**	**7500 litres**	**7100 litres**
Équipement de traite	**Salle de traite 2x7 postes**	**Salle de traite 2x7 postes**	**Salle de traite 2x5 postes**
Puissance du tracteur de tête en propriété	110 cv.	110 cv.	110 cv.

4.1.5. Les élevages bovins allaitants ou d'engraissement de jeunes bovins de race allaitante

Les agriculteurs qui engraissent des bovins de race allaitante sont de deux types dans le bassin rennais (tableau 8).

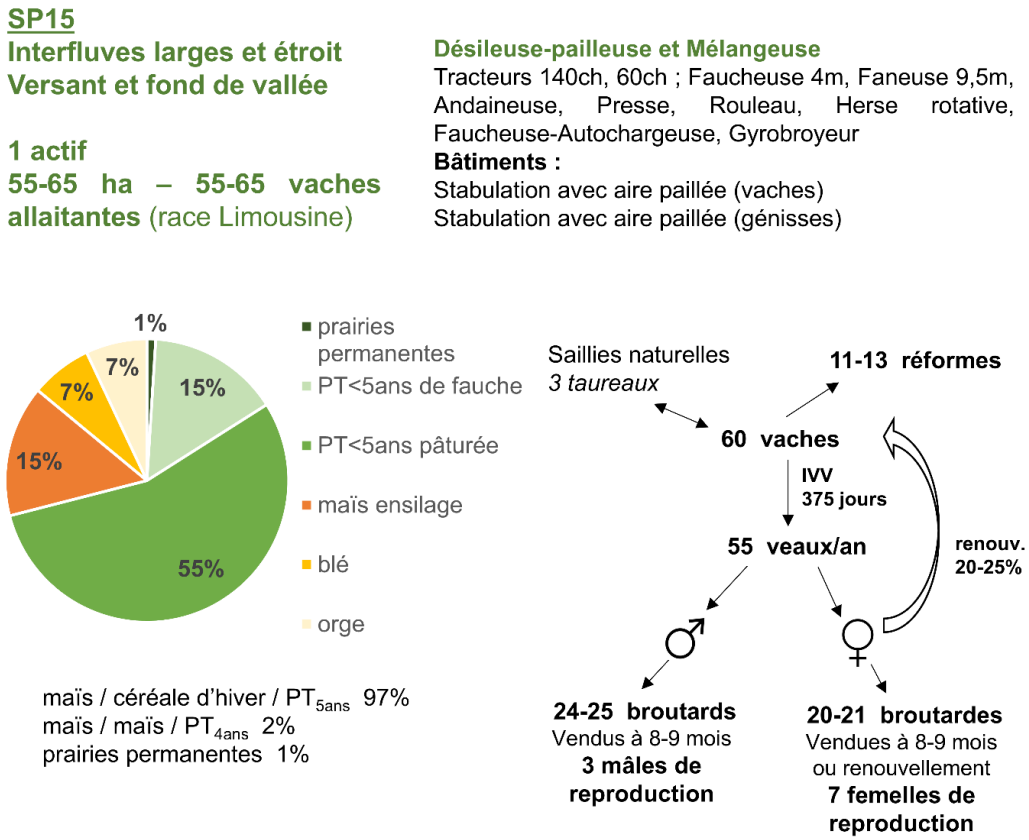
Dans certaines exploitations, un actif familial élève 55 à 65 vaches allaitantes de race Limousine (SP15) (figure 59). Ces exploitations de 55 à 65 hectares sont situées sur les versants et en fond de vallées des interfluves larges ou étroits. Elles sont issues des exploitations dont les agriculteurs ont commencé à élever des taurillons après l'instauration des quotas laitiers en 1984, puis des vaches allaitantes dans les années 1990, parallèlement au maintien d'un petit cheptel bovin laitier.

Elles disposent encore aujourd'hui d'une part importante de prairies dans leur assolement (70%). Le reste de l'assolement est dédié à du maïs ensilage (15%) et à des céréales d'hiver (15%).
Les vaches allaitantes sont conduites avec des vêlages groupés en deux périodes : un vêlage de printemps qui commence dès février et qui concerne 50% du troupeau, et un vêlage d'automne qui commence fin août. Le calendrier fourrager des vaches allaitantes repose largement sur l'utilisation des prairies. Les vaches pâturent de mars à octobre dans le cas des vêlages de printemps, et de mars à juillet pour le lot en vêlage d'automne. Les vaches qui vêlent au printemps reçoivent un complément de 8 kg de matière sèche d'ensilage d'herbe, en plus du pâturage, ainsi que du foin. Les vaches qui vêlent en automne reçoivent 6 kg de matière sèche d'ensilage de maïs ainsi que 8 kg de matière sèche d'ensilage d'herbe et du foin.
Les broutards, mâles et femelles, sont vendus au sevrage entre 8 et 9 mois à un négociant. Une partie des femelles est gardée pour le renouvellement du troupeau, dont le taux de réforme est compris entre 20 et 25%. Dans certains élevages, engagés dans un processus de sélection génétique pour la race Limousine, quelques animaux de 5 à 6 ans sont vendus pour la reproduction.
Ces agriculteurs disposent d'un tracteur de tête dont la puissance ne dépasse pas 140 chevaux, et d'équipements spécifiques à la gestion de l'herbe : une remorque pour l'affouragement en vert et de tout le matériel nécessaire à la réalisation du foin (faucheuse, faneuse, andaineuse). Les vaches et les génisses sont logées dans des stabulations avec aire paillée.

Dans d'autres exploitations, de 60 à 70 hectares et localisées sur les versants, certains agriculteurs commencent à engraisser des jeunes bovins (SP16). Ce système n'est pas encore stabilisé, mais semble en cours de développement à l'Ouest du bassin rennais, en lien avec le nombre croissant de cessations laitières (en particulier dans les exploitations mettant en œuvre le SP10). Un actif familial maintient son activité agricole avec de l'engraissement de bovins après avoir vendu le cheptel laitier. À court terme, l'assolement de ces exploitations de 60 à 70 hectares reste inchangé. Le maïs cultivé continue à être ensilé afin d'entrer dans la ration des jeunes bovins à l'engrais.

Ces agriculteurs en transition commencent aujourd'hui à commercialiser une trentaine d'animaux (génisses ou taurillons) par an. Des contrats de 14 mois sont signés avec des entreprises de l'agroalimentaire ou bien avec des négociants. Des lots de 30 animaux de 4 mois arrivent tous les 4 à 6 mois et sont engraissés en bâtiment durant 10 mois.
Cette activité agricole n'est néanmoins pas suffisante pour en vivre et ces agriculteurs sont double-actifs et doivent travailler à hauteur d'un quart-temps ou d'un mi-temps en dehors de leur exploitation.

Figure 59 : Caractérisation des exploitations en élevage bovin allaitant mettant en œuvre le système de production SP15



Alimentation des vaches allaitantes :

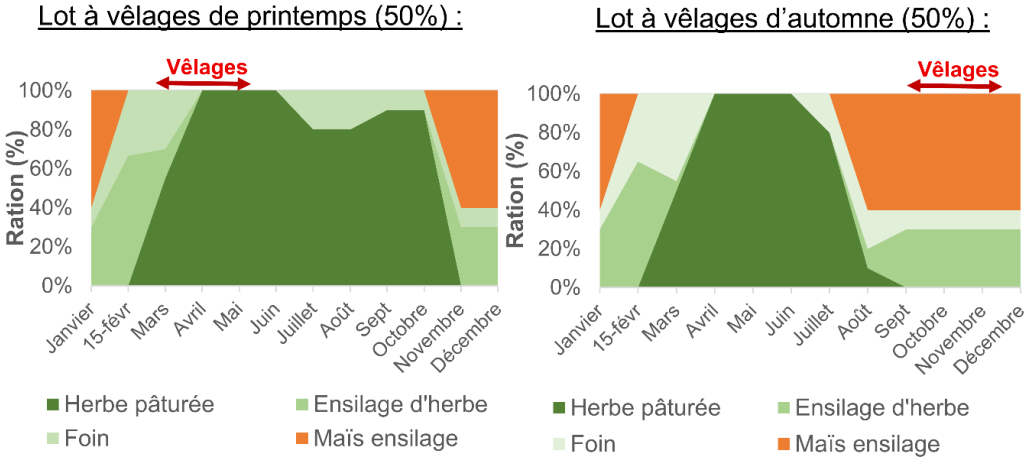


Tableau 8 : Principales caractéristiques des systèmes de production avec bovins de race allaitante à l'Ouest du bassin rennais

Système de Production	**SP15**	**SP16**
Localisation	Interfluves larges ou étroits Versant et fond de vallée	Interfluve large Versant
Gamme de surface	55-65 ha	60-70 ha
Nombre d'actifs	**1 actif familial**	**1 actif familial**
Chargement	1,1 vache / ha SFP	-
Cheptel	**55-65 vaches allaitantes (Limousine)** ***Vente des jeunes bovins à 8-9 mois***	**Engraissement de jeunes bovins durant 10 mois** ***2 à 3 lots/an***
Système fourrager	Silo de maïs fermé 9 mois pour le lot en vêlage de printemps. Silo de maïs fermé 6 mois pour le lot en vêlage d'automne.	Ration à base de maïs ensilage, ensilage d'herbe, foin et compléments.
IVV	375 jours	-
Nombre de vêlages annuel	54-63	-
Puissance du tracteur de tête en propriété	140 cv.	110.

4.1.6. Les élevages porcins en système 'naisseur-engraisseur' du bassin rennais

Les élevages porcins en système naisseur-engraisseur sont localisés en cœur d'interfluve large (tableau 9). Ces dernières ne présentent pas toutes de fabrique d'aliments, mais aucune d'entre elles ne dispose de station de traitement du lisier. En effet, les surfaces agricoles disponibles par actif sont relativement importantes dans le bassin rennais et permettent soit d'épandre l'intégralité des lisiers produits, dans le respect de la réglementation environnementale, soit d'avoir recours à un unique prêteur de terre.

Certaines de ces exploitations produisent en partie l'alimentation du cheptel (fabrique d'aliments avec 70% d'incorporation de céréales) (SP13). Elles présentent un chargement animal relativement important (2,4 truies et leur suite par hectare de SAU) avec une production d'azote organique supérieure à 170 unités par hectare. Ce type d'exploitation s'inscrit dans la trajectoire des exploitations spécialisées dans l'élevage porcin dès les années 1970, et qui ont investi dans une fabrique d'aliments dans les années 1980.

Deux actifs familiaux et un salarié travaillent sur ces exploitations de 100 à 130 hectares avec 250 à 300 truies (figure 60). Ces grands élevages ont maintenu la conduite en 7 bandes avec un sevrage à 28 jours, afin de limiter les coûts qu'implique la rénovation des bâtiments lors d'un passage en 5 bandes. Les truies réalisent 2,4 portées par an avec 12,4 porcelets sevrés par portée. Tous les porcelets sont engraissés sur l'exploitation. Ces agriculteurs produisent une partie de l'alimentation des porcs à l'engraissement. Environ 50% de maïs et 20% de blé produits sur l'exploitation sont incorporés à la ration avec 30% d'aliments complémentaires achetés. L'indice de consommation des porcs charcutiers est de 2,7. L'alimentation des truies est multiphasée et distribuée grâce à une machine à soupe informatisée. Les truies consomment environ une tonne d'aliments par an et un porc charcutier à l'engraissement en consomme 350 kg.

Les bâtiments sont tous sur caillebotis et le cheptel produit entre 4800 et 5800 m^3 de lisiers par an, soit entre 19300 et 23200 unités d'azote, ce qui représente plus de 170 unités par hectare de SAU. Ils sont donc contraints d'avoir recours à un ou deux prêteurs de terre pour épandre l'excès d'azote (sur une dizaine d'hectares).

La moitié de l'assolement est réservée à du maïs grain pour la fabrique d'aliments. Une petite proportion (5%) supplémentaire est cultivée pour faire 'tampon' en cas de mauvaise récolte, mais se trouve la plupart du temps commercialisée. Le maïs grain présente des rendements compris entre 90 et 100 quintaux par hectare. Du blé est aussi cultivé pour la fabrique d'aliments et représente 30% de l'assolement. Le reste de la sole est dédié à du colza commercialisé. Quelques prairies permanentes sont présentes, acquises lors des agrandissements ; le foin est alors vendu à des exploitations spécialisées dans l'élevage bovin. Ces agriculteurs sont bien pourvus en capital, possédant parfois une moissonneuse-batteuse en copropriété ainsi que des

matériels de culture relativement puissants ou de grande largeur : un tracteur de tête de 180 chevaux, une charrue de 9 socs, un pulvérisateur de 24 mètres.

L'autre système de production avec élevage porcin dans le bassin rennais est caractérisé par une conduite hors-sol pour l'alimentation (achats d'aliments complets) avec un chargement animal plus limité (SP14). Ce type d'exploitation (100 à 120 hectares, 160 à 190 truies) est issue des exploitations avec élevage bovin et porcin qui ont progressivement arrêté de produire du lait dans les années 1990 et ont adopté un système 'naisseur-engraisseur' dans les années 2000. Ce système de production est détaillé plus précisément au sein de la fiche système présentée en annexe 2.

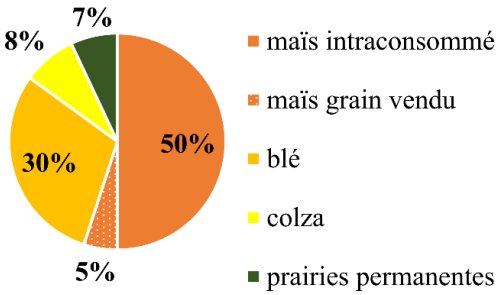
Plusieurs différences sont à noter entre ce système de production et le précédent. Tout d'abord, ces agriculteurs ne disposent pas de fabrique d'aliments. Toute l'alimentation multi-phasée est donc achetée, ce qui pèse sur la valeur ajoutée par truie. En revanche, l'indice de consommation (IC) des porcs charcutiers est légèrement plus faible dans ces exploitations (1,6 contre 1,7 dans le système précédent), ce qui signifie que pour la même prise alimentaire, les porcs prennent plus de poids dans ce second type d'élevage. Cela peut s'expliquer par une formulation moins fine, un broyage plus grossier (qui limite la digestibilité) ou encore la plus forte variabilité des matières premières (maïs et blé produits sur l'exploitation) dans le cas d'une fabrique d'aliments, par rapport à un achat d'aliments standardisés. La taille de ces élevages est aussi plus modeste (55% de truies en moins), et le chargement animal est plus limité avec 1,6 truie suitée par hectare. Ce chargement restreint la production d'azote organique par hectare et facilite ainsi la gestion des effluents d'élevage. La quantité d'azote organique produite est bien en deçà des normes de 170 unités par hectare, et permet de s'affranchir de prêteurs de terre.

Figure 60 : Caractérisation des exploitations porcines mettant en œuvre le système de production SP13

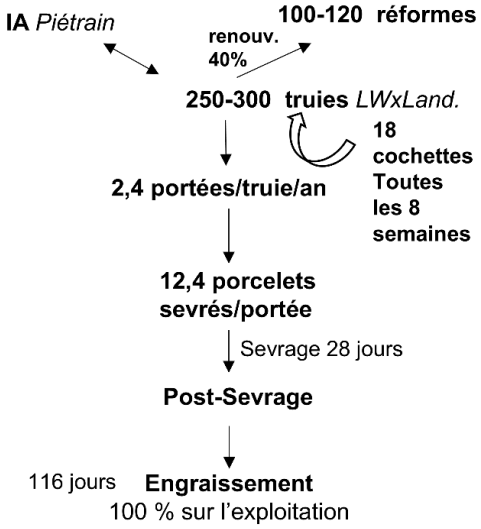
SP13
Cœur d'interfluve large et versants

3 actifs, dont 1 salarié
100-130 ha – 250-300 truies
Conduite en 7 bandes
Prêteur de terre

Fabrique partielle d'aliments
Tracteurs 180ch, 125ch ; Charrue 9 socs, cultivateur 5m, combiné herse-semoir 4,5m, pulvérisateur 24m, Moissonneuse 6,1m en copropriété
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis ; Machine à soupe ou chaîne d'alimentation et granulés



maïs / maïs / blé / colza / blé 40%
maïs / blé 28%
maïs / maïs 25%
prairies permanentes 7%



Alimentation des truies et des porcs :

- **Suivi informatisé de l'alimentation**
- **Alimentation multi-phasée**
- Distribution sous forme de granulés ou de soupe
- Fabrication partielle d'aliments : 50% d'incorporation de maïs + 20% de blé + 30% d'aliments pour 66% de l'engraissement
- Achat d'aliments pour les truies et 33% de l'engraissement (site secondaire)
- Maïs et blé à 100% produits sur l'exploitation
- IC-*global moyen* = 2,7
- 8,5 tonnes d'aliments consommées/truie et sa suite/an

Gestion des effluents d'élevage :

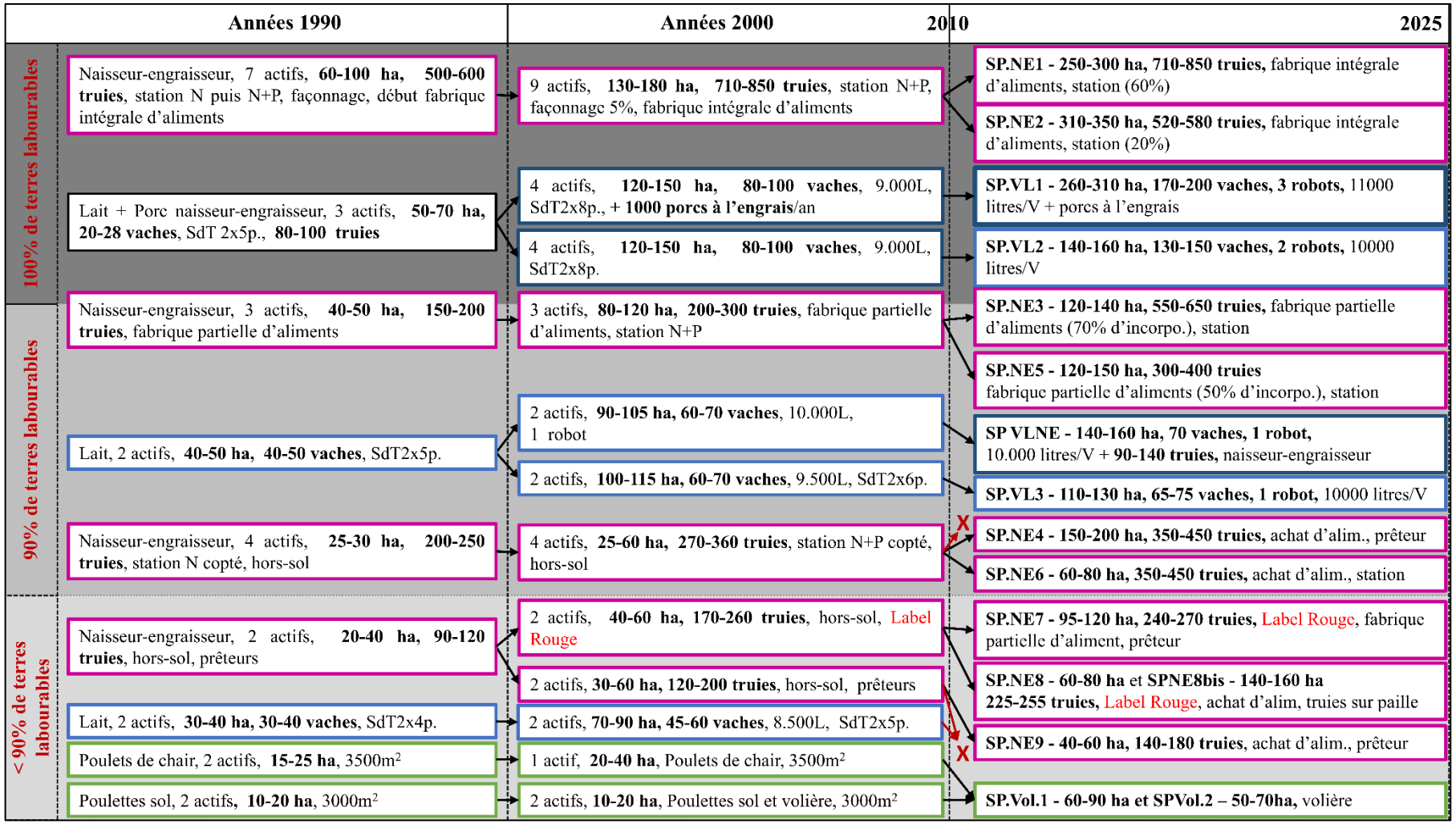
Lisier de porcs et de truies :
épandus avant les semis de maïs principalement

Tableau 9 : Caractérisation des systèmes de production porcins naisseur-engraisseur à l'Ouest du bassin rennais

Système de Production	SP13	SP14
Localisation	Cœur d'interfluve large et versant	Cœur d'interfluve large et versant
Gamme de surface	100-130 ha	100-120 ha
Nombre d'actifs	**3 actifs dont 1 salarié**	**1,5 actifs dont 1 salarié à mi-temps**
Taille du cheptel	**250-300 truies**	**160-190 truies**
Chargement	2,4 truies/ha	1,6 truie/ha
Conduite du cheptel	7 bandes ; 3 semaines Sevrage à 28 jours	5 bandes ; 4 semaines Sevrage à 21 jours
Indicateurs zootechniques	<2,4 portées/truie/an 12,4 porcelets sevrés/truie IC_{porcs} = 2,7	>2,4 portées/truie/an 12,3 porcelets sevrés/truie IC_{porcs} = 2,6
Alimentation	**Fabrique partielle d'aliments : Intraconsommation maïs 50% et blé 20% + complémentaires achetés 30%**	**Hors-sol : Achat d'aliments multiphasés**
Quantité d'azote organique produite par hectare	170-200 unités[41]	110-135 unités
Gestion des effluents d'élevage	**1 prêteur de terres (*environ 10 ha*)**	**Epandages à 100% sur l'exploitation, dans le respect des 170 uN/ha/an**
Bâtiments	Caillebotis intégraux Machine à soupe	Caillebotis intégraux Machine à soupe
Puissance du tracteur de tête	180 cv.	180 cv.

[41] Pour rappel, 1 unité correspond à 1 kg d'azote.

Figure 61 : Arbre de différenciation des systèmes de production jusqu'à la période actuelle à l'Est du bassin du Gouessant. Sources : Enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025.



litres/V : litres par vache par lactation ; **station** : station de traitement des lisiers (100% des lisiers traités) ; **station (70%)** : station avec traitement de 70% des lisiers produits ; **achat d'alim.** : achat d'aliments complets pour le cheptel ; **fabrique partielle d'aliments (70% d'incorpo.)** : céréales produites sur l'exploitation incorporées à 70% pour produire les aliments du cheptel (= 30% de compléments achetés)

4.2. Dans le bassin du Gouessant, des élevages porcins très hétérogènes, mais une constante : gérer l'azote organique et accroître la productivité physique du travail

4.2.1. Les plus grands élevages porcins avec plus de 520 truies, fabrique intégrale ou partielle d'aliments et station de traitement du lisier

Les plus grands élevages porcins à l'Est du bassin du Gouessant sont localisés en cœur d'interfluve, sur des sols limoneux à haut potentiel de production. Toutes ces exploitations présentent une fabrique d'aliments pour le cheptel, ainsi qu'une station de traitement du lisier, pour l'azote depuis les années 1990 et pour le phosphore depuis les années 2000. Dans tous les systèmes de production de ce groupe, les agriculteurs ont l'objectif de se relier plus fortement au sol par rapport à ce que la génération précédente a pu faire. Ce lien au sol est recherché pour dépendre le moins possible des fluctuations des prix de l'aliment et de l'énergie, mais aussi des normes environnementales. Cet objectif se traduit par une recherche active de foncier, dans un contexte où de nombreux départs en retraite sont observés. Ces surfaces supplémentaires leur servent à la fois à pousser le plus loin possible l'autonomie alimentaire, mais aussi à limiter l'utilisation de la station de traitement du lisier.
Le fonctionnement de l'un des systèmes de production composant ce groupe sera décrit précisément (figure 63). Les autres systèmes de production (tableau 10) seront décrits plus brièvement, mais l'intégralité des fiches 'système' détaillant leur fonctionnement est fournie en annexe 3.

Les exploitations présentant le plus grand nombre de truies suitées (SP NE1) sont issues des plus grandes exploitations historiques, qui ont pu s'agrandir dans les années 2000 et 2010, passant ainsi de 130-180 hectares à 250-300 hectares. Deux actifs familiaux et leurs 8 salariés travaillent dans ces exploitations et conduisent 710 à 850 truies. Les bâtiments sont intégralement sur caillebotis, avec un système de ventilation dynamique et des machines à soupe informatisées.

La présence d'une fabrique partielle d'aliments dès les années 1970 a permis à ces exploitations d'augmenter, avec les phases successives d'agrandissement, la part de céréales incorporées par rapport aux aliments complets achetés. Ces dernières sont parvenues à investir dans une fabrique intégrale d'aliments à la fin des années 1980. Depuis lors, l'intégralité des aliments des porcs est fabriquée sur l'exploitation à partir de matières premières stockées sur site (céréales, tourteaux, minéraux, vitamines, …). Aujourd'hui, la quasi-intégralité de l'assolement est réservée à l'alimentation animale. Les rotations principalement pratiquées sont les suivantes : [maïs/maïs] et [maïs/blé] sur les sols à haut potentiel agronomique et [colza/blé/maïs/blé/orge] sur les parcelles à plus faible potentiel (teneurs en limons variables, parcelles acquises au cours des agrandissements). L'exigence de diversification induite par l'écorégime depuis 2023 a conduit certains de ces agriculteurs à semer quelques hectares de légumineuses (du pois le plus souvent), qui sont commercialisées.

Ces agriculteurs fabriquent la totalité des aliments du cheptel, à l'exception de l'aliment 1er âge pour les plus jeunes porcelets et de celui pour les truies allaitantes, qui est directement acheté. Ces achats s'expliquent par le chargement animal relativement important (2,8 truies par hectare), qui induit un manque relatif de surfaces pour pouvoir produire l'alimentation des animaux à tous les stades. Ces deux stades physiologiques (1er âge et truies allaitantes) sont retenus pour réaliser des achats, car ils correspondent respectivement à une période où les porcelets sont très jeunes, et donc plus fragiles, avec des besoins alimentaires très spécifiques, et à une période où la truie a de très forts besoins (lactation) durant laquelle le moindre déficit nutritionnel pourrait se répercuter sur la production.

Tous les autres aliments sont fabriqués à partir de céréales, ainsi que des tourteaux, des minéraux et des vitamines. Ces céréales (blé, maïs, orge) et le colza sont à 55% produits sur l'exploitation et à 45% achetés en coopératives (environ 2000 tonnes par an). Des cellules de stockage ainsi que des silos-tours permettent de les stocker. Les tourteaux (soja, colza et tournesol) ainsi que les minéraux spécifiques à chaque stade physiologique sont achetés et conservés sur site en cellules. La fabrication des aliments se fait ensuite selon des formulations spécifiques pour chaque stade physiologique. Ces formulations sont enregistrées informatiquement par des techniciens spécialisés, elles sont ensuite contrôlées et adaptées plus finement aux besoins spécifiques de chaque lot par les agriculteurs.

Les rations sont distribuées sous forme liquide avec une machine à soupe. Une phase est généralement produite pour les truies gestantes, deux phases pour les porcelets, au stade '2ème âge' (porcelets de 15 à 25 kg) et 'nourrain' (25 à 30 kg), une phase pour les porcs en 'croissance' (porcs de 30 à 50 kg) et une autre pour les porcs en 'finition' (50 à 120 kg). Les truies gestantes reçoivent un mélange de blé, d'orge et de colza, avec pour complément des tourteaux de tournesol et un mélange de minéraux, de vitamines et d'huile de soja. Les porcs au stade 'croissance' reçoivent principalement du maïs, avec du blé et pour compléments des tourteaux de soja, de colza et de tournesol ainsi que des vitamines et minéraux spécifiques à leur stade. Les porcs au stade 'finition' reçoivent quant à eux le même type de ration, mais avec des proportions plus importantes en tourteaux (protéines). L'indice de consommation moyen est de 2,7, ce qui reste relativement élevé dans la petite région malgré la fabrique d'aliments. Ce sont en moyenne 9 tonnes d'aliments par truie et sa suite qui sont consommées annuellement.

Ces exploitations sont souvent multisites, en raison des nombreux rachats d'exploitations réalisées. Une partie des porcs produits est engraissée au sein de ces sites secondaires, qui ne disposent pas toujours d'un système de fabrique d'aliments : environ 15% du cheptel peut alors être engraissé hors-sol, avec de l'aliment complet intégralement acheté.

Ces agriculteurs sont les seuls à conduire leur cheptel en 21 bandes et 1 semaine dans le bassin d'étude (figure 62). Cette conduite consiste à diviser le cheptel en 21 'lots' de truies synchronisées (saillies, mises-bas et sevrages en même temps), avec chaque semaine, un nouveau lot qui met-bat. Cette conduite est privilégiée dans ces grands élevages, car elle permet de diviser le cheptel en petits lots homogènes (30-40 truies), ce qui facilite leur surveillance.

Une conduite en 5 bandes par exemple conduirait à des lots beaucoup trop conséquents (140-170 truies). La conduite en 21 bandes permet aussi de lisser le travail et d'assurer une routine à une échelle hebdomadaire (tâches identiques régulières), ce qui facilite le travail et la coordination des nombreux salariés.

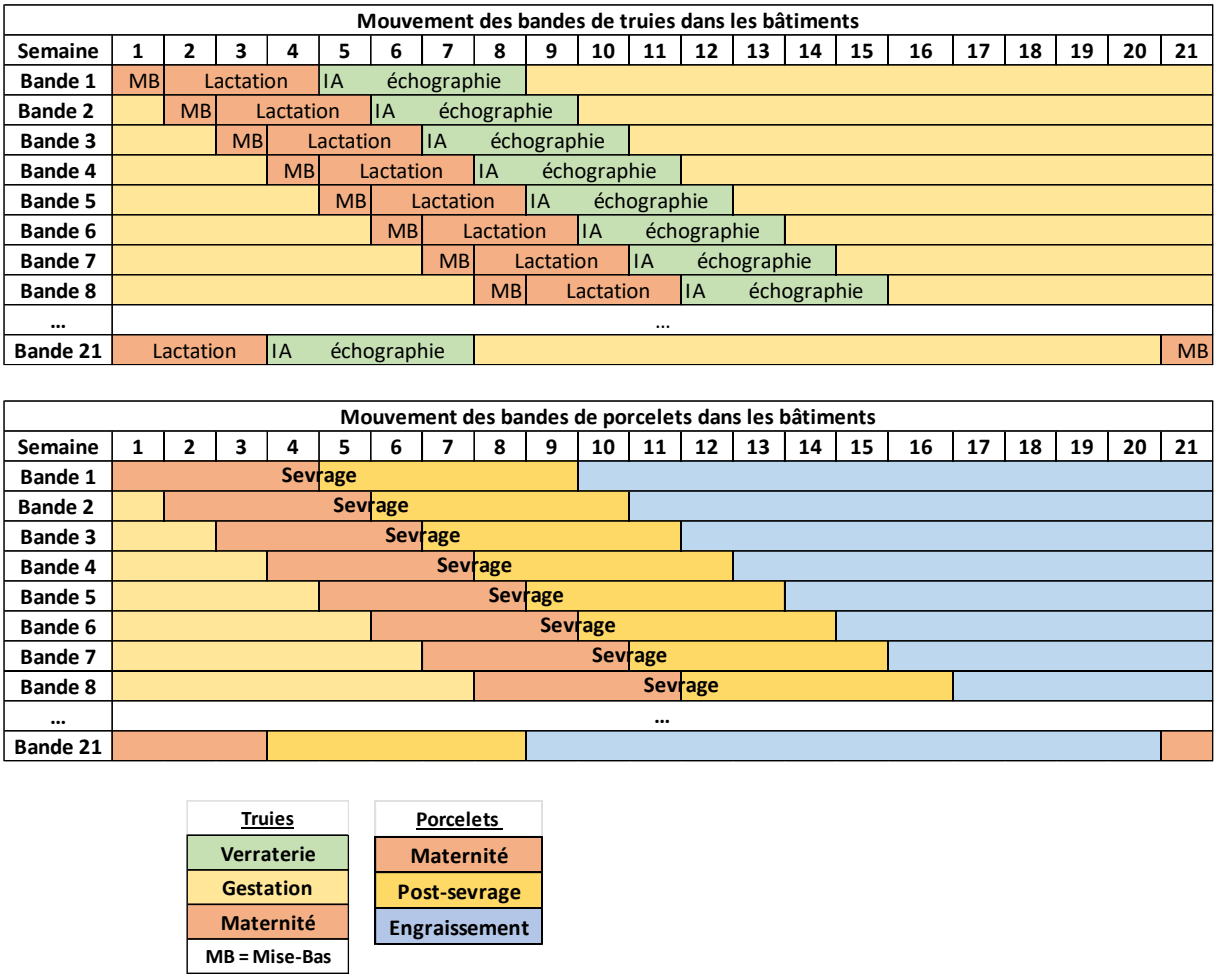


Figure 62 : Organisation de la conduite du cheptel porcin en 21 bandes.

Les 710 à 850 truies réalisent en moyenne 2,4 portées par an, avec 13 porcelets sevrés par portée et 5% de mortalité après sevrage. Le nombre de porcelets sevrés par portée est plus faible au regard des performances d'autres systèmes de production du bassin. Deux hypothèses sont posées pour expliquer ce résultat : malgré la conduite en 21 bandes, la taille de cheptel conséquente (400 truies par actif familial), combiné à la production de tout l'aliment du cheptel et aux surfaces conséquentes de cultures, ne permet pas un suivi aussi précis des animaux que sur des tailles de cheptel plus limitées. En outre, les flux d'animaux importants augmentent probablement les risques sanitaires (pathogènes circulants).

Entre 13700 et 16400 m^3 de lisiers sont produits par an, soit 220 unités d'azote par hectare. Environ 40% du lisier brut est directement épandu sur les surfaces de l'exploitation. Les surfaces les plus proches du site principal sont privilégiées pour limiter les coûts de transport.

Les 60% restants de lisier sont traités par la station de traitement. Cette dernière permet d'abattre 98% de l'azote et plus de 80% du phosphore. La phase solide est exportée tandis que la phase liquide est stockée en lagune et permet d'irriguer le maïs en épandage sans tonne.

Ces agriculteurs disposent d'un grand nombre de matériels de culture, souvent de grande largeur et puissants. Le tracteur de tête fait par exemple 340 chevaux. Tous les bâtiments présentent des caillebotis et sont récents, ou bien ont été rénovés récemment (années 2010).

Les autres systèmes de production de ce groupe (grands élevages, avec fabrique d'aliments et station de traitement du lisier) (tableau 10) présentent quelques différences.

Certaines exploitations (SP NE2) sont issues de la même trajectoire historique que celles précédemment présentées, mais sont parvenues à s'agrandir plus fortement lors de l'installation d'un descendant dans les années 2000. Ces exploitations atteignent aujourd'hui 310 à 350 hectares. Une organisation différente a alors été entreprise. D'après les enquêtes, ces jeunes agriculteurs cherchent à limiter le chargement animal, qui atteint 1,7 truie par hectare (contre 2,8 dans le système précédent), en diminuant le nombre de truies élevées. Ces agriculteurs élèvent ainsi aujourd'hui 520 à 580 truies, alors que leurs parents élevaient un cheptel de plus de 700 truies. Ces derniers cherchent en effet prioritairement à se 'relier au sol', afin de limiter les coûts relatifs à la gestion des lisiers, c'est-à-dire de l'azote organique, et à l'achat d'aliments. En limitant l'utilisation de la station de traitement du lisier, ces agriculteurs parviennent à des coûts de traitement par truie près de 3,5 fois inférieurs à ceux observés dans la catégorie d'exploitations précédente (50€ par truie, contre près de 180€ par truie dans le système de production précédemment décrit). Avec ce chargement animal, la fabrique intégrale est assurée pour tous les stades physiologiques - y compris pour les truies allaitantes - à l'exception du premier âge. Ces jeunes actifs compensent la dimension plus limitée du cheptel — qui pourrait conduire à des revenus plus faibles — en diminuant les consommations intermédiaires, notamment sur la station de traitement. Cette dernière, gourmande en électricité, ne sert plus que pour traiter 20% des lisiers, puisque les surfaces à présent disponibles permettent d'épandre les 80% restants directement sur les parcelles de l'exploitation (dans la limite des 170 unités d'azote par hectare). Pour compenser cette taille de cheptel plus limitée, ces agriculteurs cherchent aussi à perfectionner les indicateurs techniques, notamment en augmentant le nombre de porcelets sevrés par truie (13,5 contre 13 dans le système précédent). Enfin, ces agriculteurs s'engagent à suivre des cahiers des charges spécifiques qui leur donnent accès à de meilleurs prix (jusqu'à +5% par rapport au prix de base des porcs). Ils ont en effet les moyens de répondre aux critères de ces cahiers des charges en investissant régulièrement sur différents aspects : bien-être animal, responsabilité sociale et environnementale (RSE), qualité de travail des salariés, etc.

Pour être complètement liés au sol, ces derniers estiment toutefois qu'il faudrait atteindre un ratio de 0,8 hectare par truie pour l'alimentation et 1 hectare par truie pour les lisiers (en

respectant les limitations pour l'azote - imposé par le PAR - et l'équilibre entrées-sorties pour le phosphore - imposé par le SDAGE Bretagne-Pays de la Loire). Ces derniers sont donc encore dans une recherche active de surfaces supplémentaires.

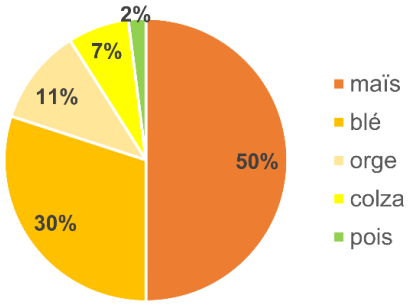
D'autres exploitations (SP NE3) sont issues d'exploitations qui disposaient de surfaces un peu plus limitées dans les décennies précédentes (80 à 120 hectares) et qui n'ont pas pu s'agrandir autant (120 à 140 hectares). Aujourd'hui, ces dernières pratiquent une fabrication partielle d'aliments pour l'engraissement des porcs charcutiers uniquement, avec 50% d'incorporation de maïs humide, 20% de blé et 30% d'achats d'aliments complets. Le chargement animal plus important (4,6 truies par hectare, soit 550 à 650 truies) oblige ces agriculteurs à acheter les aliments des animaux aux autres stades physiologiques. Ce chargement explique aussi que 80% des lisiers produits soient traités par la station de traitement. Ces agriculteurs parviennent toutefois à produire 14 porcelets sevrés par truie et par portée (contre 13 et 13,5 dans les systèmes précédents), ce qui améliore la productivité physique du travail.

Figure 63 : Caractérisation des exploitations porcines mettant en œuvre le système de production SPNE1

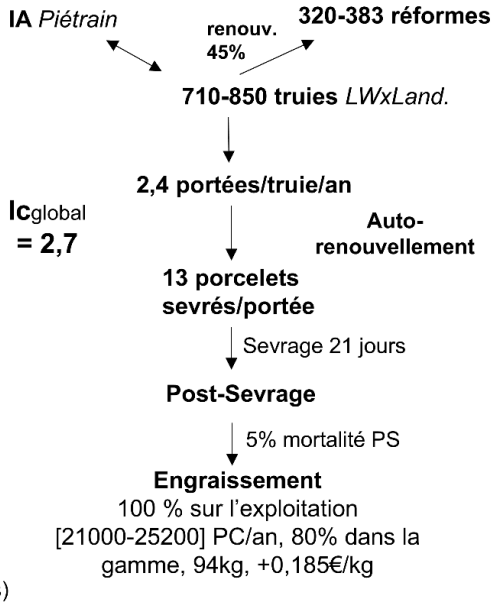
SPNE1
Cœur d'interfluve

10 actifs, dont 8 salariés
250-300 ha – 710-850 truies
Conduite en 21 bandes

Fabrique intégrale d'aliments ; Station de traitement des lisiers (azote et phosphore)
Tracteurs 340cv. 300cv. et 120cv. ; Charrue 6 socs, semoir et herse rotative 4,5m, pulvérisateur 36m, tonne à lisier 20000L enfouisseur et pendillard 24m, semoirs à céréales 4,5m, à maïs 6 rangs, à engrais 36m, chisel, cover-crop 5,5m, remorque 15 tonnes
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis, machine à soupe informatisée, silos tour et broyeur

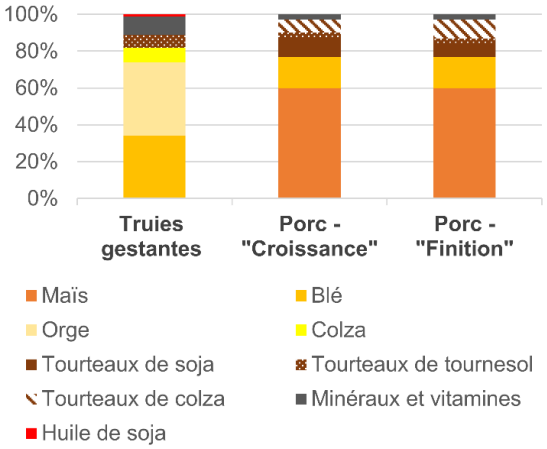


colza / blé / maïs / blé / orge 35%
maïs / maïs 29%
maïs / blé 16%
maïs / blé / orge 12%
pois / blé / maïs / blé 8%



Alimentation des truies et des porcs :

Fabrication intégrale (sauf 1er âge et truies allaitantes)
55% de céréales intraconsommées + 45% de céréales achetées (2,6 tonnes de céréales achetées par truie)
Achat d'aliments complets pour 15% de l'engraissement (sites secondaires)



Gestion des effluents d'élevage :

Lisier : Production de [55000-66000] unités d'azote/an
60% traité, le reste : 40m³/ha sur maïs et 55m³/ha sur la moitié des surfaces en blé
Phase liquide en lagune : irrigation du maïs (concentrée en phosphore)
Phase solide : exportée, vendue (concentrée en azote, abattement à 98%)

Tableau 10 : Principales caractéristiques des plus grandes exploitations porcines avec fabrique d'aliments et station de traitement du lisier à l'Est du bassin du Gouessant

Système de Production	SP NE1	SP NE2	SP NE3
Localisation	Cœur d'interfluve		
Gamme de surface	250-300 ha	310-350 ha	120-140 ha
Nombre d'actifs	**10 actifs dont 8 salariés**	**6 dont 4 salariés**	**5 dont 3 salariés**
Taille du cheptel	**710-850 truies**	**520-580 truies**	**550-650 truies**
Chargement (truies/hectare)	2,8 *(0,4 hectare / truie)*	1,7 *(0,6 hectare / truie)*	4,6 *(0,2 hectare / truie)*
Conduite du cheptel	21 bandes, 1 semaine Sevrage à 21 jours Auto-renouvellement des cochettes	5 bandes, 4 semaines Sevrage à 21 jours Auto-renouvellement des cochettes	5 bandes, 4 semaines Sevrage à 21 jours Achat des cochettes de renouvellement
Indicateurs zootechniques	2,4 portées/truie/an 13 porcelets sevrés/portée 5% de mortalité post-sevrage IC = 2,7	2,4 portées/truie/an 13,5 porcelets sevrés/portée 5,5% de mortalité post-sevrage IC = 2,7	2,4 portées/truie/an 14 porcelets sevrés/portée 4% de mortalité post-sevrage IC = 2,7
Alimentation	**Fabrique intégrale d'aliments (sauf 1er âge et truies allaitantes). Intraconsommation maïs/blé/orge + tourteaux achetés.**	**Fabrique intégrale d'aliments (sauf 1er âge). Intraconsommation intégrale maïs/blé/orge + tourteaux achetés.**	**Fabrique partielle d'aliments pour les porcs à l'engraissement. Intraconsommation maïs 50% + blé 20% + aliments achetés 30%. Alimentation multi-phasée achetée pour les truies.**
Azote organique produit / hectare SAU	220 unités	130 unités	355 unités
Gestion des effluents d'élevage	**Station de traitement N+P : traitement de 60% des lisiers produits.**	**Station de traitement N+P : traitement de 20% des lisiers produits.**	**Station de traitement N+P : traitement de 100% des lisiers produits.**
Bâtiments	Caillebotis intégraux Machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.	Caillebotis intégraux Machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.	Caillebotis intégraux Machine à soupe informatisée.
Puissance du tracteur de tête	340 cv.	340 cv. x2	180 cv. *(Sous-traitance des travaux de culture)*

N + P : traitement de l'azote (N) et du phosphore (P)

4.2.2. Les élevages porcins avec 300 à 450 truies, le plus souvent hors-sol pour l'alimentation et avec de fortes performances zootechniques

Les systèmes de production de ce groupe sont caractérisés par une dimension d'élevage un peu plus limitée (300 à 450 truies). En fonction de la trajectoire dans laquelle ces derniers s'inscrivent, et des surfaces disponibles, ces derniers disposent ou non d'une fabrique partielle d'aliments et gèrent leurs effluents avec une station de traitement ou des prêteurs de terre. En revanche, ces systèmes de production présentent les plus fortes performances zootechniques de la région (prolificité comme indice de consommation). Les trois systèmes de production de ce groupe (tableau 11) seront présentés brièvement ci-après. Une seule fiche système est présentée ici, les autres sont fournies en annexe 3.

Certaines exploitations (SP NE4), qui présentent 150 à 200 hectares aujourd'hui (figure 64), sont issues de petites exploitations, qui faisaient encore moins de 60 hectares, sans fabrique d'aliments dans les années 2000. Dans le cadre de rachats et de l'installation d'un descendant dans les années 2010 et 2015, ces exploitations se sont constituées par agrégation d'exploitations de cette dimension. Ces petites exploitations disposaient historiquement de surfaces trop limitées pour rentabiliser une fabrique d'aliments. Ceci explique que les surfaces actuelles, pourtant relativement importantes, soient encore entièrement dédiées à la vente et non à l'alimentation du cheptel. Ces agriculteurs cultivent du maïs, du blé, du colza et de l'orge, commercialisent l'intégralité des récoltes et achètent l'intégralité des aliments du cheptel. Les rotations principalement pratiquées sont les suivantes : [colza/blé/maïs/blé/orge], [maïs/maïs] et [pois/blé/maïs].
Ces exploitations avec 270 à 360 truies sur moins de 60 hectares dans les années 2000, disposaient d'une station de traitement du lisier pour l'azote, détenue en copropriété depuis les années 1990. Dans tous les cas étudiés, la station n'est plus utilisée aujourd'hui (retrait de la copropriété ou arrêt de la station), grâce aux agrandissements effectués qui ont permis d'étendre les surfaces d'épandage. Le reste du lisier (15%) peut désormais être épandu chez un prêteur de terre.
Les 350 à 450 truies et leur suite sont conduites par deux actifs familiaux et deux salariés en 5 bandes avec un sevrage à 21 jours. Ces exploitations sont les seules à parvenir à 2,5 portées par truie et par an (plutôt à 2,4 dans les autres exploitations) avec seulement 2% de mortalité en post-sevrage. Ce résultat est notamment permis par un suivi important de l'état corporel des truies et des porcs et de leur alimentation, qui est facilité par l'achat d'aliments complets multiphasés – dont la composition est beaucoup plus constante et standardisée qu'avec une fabrique d'aliments – par une formation continue de la main-d'œuvre, déjà très qualifiée, par un choix de races à haut potentiel de fécondité (race CG36 par exemple) et par la présence de distributeurs automatiques individualisés pour chaque truie en gestation. Le nombre de porcelets sevrés par portée est aussi relativement élevé pour le bassin (14 porcelets par portée). Ce résultat s'explique aussi probablement par l'attention portée au suivi de l'état corporel des

animaux et de leur alimentation, mais aussi par la présence des cases balances, qui ont été installées lors de l'installation du descendant, afin de limiter le nombre de porcelets écrasés sous la mère avant sevrage. L'indice de consommation global du cheptel est là encore parmi les plus performants du bassin (2,6) et peut s'expliquer par la constitution de rations multi-phasées, avec jusqu'à 8 aliments différents utilisés pour élever un porc (contre 5 dans les grandes exploitations avec fabrique intégrale d'aliments par exemple).

D'autres exploitations de 120 à 160 hectares (SP NE5), sont issues d'exploitations qui disposaient de surfaces et d'un cheptel comparativement plus importants que pour le système précédent dans les années 1990 et 2000. Ces dernières disposaient déjà de 40 à 50 hectares dans les années 1990, avec 150 à 200 truies, d'une fabrique d'aliments et d'une station de traitement du lisier. Néanmoins, ces dernières ne se sont pas agrandies autant que dans le cas précédent. L'installation de la station de traitement du lisier dans les années 1990-2000 a pu limiter les besoins d'agrandissement. La station de traitement s'est maintenue au cours du temps, a été adaptée pour traiter aussi le phosphore excédentaire, et permet aujourd'hui de traiter 100% des lisiers et d'exporter environ 60% de l'azote produit. Ces exploitations disposent aussi d'une fabrique partielle d'aliments depuis les années 1980, qui permet de produire les aliments des porcs à l'engraissement uniquement. Ces agriculteurs incorporent 50% de maïs humide, produit sur l'exploitation, qu'ils mélangent à des aliments complémentaires achetés. Ces compléments sont adaptés pour constituer deux phases différentes en post-sevrage et trois phases en engraissement. La fabrique d'aliments, et le nombre de phases alimentaires plus réduit, expliquent que l'indice de consommation soit plus élevé dans ces exploitations (2,7) que dans le système de production précédent (2,6).

Dans les cas étudiés précédemment, les animaux étaient conduits en 21 ou 5 bandes, selon la dimension du cheptel, avec un sevrage le plus précoce possible, à 21 jours. Dans ce système de production, les 300 à 400 truies sont conduites en 7 bandes avec un sevrage des porcelets à 28 jours. Ce délai de sevrage a été reculé par les agriculteurs (qui ont parfois essayé de sevrer à 21 jours) afin de s'assurer d'une plus grande robustesse des porcelets pour tenter de diminuer le taux de mortalité en post-sevrage, qui atteint aujourd'hui 5%. Par rapport au système de production précédemment décrit, le même nombre de porcelets sont sevrés par portée, en revanche, les truies réalisent 2,4 portées par an, contre 2,5 dans le système précédent. Cette différence s'explique probablement par l'utilisation de truies de race *Large White x Landrace*, et par un suivi un peu moins poussé de l'état corporel des truies et de leur alimentation.

Étant donné que la moitié de l'assolement est consacrée à du maïs incorporé dans la ration du cheptel, les rotations pratiquées intègrent plus largement le maïs : [colza/blé/maïs/maïs/blé] et [maïs/maïs]. Ces exploitations ont aussi souvent accès à des terres hydromorphes en fond de vallée qu'ils laissent en prairies permanentes (5% de la sole) et qui leur permettent de répondre aux exigences de l'écorégime.

Le dernier système de production de ce groupe (SP NE6) caractérise les exploitations qui sont, comme pour le SP NE4, issues des exploitations qui faisaient moins de 60 hectares dans les années 2010, avec une station de traitement en copropriété. Ici, les possibilités d'agrandissements ont été beaucoup plus limitées pour atteindre 60 à 80 hectares aujourd'hui, en raison d'une plus faible capacité d'investissement. La station de traitement des lisiers a donc été maintenue. Elle est encore aujourd'hui détenue en copropriété, mais au sein d'un collectif plus réduit, en raison de départs en retraite. Elle permet de traiter l'intégralité des lisiers et d'exporter environ 60% de l'azote excédentaire.

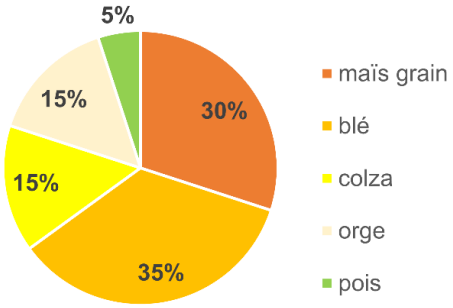
Ces familles n'ont jamais pu investir dans une fabrique d'aliments. L'intégralité de l'assolement est donc dédiée à des cultures de vente et toute l'alimentation du cheptel est encore aujourd'hui achetée. Les 350 à 450 truies sont conduites par un actif familial et trois salariés en 7 bandes, mais avec un sevrage à 21 jours. Cette conduite alternative (le sevrage à 21 jours est usuellement plutôt associé à une conduite en 5 bandes) a été assurée par des investissements pour adapter les bâtiments. Elle permet de conduire des lots d'animaux plus petits qu'en 5 bandes, et donc de faciliter leur surveillance, tout en sevrant le plus tôt possible pour réduire l'inter-œstrus. Les truies réalisent 2,4 portées par an et ces agriculteurs parviennent à sevrer en moyenne 14,5 porcelets par truie, ce qui constitue l'une des performances zootechniques les plus élevées du bassin. Ce nombre élevé de porcelets sevrés par truie est permis par de nombreux facteurs. Tout d'abord, ces agriculteurs ne travaillent qu'avec des races de truies sélectionnées en laissant une place significative au critère 'maternel' (nombre de tétines fonctionnelles, production laitière, soin et attention portée aux porcelets) telles que la race CG36 ou TN70. Par comparaison, les truies de race *Large White x Landrace*, largement utilisées dans le bassin, sont très prolifiques, mais sont moins performantes sur ce critère. Ces agriculteurs utilisent aussi des cases balances, qui limitent le nombre de porcelets écrasés. Ces derniers concentrent également tout leur temps de travail, et celui de leurs salariés, sur le suivi de l'élevage et sous-traitent intégralement les travaux de culture. Cela leur permet d'effectuer un suivi rapproché du cheptel tout au long de l'année. Enfin, ces agriculteurs effectuent plus de préventions que dans les autres élevages pour limiter les problèmes sanitaires, qui peuvent entraîner une baisse de production, voire la mort des animaux. Pour cela, la prévention vétérinaire est importante, avec notamment la réalisation de tous les vaccins non obligatoires. De plus, les bâtiments sont équipés d'un 'biofiltre' à air, qui permet de réduire l'introduction d'agents pathogènes qui peuvent circuler dans l'air.

Figure 64 : Caractérisation des exploitations porcines mettant en œuvre le système de production SPNE4

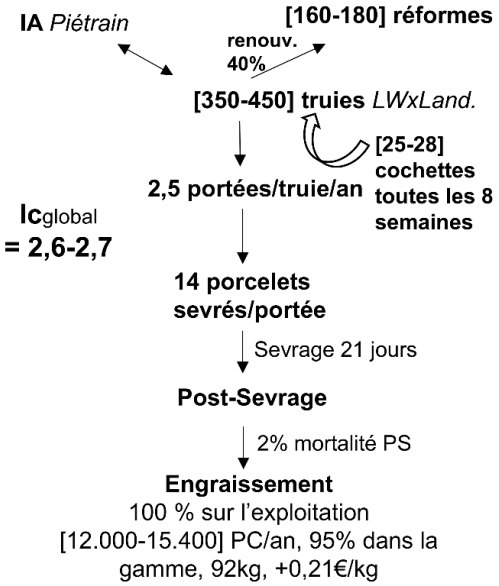
SPNE4
Cœur d'interfluve et versants

4 actifs, dont 2 salariés
150-200 ha – 350-450 truies
Conduite en 5 bandes
1 prêteur de terre

Tracteurs 300cc, 220cc, 190cc 110cc + moissonneuse-batteuse rotors, 6m ; Charrue 6 socs, combiné herse-semoir 3m, pulvérisateur 24m, tonne à lisier et pendillard 24m 18500L, semoirs à céréales 4m, à maïs 5 rangs, à engrais, chisel, cover-crop 4m
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis, machine à soupe informatisée, individualisée pour les truies en gestation.



colza / blé / maïs / blé / orge 75%
pois / blé / maïs 15%
maïs / maïs 10%



Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation achetée multi-phasée
- Pour les truies : 1 aliment « gestante » et 1 aliment « allaitante »
- Pour les porcs : 1 aliment en maternité, 3 aliments en PS et 3 aliments en engraissement
- 9,5-10 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

Gestion des effluents d'élevage :

Lisier: enfoui avant les semis de maïs à l'enfouisseur et sur le blé au pendillard
Production de 27000-35000 unités d'azote/an
Epandage de 740-1520 unités chez un prêteur : soit au minimum 4-9 ha de prêts

Tableau 11 : Principales caractéristiques des systèmes de production porcins avec 300 à 450 truies à l'Est du bassin du Gouessant

Système de Production	SP NE4	SP NE5	SP NE6
Localisation	Cœur d'interfluve et versant	Cœur d'interfluve et versant	Versant
Gamme de surface	150-200 ha	120-160 ha	60-80 ha
Nombre d'actifs	**4** **dont 2 salariés**	**4** **dont 3 salariés**	**4** **dont 3 salariés**
Taille du cheptel	**350-450 truies**	**300-400 truies**	**350-450 truies**
Chargement (truies/hectare)	2,3	2,5	5,7
Conduite du cheptel	5 bandes ; 4 semaines Sevrage à 21 jours Achat des cochettes de renouvellement	7 bandes ; 3 semaines Sevrage à 28 jours Achat des cochettes de renouvellement	7 bandes ; 3 semaines Sevrage à 21 jours Achat des cochettes de renouvellement
Indicateurs zootechniques	2,5 portées/truie/an 14 porcelets sevrés/portée 2% de mortalité post-sevrage IC = 2,6-2,7	2,4 portées/truie/an 14 porcelets sevrés/portée 5% de mortalité post-sevrage IC = 2,7	2,4 portées/truie/an 14,5 porcelets sevrés/portée 4% de mortalité post-sevrage IC = 2,6
Alimentation	**Alimentation multi-phasée achetée.**	**Fabrique partielle d'aliments pour les porcs à l'engraissement. Intraconsommation de maïs 50% + aliments achetés 50%. Alimentation achetée multi-phasée pour les truies.**	**Alimentation multi-phasée achetée.**
Azote organique produit / hectare SAU	175-180 unités	195 unités	435-450 unités
Gestion des effluents d'élevage	**1 prêteur de terre**	**Station de traitement du lisier N+P : traitement de 100% des lisiers.**	**Station de traitement du lisier N+P : traitement de 100% des lisiers.**
Bâtiments	Caillebotis intégraux Machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.	Caillebotis intégraux Machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.	Caillebotis intégraux Bâtiments avec air filtré Machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.
Puissance du tracteur de tête	300 cv.	190 cv. *(Sous-traitance des travaux de culture)*	190 cv.

4.2.3. Les élevages porcins de moins de 300 truies, hors-sol pour l'alimentation, avec prêteurs de terre ou export de fumier

Les systèmes de production de ce groupe sont mis en œuvre dans les exploitations historiquement les plus petites et qui se sont peu agrandies, faute de capacités d'investissement suffisantes. Ces dernières sont majoritairement localisées sur les versants argileux et exploitent des sols dont le potentiel de rendement est plus limité. Ces agriculteurs n'ont pas pu investir dans une fabrique d'aliments, ni dans une station de traitement des lisiers. Une partie d'entre eux se sont tournés vers la labellisation en Label Rouge, afin de bénéficier de meilleurs prix du porc et éventuellement de faciliter la gestion des effluents d'élevage en élevant les truies gestantes sur paille. Cette dynamique sera illustrée avec la description précise du fonctionnement de l'un de ces systèmes de production (figure 66). Les autres systèmes de production de ce groupe (tableau 12) seront décrits par comparaison (*cf.* annexe 3 pour plus de détails).

Certaines de ces exploitations font aujourd'hui entre 60 et 80 hectares avec 225 à 255 truies (SP NE8). Elles sont issues des exploitations parmi les plus petites – qui faisaient 40 à 60 hectares, avec environ 170-260 truies dans les années 2000 - et qui sont passées en Label Rouge à la même époque. Alors que ces exploitations présentaient un cheptel limité, sans fabrique d'aliments ni station de traitement des lisiers, ces agriculteurs disposaient de peu de marge de manœuvre pour accroître leur cheptel porcin. C'est pourquoi ils se sont tournés vers le Label Rouge. La labellisation offre en effet de meilleurs prix et leur permet ainsi de soutenir leurs revenus, sans augmenter le nombre de truies, ni accroître de manière importante le nombre de porcelets produits par truie. Elle implique toutefois de respecter un certain nombre de critères, tels que d'offrir de plus grandes surfaces par porc : 1 mètre carré par porc sur caillebotis et 1,2 mètre carré par porc sur paille, contre 0,8 en système conventionnel. Le label valorise aussi tout particulièrement le bien-être animal et la qualité de l'alimentation dans les élevages. Enfin, ce label s'engage surtout à développer une viande de qualité pour le consommateur. C'est pourquoi les éleveurs doivent obligatoirement travailler avec la race '*Piétrain NN*', qui possède l'allèle NN dominant du gène de sensibilité à l'halothane, ce qui permet de meilleures performances sur les critères de qualité de la viande. Lorsque ces critères sont respectés, à conformation équivalente des porcs, les prix proposés sont plus élevés d'environ 50% : +[0,2-0,25]€/kg en Label Rouge par rapport au prix de base, contre +0,12€/kg en système conventionnel.
Dans ces exploitations (SP NE8), deux actifs familiaux et un salarié conduisent les truies gestantes sur paille. La labellisation a aussi été envisagée par ces agriculteurs comme une voie pour faciliter la gestion de l'azote organique. En effet, la meilleure valorisation des porcs a compensé la réduction du nombre de porcs par mètre carré, et celle-ci permet de réduire la production d'azote organique. Pour limiter les frais d'investissement dans les bâtiments, ces agriculteurs conduisent les truies sur paille, en réorganisant d'anciens bâtiments porcins. Ces bâtiments sont toutefois vieillissants, moins bien ventilés et isolés, et conduisent à un indice de

consommation plus élevé (2,8) que dans les autres exploitations du bassin. La conduite sur paille leur offre la possibilité de composter et d'exporter le fumier, et donc l'azote organique excédentaire. Le fumier de truie, qui représente entre 25 et 30 unités d'azote par hectare, est composté et exporté, soit chez des voisins, soit commercialisé auprès de maraîchers. Les porcs à l'engraissement produisent quant à eux environ 0,4 m^3 de lisier par porc et par an, ce qui représente un peu plus de 170 unités d'azote organique par hectare de SAU. C'est pourquoi ces lisiers sont en partie exportés en plaçant 5% des porcelets de ces exploitations en engraissement à façon.

L'intégralité de l'alimentation des porcs est achetée. Ainsi, tout l'assolement est dédié à des cultures de vente. Les larges parts en céréales d'hiver (environ la moitié de la sole) permettent à ces agriculteurs d'être autonomes en paille pour la litière des truies, pour lesquelles il faut compter 330 kg de paille par truie et par an. Le paillage est réalisé 2 à 3 fois par semaine selon les saisons. Les rotations pratiquées sont les suivantes : [colza/blé/maïs/blé/orge] et [maïs/blé]. La localisation de ces exploitations (versants avec des parcelles en fond de vallée) explique aussi la présence systématique d'une part en prairies permanentes dans l'assolement. Ces surfaces en herbe ne sont pas récentes, mais l'écorégime a parfois conduit à accroître légèrement les surfaces préexistantes en herbe afin d'atteindre les 5% de la SAU exigés pour gagner les points de l'écorégime. Ces surfaces concernent des zones très humides où seule la rotation [maïs/maïs] pouvait être réalisée par le passé, avec des rendements moitié plus faibles que ceux des autres parcelles.

L'alimentation des truies est biphasée tandis que celle des porcs est multi-phasée (2 phases en post-sevrage et 3 en engraissement). Ce nombre de phases, un peu moins important que dans les exploitations précédemment étudiées, explique aussi en partie que l'indice de consommation soit un peu plus élevé (2,8). Le cheptel est conduit en 7 bandes avec un sevrage en 28 jours. Ce délai de sevrage permet aux agriculteurs d'envoyer des porcelets plus robustes et moins sujets aux maladies en post-sevrage. Ces bâtiments, souvent anciens et mal isolés, sont en effet à l'origine de taux de mortalité plus élevés en post-sevrage (ici de plus de 5%). D'autre part, les bâtiments ne présentent pas toujours assez de places pour pouvoir travailler en 5 bandes et sevrer à 21 jours, en particulier en l'absence d'importantes rénovations. L'ensemble de ces conditions expliquent que, si les truies parviennent à réaliser 2,4 portées par an, le nombre de porcelets sevrés par portée ne dépasse pas 13,5.

Ce système de production est encore existant, mais en pleine mutation dans certaines exploitations. En effet, les prix plus rémunérateurs du Label Rouge permettent à certaines familles de transmettre l'exploitation à leur descendant. Ces derniers s'installent alors avec des surfaces supplémentaires, ce qui conduit à faire évoluer ce système de production (SP NE8bis).

Dans ces exploitations, mettant en œuvre ce nouveau système de production (SP NE8bis), les descendants s'installent avec 140 à 160 hectares, tout en maintenant la même gamme de cheptel, conduit en Label Rouge. Deux actifs familiaux se maintiennent pour l'instant : le jeune actif et

l'un des parents, qui n'a pas encore pris sa retraite et qui assure la passation. Le jeune actif parvient à acheter ou louer du foncier supplémentaire plus aisément que la génération précédente en raison de son statut de jeune agriculteur et des nombreux départs en retraite dans la petite région, sans repreneur. Ces exploitations présentent ainsi 2 fois plus de surfaces que durant la génération précédente. À court terme, l'assolement n'est pas modifié en profondeur. En revanche, les surfaces supplémentaires permettent d'épandre tout le lisier des porcs sur les parcelles, et ainsi d'engraisser les porcs sur l'exploitation, c'est-à-dire de cesser le façonnage – qui leur faisait perdre une partie de la valeur ajoutée. L'installation du jeune actif est aussi l'occasion d'investir dans du nouveau matériel et d'améliorer les bâtiments d'élevage (figure 65). L'isolation des bâtiments d'élevage est refaite, parfois même de nouveaux bâtiments sont construits, la génétique est modifiée ainsi que l'alimentation, avec par exemple un passage en trois phases en post-sevrage. L'ensemble de ces changements permet de réduire l'indice de consommation à 2,7 et d'accroître la prime technique (+5%) et donc le prix final de vente des porcs charcutiers.



Figure 65 : Truies conduites sur paille dans un bâtiment récent à l'Est du bassin du Gouessant. Photo : Réguer, I., 2023.

D'autres exploitations (SP NE7) sont issues des mêmes trajectoires que les précédentes, c'est-à-dire d'exploitation de 40-60 hectares avec 170-260 truies en Label Rouge depuis les années 2000. Néanmoins, ces dernières sont parvenues à s'agrandir plus fortement dans les années 2010 et à investir dans la foulée dans une fabrique partielle d'aliments. Elles font aujourd'hui 95 à 120 hectares, pour 240 à 270 truies, toujours conduites en Label Rouge. Ces agrandissements ont facilité la gestion des effluents d'élevage pour ces agriculteurs, qui peuvent alors exporter l'azote organique auprès d'un unique prêteur de terre, sans avoir besoin de conduire les truies sur paille. Si les performances zootechniques sont très similaires à celles des exploitations précédentes (2,4 portées par an, avec 13,5 porcelets sevrés par portée), la fabrique

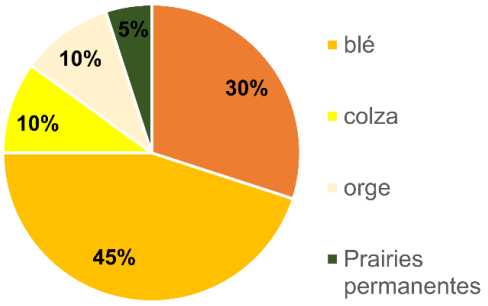
partielle d'aliments pour les porcs à l'engraissement, ainsi que les bâtiments sur caillebotis qui sont vieillissants, expliquent un indice de consommation de 2,9, parmi les plus élevés du bassin. Les exploitations présentant la gamme de cheptels la plus limitée (SP NE9), avec 140 à 180 truies sur 40 à 60 hectares, sont parmi les plus contraintes du bassin d'étude. Elles sont issues des exploitations qui présentaient déjà les mêmes gammes de surfaces et de cheptels dans les années 2000 et qui n'ont pas pu s'agrandir. Ces dernières ne possèdent ni station de traitement des lisiers (recours à un prêteur), ni fabrique d'aliments, et n'ont pas eu non plus les moyens de réaliser les investissements pour conduire le cheptel en Label Rouge. En l'absence d'une capacité d'investissement suffisante et de repreneurs potentiels, ces agriculteurs ont cessé de réaliser des investissements, en particulier dans les bâtiments d'élevage, depuis une dizaine d'années. Cela explique que ce système de production ait peu évolué depuis les années 2000 et 2010 et sera probablement voué à disparaître dans les années à venir. En effet, le revenu agricole de ces agriculteurs passe souvent en dessous du SMIC à chaque baisse importante du prix du porc. L'arrêt de ces exploitations participera probablement à une dynamique d'agrandissement des exploitations existantes. Le plus souvent, ce sont les surfaces qui vont intéresser les repreneurs, tandis que les bâtiments, vétustes, servent surtout d'espace tampon pour l'engraissement des porcs de l'exploitation repreneuse, qui ne conserve pas les truies.

Figure 66 : Caractérisation des exploitations porcines mettant en œuvre le système de production SPNE8

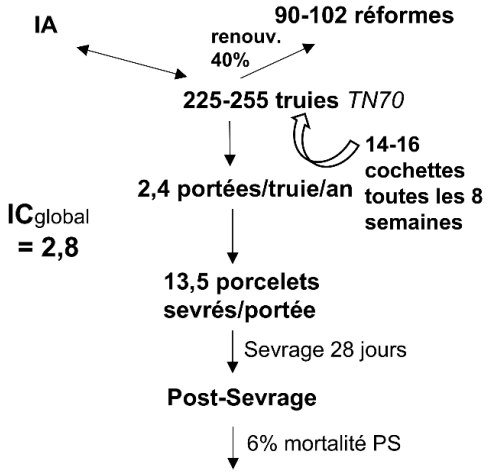
SPNE8
Versant

3 actifs, dont 1 salarié
60-80 ha – 225-255 truies
Conduite en 7 bandes
Label Rouge

Tracteurs 150cv, 130cv, 70cv ; Charrue 5 socs, combiné herse-semoir 4m, pulvérisateur 15m, tonne à lisier 12000L, semoirs à céréales 4m, à maïs, à engrais, chisel, cover-crop 4m
Bâtiments : Bâtiments sur caillebotis, truies gestantes sur paille, machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.



maïs / blé 47,5%
colza / blé / maïs / blé / orge 47,5%
prairies permanentes 5%



95% engraissés sur l'exploitation + 5% à façon
[6850-7770] porcs/an, 80% en Label Rouge, 97-98kg, +0,21€/kg

Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation Label Rouge achetée multi-phasée
- Pour les truies : 1 aliment 'gestante' et 1 aliment 'allaitante'
- Pour les porcs : 2 aliments en maternité, 2 aliments en PS et 3 aliments en engraissement
- 9 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

Gestion des effluents d'élevage :

Lisier : enfoui avant les semis de maïs à l'enfouisseur et sur le blé au pendillard
Production de 10000 à 12000 unités d'azote/an (5% des porcs engraissés à façon)
Fumier de truies : entièrement composté et exporté
Besoin en paille : 330 kg/truie/an ; système avec racleur et fumière, paillage 2 à 3 fois par semaine (respectivement été/hiver)
Production de fumier : 185-210 tonnes/an

Tableau 12 : Principales caractéristiques des systèmes de production avec moins de 300 truies à l'Est du bassin du Gouessant

Système de Production	SP NE7	SP NE8	SP NE8-bis	SP NE9
Localisation	Versant	Versant	Versant	Versant
Gamme de surface	95-120 ha	60-80 ha	140-160 ha	40-60 ha
Nombre d'actifs	**3 actifs dont 1 salarié**	**3 actifs dont 1 salarié**	**3 actifs dont 1 salarié** ***Descendants du SP NE8***	**1,5 actif dont 1 salarié à mi-temps**
Taille du cheptel	**240-270 truies**	**225-255 truies**	**225-255 truies**	**140-180 truies**
Chargement (truies/hectare)	2,4	3,4	1,6	3,2
Conduite du cheptel	Label Rouge 7 bandes ; 3 semaines Sevrage à 28 jours Achat des cochettes.	Label Rouge 7 bandes ; 3 semaines Sevrage à 28 jours Achat des cochettes.	Label Rouge 7 bandes ; 3 semaines Sevrage à 28 jours Achat des cochettes.	5 bandes ; 4 semaines Sevrage à 28 jours Achat des cochettes.
Indicateurs zootechniques	2,4 portées/truie/an 13,5 porcelets sevrés/truie 6% de mortalité en post-sevrage IC = 2,9	2,4 portées/truie/an 13,5 porcelets sevrés/truie 6% de mortalité en post-sevrage IC = 2,8	2,4 portées/truie/an 13,5 porcelets sevrés/truie 6% de mortalité en post-sevrage IC = 2,7	2,4 portées/truie/an 12 porcelets sevrés/truie 7% de mortalité en post-sevrage IC = 2,7
Alimentation	**Fabrique partielle d'aliments pour l'engraissement : Intraconsommation de maïs 40% + aliments multiphasés 60%. Alimentation biphasée pour les truies.**	**Alimentation multi-phasée Label Rouge achetée pour les porcs. Alimentation biphasée Label Rouge achetée pour les truies.**	**Alimentation multi-phasée Label Rouge achetée pour les porcs Alimentation biphasée Label Rouge achetée pour les truies.**	**Alimentation multi-phasée achetée pour les porcs. Alimentation biphasée achetée pour les truies.**
Azote organique / hectare	175-195 unités	Lisier : 150-175 unités Fumier : 25-30 unités	Lisier : 80 unités Fumier : 10-15 unités	230-270 unités
Gestion des effluents	**1 prêteur de terre**	**Truies sur paille Export de fumier 1 prêteur de terre**	**Truies sur paille Export partiel de fumier**	**1-2 prêteurs de terre**
Bâtiments	Caillebotis intégraux Machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.	Truies gestantes sur paille. Caillebotis dans les autres salles. Machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.	Truies gestantes sur paille. Caillebotis dans les autres salles. Machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.	Caillebotis intégraux. Machine à soupe automatisée.
Tracteur	200 cv.	150 cv.	200 cv.	110 cv.

4.2.4. Les élevages laitiers : rendements laitiers élevés et robots de traite, mais de profonds contrastes de gamme de cheptels

Malgré la prédominance de l'élevage porcin à l'Est du bassin du Gouessant, certains élevages bovins laitiers s'y sont aussi maintenus. Ces derniers ont connu des transformations proches des dynamiques observées dans les exploitations laitières du bassin rennais. Ces exploitations ont notamment largement investi dans un ou plusieurs robots de traite. La robotisation s'est accompagnée d'un recul progressif du pâturage, d'un recours croissant aux concentrés et au maïs ensilage, et d'un accroissement des rendements laitiers. Le fonctionnement précis des plus grands élevages laitiers sera décrit ci-après (figure 67), tandis que les autres systèmes bovins laitiers (tableau 13) seront décrits plus brièvement (annexe 3).

Les plus grandes exploitations laitières de ce bassin (SP VL1) sont situées en cœur d'interfluve large, avec des sols à fort potentiel de rendement. Ces exploitations sont issues des plus grandes exploitations du bassin, qui ont longtemps eu les moyens de maintenir un élevage bovin laitier et un élevage porcin naisseur-engraisseur, avant de se spécialiser plus fortement dans l'élevage bovin laitier dans les années 2000, en maintenant parallèlement de l'engraissement de porcs charcutiers. Ces familles disposaient déjà d'environ 150 hectares dans les années 2010 et sont parvenues à s'agrandir à nouveau durant cette dernière décennie, notamment lors de l'installation de l'un des descendants.

Aujourd'hui, ces grandes exploitations font 260 à 310 hectares, elles sont donc environ 1,4 fois plus grandes que les plus grandes exploitations laitières du bassin rennais. Elles disposent de grandes stabulations avec des logettes matelas pour les vaches et les génisses, de trois robots de traite, de deux robots d'alimentation et de bâtiments d'engraissement de porcs charcutiers.

Deux actifs familiaux et deux salariés ainsi qu'un apprenti (mi-temps) conduisent 170 à 200 vaches. Les vaches ne pâturent que durant 3 mois au printemps, où l'herbe ne constitue alors qu'une faible part de la ration (moins de 15-20%). La ration de base est constituée d'ensilage de maïs (12 kg MS/vache/jour), d'ensilage d'herbe (6 kg MS/vache/jour) et de tourteaux (2 kg/vache/jour). Celle-ci est ensuite complétée par l'apport de concentrés, adapté au besoin de chaque vache lors de son passage au robot. Ces agriculteurs, qui disposent de très importantes capacités d'investissement et de la gamme de cheptels la plus élevée des deux bassins, ont investi depuis 2015 dans deux robots d'alimentation. Ces derniers contribuent à augmenter l'appétence de la ration (distribution régulière) et à diminuer la compétition à l'auge. Ce système de distribution couplé à ce calendrier fourrager assurent des rendements laitiers de 11000 litres par lactation. Avec un intervalle entre deux vêlages de 395 jours, cela correspond à des rendements moyens de 10200 litres par vache et par an. Les taux butyreux et protéiques moyens du lait permettent à ces agriculteurs de gagner 20€/1000 litres par rapport au prix du marché du lait.

À l'instar des stratégies adoptées dans les plus grandes exploitations du bassin rennais, ces agriculteurs effectuent des inséminations sexées pour renouveler leur troupeau, et effectuent

autrement des inséminations croisées avec une race allaitante pour vendre les veaux à un meilleur prix.
Parallèlement, ces agriculteurs sont 'façonneurs' et engraissent environ 1000 porcs charcutiers par an. Ils disposent en effet d'anciens bâtiment d'engraissement de 500 places, sur caillebotis, qu'ils continuent ainsi de rentabiliser en réalisant environ 2 bandes par an.
Ces exploitations disposent de superficies importantes qui permettent de dédier 55% de leur assolement aux cultures de vente : blé, maïs grain et colza. Le maïs ensilage représente 25% de la sole, tandis que les prairies temporaires, pour moitié dédiées à la fauche, ne représentent pas plus de 20% de l'assolement.
Ces agriculteurs sont équipés de matériels de grande capacité et de grande largeur : un pulvérisateur de 21 mètres, du matériel de travail du sol en 4,5 mètres voire 5 mètres ou encore une tonne à lisier de 22000 litres. Le tracteur de tête fait au moins 250 chevaux.

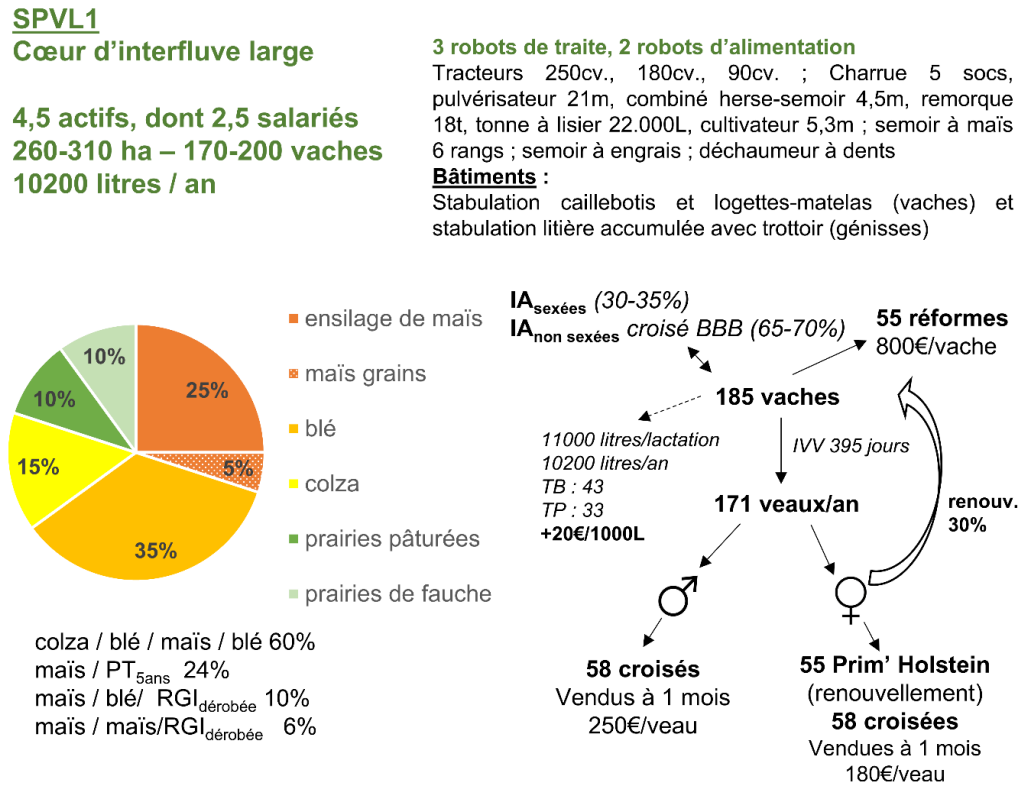
Certaines exploitations localisées en cœur d'interfluve (SP VL2) sont comparativement plus limitées en foncier. Ces agriculteurs disposaient de 120 à 150 hectares dans les années 2010 et ont pu légèrement s'agrandir ces dernières années, afin d'atteindre 140 à 160 hectares, tout en terres labourables avec des sols à haut potentiel de rendement (proportions de limons importantes). Cette localisation leur permet d'accroître fortement le chargement bovin (1,6 vache par hectare de SFP, contre 1,4 dans le cas précédent) pour compenser une taille de cheptel plus limitée. Ce chargement explique que les 130 à 150 vaches soient allotées, pour rassembler dans un même lot les primipares d'une part, et les multipares de l'autre. Cette conduite leur permet en effet de mieux faire coïncider la ration des vaches à leurs besoins et d'accroître au maximum les rendements, malgré un chargement élevé. Le troupeau est là encore conduit avec très peu de pâturage. La ration est ici distribuée à l'aide d'une mélangeuse automotrice, moins chère, et non d'un robot d'alimentation. Les rendements laitiers sont donc plutôt de 10000 litres par lactation, soit 9200 litres par vache et par an (IVV de 395 jours).

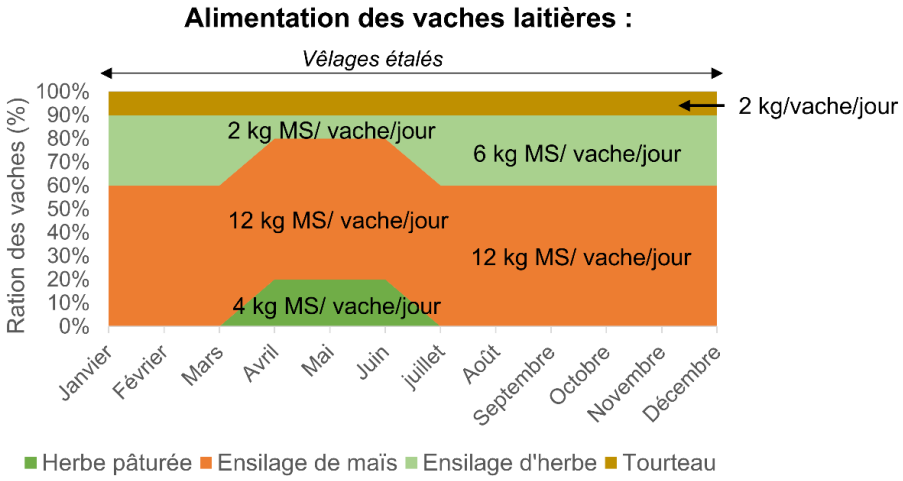
Certaines exploitations de dimension équivalente (140 à 160 hectares) sont situées plutôt au niveau des versants plus argileux (SP VLNE). Ces dernières combinent production laitière avec 70 vaches et élevage porcin naisseur-engraisseur (90 à 140 truies). Ces exploitations faisaient environ 100 hectares avec 70 vaches et un robot de traite dans les années 2010. Elles ont été par la suite agrandies, avec le rachat d'une exploitation porcine avec 30 à 60 hectares et 140 à 180 truies. Les deux actifs familiaux doivent donc aujourd'hui embaucher deux salariés pour faire face à la charge de travail supplémentaire.
Le moindre potentiel des sols (part importante de prairies temporaires) et la charge de travail importante avec les deux systèmes d'élevage expliquent que le chargement bovin soit plus limité dans ces exploitations (1,2 vache par hectare de SFP). Le silo de maïs reste ouvert toute l'année, mais le pâturage est maintenu pour toutes les vaches de mars à novembre, principalement durant les 3 mois du printemps à hauteur de 60% de la ration. Malgré cela, le cheptel reçoit d'importantes quantités de concentrés au robot (2kg de tourteaux et 1,5 kg de

concentré en moyenne), ce qui permet de maintenir des rendements de 9500 litres par lactation, soit 8700 litres par vache et par an (IVV de 400 jours). Sur le second site de l'exploitation, où se situe l'élevage porcin naisseur-engraisseur, 90 à 140 truies sont conduites en bâtiments sur caillebotis et sans fabrique d'aliments. Elles réalisent 2,2 portées par an, soit beaucoup moins que dans les exploitations en système 'naisseur-engraisseur' spécialisées, et 13 porcelets sont sevrés par portée en moyenne. Ces résultats s'expliquent principalement par des bâtiments vieillissants et moins bien isolés, avec un système d'alimentation automatisé, mais non informatisé.

Enfin, les plus petites exploitations laitières rencontrées sont localisées sur les versants. Elles font 110 à 130 hectares avec 65 à 75 vaches (SP VL3). Ce système de production peut être issu de deux trajectoires distinctes. Certains de ces agriculteurs disposaient déjà d'un robot de traite dans les années 2010 et n'ont pas pu réaliser de nouveaux investissements pour agrandir leur exploitation. D'autres disposaient d'une salle de traite 2x6 postes à cette même époque, mais se sont agrandies à la faveur de l'installation d'un descendant, qui a investi dans un robot de traite. La localisation de ces exploitations contraint ces agriculteurs à un chargement bovin plus limité que dans les plus grandes exploitations laitières (1,2 vache par hectare de SFP, contre 1,4 ou 1,6 en cœur d'interfluve). Les rendements laitiers atteignent 9400 litres par vache et par an.

Figure 67 : Caractérisation des exploitations laitières mettant en œuvre le système de production SPVL1





+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 300 jours de lactation :
-tourteaux : 2,5 kg/vache/jour
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/vache/jour
-minéraux

Tableau 13 : Caractérisation simplifiée des systèmes de production bovins laitiers à l'Est du bassin du Gouessant

Système de production	SP VL1	SP VL2	SP VLNE	SP VL3
Localisation	Cœur d'interfluve large	Cœur d'interfluve large	Versant	Versant
Part de prairies permanentes	0%	0%	5%	8%
Gamme de surface	260-310 ha	140-160 ha	140-160 ha	110-130 ha
Nombre d'actifs	**4,5 actifs dont 2 salariés à temps plein et 1 à mi-temps**	**4 actifs dont 2 salariés**	**4 actifs dont 1 salarié**	**2 actifs familiaux**
Taille du cheptel	**170-200 vaches + Engraissement de 1000 porcs par an**	**130-150 vaches**	**70 vaches + 90-140 truies et leur suite**	**65-75 vaches**
Chargement	1,4 vache/ha SFP	1,6 vache/ha SFP	1,2 vache/ha SFP	1,2 vache/ha SFP
Système fourrager	Zéro-pâturage.	Allotement. Pâturage de printemps 3 mois à 15% de la ration pour les multipares.	Pâturage de printemps à 60% de la ration, pâturage d'automne à 20-30% de la ration.	Allotement. Pâturage de printemps 3 mois à 20% de la ration pour les multipares.
IVV	395 jours	395 jours	400 jours	390 jours
Rendement laitier (/vache/lactation)	11000 litres	10000 litres	9500 litres	10000 litres
Rendement laitier annuel (/vache/an)	**10200 litres**	**9200 litres**	**8700 litres**	**9400 litres**
Équipement de traite	**3 robots**	**2 robots**	**1 robot**	**1 robot**
Puissance du tracteur de tête	280 cv.	260 cv.	230 cv.	180 cv.

Certaines exploitations se sont spécialisées dans l'élevage de volailles en volière. Ces dernières sont issues des plus petites exploitations des versants et en fond de vallée, qui n'ont pas pu se spécialiser dans l'élevage bovin laitier ni dans l'élevage porcin, faute de surfaces suffisantes en terres labourables et de capacité d'investissement. Le fonctionnement de ce système de production ne sera pas décrit afin de simplifier l'argumentaire, car aucune exploitation avec élevage de volailles n'est concernée par l'installation d'un méthaniseur. La fiche système décrivant leur fonctionnement est néanmoins présentée en annexe 3.

La diversité des systèmes de production identifiés dans les deux petites régions étudiées traduit les profondes inégalités existantes. Ces dernières, illustrées ici en matière de fonctionnement technique, conduisent à s'interroger quant à leur traduction socio-économique. Une analyse économique approfondie est donc requise et doit permettre de comparer les niveaux de revenu des agriculteurs des deux bassins d'étude.

5. Une différenciation technique marquée entre agriculteurs, qui se traduit d'importantes inégalités socio-économiques

La connaissance technique fine des différents systèmes de production des deux bassins d'étude permet de modéliser leurs résultats économiques. La valeur ajoutée dégagée par actif, ainsi que le revenu agricole net par actif familial peuvent être calculés.

Pour rappel, la valeur ajoutée nette, exprimée par actif agricole, mesure la richesse créée et correspond à la différence entre la valeur des productions finales (le produit brut) et les consommations intermédiaires et de capital fixe (équipements et bâtiments). Le revenu agricole par actif familial est quant à lui obtenu à partir de la valeur ajoutée nette, une fois la rémunération de tous les facteurs de production réalisée (salaire de la main-d'œuvre, loyers, intérêts du capital emprunté) et en y ajoutant les subventions. Le revenu agricole par actif familial ainsi obtenu correspond à un revenu 'brut' et peut être exprimé en 'net', en lui retranchant les cotisations de la Mutualité Sociale Agricole (MSA) (environ 30% du revenu agricole brut). Il s'agit alors du revenu agricole net, après prélèvement des cotisations et avant prélèvement des impôts.

Le calcul de ces résultats économiques se fonde sur la modélisation technique, en s'appuyant notamment sur les rendements moyens modélisés par système de production. Les prix utilisés ont été discutés avec les agriculteurs et correspondent pour la plupart aux prix moyens auxquels ils ont été confrontés ces dernières années. Les prix moyens ou médians enregistrés par les statistiques agricoles ont toutefois été utilisés pour les productions agricoles et pour certaines consommations intermédiaires et sont présentés au sein du tableau 14 suivant.

Le prix du lait utilisé correspond au prix médian payé aux producteurs en France métropolitaine entre 2017 et 2021 (pour des taux standards 38-32[42]) et vaut 354€/1000 litres (SSP-FranceAgriMer, 2024). Il a été décidé de ne considérer que les prix du lait avant leur flambée en 2022, car ces derniers correspondent aux prix qui étaient pratiqués lors du développement de la méthanisation agricole.

Les enquêtes réalisées ont ensuite permis de fixer un prix du lait propre à chaque système de production, en s'écartant de ce prix de base en fonction des caractéristiques du lait, elles-mêmes dépendantes du calendrier fourrager et du système de traite adopté. Selon les taux butyreux et protéiques du lait, les prix ont été ajustés pour chaque système de production et varient de 354€/1000 litres à 384€/1000 litres, pour les agriculteurs obtenant jusqu'à 30€ de prime pour des taux butyreux (TB) de 44g/kg et des taux protéiques (TP) de 33g/kg. Les éventuelles pénalités appliquées ponctuellement ont été négligées, car elles relèvent de cas particuliers d'exploitations, mais ne sont pas propres à certains systèmes de production du fait de leur fonctionnement.

[42] 38 g/kg de matière grasse (taux butyreux) et 32 g/kg de matière protéique (taux protéique).

Les prix des veaux et des vaches de réforme ont été fixés grâce aux enquêtes. Pour cela, les prix moyens payés aux producteurs localement ces 5 dernières années ont été discutés avec les enquêtés. Le prix des veaux de race laitière (Prim'Holstein) vendus à 15 jours a par exemple été fixé à 80€ par tête pour les mâles et 50€ pour les femelles. Le prix moyen des vaches de réforme a quant à lui été discuté pour chaque système de production, en fonction de l'état d'engraissement dans lequel est vendu l'animal (800€ à 1000€ par vache).

Le prix des porcs charcutiers utilisé repose sur le prix moyen payé aux producteurs observé sur le Marché du Porc Breton de Plérin sur 10 ans, durant la période 2014-2023 (Marché du Porc, s. d.). Ce prix de base a ainsi été fixé à 1,34€/kg et les éventuelles primes octroyées ont été discutées au cours des entretiens et fixées pour chaque système de production. Les primes techniques ont pu être fixées à plus de 20 centimes du kilogramme pour des porcs en cœur de gamme (poids carcasse compris entre 82kg et 105kg), présentant un Taux de Muscles des Pièces (TMP) de 60 à 62%.

Les prix des cultures de vente retenus pour les calculs se fondent sur les prix moyens payés aux producteurs entre 2012 et 2021 (avant la flambée des prix) d'après FranceAgriMer (tableau 14).

Le prix des tourteaux, qui constituent aujourd'hui une part importante de la ration des vaches laitières, a été discuté avec les agriculteurs, confirmé par l'étude des marchés (Agritel) et fixé à 400€ la tonne, en ne considérant pas les années exceptionnelles de flambée des prix (2022, 2023). Enfin, le prix moyen du carburant (Gazole Non Routier GNR) ces dernières années, a été discuté avec les agriculteurs et fixé à 1€/litre.

Produit	Prix	Source
Lait	354€ / 1000 litres	FranceAgriMer
Veau femelle Prim'Holstein	50€	Enquêtes : prix moyens payés localement aux agriculteurs
Veau mâle Prim'Holstein	80€	Enquêtes : prix moyens payés localement aux agriculteurs
Veau femelle croisée Bleu Blanc Belge (BBB)	180€	Enquêtes : prix moyens payés localement aux agriculteurs
Veau mâle croisé BBB	250€	Enquêtes : prix moyens payés localement aux agriculteurs
Vache laitière de réforme	800-1000€	Enquêtes
Porc charcutier	1,34€ / kg	Marché du Porc Breton (Plérin)
Blé	161€	FranceAgriMer
Orge	151€	FranceAgriMer
Colza	364€	FranceAgriMer
Maïs grain	139€	FranceAgriMer
Tourteaux de soja	400€	Enquêtes, Agritel
GNR	1€ / litre	Enquêtes

Tableau 14 : Prix utilisés dans le cadre des calculs économiques menés pour chaque système de production

5.1. De forts niveaux de capitalisation qui se traduisent d'importants niveaux d'endettement dans les grandes exploitations, en particulier porcines

L'analyse de la formation de la valeur ajoutée met en lumière l'importance des consommations intermédiaires et du capital fixe mobilisés par chaque système de production. L'examen du revenu agricole renseigne également sur le poids des intérêts du capital à rembourser dans ces systèmes. L'ensemble de ces éléments offre une lecture du niveau de capitalisation des exploitations, et permet d'identifier celles qui sont les plus à même de réaliser des investissements conséquents, tels que l'installation d'un méthaniseur agricole.

5.1.1. Consommations intermédiaires et de capital fixe : l'érosion du produit brut est plus forte dans les grandes exploitations

Les figures 68 et 69 présentent la décomposition du produit brut médian[43] par hectare, pour une petite sélection de systèmes de production des deux bassins d'étude.

Si les agrandissements et les larges gammes de cheptels dans les plus grandes exploitations laitières du bassin rennais permettent de hauts niveaux de revenus par actif, ils ne garantissent pas systématiquement d'accroître la richesse créée par hectare (figure 68). Ces exploitations présentent de forts niveaux de produit brut par hectare, mais ce dernier est fortement érodé par d'importantes consommations intermédiaires et de capital fixe. La valeur ajoutée nette représente en effet entre 30 et 40% du produit brut dans les grandes exploitations (SP3, SP2-bis) contre 40 à 50% dans les exploitations des versants et fonds de vallée (SP12AB et SP10). Ces résultats traduisent des voies d'accroissement de la productivité physique du travail différentes. Les résultats économiques des grandes exploitations en cœur d'interfluve reposent sur un nombre important de vaches et d'importantes surfaces par actif, à la faveur d'agrandissements assurés par des capacités d'emprunts et d'investissements conséquentes, tout en assurant une forte production par vache. Cela se traduit toutefois de coûts par hectare et par vache plus importants. Les agriculteurs des plus petites exploitations (SP10) cherchent plutôt à accroître la valeur ajoutée par hectare, en limitant les coûts au maximum. *In fine*, ces exploitations produisent autant voire plus de richesse par hectare (1300€/ha) que certaines grandes exploitations (1100€/ha pour le SP2-bis). Cette figure révèle aussi que la robotisation de la traite et la conduite du troupeau qui en découle semblent corrélées à une plus forte érosion du produit brut dans la formation de la valeur ajoutée. Les coûts alimentaires sont en effet plus élevés d'environ 5% à 10% au sein des exploitations mettant en œuvre le SP2bis (deux robots de traite) ou le SP6 (un robot de traite) par rapport à celles mettant en œuvre le SP3 (rototandem). Enfin, la figure 68 montre une érosion beaucoup plus marquée du produit brut dans les exploitations porcines, dans lequel la part de la valeur ajoutée nette ne représente pas

[43] Le produit brut médian désigne le produit brut obtenu pour les valeurs médianes de la gamme de surface et de la gamme de cheptel propres au système de production considéré.

plus de 17%. Toutefois, la valeur ajoutée nette par hectare enregistrée dans ces exploitations porcines est supérieure à celle enregistrée dans les exploitations laitières.

Ces résultats sont confirmés par ceux de la figure 69, relative au bassin du Gouessant. La richesse créée par hectare est plus élevée dans les grandes exploitations porcines (SPNE1, SPNE5) et peut atteindre plus de 2000€ par hectare. En revanche, la part de la valeur ajoutée dans le produit brut oscille seulement entre environ 10 et 20%. Cela s'explique par des coûts beaucoup plus importants qu'en élevage laitier, en particulier pour l'alimentation du cheptel. Deux tendances se dégagent toutefois, selon le mode d'alimentation employé. Les plus grandes exploitations (SPNE1 et NE5) parviennent à limiter ces coûts alimentaires avec la fabrique d'aliments sur site. Dans ce cas, ces coûts pèsent à hauteur de 55% des coûts totaux, contre 70% dans les exploitations avec achat d'aliments complets (SPNE8, SPNE9). Néanmoins, la fabrique d'aliments et tous les équipements associés (silos, silos-tour) sont à l'origine de consommations de capital fixe (matériel et bâtiments) plus importantes. Alors que les consommations de capital fixe pèsent pour 5% des coûts dans les exploitations avec achats d'aliments (SPNE8, SPNE9), ils pèsent pour près de 15% dans les exploitations avec une fabrique d'aliments et une station de traitement des lisiers (SPNE1, SPNE5). À titre de comparaison, les consommations de capital fixe dans les plus grandes exploitations laitières ne dépassent pas 500€/ha, contre plus de 1500€/ha dans les grandes exploitations porcines. Ces résultats traduisent de très hauts niveaux de capitalisation dans ces dernières.

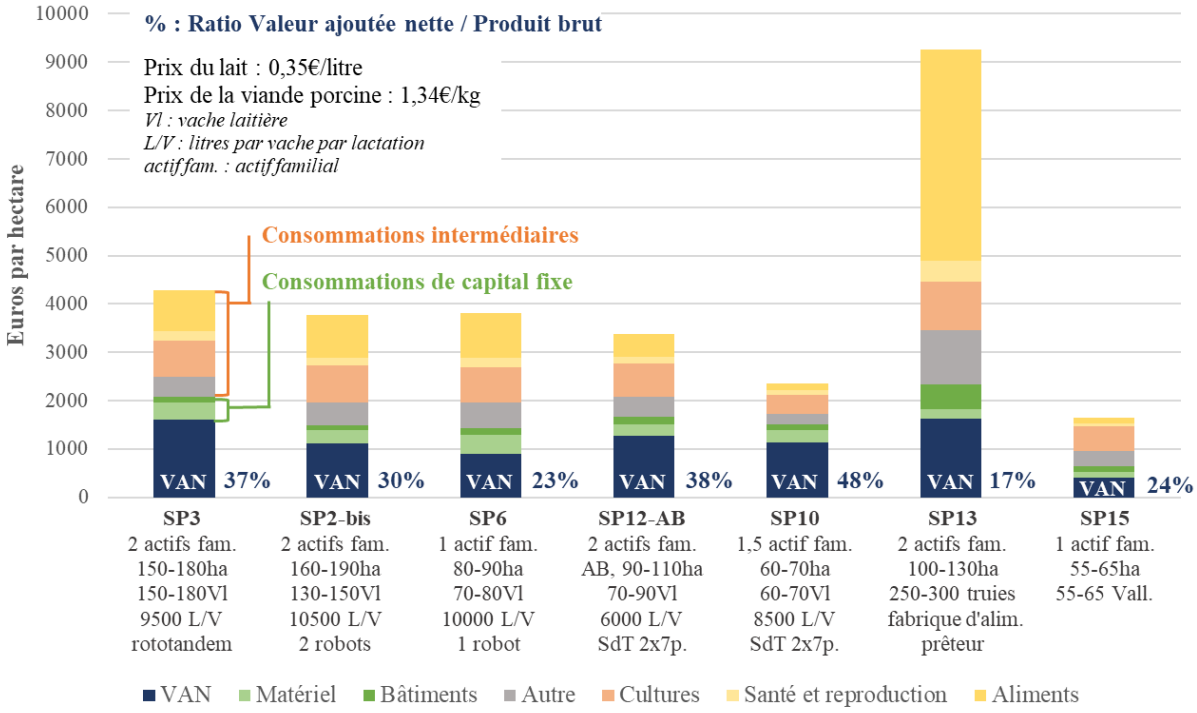
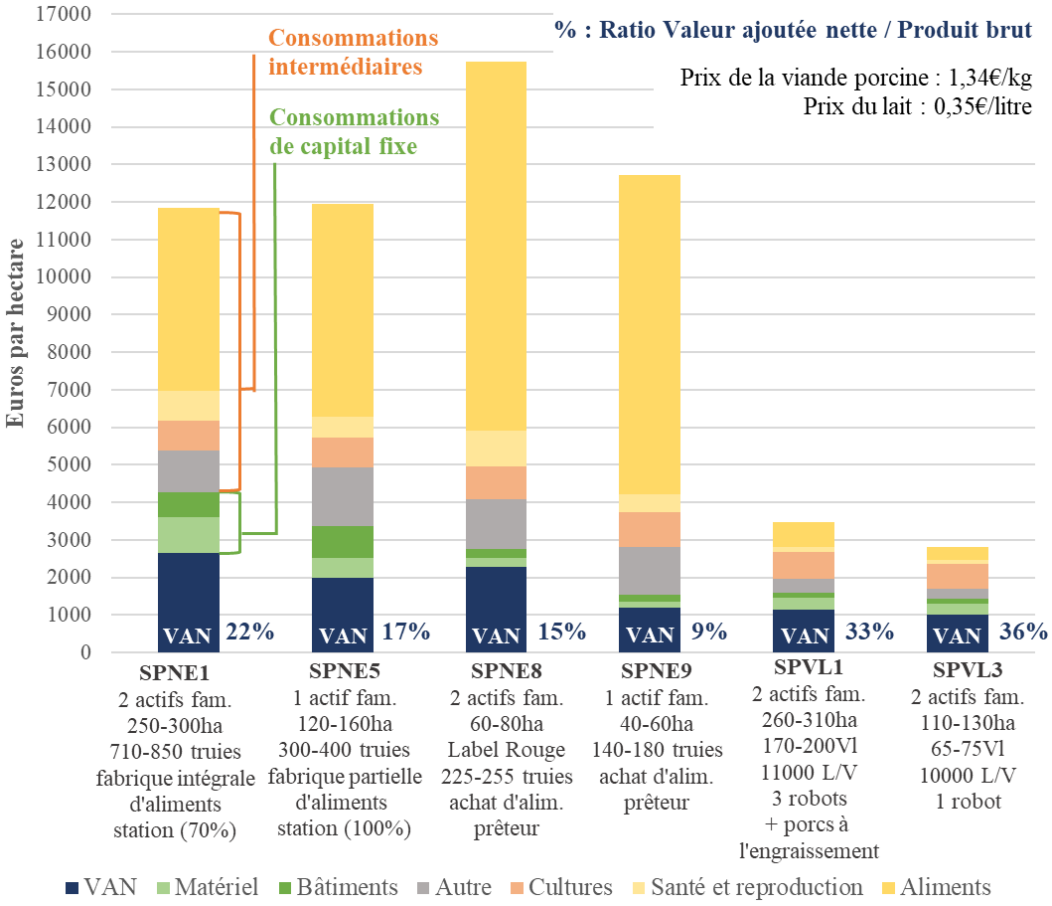


Figure 68 : Composition détaillée du produit brut médian, des consommations intermédiaires et de capital fixe médianes dans une petite sélection de systèmes de production du bassin rennais



.

Figure 69 : Composition détaillée du produit brut médian, des consommations intermédiaires et de capital fixe médianes dans une petite sélection de systèmes de production du bassin du Gouessant

5.1.2. Un niveau de capital immobilisé par actif supérieur dans les exploitations porcines

Si les niveaux de capitalisation sont conséquents dans toutes les grandes exploitations des deux bassins, ils sont encore plus marqués dans les grandes exploitations porcines. Ces agriculteurs ont investi dans des bâtiments de grande dimension (pour accueillir un cheptel de grande taille) en outre rénovés régulièrement pour informatiser les équipements et se conformer aux réglementations relatives au bien-être des animaux, mais aussi dans une station de traitement des lisiers ou encore dans l'ensemble des équipements pour assurer la fabrique d'aliments sur l'exploitation. Les plus grandes exploitations porcines du bassin du Gouessant (SPNE1, SPNE2) enregistrent ainsi une dépréciation annuelle de capital fixe - directement proportionnelle au montant des investissements - de plus de 440 000€, contre 120 000€ dans les plus grandes exploitations laitières (SP VL1).

Ce fort niveau de capitalisation se traduit aussi par de hauts niveaux de remboursement annuel des intérêts du capital emprunté. Au sein du bassin du Gouessant, si les plus petites exploitations porcines (SPNE8, SPNE9) doivent rembourser 10000€ d'intérêts par actif familial et par an, les plus grandes exploitations avec fabrique d'aliments et station de traitement du lisier (SPNE1, SPNE2) doivent rembourser jusqu'à 75000€ d'intérêts par actif familial. Le niveau de ces remboursements est aussi différent entre les plus grandes exploitations laitières et porcines. Les exploitations laitières les plus capitalisées du bassin du Gouessant (trois robots de traite, deux robots d'alimentation) remboursent entre 20000 € et 25000€ d'intérêts par actif familial annuellement, contre plutôt 15000€ dans les grandes exploitations laitières du bassin rennais, sans robot d'alimentation.

Ces résultats suggèrent que le niveau de capitalisation par actif tend à augmenter dans les grandes exploitations laitières, avec la robotisation de la traite et du système d'alimentation depuis peu. Néanmoins, le niveau de capital immobilisé par actif reste à ce jour beaucoup plus limité dans ces grandes exploitations laitières, par rapport à celui observé dans les exploitations porcines.

5.2. Des revenus par actif conséquents dans les plus grandes exploitations localisées en cœur d'interfluve

Ces premiers résultats ont permis d'appréhender les déterminants de la formation de la valeur ajoutée dans chaque système de production des deux bassins et d'identifier quels sont les systèmes de production les plus capitalisés. Ces données sont essentielles pour comprendre par la suite les trajectoires récentes d'investissement de ces différentes exploitations, en particulier dans l'énergie. Les niveaux de revenu par actif familial sont également éclairants pour comprendre quels agriculteurs sont susceptibles d'investir dans un méthaniseur.

5.2.1. Des inégalités de revenus et de soutiens par actif

Le revenu agricole médian par actif familial a été calculé pour tous les systèmes de production modélisés dans les deux bassins. Les résultats d'une petite sélection d'entre eux seront présentés ci-après. Il s'agit des systèmes de production présentés en détail en début de chapitre, qui illustrent, chacun, une grande catégorie de systèmes de production (exemple : la catégorie des grandes exploitations avec deux robots de traite et des rendements laitiers compris entre 10000 et 10500 litres par lactation). Le revenu agricole médian a été calculé en considérant la valeur médiane de la gamme de cheptels et de la gamme de surfaces agricoles, définies pour chaque système de production.

Les revenus agricoles par actif familial, après prélèvement de la MSA et avant prélèvement des impôts, ainsi que la part des subventions dans ces revenus, ont été calculés pour ces systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais (figure 70) et à l'Est du bassin du Gouessant (figure 71).

Les résultats économiques sont très inégaux au sein de chaque bassin de production, mais dans les deux cas, la tendance suivante se dégage : les revenus les plus élevés sont enregistrés par les plus grandes exploitations historiques, localisées en cœur d'interfluve.

À l'Ouest du bassin rennais (figure 70), les exploitations localisées en cœur d'interfluve, qui ont historiquement bénéficié des plus grandes surfaces et ont pu s'engager rapidement dans l'accroissement de la productivité du travail et qui présentent aujourd'hui les plus grandes gammes de cheptel (SP3, SP2-bis) enregistrent des revenus 2 fois plus élevés que les plus petites exploitations laitières des versants (SP6, SP10). Les agriculteurs en agriculture biologique (SP12-AB) parviennent, grâce aux prix supérieurs du lait biologique et à leur fonctionnement plus économe, à dégager des revenus agricoles par actif familial équivalents à ceux des exploitations laitières avec un robot de traite (SP6) pour une gamme de cheptels équivalente et malgré une surface par actif familial plus limitée et des rendements laitiers inférieurs. Les exploitations en élevage bovin allaitant (SP15) dégagent quant à elles les revenus agricoles les plus limités du bassin, qui se rapprochent du montant du SMIC net de 2024 pour 50 heures de travail hebdomadaire (volume horaire minimum dans ces exploitations).

À l'Est du bassin du Gouessant (figure 71), les exploitations qui dégagent les plus hauts revenus sont celles localisées en cœur d'interfluve, qui présentent les plus grandes gammes de cheptels et de surfaces, et qui ont eu les moyens d'investir dans une fabrique intégrale d'aliments et dans une station de traitement des lisiers (SPNE1). Ces dernières enregistrent un revenu par actif familial jusqu'à 4 fois plus élevé que celui des plus petites exploitations porcines (SP NE9) de la région. Concernant les exploitations laitières de ce bassin, les mêmes tendances que dans le bassin rennais sont observées : les plus grandes exploitations laitières avec engraissement de porcs charcutiers (SPVL1) enregistrent des niveaux de revenus par actif près de 1,5 à 2 fois plus élevés que ceux des plus petites exploitations laitières (SP VL3). Les grandes exploitations laitières de ce bassin (SPVL1) et du bassin rennais (SP3) présentent des niveaux de revenus par actif familial du même ordre de grandeur que les plus grandes exploitations porcines (SPNE1).

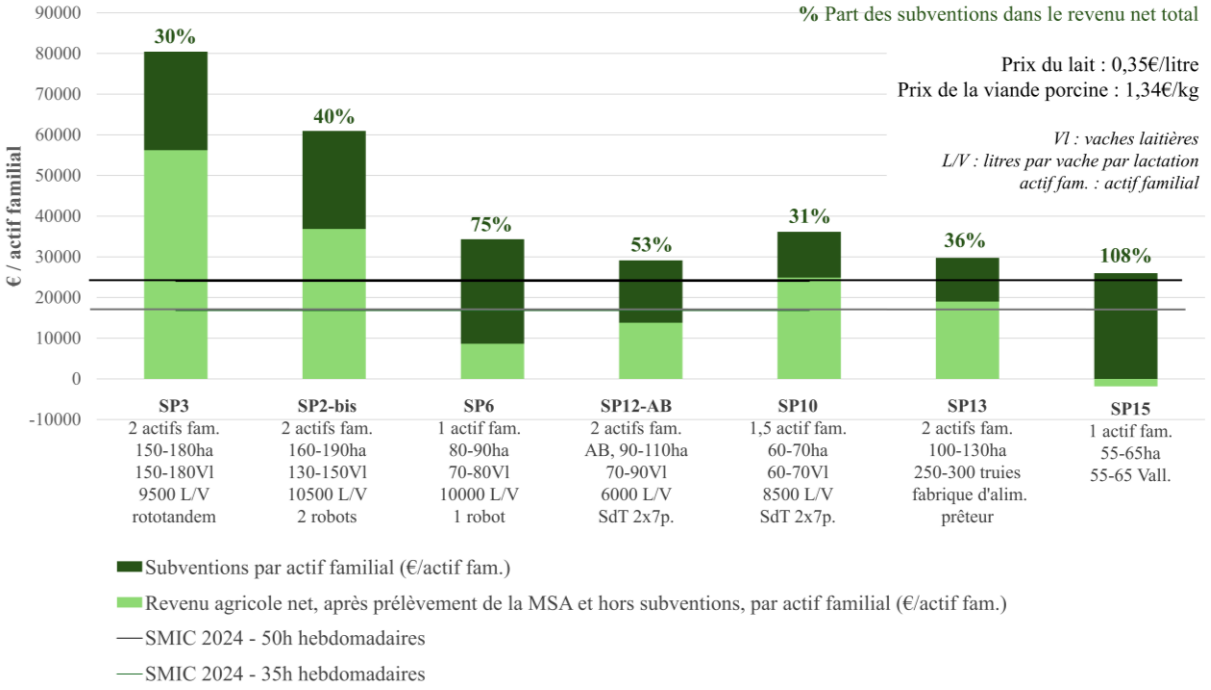


Figure 70 : Revenu agricole net médian par actif familial et part des subventions pour une petite sélection de systèmes de production à l'Ouest du bassin renais.

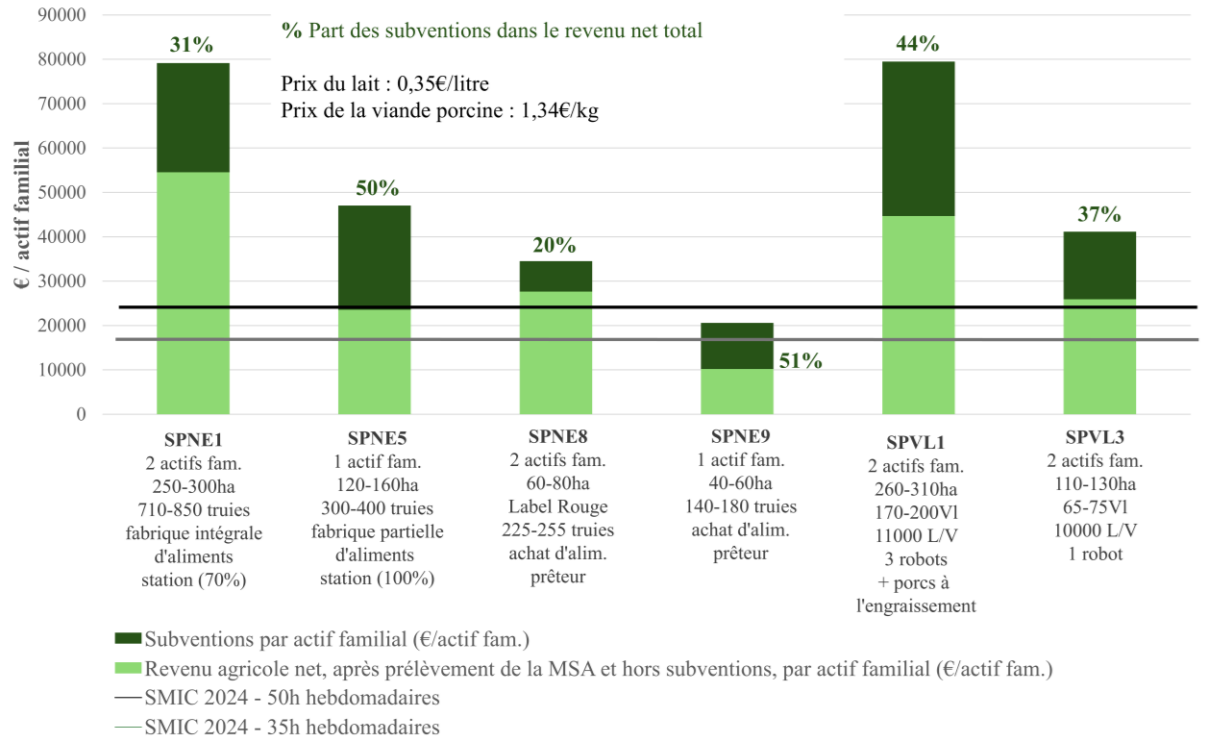


Figure 71 : Revenu agricole net médian par actif familial et part des subventions pour une petite sélection de systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant.

Ces différences de revenus masquent néanmoins des inégalités de soutiens (aides de la PAC) par actif familial (figures 70 et 71) et par hectare. Les figures 72 et 73 représentent, respectivement pour le bassin rennais et pour le bassin du Gouessant, la décomposition des soutiens de la PAC (DPB, paiement redistributif, écorégime, etc.) par hectare de SAU.

Dans le bassin rennais, la figure 70 révèle que la part des subventions dans le revenu agricole par actif familial des exploitations laitières varie principalement entre 25% et 40%.
Le niveau de soutien par actif familial est très limité dans les plus petites exploitations laitières du bassin (SP10). Leur niveau de soutien est plus de 2 fois inférieur à celui des plus grandes exploitations laitières (SP3, SP2-bis). Les exploitations laitières avec 80 à 90 hectares et un robot de traite (SP6) présentent de plus hauts niveaux de soutien par actif, car ces exploitations, localisées en cœur d'interfluve, ont perçu de hauts niveaux de soutiens historiques (DPU) et se sont agrandies avec la reprise d'exploitations laitières et des aides couplées (taurillons) qui leur étaient liées. Dans les exploitations en Agriculture Biologique (SP12-AB), les subventions représentent environ la moitié du revenu par actif familial. Néanmoins, en valeur absolue, le montant des aides par actif familial se trouve parmi les plus limités du bassin. Les exploitations allaitantes (SP15) présentent les plus forts niveaux de soutien (108%), sans lesquels ces agriculteurs ne pourraient vivre.
La figure 72 révèle des niveaux de soutien par hectare inégaux entre systèmes de production. Les grandes exploitations (SP3, SP2-bis) bénéficient encore de haut niveau de soutiens découplés notamment à travers les DPB, historiquement hauts et encore élevés malgré le principe de convergence des aides, appliqué depuis la réforme de la PAC de 2015. Les DPB sont aujourd'hui de l'ordre de 130€/ha dans ces exploitations, contre plutôt 100€/ha dans les plus petites exploitations des versants (SP10). Ces dernières sont donc doublement pénalisées : elles disposent à la fois de moindres surfaces agricoles et de DPB inférieurs. Les exploitations mettant en œuvre un système en agriculture biologique (SP12AB) bénéficient des mêmes niveaux de DPB que celles mettant en œuvre le SP10, voire un peu moins (90€/ha) en raison de trajectoires historiques en fond de vallée, avec une plus faible production et de moindres soutiens couplés. En revanche, pour une même gamme de cheptels, ces agriculteurs bénéficient aujourd'hui d'environ 35% d'aides par actif familial en plus que ceux mettant en œuvre le SP10, grâce à un montant d'écorégime presque deux fois supérieur (valorisations des pratiques en agriculture biologique). Les exploitations allaitantes (SP15) bénéficient d'importants soutiens par actif familial malgré des DPB moyens pour la région (110€/ha), grâce aux aides bovines couplées et à une MAEC (Mesures Agroenvironnementale et Climatique), c'est-à-dire une aide du 2nd pilier de la PAC.

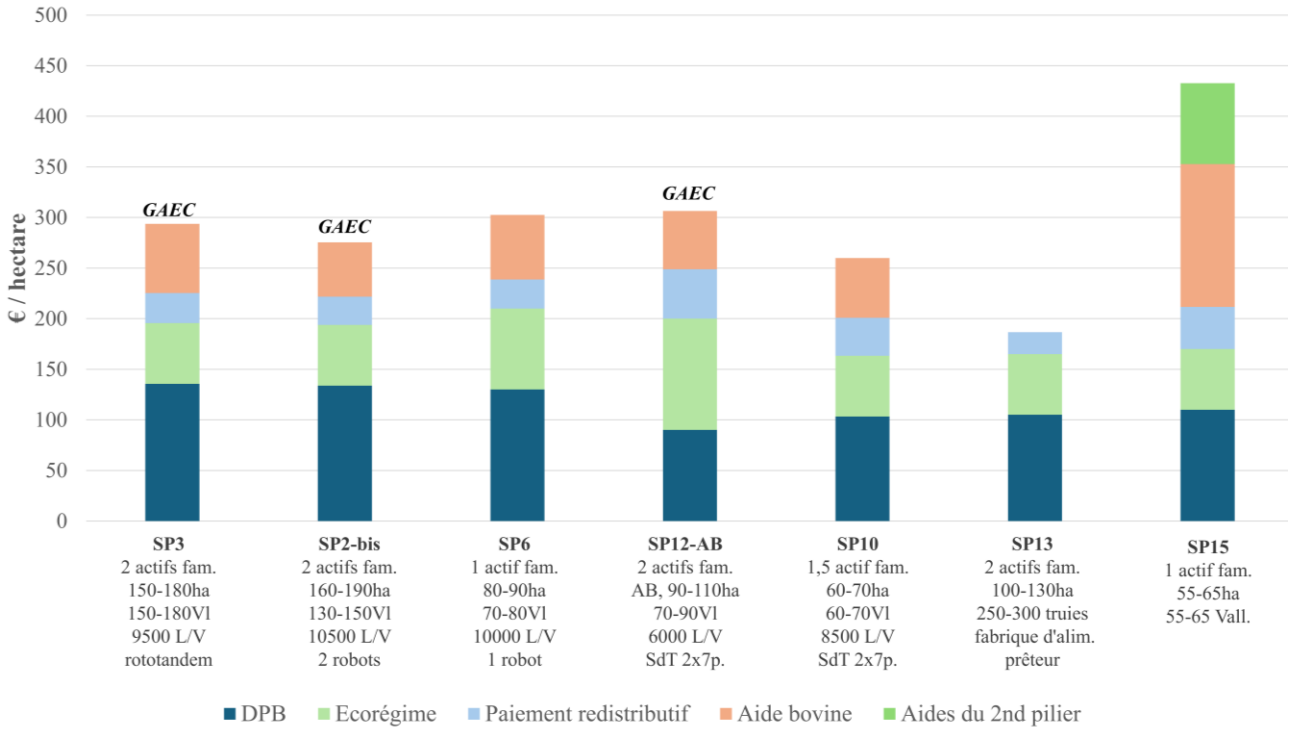


Figure 72 : Comparaison des niveaux de soutien de la PAC par hectare à l'Ouest du bassin rennais.

Des dynamiques semblables sont observées dans les exploitations laitières du bassin du Gouessant (figures 71 et 73). Les niveaux de soutiens par actif familial sont toutefois plus limités dans les exploitations porcines, en l'absence d'aides couplées à la production de porcs charcutiers. Hormis cela, la même tendance est néanmoins observée dans les exploitations porcines du bassin du Gouessant (figure 71) : la part d'aides dans le revenu varie entre 20 et 50%, mais dans tous les cas, les plus grandes exploitations porcines (SPNE1) bénéficient de près de 3,5 fois plus de soutiens par actif que les plus petites exploitations (SPNE8). Les différences d'aides découplées, et en particulier de DPB (100€/ha à 110€/ha), entre ces catégories d'exploitations porcines sont relativement limitées. En effet, les exploitations porcines ont bénéficié de moins d'aides couplées par le passé, ce qui a limité les différences de DPB au moment de leur calcul. La différence se joue toutefois aujourd'hui sur les surfaces disponibles par actif familial, jusqu'à 4 fois plus importantes dans les grandes exploitations porcines (alors qu'un facteur 2 s'applique par exemple entre les exploitations laitières les plus petites et les plus grandes).

Ces premiers résultats révèlent que les plus grandes exploitations localisées en cœur d'interfluve enregistrent les plus hauts revenus et bénéficient aussi des plus forts niveaux de soutiens de la PAC par hectare et par actif familial.

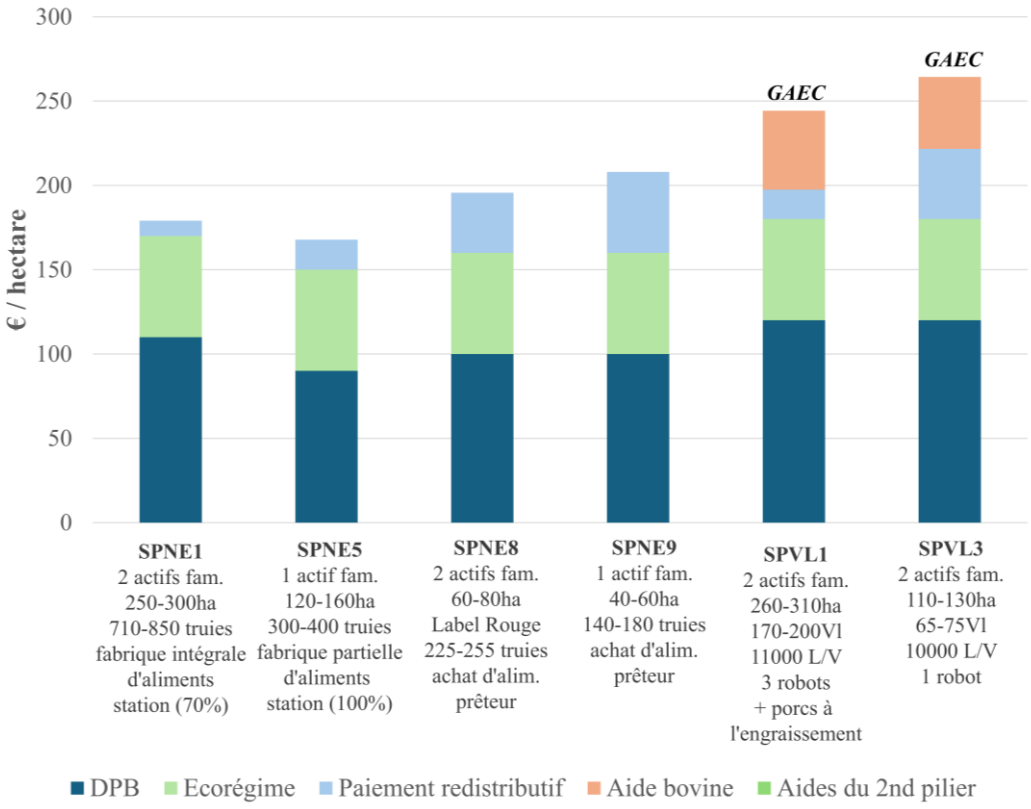


Figure 73 : Comparaison des niveaux de soutien de la PAC par hectare à l'Est du bassin du Gouessant.

5.2.2. *La comparaison des résultats économiques par la représentation graphique du revenu agricole par actif familial en fonction de la surface*

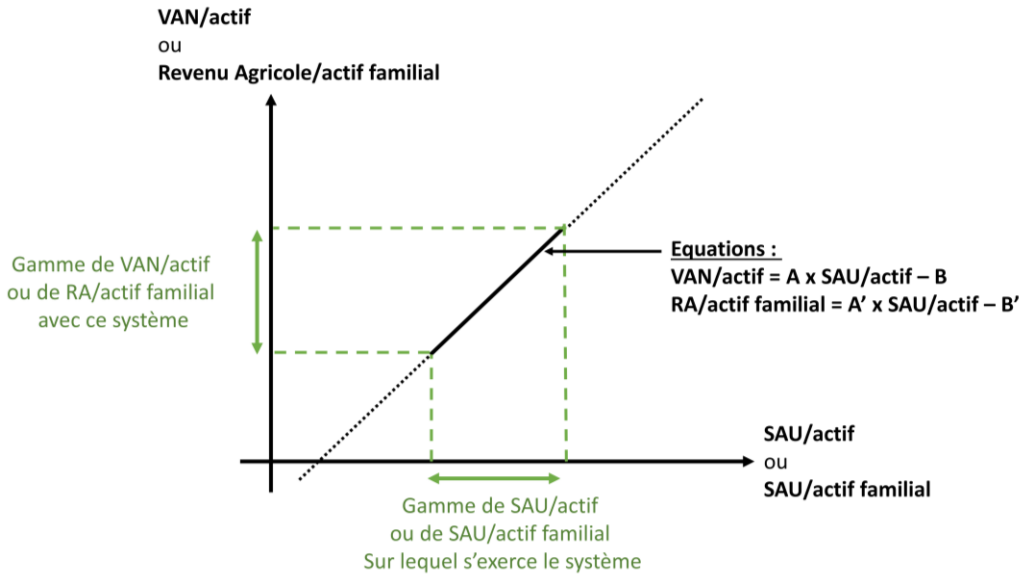
La comparaison des résultats économiques des différents systèmes de production peut également être conduite en s'appuyant sur la représentation graphique de la valeur ajoutée nette par actif en fonction de la superficie par actif, ou bien du revenu agricole net par actif familial, en fonction de la superficie par actif familial (figure 74).

Comme indiqué dans le chapitre 2, la valeur ajoutée nette (VAN) par actif et le revenu agricole par actif familial peuvent être représentés graphiquement à l'aide d'une fonction affine, correspondant à une droite, de type : $\boldsymbol{y = Ax + B}$; où A est le coefficient directeur et B l'ordonnée à l'origine, égale à l'ensemble des charges non proportionnelles à la surface et propres au système de production.
Cette représentation graphique permet alors de comparer les résultats économiques de l'ensemble des systèmes de production, mais aussi leurs accès variables au foncier.

Dans le cas des élevages porcins pour lesquels aucun aliment n'est produit sur l'exploitation, la gamme de cheptels n'est pas proportionnelle à la surface (élevage 'hors-sol'). Ces exploitations produisent d'une part de grandes cultures, proportionnelles aux superficies agricoles, et d'autre part une quantité fixe de productions animales, indépendante des surfaces détenues. La représentation graphique diffère alors quelque peu. Elle est obtenue en combinant les résultats

du système d'élevage (hors-sol), non proportionnels à la surface et représentés par un segment de droite vertical, à ceux du reste du système de production, établis pour une gamme de surface par actif. Les résultats liés à l'élevage hors-sol (représentés par le segment de droite vertical) sont fournis pour un nombre de truies donné, prises en charge par actif familial. Le revenu par actif familial enregistré dans ce type de système de production est alors représenté graphiquement par un parallélogramme, qui rassemble les résultats économiques de l'ensemble des combinaisons possibles de nombre de truies par actif et de nombre d'hectares par actif pour ce système de production.

- **Sans système d'élevage 'hors-sol' :**



- **Avec système d'élevage 'hors-sol' :**

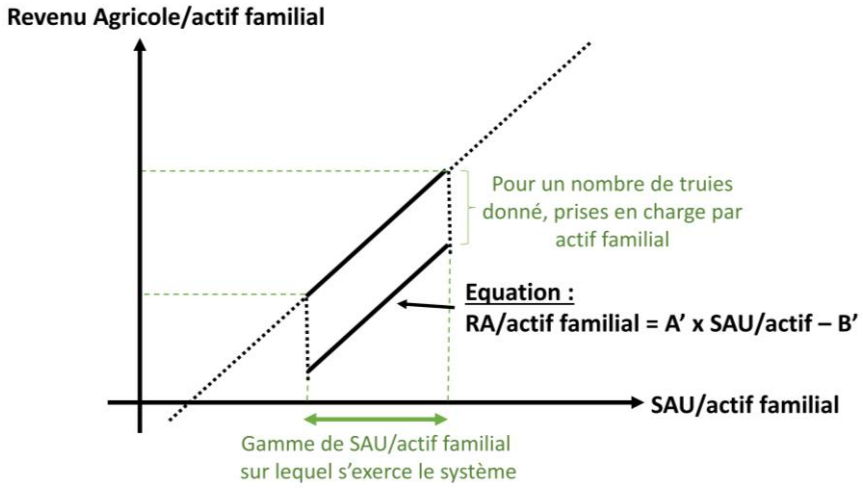


Figure 74 : Représentations graphiques utilisées pour représenter les résultats économiques des systèmes de production

5.2.3. À l'Ouest du bassin rennais : des revenus considérables dans les plus grandes exploitations laitières

La figure 75 représente les niveaux de revenus par actif familial en fonction de la superficie par actif familial pour l'ensemble des systèmes de production de l'Ouest du bassin rennais. Ces résultats économiques sont très inégaux : un facteur 4 à 5 s'applique entre les revenus nets extrêmes.

Les exploitations laitières situées en cœur d'interfluves larges avec deux robots de traite et des rendements laitiers compris entre 10000 et 10500 litres par lactation (SP2, SP2-bis, SP5) dégagent les revenus parmi les plus élevés du bassin. Ces résultats sont permis à la fois par des tailles de cheptel importantes et des rendements laitiers conséquents. Les revenus avant impôts et après prélèvement de la MSA atteignent plus de 80000€ par actif familial pour les exploitations les plus grandes de cette catégorie (SP2).

Les grandes exploitations laitières en cœur d'interfluve large avec un rototandem ou de grandes salles de traite et des rendements laitiers compris entre 9000 et 9500 litres par lactation dégagent des revenus tout aussi élevés. Ces systèmes de production parviennent à des résultats économiques similaires à ceux de la catégorie précédente malgré des rendements laitiers inférieurs, en raison de coûts de fonctionnement, de maintenance et d'achats de concentrés moindres avec cet objectif de production laitière et une conduite en salle de traite, par rapport à une conduite au robot.

Les résultats économiques des plus grandes exploitations avec 180 à 230 hectares, 70 vaches et élevage complémentaire de volailles (SP1) ne sont pas présentés ici. En effet, nos entretiens révèlent que l'ensemble des exploitations qui mettent en œuvre ce système de production disposent d'un méthaniseur. Leurs résultats économiques ne reflètent donc pas uniquement leur performance économique agricole, mais dépendent aussi de la vente de l'énergie.

Les exploitations plutôt situées sur les versants, avec un robot de traite et des rendements compris entre 9000 et 10000 litres dégagent des revenus plus limités et très hétérogènes. Il s'agit en effet d'exploitations qui présentent de moindres superficies que celles des catégories précédentes. Les exploitations avec 70 à 80 vaches et 1 robot de traite (SP6) enregistrent des revenus nets par actif qui s'étendent de 30000 € à 40000€. En revanche, toutes les autres exploitations avec un robot de traite et un élevage complémentaire (SP7, SP8 et SP9), localisées sur des sols à plus faible potentiel de production, présentent des résultats économiques beaucoup plus limités. Les revenus par actif familial sont jusqu'à trois fois plus faibles que ceux du SP6 (en deçà du SMIC pour 35h), et parmi les plus bas du bassin.

Les exploitations localisées en fond de vallée, avec salle de traite et des rendements qui ne dépassent pas 8500 litres par vache enregistrent des revenus par actif familial très variables selon la conduite adoptée, en agriculture biologique ou non. Cette catégorie de système de production présente toutefois des revenus agricoles par actif familial limités pour le bassin.

Les exploitations porcines de cette petite région présentent elles aussi des résultats hétérogènes. Si aucune des exploitations étudiées ne possède de station de traitement des lisiers – en raison de surfaces par actif historiquement plus élevées dans ce bassin que dans le bassin du Gouessant – certains agriculteurs sont parvenus à investir dans une fabrique d'aliments, alors que d'autres n'en ont pas eu les moyens. Celles qui disposent des surfaces les plus importantes avec une fabrique d'aliments (SP13) dégagent des revenus compris entre 20000€ et 40000€, tandis que les autres, plus limitées en superficie et sans fabrique d'aliments (SP14), dégagent des revenus compris entre 25000€ et 30000€.

Les exploitations avec un élevage allaitant constitué de 55 à 65 vaches (SP15) dégagent les revenus nets parmi les plus faibles du bassin (entre 16000€ et 21000€).

De fortes inégalités sont donc observées entre les différentes exploitations du bassin rennais, en particulier entre les exploitations laitières. Les plus grandes d'entre elles, qu'elles disposent de deux robots de traite ou bien d'une grande salle de traite, dégagent des revenus conséquents, permis par une forte productivité physique du travail. Des variations de revenus sont toutefois à souligner au sein même de ces grandes exploitations laitières (avec deux robots de traite ou une grande salle de traite).

Les exploitations laitières qui dégagent les plus forts revenus par actif familial sont celles avec le plus grand cheptel, avec 150 à 180 vaches, un roto-tandem et un rendement de 9500 litres (SP3) et les exploitations avec 130 à 150 vaches, 2 robots et un rendement moyen de 10500 litres par vache (SP2). Elles enregistrent des revenus avant impôts et après prélèvement de la MSA compris entre 70000€ et près de 95000€ par actif familial.

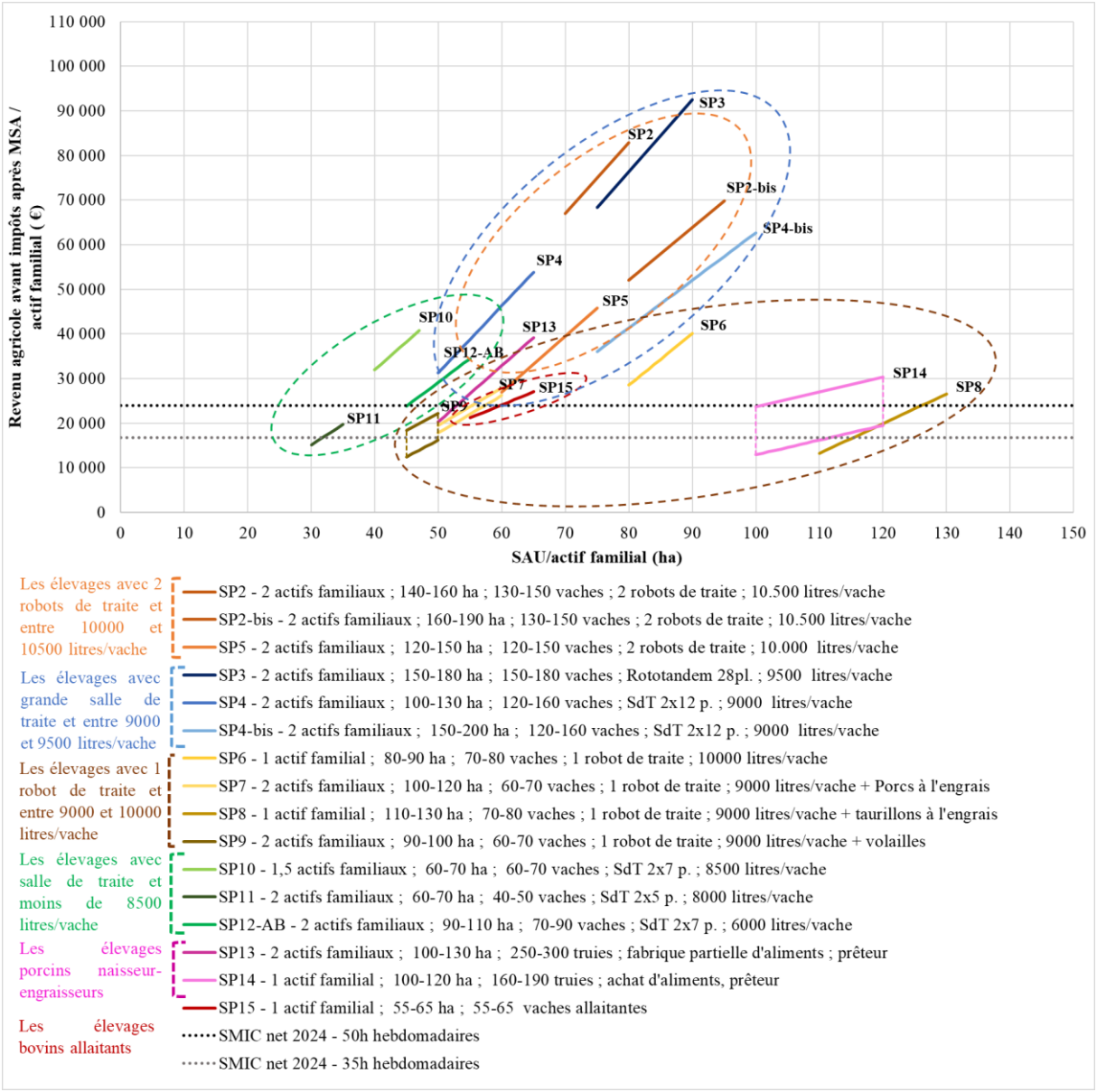
La déclinaison du système de production à 130-150 vaches et 2 robots sur les zones argilo-limoneuses (SP2-bis) enregistre un revenu médian légèrement inférieur (50000€ - 70000€) malgré des rendements laitiers identiques (10500 litres). Ce revenu plus faible s'explique en raison de coûts alimentaires plus importants dans le cadre d'une conduite en zéro-pâturage stricte contrairement aux exploitations sur limons.

Les exploitations sur limons avec 120 à 160 vaches, une salle de traite 2x12 postes et des rendements à 9000 litres (SP4) ainsi que leur déclinaison sur les zones argilo-limoneuses (SP4-bis) enregistrent aussi des résultats économiques importants, compris entre 30000€ et 60000€ net par actif familial. Les exploitations localisées sur les versants (SP4-bis) atteignent des résultats économiques comparables à celles situées en cœur d'interfluve (SP4) grâce à des surfaces agricoles légèrement plus importantes, qui permettent de compenser le plus faible potentiel de production des sols.

Les exploitations avec 120 à 150 vaches et 2 robots de traite (SP5) parviennent à des résultats économiques similaires malgré des rendements laitiers supérieurs (10000 litres par vache) en raison de coûts de fonctionnement et de concentrés plus importants avec cet objectif de production laitière et une conduite au robot.

Comme nous le verrons par la suite, c'est dans ce contexte marqué par d'importantes inégalités socio-économiques que la méthanisation agricole s'implante depuis quelques années dans le bassin rennais.

Figure 75 : Revenu agricole, avant impôts et après prélèvement de la MSA, par actif familial en fonction de la superficie par actif familial des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais



5.2.4. À l'est du bassin du Gouessant : de grands éleveurs porcins aux revenus plus importants que les plus grands éleveurs laitiers

La figure 76 représente les niveaux de revenus par actif familial en fonction de la superficie par actif familial pour l'ensemble des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant. Elle révèle des contrastes entre revenus encore plus saisissants que dans le bassin rennais. Un facteur 3 s'applique entre les revenus extrêmes des exploitations laitières, tandis qu'un facteur 6 s'applique en comparant les revenus extrêmes des exploitations porcines.

Les plus grandes exploitations porcines, avec plus de 500 truies, une station de traitement du lisier et une fabrique intégrale d'aliments (SP NE1, NE2 et NE3), dégagent les revenus les plus élevés du bassin. Les revenus nets par actif familial après prélèvement de la MSA et avant impôts dépassent toujours 50000€, et peuvent atteindre jusqu'à 155000€ par actif familial pour les plus grandes exploitations. Plus ces exploitations disposent de surfaces agricoles conséquentes (jusqu'à 350 hectares), avec un grand cheptel porcin, mais un chargement animal relativement limité pour la région, plus les revenus agricoles par actif familial sont élevés. Cela s'explique par l'importance des économies réalisées par ces exploitations de très grande dimension, qui peuvent produire une grande partie de l'alimentation du cheptel et épandre directement une grande part des lisiers produits (jusqu'à 80%). Les agriculteurs parviennent ainsi à réduire considérablement les coûts en n'achetant plus que des concentrés et des céréales pour l'alimentation du cheptel et en arrêtant progressivement la station de traitement, très gourmande en énergie. En outre, dans tous ces systèmes de production, le renouvellement du cheptel est assuré sur l'exploitation agricole (production de cochettes de renouvellement), ce qui permet à ces agriculteurs de réaliser des économies.

Les exploitations porcines avec 300 à 450 truies et de fortes performances zootechniques présentent des résultats économiques inférieurs à ceux de la catégorie précédente et très inégaux, selon qu'elles disposent ou non d'une fabrique d'aliments et d'une station de traitement des lisiers. Pour une même gamme de cheptel, les exploitations qui disposent des surfaces les plus importantes dégagent les plus forts revenus grâce à l'absence de station de traitement du lisier, très coûteuse en énergie et en consommations intermédiaires. Lorsque les surfaces disponibles sont importantes, les agriculteurs parviennent en effet à gérer l'azote organique excédentaire en exportant du lisier auprès d'un unique prêteur de terres. Sur des surfaces plus limitées, non seulement les agriculteurs disposent de moins de terres pour cultiver des cultures de vente, mais ils sont aussi obligés de maintenir une station de traitement du lisier, qui entraîne des coûts beaucoup plus importants. Certaines exploitations, avec 300 à 400 truies et des surfaces un peu plus importantes (120-160 hectares), fabriquent une partie de l'aliment du cheptel. Ils incorporent alors du maïs humide à 50% de la ration des porcs, ce qui leur permet de réaliser des économies, qui compensent en partie les coûts engendrés par la station de traitement des lisiers.

Les élevages avec moins de 300 truies, achats d'aliments et prêteurs de terres enregistrent des revenus très hétérogènes : tandis que ceux qui sont labellisés en Label Rouge dégagent des revenus plus conséquents, les autres enregistrent les revenus les plus bas de la petite région. Les élevages naisseur-engraisseur en Label Rouge parviennent en effet à générer de bons revenus pour la région, grâce à un meilleur prix d'achat et à une gestion des effluents d'élevage, dans le cas d'une conduite des porcs sur paille, qui s'avère être moins coûteuse que le maintien d'une station de traitement du lisier.

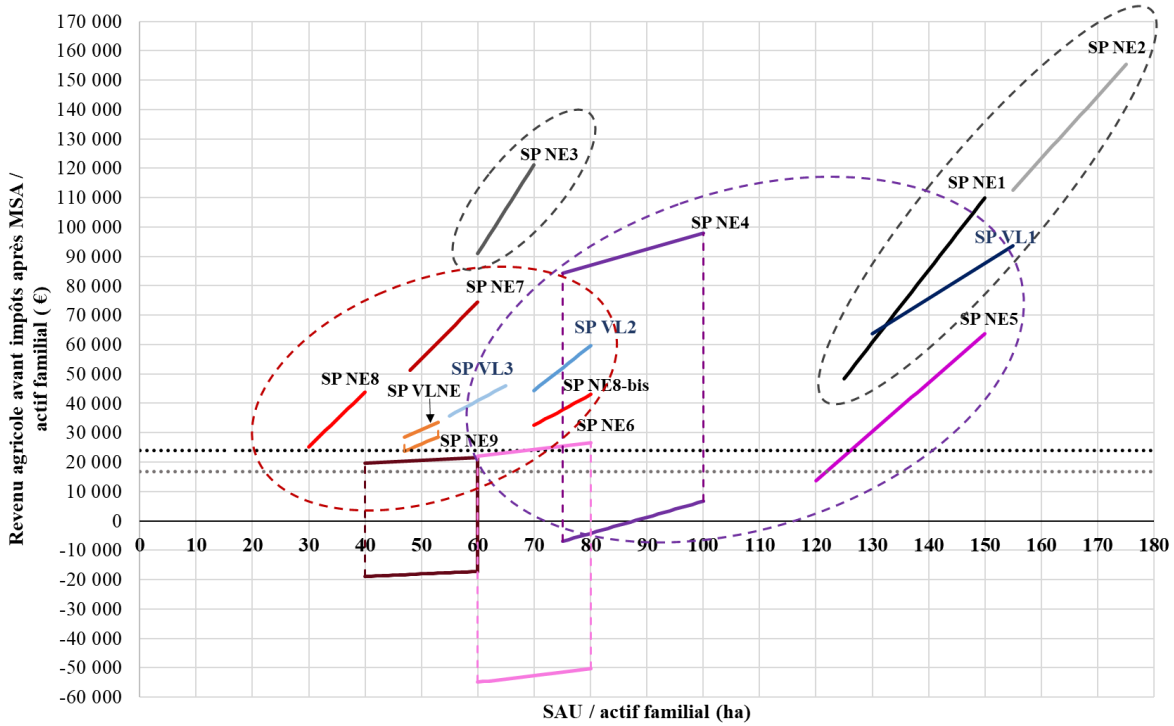
La différenciation technique étudiée au début de ce chapitre explique directement les inégalités socio-économiques observées entre éleveurs porcins. Les plus grandes exploitations, dont les agriculteurs ont eu les moyens d'investir dans une station de traitement du lisier dès les années 1990, ont pu maintenir de très grands cheptels de truies. En continuant à s'agrandir ces dernières décennies, ils parviennent aujourd'hui non seulement à produire la quasi-intégralité de l'aliment du cheptel, mais aussi à s'affranchir progressivement de la station de traitement du lisier. Par le passé, dans un contexte de restriction réglementaire des agrandissements, ces stations de traitement des lisiers ont été un levier indispensable au maintien - voire dans une certaine mesure à l'accroissement - de la taille de ces cheptels. Mais aujourd'hui, alors que ces grandes exploitations peuvent s'agrandir plus facilement, les stations génèrent des coûts que ces agriculteurs limitent au maximum. Les autres exploitations n'ont pas pu aller aussi loin dans l'accroissement de la productivité physique du travail et enregistrent des revenus beaucoup plus limités. Celles qui ont pu s'agrandir et qui produisent l'aliment du cheptel, ou bien qui ont pu s'engager dans une conduite en Label Rouge, dégagent de meilleurs revenus, tandis que celles qui n'ont pas pu investir dans une station de traitement du lisier, ni s'agrandir et produire l'aliment pour le cheptel, présentent les situations économiques les plus fragiles.

Les exploitations laitières du bassin présentent des gammes de surfaces et de cheptels très différentes et enregistrent donc des revenus très inégaux. A l'instar des résultats économiques observés dans le bassin rennais, les plus grandes exploitations laitières localisées en cœur d'interfluve et ayant eu accès, dès le 20ème siècle, à des terres à haut potentiel de rendement fourrager dégagent les revenus les plus importants. Ces grandes exploitations laitières, avec 260 à 310 hectares et 170 à 200 vaches (SP VL1), présentent des revenus nets (compris entre 65000€ et 95000€ par actif familial) dans le même ordre de grandeur que ceux des plus grandes exploitations laitières du bassin rennais. À surfaces équivalentes, ces exploitations présentent toutefois des revenus plus limités que les plus grands élevages porcins : 550€ par hectares contre 750€ par hectare pour le SP NE1. Les plus petites exploitations laitières (SP VL2 et VL3) dégagent des revenus plus faibles. Les différences de revenus entre ces deux systèmes de production s'expliquent principalement par des gammes de surface et de cheptels différentes, mais les niveaux de revenus par hectare sont équivalents (environ 700€/ha). Les exploitations qui combinent à la fois élevage laitier et élevage porcin naisseur-engraisseur (SP VLNE), dégagent des revenus par actif familial (compris entre 30000€ et 35000€) et par hectare

(600€/ha) plus faibles. Ces dernières, localisées sur des sols à plus faible potentiel de production, enregistrent en effet des rendements laitiers plus limités, que le petit élevage porcin naisseur-engraisseur - conduit avec achat d'aliments - ne suffit pas à compenser.

Tandis que les exploitations qui présentent les résultats économiques les plus limités peinent à maintenir leur revenu face à un marché volatil et une évolution plutôt défavorable des prix agricoles ces dernières décennies - qui contribuent à l'érosion de la valeur ajoutée créée - les exploitations les mieux dotées, quant à elles, poursuivent les investissements sur lesquels repose l'accroissement de leur productivité.

Figure 76 : Revenu agricole, avant impôts et après prélèvement de la MSA, par actif familial en fonction de la superficie par actif familial des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant



Les élevages avec plus de 500 truies, fabrique d'aliments et station de traitement

- SP NE1 - 2 actifs familiaux, 250-300 ha, 710-850 truies, fabrique intégrale d'aliments, station NP (60% des lisiers)
- SP NE2 - 2 actifs familiaux, 310-350 ha, 520-580 truies, fabrique intégrale d'aliments, station NP (20% des lisiers)
- SP NE3 - 2 actifs familiaux, 120-140 ha, 550-650 truies, fabrique partielle d'aliments (70% d'incorpo.), station NP

Les élevages avec 300 à 450 truies et fortes performances zootechnqiues

- SP NE4 - 2 actifs familiaux, 150-200 ha, 350-450 truies, achat d'aliments, prêteur
- SP NE5 - 1 actif familial, 120-160 ha, 300-400 truies, fabrique partielle d'aliments (50% d'incorpo.), station NP
- SP NE6 - 1 actif familial, 60-80 ha, 350-450 truies, achat d'aliments, station NP

Les élevages avec moins de 300 truies, achat d'aliments et prêteur

- SP NE7 ; 2 actifs familiaux, 95-120 ha, 240-270 truies, fabrique partielle d'aliments (40% d'incorpo.), Label Rouge, prêteur
- SP NE8 - 2 actifs familiaux, 60-80 ha, 225-255 truies, achat d'aliments, Label Rouge, fumier et prêteur
- SP NE8-bis ; 2 actifs familiaux, 140-160 ha, 225-255 truies, achat d'aliments, Label Rouge, fumier et prêteur
- SP NE9 - 1 actif familial, 40-60 ha, 140-180 truies, achat d'aliments, prêteur

Les élevages bovins laitiers

- SP VL1 - 2 actifs familiaux ; 260-310 ha ; 170-200 vaches ; 3 robots de traite ; 11.000 litres/vache
- SP VL2 - 2 actifs familiaux ; 140-160 ha ; 130-150 vaches ; 2 robots de traite ; 10.000 litres/vache
- SP VLNE - 3 actifs familiaux ; 140-160 ha ; 70 vaches ; 1 robot de traite ; 9.500 litres/vache + 90-140 truies ; hors-sol
- SP VL3 - 2 actifs familiaux ; 110-130 ha ; 65-75 vaches ; 1 robot de traite ; 10.000 litres/vache

- SMIC net 2025 - 50h hebdomadaires
- SMIC net 2024 - 35h hebdomadaires

5.3. Les fluctuations du prix du lait : entre fragilisation des petites exploitations et consolidation des revenus élevés

Dans ce contexte d'inégalité marquée entre les revenus agricoles, des variations de prix du lait (importantes depuis l'augmentation des droits à produire et la fin des quotas en 2015) sont susceptibles de plus fortement affecter les exploitations agricoles dégageant déjà les revenus les plus limités. C'est pourquoi un test de sensibilité est réalisé pour mesurer de manière comparée les effets de ces variations de prix du lait sur les revenus agricoles par actif familial et d'observer la sensibilité de certaines exploitations face à la volatilité des prix. Ce test permet d'étudier l'impact du prix du lait sur les revenus agricoles lorsque ces derniers sont au plus bas, comme lors des crises laitières de la dernière décennie (2009, 2016), ou encore lorsque ces derniers sont élevés, comme c'est le cas depuis 2022. Ce test est toutefois réalisé toutes choses égales par ailleurs, il ne traduit donc pas les variations des prix des consommations intermédiaires (comme les tourteaux ou les engrais par exemple) ou encore des équipements.

Trois prix différents ont été testés : (1) le prix médian payé aux producteurs entre 2017 et 2021, avant la flambée des prix, qui est fixé à 354€/1000litres, (2) le prix minimum observé depuis 2017, qui correspond à 324€/1000 litres (prix moyens enregistrés sur l'année 2017), et (3) le prix le plus élevé enregistré sur la même période, qui correspond au prix moyen annuel payé aux producteurs en 2024 et vaut 470€/1000 litres. La même démarche a été conduite pour le prix du lait en agriculture biologique. Les prix suivants ont alors été retenus : 462€/1000 litres pour le prix médian payé aux producteurs entre 2017 et 2021, 455€/1000 litres pour le prix minimum et 505€/1000 litres pour le prix le plus élevé. Les revenus enregistrés par actif familial sont présentés pour une petite sélection de systèmes de production du bassin rennais (figure 77) et du bassin du Gouessant (figure 78). Ces derniers sont comparés à la valeur du SMIC net annuel de 2024, pour un volume de travail hebdomadaire de 35 heures (SMIC de référence) et de 50 heures (volume de travail plus proche de ce qui est pratiqué en agriculture).

La figure 77 révèle qu'avec les prix les plus bas, les exploitations présentant les gammes de cheptels et de surfaces plus limitées (SP6, SP10) sont les plus fragilisées. Ces agriculteurs voient alors leur revenu par actif familial se rapprocher, voire passer en deçà, du SMIC pour 50h de travail hebdomadaire. Si les revenus des plus grandes exploitations baissent aussi dans des proportions équivalentes, ces variations ne les fragilisent pas autant, car les revenus enregistrés restent très élevés (plus de 2 fois le SMIC pour 50h de travail hebdomadaire).

Les mêmes tendances sont observées dans les exploitations laitières du bassin du Gouessant (figure 78). Les plus petites exploitations laitières voient leur revenu diminuer d'environ 15% en période de prix du lait bas. Dans le cas des exploitations combinant élevage bovin laitier et porcin naisseur engraisseur (SP VLNE), présentant les résultats économiques les plus limitées, leur revenu atteint quasiment le SMIC pour 50h de travail hebdomadaire.

Lors des périodes de prix hauts, les deux figures révèlent de forts niveaux d'augmentation des revenus, qui peuvent doubler dans les plus grandes exploitations (SP2-bis, SPVL1, SPVL2).

Cet accroissement vient renforcer d'autant plus les capacités d'investissement, déjà importantes, de ces agriculteurs. Une augmentation des revenus est aussi enregistrée dans les plus petites exploitations, mais de manière moins spectaculaire (+76% pour le SP10 du bassin rennais et +67% pour le SPVL3 du bassin du Gouessant).

En agriculture biologique (SP12-AB), les variations de prix ont moins fortement affecté le revenu par actif familial, que ce soit à la hausse (+20%) ou à la baisse (-3%). Ces résultats s'expliquent par les moindres écarts enregistrés entre les prix extrêmes : une différence de 50€ s'applique pour les prix extrêmes du lait bio depuis 2017, contre 146€ pour les prix extrêmes du lait conventionnel, beaucoup plus volatil.

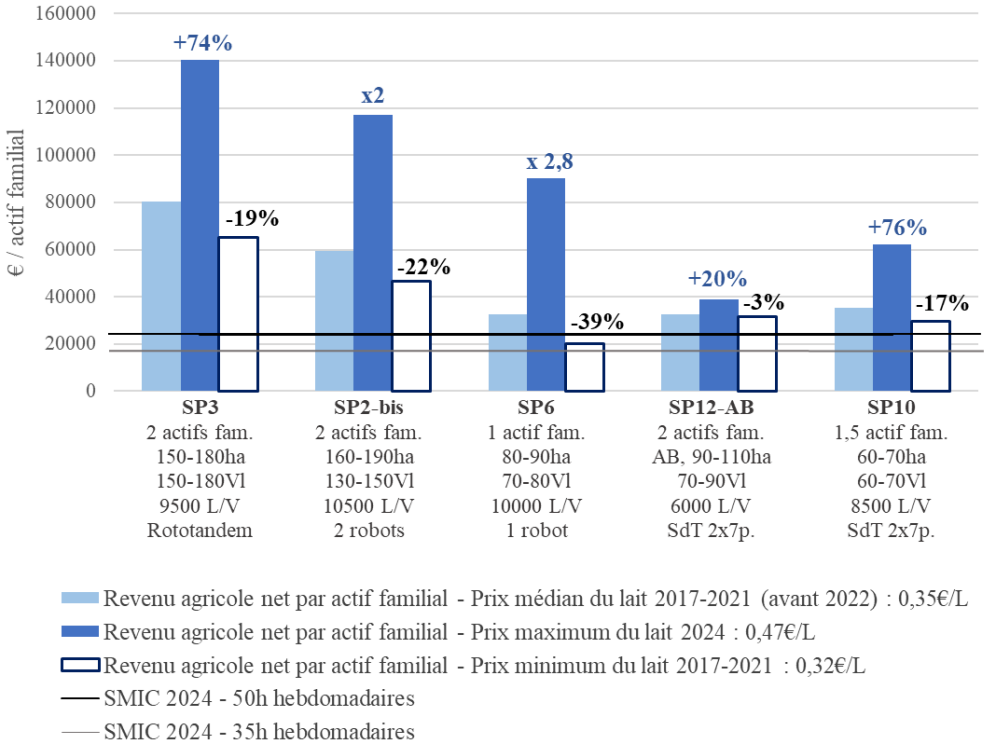


Figure 77 : Effet de variations du prix du lait sur le revenu agricole net par actif familial à l'Ouest du bassin rennais.

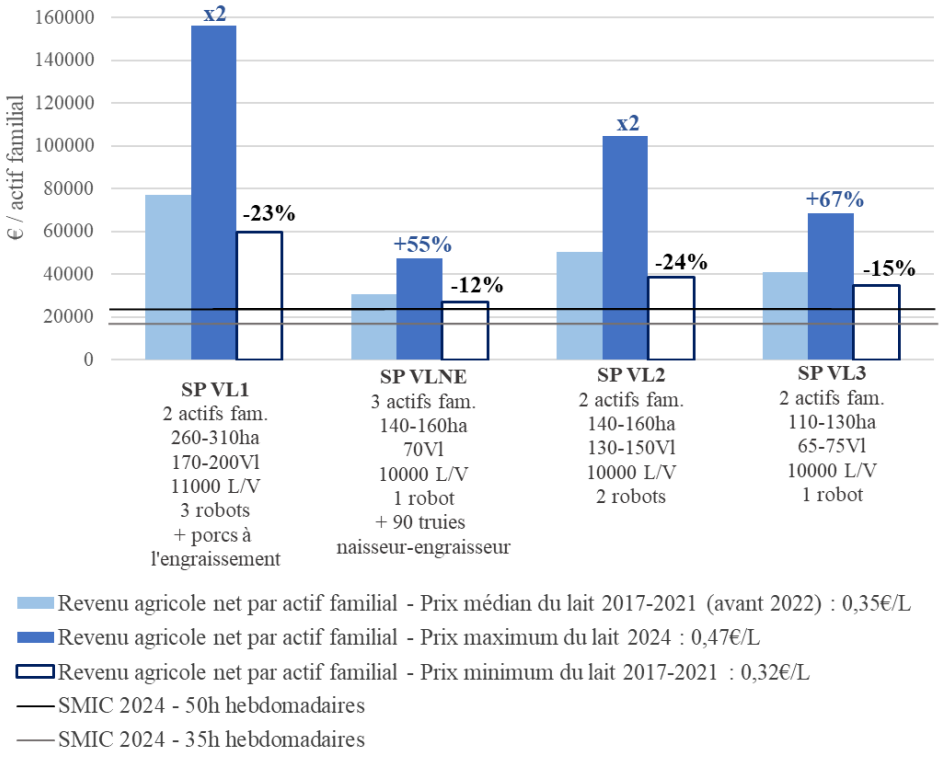


Figure 78 : Effet de variations du prix du lait sur le revenu agricole net par actif familial à l'Est du bassin du Gouessant

Conclusion du chapitre 4

Les exploitations agricoles des deux petites régions bretonnes étudiées sont ainsi marquées par une différenciation technique importante, qui se traduit de fortes inégalités socio-économiques.

Depuis les années 2000, et en particulier depuis 2006 et 2015 pour l'élevage laitier, ces exploitations n'ont fait que poursuivre et prolonger le mouvement d'accroissement de la productivité physique du travail, qui prévalait déjà depuis l'après-guerre. Celles qui en ont eu les moyens – et localisées le plus souvent sur des sols à fort potentiel de production – ont pu aller au bout de cette dynamique en ayant recours aux agrandissements, mais aussi à des investissements importants et des bouleversements des systèmes de culture pour accroître les rendements laitiers ou la production par truie. D'après les référentiels techniques connus, ces performances techniques au sein de ces grandes exploitations sont parmi les plus élevées de Bretagne, aussi bien dans le bassin rennais, pour l'élevage laitier, que dans le bassin du Gouessant, pour l'élevage porcin. Les deux bassins étudiés sont ainsi marqués par la présence de très grandes exploitations laitières et porcines, très productives et disposant de capacités d'investissement considérables. Néanmoins, l'agriculture de ces deux petites régions bretonnes repose à présent sur des marchés très volatils, avec une évolution défavorable des prix agricoles. Ce contexte affecte plus particulièrement les exploitations déjà les plus fragiles, dégageant des revenus beaucoup plus modestes. Dans ce contexte, les inégalités socio-économiques sont marquées entre les exploitations des deux bassins.

L'étude des dynamiques agraires au sein de ces deux petites régions aux orientations productives différentes a révélé une divergence d'enjeux entre éleveurs en système bovin laitier et éleveurs porcins. Dans un contexte de fin du régime des quotas laitiers depuis 2015 et d'assouplissement des modalités de distribution des volumes de lait à produire, les agriculteurs laitiers qui en ont eu les moyens ont pu s'agrandir et accroître les rendements laitiers ces dernières années. Pour les grandes exploitations porcines, l'enjeu de la gestion des lisiers et de l'azote organique reste structurant dans les investissements effectués, et explique en partie le fort niveau de capital immobilisé par actif familial dans ces exploitations. Dans ce cadre, la levée des restrictions d'agrandissement qui prévalaient dans les années 2000, ainsi que la pyramide des âges qui conduit à d'importants départs en retraite simultanés, permettent à la nouvelle génération qui en a les moyens de fortement agrandir la taille des exploitations lors de leur installation. Ces agrandissements leur permettent de se lier plus fortement au sol que la génération précédente, afin de produire une grande partie de l'alimentation du cheptel et de s'affranchir au maximum du travail à façon et de réduire leur dépendance aux stations de traitement du lisier, afin de limiter l'érosion du produit brut généré.

C'est dans ce contexte que se développe depuis le début des années 2010 la méthanisation agricole au sein de ces deux petites régions. La connaissance fine des deux systèmes agraires et de la diversité des systèmes de production qui les composent doivent permettre d'identifier

quelles sont les exploitations agricoles en mesure d'intégrer un méthaniseur. La connaissance de chaque système de production permettra par ailleurs d'identifier dans quelle mesure la méthanisation modifie le fonctionnement technique et les résultats économiques de ces exploitations.

Chapitre 5. La méthanisation agricole : de profonds effets agronomiques et socio-économiques pour les exploitations agricoles

Le chapitre 4 a permis d'analyser les dynamiques agraires contemporaines, ainsi que les processus de différenciation technique et socio-économique entre les exploitations agricoles des deux régions d'étude. Ces premiers résultats permettent de comprendre dans quel contexte et dans quelles trajectoires les méthaniseurs agricoles s'inscrivent. Ils servent de fondement à la comparaison des exploitations avec et sans méthaniseur, afin de mettre en évidence les transformations induites par l'installation d'une unité de méthanisation sur les systèmes de production.

1. Une diversité de méthaniseurs et de biomasse mobilisée, mais une constante : des investissements réalisés par les plus grandes exploitations

Les entretiens spécifiques conduits auprès d'agriculteurs ayant investi dans un méthaniseur ont permis de replacer la méthanisation dans les trajectoires de développement précédemment identifiées. Ces entretiens ont permis de connaître précisément quels agriculteurs ont pu s'engager dans cette voie, mais aussi dans quels types de système de production et d'orientation productive (production laitière ou porcine) les méthaniseurs se sont le plus souvent intégrés dans nos régions d'étude.

1.1. La méthanisation agricole s'inscrit depuis une quinzaine d'années dans les plus grandes exploitations laitières des deux régions étudiées [44]

La méthanisation agricole se développe au sein des deux bassins étudiés depuis les années 2010, période à laquelle les premiers arrêtés ministériels ont fixé des tarifs de rachat bonifiés pour l'énergie produite par méthanisation. Le premier méthaniseur a été installé en 2011, mais les installations sont plus fréquentes depuis 2015 et le renforcement des dispositifs de soutien à la méthanisation dans le cadre de la Loi pour la Transition Energétique et la Croissance Verte.

Les figures 79 et 80 représentent les évolutions des principaux systèmes de production des deux bassins étudiés ces dix dernières années. Elles permettent de situer dans quelles exploitations et depuis quand ont été installés ces méthaniseurs, ainsi que leurs caractéristiques principales. Le tableau 15, quant à lui, indique l'ensemble des méthaniseurs archétypiques de la petite région, avec les niveaux d'investissements qu'ils ont requis et les systèmes de production qui leur sont associés. Ces figures révèlent qu'une diversité de méthaniseurs (cogénération/injection) et de type de montage (individuel/copropriété) co-existent, mais que

[44] Cette sous-partie est adaptée de l'article : Réguer, I., & Garambois, N. (2025). La méthanisation agricole en Bretagne : Différenciation socio-spatiale et politiques publiques. *Annales de Géographie*, n°766, p. 14 à 17. © Dunod Éditeur

les méthaniseurs sont installés majoritairement au sein des plus grandes exploitations, à dominante laitières, y compris dans le bassin du Gouessant où prédomine l'élevage porcin.

1.1.1. Dans le bassin rennais, des méthaniseurs en cogénération et en injection dans de grandes exploitations, à dominantes laitières

A l'Ouest du bassin rennais, les premiers méthaniseurs qui ont été construits sont des méthaniseurs en cogénération (production d'électricité et de chaleur), mis en fonctionnement entre 2011 et 2018 (tableau 15). Ces derniers se sont principalement développés au sein des grandes exploitations en élevage bovin laitier, qui disposaient aussi parallèlement d'un élevage confiné (élevage de volailles). En effet, l'élevage confiné leur permet de valoriser une partie de la chaleur co-produite pour chauffer des bâtiments plutôt que de la perdre dans l'atmosphère, et à ce titre de bénéficier des soutiens spécifiques à la valorisation de la chaleur, octroyés lors de l'investissement. Ce type de méthaniseurs coûtait à l'époque entre 1 000 000€ et 2 500 000€, avec une subvention de 20 à 40 % octroyée par l'ADEME et la région Bretagne. Ils présentent une puissance comprise entre 100 et 200 kW_e. Ils ont été installés initialement dans des exploitations laitières qui étaient parmi les plus grandes du bassin rennais, avec 135 à 175 hectares, 60 à 80 vaches, déjà traites au robot à cette époque, et un bâtiment de 2000m^2 pour l'élevage de volailles. Ces exploitations se sont agrandies et disposent aujourd'hui de 180 à 230 hectares, avec 60 à 80 vaches et le bâtiment pour l'élevage de volailles (SP1). Le faible accroissement du cheptel bovin dans ces grandes exploitations cette dernière décennie peut s'expliquer par la présence du méthaniseur. Les investissements ont été prioritairement tournés vers la méthanisation depuis les années 2010 et le revenu tiré de la vente de l'énergie a pu limiter les besoins d'accroissement de la taille du cheptel.

Depuis 2019, ce sont des méthaniseurs en injection qui sont installés au sein du bassin rennais (figure 79, tableau 15). Les différents types de méthaniseurs de ce bassin disposent d'une capacité d'injection principalement comprise entre 70 et 140 Nm^3/h [45]. Ces méthaniseurs sont plus puissants que les méthaniseurs en cogénération et requièrent donc des investissements bien plus importants, qui dépassent souvent 3 000 000 d'euros, et ont été subventionnés à hauteur de 5 à 15 % par l'ADEME.

Plusieurs montages, avec des investissements individuels ou en copropriété ont vu le jour. Une partie des agriculteurs s'est associée pour construire des méthaniseurs de 70 Nm^3/h. Cette copropriété associe en général une grande exploitation laitière avec 150 à 200 hectares et 120 à 160 vaches (SP4-bis) et deux exploitations laitières plus petites de 80 à 90 hectares et 70 à 80 vaches (SP6). Ce type d'association permet de répartir l'investissement et la production de

[45] Normo-mètres cubes par heure : débit de gaz en mètres cubes par heure, exprimé en normo-mètres cubes (Nm^3), unité correspondant à la quantité de gaz contenue dans un volume d'un mètre cube ramené aux conditions normales de température et de pression.

biomasse entre agriculteurs et le montant de l'investissement s'élève alors à 1,1 million d'euros par exploitation (3,2 millions d'euros au total).
Certains agriculteurs disposant d'exploitations de plus grande dimension, mais aussi de plus fortes capacités d'investissement, ont fait le choix d'investir uniquement à deux exploitations dans un méthaniseur un peu plus puissant de 75 Nm^3/h. Cette copropriété rassemble alors une exploitation laitière de 160 à 190 hectares avec 130 à 150 vaches (SP2-bis), et une exploitation porcine en système 'naisseur-engraisseur' disposant de 100 à 130 hectares avec 250 à 300 truies suitées (SP13). Dans ce cas, le montant de l'investissement s'élève à 1,7 million d'euros par exploitation (3,3 millions d'euros au total).
Parfois, ces très grandes exploitations choisissent d'investir dans des méthaniseurs en injection de très grande dimension, en moyenne de 140 Nm^3/h, en réunissant une copropriété élargie. Ils s'associent alors à d'autres agriculteurs, disposant comparativement de capacités d'investissement moindres. Ces deux grandes exploitations, laitière pour l'une et porcine pour l'autre, peuvent ainsi s'associer à une exploitation laitière de 100 à 130 hectares et 120 à 160 vaches (SP4) et à une exploitation allaitante de 55 à 65 hectares et 55 à 65 vaches (SP15-Vall). Cette dernière exploitation est parfois conduite par un actif en fin de carrière qui, d'après nos entretiens, cédera probablement son exploitation à moyen terme à l'une des grandes exploitations laitières associées, permettant ainsi son processus d'agrandissement. L'investissement s'élève alors à court terme à 1,4 million d'euros par exploitation (5,5 millions d'euros au total), mais s'élèvera, à moyen terme avec le rachat des parts de l'associé plus âgé, à environ 1,8 million d'euros par exploitation.
Seuls les agriculteurs disposant des plus fortes capacités de financement et des plus vastes exploitations peuvent investir seuls dans un méthaniseur en injection. Il s'agit d'exploitations avec 150 à 180 hectares et 150 à 180 vaches (SP3), dont les agriculteurs ont souvent investi d'abord entre 2019 et 2022 dans une unité de 70 Nm^3/h d'un montant de 3,3 millions d'euros, avant de réinvestir depuis 2022 (environ 70000 euros) pour accroître cette capacité à 80 Nm^3/h.

1.1.2. Dans le bassin du Gouessant : une méthanisation exclusivement en cogénération, portée par de grandes exploitations laitières

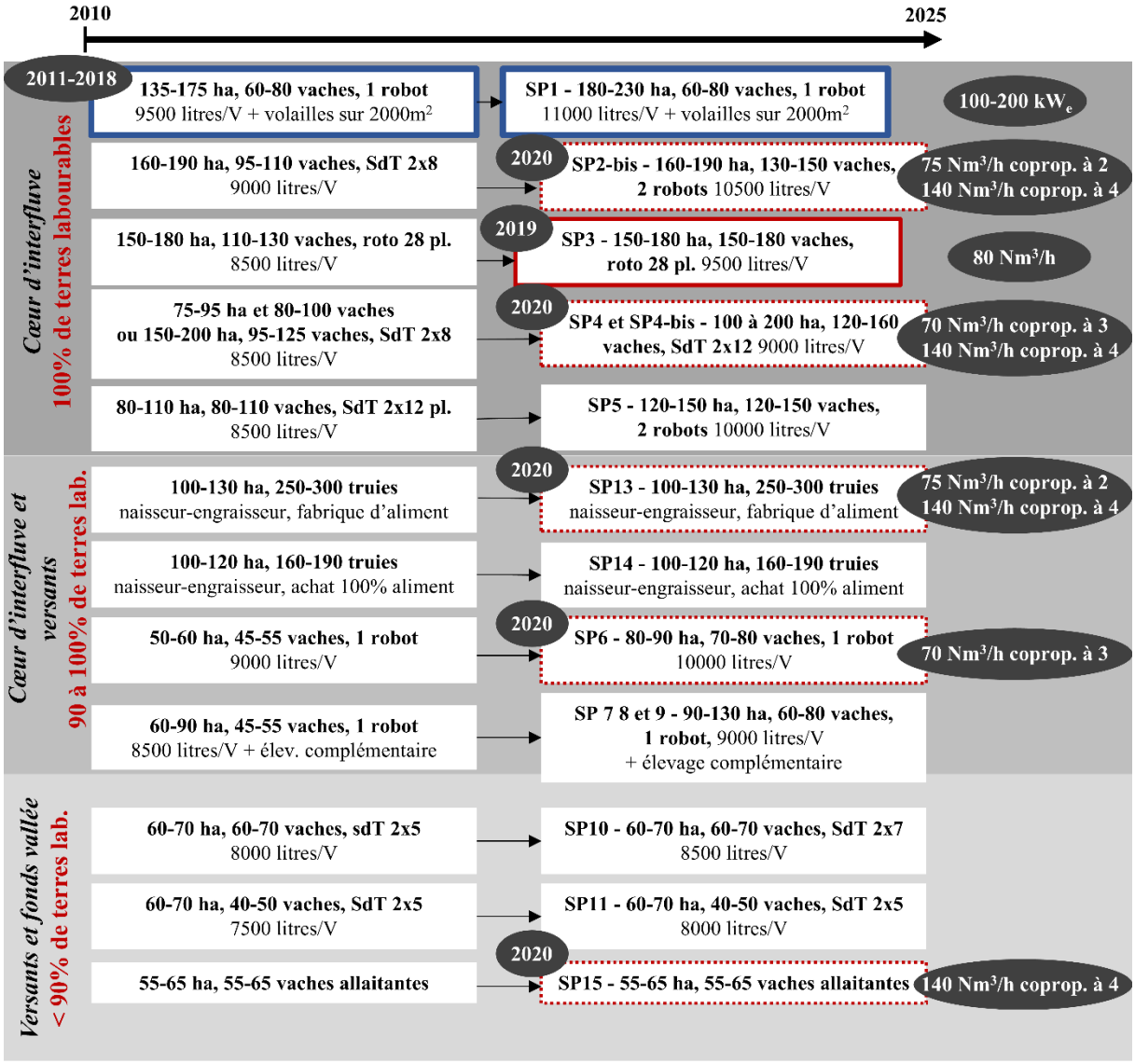
A l'Est du bassin du Gouessant, seuls des méthaniseurs en cogénération sont aujourd'hui en fonctionnement. Ces derniers ont une puissance comprise entre 150 et 500 kW_e et ont été installés le plus souvent après 2015, dans des exploitations laitières qui possédaient, déjà à cette époque, 120 à 150 hectares avec 80 à 100 vaches et un bâtiment d'engraissement de porcs charcutiers. Cet élevage confiné leur a en effet permis d'accéder aux soutiens relatifs à la valorisation de la chaleur produite. Ces exploitations étaient parmi les plus grandes exploitations du bassin du Gouessant, et disposaient déjà d'un cheptel plus important que celui des plus grandes exploitations du bassin rennais. Elles se sont agrandies de manière concomitante à l'arrivée du méthaniseur, pour atteindre aujourd'hui 260 à 310 hectares avec

170 à 200 vaches, et un élevage porcin engraisseur (SPVL1). Les surfaces importantes de ces exploitations, les quantités d'effluents d'élevage produites (cheptel de plus grande taille), ainsi que la capacité d'investissement conséquente de ces agriculteurs, expliquent que les méthaniseurs soient plus puissants que dans les exploitations du bassin rennais.

Les entretiens ont révélé que les éleveurs porcins du bassin du Gouessant les mieux dotés en foncier, en capital et en capacité d'investissement n'ont pas investi dans la méthanisation. Les vastes élevages porcins mobilisent l'intégralité de leur surface agricole pour produire des céréales intégralement incorporées dans la production en propre de l'alimentation des porcs (SPNE1, SPNE2, SPNE3). Ces agriculteurs déclarent donc ne pas disposer des surfaces nécessaires pour produire de la biomasse à vocation énergétique. Trois autres hypothèses sont proposées pour expliquer ce constat. D'abord, ces agriculteurs disposant des plus grandes exploitations porcines récoltent du maïs en grain et non en ensilage, qui est la forme nécessaire à l'approvisionnement d'une unité de méthanisation : cela pose donc aussi pour eux une contrainte de substitution, avec des itinéraires techniques et du matériel différent. Ensuite, comme l'ont montré les résultats du chapitre précédent, ces exploitations porcines présentent des niveaux d'endettement par actif familial plus importants que ceux des exploitations laitières. L'activité porcine nécessite de forts investissements et le recours important aux prêts pour construire tous les bâtiments d'engraissement, pour réaliser les mises aux normes régulières de ces derniers et, depuis les années 1990, pour construire et entretenir une station de traitement du lisier. Les investissements sont donc prioritairement dédiés à ces aménagements réguliers relatifs au système d'élevage. Enfin, les précédents chapitres ont révélé que l'un des enjeux principaux de ces exploitations porcines reste la gestion de l'azote organique produit. Or, la méthanisation ne résout pas ce problème puisque les quantités d'azote introduites dans le méthaniseur se retrouvent en sortie dans le digestat, lui-même ensuite épandu sur les terres de l'exploitation.

Contrairement aux dynamiques observées dans le bassin rennais, aucun méthaniseur agricole en injection n'était en fonctionnement dans le bassin du Gouessant au moment de cette recherche en 2023. En effet, le réseau de gaz était déjà saturé par un grand méthaniseur en injection industriel de 800 Nm^3/h. Le bassin de consommation d'énergie de Lamballe Armor (et les communes avoisinantes) constitue en effet un bassin plus limité que celui de la métropole rennaise par exemple. Les agriculteurs n'avaient donc pas la possibilité d'injecter du gaz dans le réseau.

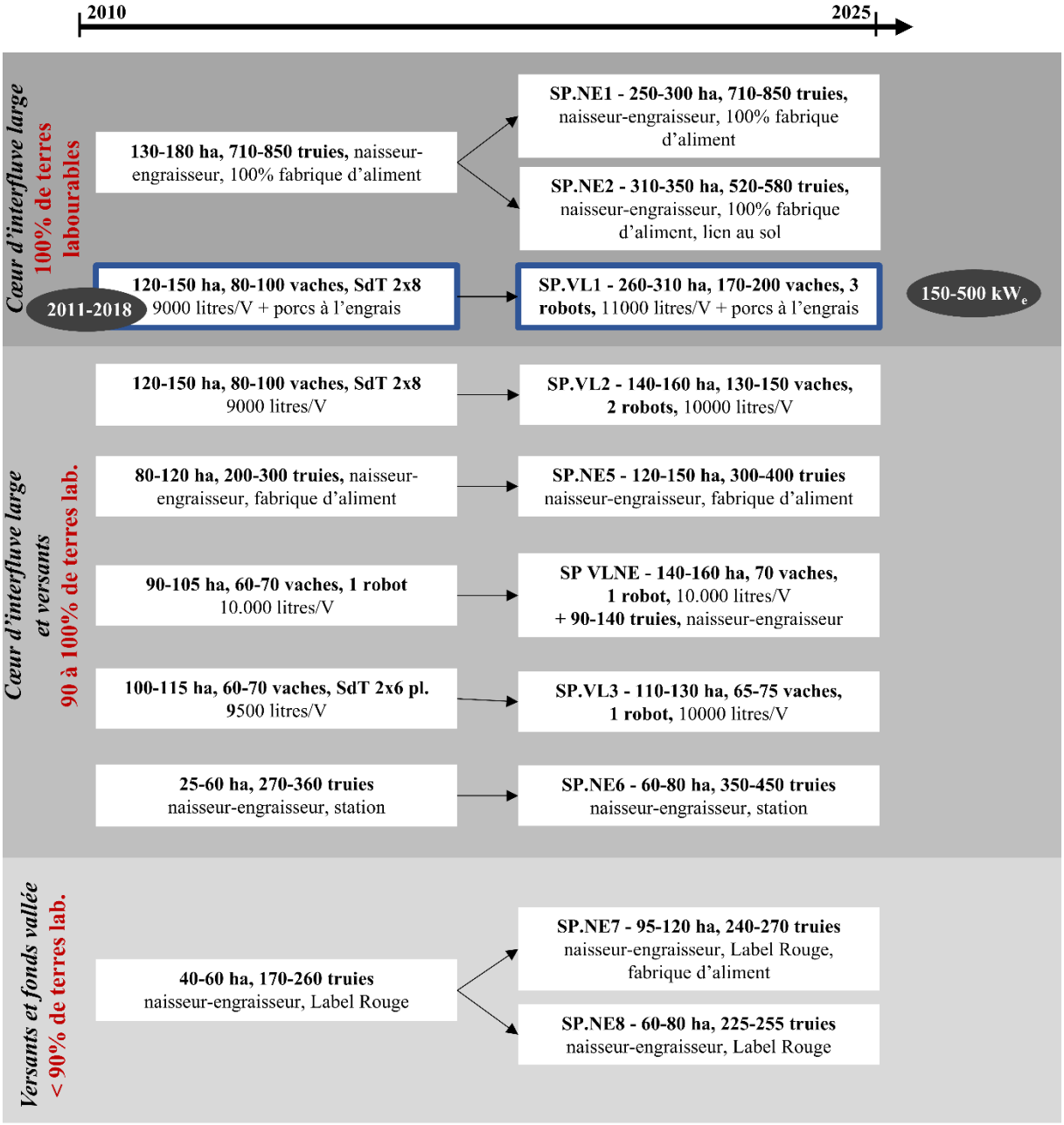
Figure 79 : Différenciation socio-technique simplifiée, localisation et date d'installation des méthaniseurs, à l'Ouest du bassin rennais.



ha : hectares ; SdT : Salle de traite ; litres/V : litres de lait produit par vache ; coprop. : copropriété

Adapté de : Réguer & Garambois, 2025. Données : enquêtes.

Figure 80 : Différenciation socio-technique simplifiée, localisation et date d'installation des méthaniseurs, à l'Est du bassin du Gouessant



ha : hectares ; SdT : Salle de traite ; litres/V : litres de lait produit par vache ; coprop. : copropriété

Réalisation : Réguer, 2025. Données : enquêtes.

Tableau 15 : Type d'unité de méthanisation, niveau d'investissement associé et système de production dans lequel elle s'insère. Adapté de : Réguer & Garambois, 2025

	Bassin du Gouessant	**Bassin rennais**				
	2011-2018	**2011-2018**	**Depuis 2019**			
Individuel / Copropriété	**Individuel**	**Individuel**	**Individuel**	**Copropriété à deux exploitations**	**Copropriété à trois exploitations**	**Copropriété à quatre exploitations**
Type et Puissance	**Cogénération 150 à 500 kW_e**	**Cogénération 100 à 200 kW_e**	**Injection 70 Nm^3/h puis 80 Nm^3/h**	**Injection 75 Nm^3/h**	**Injection 70 Nm^3/h**	**Injection 140 Nm^3/h**
Investissement total	**2 000 000 € à 3 500 000 €**	**1 000 000 € à 2 500 000 €**	**3 200 000 € + 70 000 €**	**3 300 000 €**	**3 200 000 €**	**5 500 000 €**
Systèmes de production porteurs du méthaniseur	**SP VL1** **260 à 310 ha** 5,5 actifs 170-200 vaches 3 robots de traite 11 000 L/V/an + engraissement de porcs charcutiers	**SP1** **180 à 230 ha** 3 actifs 60 à 80 vaches 1 robot de traite 11000 L/V/an + élevage de volailles de chair 2000m^2	**SP3** **150 à 180 ha** 3 actifs 150 à 180 vaches Rototandem 28 pl. 9500 L/V/an	**SP2-bis** **160 à 190 ha** 3 actifs 130 à 150 vaches 2 robots de traite 11 000 L/V/an	**SP4-bis** **150 à 200 ha** 3 actifs 120 à 160 vaches Salle de traite 2x12 9000 L/V/an	**SP2-bis** **160 à 190 ha** 3 actifs 130 à 150 vaches 2 robots de traite 11 000 L/V/an
				SP13 **100 à 130 ha** 3 actifs 250 à 300 truies naisseur-engraisseur	**SP6** **80 à 90 ha** 2 actifs 70 à 80 vaches 1 robot de traite 10 000 L/V/an	**SP13** **100 à 130 ha** 3 actifs 250 à 300 truies naisseur-engraisseur
					SP6 **80 à 90 ha** 2 actifs 70 à 80 vaches 1 robot de traite 10 000 L/V/an	**SP4** **100 à 130 ha** 3 actifs 120 à 160 vaches Salle de traite 2x12 9000 L/V/an
						SP15 **55 à 65 ha** 1 actif 55 à 65 vaches allaitantes
Nombre de cas étudiés	**6**	**4**	**3**	**3**	**2**	**2**

1.2. La micro-méthanisation et la biodigestion passive : des alternatives plus adaptées aux exploitations, laitières et porcines, de plus petite dimension ? [46]

Parallèlement au développement des méthaniseurs en cogénération et en injection, d'autres méthaniseurs de plus petite dimension, qui présentent des capacités de production d'énergie plus limitées, se sont développés dans les deux bassins.

D'une part, de très petits méthaniseurs en cogénération, de moins de 100 kW_e, se sont développés dans le bassin rennais à partir de 2018 (figure 81). Ces méthaniseurs sont appelés 'micro-méthaniseurs' et n'étaient pas ou peu commercialisés en France avant cette date. En effet, un micro-méthaniseur présente la particularité de pouvoir être alimenté presque exclusivement avec des effluents d'élevage, bien moins méthanogènes que la biomasse végétale habituellement mobilisée (maïs, CIVE), ce qui a conduit les constructeurs à devoir adapter le matériel par rapport à la cogénération 'classique'. Un bloc de cogénération est installé près d'une petite fosse de méthanisation, le plus souvent approvisionnée automatiquement en lisiers par un système de pompage qui puise ces derniers directement dans la fosse de stockage. Ce système ne requiert donc pas d'astreintes quotidiennes considérables pour les agriculteurs, qui doivent uniquement surveiller les indicateurs chimiques, ce qui représente entre 15 et 30 minutes chaque jour. Parfois, pour intensifier la production d'énergie, les agriculteurs ajoutent quelques kilogrammes de maïs ensilage, plus cellulosique[47] et donc plus méthanogène que les lisiers. Dans ce cas, il s'agit uniquement de rebuts (bords de silos, refus à l'auge) qui ne représentent pas plus de 2 hectares par an.



Figure 81 : Micro-méthaniseur. Photo : Réguer I., 2023.

[46] Cette sous-partie est partiellement adaptée des actes de colloque : Réguer & Garambois (2024), Méthanisation agricole et impact des politiques publiques sur la durabilité de l'agriculture bretonne, 17èmes Journées de Recherches en Sciences Sociale, Paris-Saclay, 14 et 15 décembre 2023.

[47] Macromolécule glucidique contenant un grand nombre d'atomes de carbone et d'hydrogène, nécessaires à la production de méthane (CH_4).

D’autre part, des biodigesteurs passifs ont été installés dans le bassin du Gouessant à partir de 2019 (figure 82). La biodigestion passive repose sur le processus de méthanisation naturellement observé sur les lisiers stockés. Cette technologie consiste à couvrir hermétiquement les fosses à lisier pour capter le méthane spontanément produit par ces derniers. Le méthane capté peut soit permettre d’alimenter une chaudière qui chauffe les bâtiments d’élevage, soit permettre de produire de l’électricité revendue à EDF après raccordement à une petite station de cogénération. Ces types de digesteurs passifs peuvent aussi être associés à une unité de méthanisation afin d’améliorer le rendement de cette dernière, en captant le méthane résiduel qui s’échappe toujours du digestat après méthanisation. Cette action n’a toutefois aucun effet sur les proportions d’azote contenus dans ces digestats, qui passent ensuite dans une station de traitement.

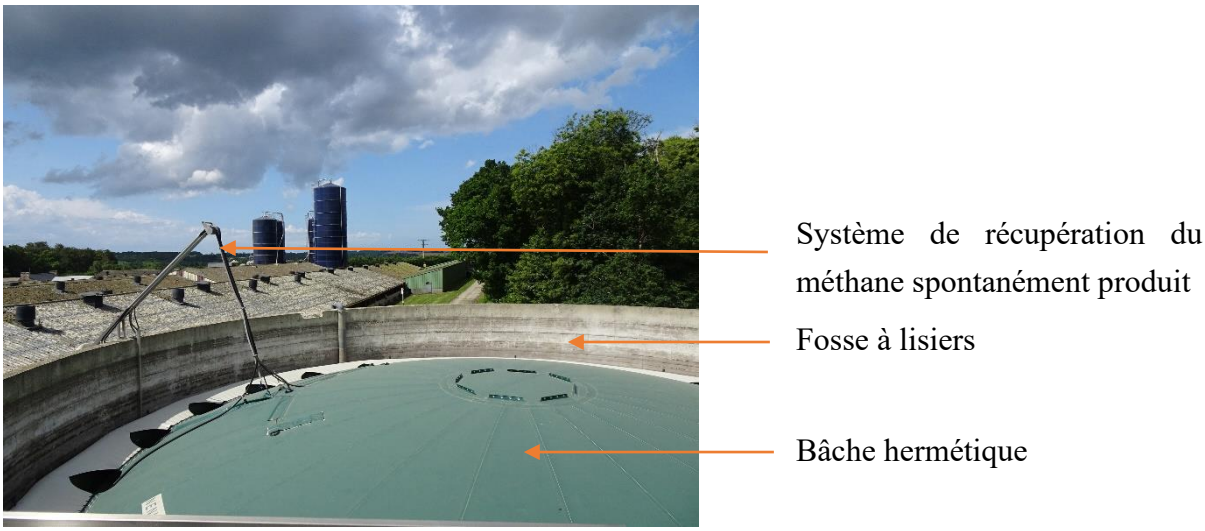


Figure 82 : Biodigesteur passif. Photo : Réguer I., 2023

Ces deux types de méthaniseurs présentent toutefois des capacités de production d’énergie limitées. Dans le bassin rennais, les micro-méthaniseurs présentent en moyenne une puissance de 33 kW_e, soit une production potentielle d’énergie de 275 MWh. Dans le cas de la biodigestion passive, la capacité de production d’énergie est très variable d’un projet à l’autre, selon la nature et les quantités de lisiers dont le méthane est capté. Néanmoins, les mêmes ordres de grandeur que pour la micro-méthanisation s’appliquent en général, avec 100 à 150MWh produits annuellement. En moyenne, 10 mètres cubes de méthane peuvent être captés par tonne de lisier, soit environ 60 kWh.

Ces capacités de production d’énergie limitées expliquent que ces petits méthaniseurs requièrent des niveaux d’investissement bien moindres que dans le cas de la méthanisation de grande dimension. Un micro-méthaniseur de 33 kW_e par exemple, requiert un investissement

initial de 250.000 euros, subventionné jusqu'à 25 % de ce montant initial par la Région Bretagne et l'ADEME. Ce montant reste par ailleurs dans le même ordre de grandeur que les investissements que peuvent réaliser ce type d'exploitations dans une stabulation pour vaches laitières par exemple. Dans le cas d'un biodigesteur passif, l'investissement initial est d'environ 150.000 euros, soit 10 fois moins qu'un méthaniseur en cogénération.

En exigeant des niveaux d'investissement plus limités, ces petits méthaniseurs sont accessibles à des agriculteurs présentant comparativement de moindres capacités d'investissement.

Les micro-méthaniseurs ont été installés à l'Ouest du bassin rennais principalement entre 2018 et 2021. Ils ont été installés au sein d'exploitations de 120 à 150 hectares avec 120 à 150 vaches laitières (SP5). Il s'agit d'exploitations laitières avec de moindres capacités d'investissement que les grandes exploitations ayant investi dans un méthaniseur en cogénération dès les années 2010 (SP1) ou en injection en individuel (SP3), et sans élevage confiné permettant de valoriser la chaleur. Ces exploitations présentent aussi de hauts volumes de lait produits par hectare (rendements de 10000 litres par vache soit 10000 litres par hectare), ce qui suggère qu'elles réservent d'importantes surfaces fourragères à la production laitière et que les surfaces disponibles pour la production d'énergie sont beaucoup plus limitées.

Les biodigesteurs passifs installés à l'Est du bassin du Gouessant depuis 2019 s'insèrent principalement au sein d'exploitations porcines. En effet, lorsque le digesteur est associé à une chaudière, il permet de recycler ce méthane et contribue à réduire sensiblement les frais de consommation d'énergie pour chauffer les bâtiments en élevage porcin. Nos entretiens révèlent que les premiers à avoir investi dans un biodigesteur (dès 2019) sont des éleveurs porcins à la tête d'un élevage naisseur-engraisseur de plus de 500 truies (SP NE3), équipés d'une station de traitement du lisier depuis les années 1990, qui ont ainsi anticipé sur l'obligation de couverture des fosses à lisier pour tous les élevages soumis aux critères de la *Directive sur les Emissions Industrielles* (IED). Cette obligation de la directive IED, effective en 2021, concerne tous les élevages porcins disposant de plus de 750 places pour les truies et de plus de 2000 places d'engraissement pour les porcs (IED, 2017). Le digesteur passif leur permet à la fois de répondre à l'exigence de couverture de fosse, tout en réalisant des économies d'énergie (jusqu'à plus de 30000€ par an) grâce au biogaz capté et utilisé par la chaudière reliée à leurs bâtiments d'élevage.

D'autres exploitations porcines, également équipées d'une station de traitement, mais depuis les années 2000, avec des effectifs importants, néanmoins un peu moindres avec 300 à 400 truies en naisseur-engraisseur (SP NE5), ont investi plus récemment dans un digesteur passif, plutôt en réaction à la flambée des prix de l'énergie observée depuis 2022. L'investissement se fait alors souvent à la faveur de l'installation d'un associé ou des nécessaires rénovations des bâtiments et infrastructures de stockage des effluents.

Bien que, dans le bassin du Gouessant, ces biodigesteurs passifs soient présents pour le moment surtout au sein de grands élevages porcins, ils reposent sur des niveaux d'investissement bien

plus faibles que les méthaniseurs en cogénération ou en injection, et sans mobiliser de biomasse autre que les effluents d'élevage. D'après nos données, un biodigesteur passif implique des frais d'entretien limités (2500 à 3000 euros par an) et l'économie annuelle de frais d'énergie atteint en moyenne 15000 à 25000 euros. Les biodigesteurs passifs pourraient donc se diffuser à d'autres systèmes de production aux capacités d'investissement plus limitées.

Les équipements reposant sur le processus chimique de méthanisation sont donc multiples (biodigestion passive, micro-méthanisation, cogénération, injection). Néanmoins, la biodigestion passive ainsi que la micro-méthanisation produisent de faibles quantités d'énergie. La micro-méthanisation par exemple représente 8% des méthaniseurs de l'Ouest du bassin rennais, mais contribue seulement à hauteur de 1% à l'énergie totale produite par l'ensemble des méthaniseurs. Ceci s'explique par la nature et les quantités de biomasse mobilisées : la micro-méthanisation ne peut fonctionner qu'avec des effluents d'élevage, peu méthanogènes, et les biodigesteurs passifs ne sont pas pensés pour utiliser de la biomasse, mais pour valoriser les émissions de gaz de toute façon générées par le stockage des effluents d'élevage. Au contraire, les méthaniseurs en cogénération de plus de 100 kW_e et en injection sont susceptibles de produire de plus grandes quantités d'énergie, mais supposent une mobilisation beaucoup plus importante de biomasse, en particulier végétale, bien plus méthanogène que les effluents d'élevage. C'est donc cette dernière catégorie de méthaniseurs qui est la plus susceptible d'engendrer de profonds effets sur les systèmes de production et qui sera étudiée ici plus en détail.

1.3. En cogénération et en injection : un lien inhérent entre quantité d'énergie produite et biomasse utilisée

1.3.1. Des capacités de production d'énergie variables selon le type de méthaniseur

Les méthaniseurs en cogénération (>100 kW_e) et en injection sont néanmoins multiples et susceptibles de produire des quantités variables d'énergie selon leur dimensionnement.

Les unités en cogénération représentent 35% des méthaniseurs des deux bassins étudiés, mais ne contribuent qu'à hauteur de 20% à l'énergie produite par l'ensemble des méthaniseurs. Dans le bassin rennais, ces derniers ont une puissance d'environ 150 kW_e, qui représente un potentiel annuel de production d'énergie de 1300 MWh. Dans le bassin du Gouessant, ces derniers sont associés à des exploitations de plus grande taille avec de plus fortes capacités de production de biomasse et font donc environ 250 kW_e pour un potentiel de production de 2200 MWh.
Outre cette production d'électricité, une production de chaleur est aussi réalisée et valorisée le plus souvent pour chauffer les bâtiments d'élevage, les bâtiments d'habitation des agriculteurs, voire aussi une installation de séchage en grange. En effet, les aides à l'investissement conditionnées à la valorisation de la chaleur (durant les années 2010) ont souvent incité ces

agriculteurs à investir dans le séchage en grange. Il s'agit d'un hangar de stockage des fourrages verts, dans lequel la chaleur produite par le méthaniseur est transférée pour accélérer leur séchage (figure 83). Le séchage en grange permet de récolter les fourrages à un stade plus précoce (plus tôt au printemps), et donc de s'affranchir des conditions météorologiques requises pour les chantiers de fenaison avec séchage au sol. Par ailleurs, ce stade précoce permet de récolter l'intégralité du feuillage de la plante – alors qu'elle a tendance à s'effeuiller lors d'un séchage au sol – et de bénéficier d'une plus haute qualité nutritionnelle. Néanmoins, les entretiens réalisés révèlent que ces séchoirs s'avèrent en pratique très peu utilisés. D'une part, le système fourrager de ces exploitations repose assez peu sur l'exploitation de l'herbe et les besoins en foin sont faibles. D'autre part, ces séchoirs présentent une faible efficacité thermique car la chaleur est prioritairement utilisée pour chauffer les bâtiments d'élevage. Le séchoir ne sert alors que ponctuellement dans le cadre de prestations de services pour sécher des céréales ou des copeaux de bois.

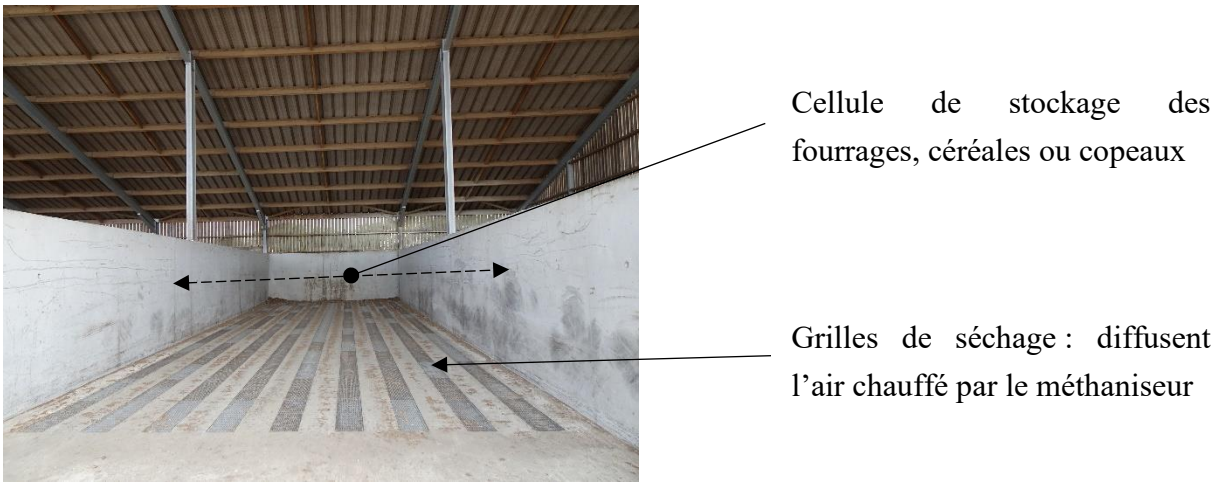


Figure 83 : Séchoir connecté au méthaniseur. Photo : Réguer, I., 2023.

Les méthaniseurs en injection présentent des potentiels de production d'énergie en moyenne beaucoup plus élevés. Ces derniers représentent 55% des méthaniseurs des deux petites régions étudiées, mais contribuent à hauteur de 80% à l'énergie produite par l'ensemble de ces derniers. En effet, les méthaniseurs détenus en copropriété de 70 ou 75 Nm^3/h présentent une capacité de production d'énergie comprise entre 6200 et 6700 MWh, portée à 12200 MWh par an pour les méthaniseurs de 140 Nm^3/h détenus en grande copropriété.

Ainsi, une grande variété de méthaniseurs, et de capacité de production d'énergie associée, co-existent. Or, plus le méthaniseur est susceptible de produire de grandes quantités d'énergie, plus ce dernier requiert des quantités importantes de biomasse, et en particulier de biomasse la plus méthanogène possible.

1.3.2. Le rapport entre capacité de production d'énergie et surface agricole disponible détermine la biomasse mobilisée [48]

Selon la capacité de production d'énergie des divers méthaniseurs précédemment décrits, des quantités variables de biomasse méthanogène doivent être mobilisées pour les alimenter. Ces méthaniseurs s'inscrivent en outre dans des exploitations variées et dans le cadre de divers montages (individuel, copropriété), qui conditionnent l'ampleur des surfaces disponibles pour produire cette biomasse. Un lien direct existe entre la quantité d'énergie potentielle produite par unité de surface disponible et la quantité et la nature de la biomasse mobilisée pour faire fonctionner le méthaniseur.

La figure 84 représente, pour chaque méthaniseur archétypique des deux bassins étudiés et les systèmes de production qui leur sont associés, la quantité d'énergie produite par surface agricole utile (SAU) d'une part, et par surface spécifiquement dédiée à la méthanisation d'autre part. La figure indique aussi la part en volume de chaque type de biomasse introduit dans le méthaniseur, mais aussi la part de chaque type de biomasse en matière de contribution au méthane produit. En effet, tous les types de biomasse ne présentent pas le même pouvoir méthanogène (capacité à produire du méthane au cours de la réaction de méthanisation) : pour un même volume introduit, deux types de biomasse différents peuvent donc contribuer inégalement à la production d'énergie. Le tableau 16 suivant présente les pouvoirs méthanogènes de la biomasse organique principalement utilisée dans les deux régions d'étude. Il indique que le pouvoir méthanogène des cultures végétales peut être 10 à 15 fois supérieur à celui des effluents d'élevage.

Type de biomasse	Pouvoir méthanogène	Sources
Lisier de bovins	12 m^3 CH4/ tonne MB[49]	Moletta, 2015
Lisier de porcins	13 m^3 CH4/ tonne MB	Moletta, 2015
Fumier de bovins (lait)	51 m^3 CH4/ tonne MB	Moletta, 2015
Ensilage de maïs	116 m^3 CH4/ tonne MB	Moletta, 2015
CIVE (seigle)	195 m^3 CH4/ tonne MB	Enquêtes

Tableau 16 : Pouvoir méthanogène des principaux types de biomasse utilisés dans les deux régions.

[48] Cette sous-partie est adaptée de l'article : Réguer, I., & Garambois, N. Assessing Agricultural Anaerobic Digestion in Agroecology: A case study from Brittany, France. Soumis pour publication à la revue : *Agroecology and Sustainable Food Systems*.

[49] MB : Matière brute.

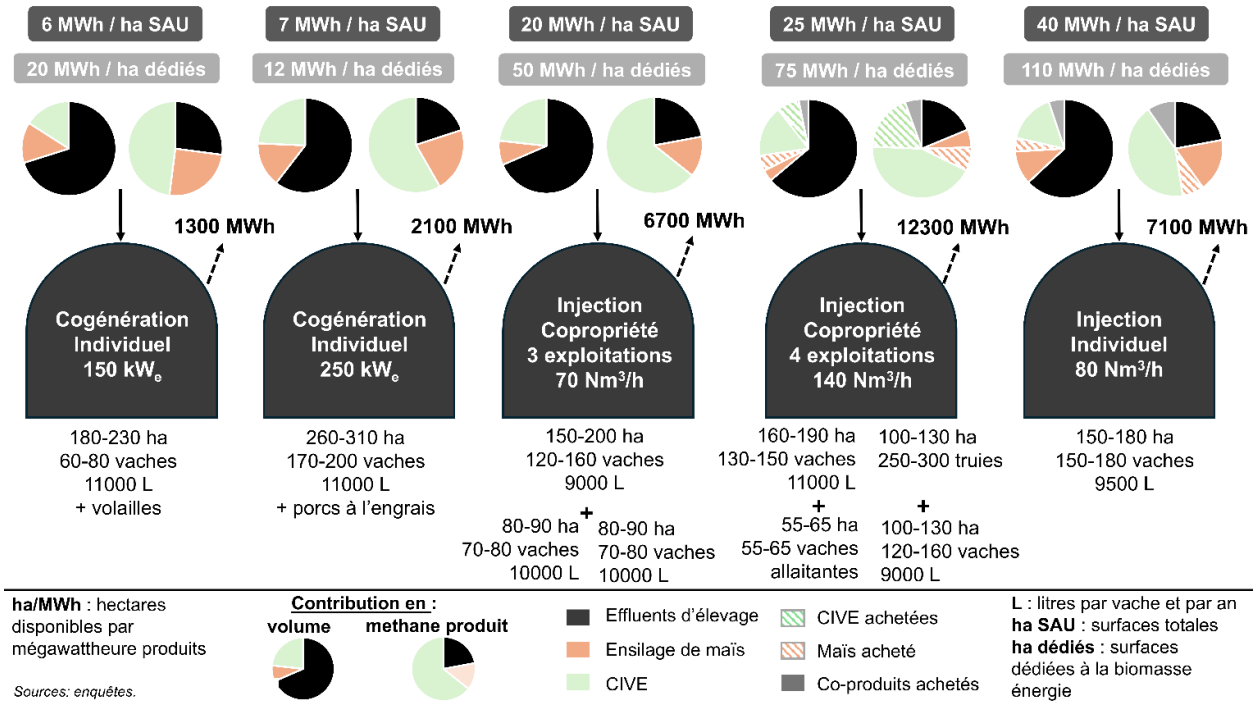


Figure 84 : Biomasse mobilisée pour plusieurs méthaniseurs en fonction de l'énergie produite par unité de surface totale et par unité de surface dédiée à l'énergie. *(Adapté de : Réguer & Garambois, sources : enquêtes)*

La figure 84 révèle que plus les méthaniseurs produisent de grandes quantités d'énergie, moins les effluents occupent une place importante dans la biomasse utilisée, au profit de la biomasse végétale (maïs, CIVE), plus méthanogène.

Ainsi, dans le cas de la cogénération en projet individuel, entre 6 et 7 MWh sont produits par hectare de SAU. Dans ce cas, les effluents d'élevage peuvent représenter jusqu'à 70% des volumes introduits, mais ne contribuent qu'à hauteur de 20 à 30% au méthane produit. Dans le cas des méthaniseurs en injection, plus puissants, les effluents d'élevage représentent plutôt 60% à 65% des volumes introduits, pour une contribution au méthane produit ne dépassant pas 20%. Dans tous les cas étudiés, les agriculteurs maintiennent toujours au minimum 60% d'effluents d'élevage dans les volumes mobilisés, car cela leur permet de prétendre à la 'prime effluent', qui correspond à une prime dans le prix de rachat de l'énergie produite.

Si l'on compare les méthaniseurs en cogénération du bassin rennais (150 kW_e) et du bassin du Gouessant (250 kW_e), ces derniers produisent le même ordre de grandeur d'énergie par unité de surface disponible (entre 6 et 7 MWh par hectare), pourtant, les agriculteurs du bassin du Gouessant mobilisent moins d'effluents d'élevage. Cela s'explique par le type de système de production dans lequel s'insèrent ces méthaniseurs. Dans le cas des méthaniseurs plus puissants du bassin du Gouessant, ces derniers s'inscrivent au sein d'exploitations de très grande dimension (260 à 310 hectares) qui peuvent consacrer des surfaces plus importantes à la production de biomasse végétale pour l'énergie (12 MWh par surface dédiée à la biomasse

énergie). Au contraire, dans le bassin rennais, bien que les méthaniseurs soient moins puissants (150 kW_e), les exploitations disposent de surfaces plus réduites et consacrent proportionnellement moins d'hectares à la production de biomasse végétale (20 MWh par hectare dédié à l'énergie). Ces derniers mobilisent ainsi, proportionnellement, plus d'effluents d'élevage, qui sont suffisants pour faire fonctionner ce méthaniseur à pleine capacité.

Parallèlement, de plus fortes proportions de CIVE que de maïs sont mobilisées dans le cas de la copropriété par rapport aux projets individuels.
En effet, la copropriété permet aux agriculteurs de se répartir la production de la biomasse végétale, ce qui leur garantit de la produire en priorité en interculture (dérobée) afin de ne pas bouleverser trop fortement leur assolement. Ainsi, dans le cadre d'un méthaniseur en cogénération détenu en individuel (150 kW_e par exemple), les CIVE comme les maïs représentent 15% des volumes introduits. En revanche, dans le cas d'une copropriété à trois exploitations, les agriculteurs, en se répartissant la production de cette biomasse, parviennent à produire de plus grandes quantités de CIVE en interculture et introduisent, en volume, 20% de CIVE contre 10% de maïs.

Enfin, la figure révèle que plus la quantité d'énergie produite par unité de surface augmente, plus les agriculteurs doivent se tourner vers des achats de biomasse extérieurs à leur seule exploitation.
Dans le cas des méthaniseurs de 75 Nm^3/h détenus en copropriété, les quantités d'énergie produites par unité de surface disponible sont limitées (20 MWh par hectare de SAU et 50 MWh par hectare dédié à l'énergie) et ces agriculteurs n'achètent pas de biomasse extérieure. En revanche, dans le cas des grands méthaniseurs de 140 Nm^3/h, la quantité d'énergie produite par hectare de SAU est un peu plus importante (25 MWh / ha de SAU), et beaucoup plus importante si l'on considère uniquement les surfaces que ces agriculteurs peuvent dédier à la production de biomasse pour l'énergie (75 MWh / ha dédié). Ces derniers sont donc contraints d'acheter de la biomasse en dehors de leur exploitation pour que le méthaniseur fonctionne à pleine capacité. Ils achètent ainsi 5% de maïs, 5 à 10% de CIVE et 5% de coproduits sur l'ensemble des volumes introduits. La biomasse extérieure achetée peut ainsi représenter entre 15 et 20% des volumes introduits.
Les agriculteurs qui investissent seuls dans un méthaniseur comparativement de plus petite dimension (80 Nm^3/h) disposent de surfaces limitées pour assurer le fonctionnement du méthaniseur (40 MWh par hectare de SAU). Ces derniers achètent ainsi 5% de maïs et 5% de coproduits, il y a donc 10% des volumes introduits dans le méthaniseur qui ne sont pas produits sur leur exploitation. Ces agriculteurs ont proportionnellement moins recours aux achats extérieurs que dans le cas précédent, car ces derniers bouleversent plus fortement leur système de production pour produire de plus grandes quantités de maïs et de CIVE. Au contraire, ces changements profonds ne sont souvent pas possibles pour une partie des agriculteurs réunis en

copropriété, qui disposent souvent de surfaces plus limitées, avec de plus petites parts en culture de vente potentiellement substituables et dont l'assolement est prioritairement consacré à la production de fourrages pour le cheptel.
Le type de méthaniseur et de montage mis en œuvre est donc étroitement lié à la biomasse disponible sur les exploitations agricoles.

1.3.3. Des volumes de biomasse utilisés très variables, soumis à différents régimes de contrôle

Les méthaniseurs sont classés selon le régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Cette nomenclature implique des régimes administratifs différents selon le type et la quantité de biomasse utilisée pour alimenter quotidiennement le méthaniseur. Dans le cas de la biomasse communément utilisée pour alimenter les méthaniseurs agricoles – la matière végétale brute (maïs, CIVE), les effluents d'élevage et les co-produits d'industries agroalimentaires – trois régimes sont en vigueur. Si moins de 30 tonnes de biomasse alimentent le méthaniseur chaque jour (unités de moins de 90 Nm^3/h environ[50]), le régime de déclaration est de mise. Ce régime implique une déclaration annuelle, portant notamment sur les quantités de biomasse introduites, avec des contrôles tous les 5 ans et réalisés par des organismes agréés et non par les agents du service en charge du contrôle des installations classées[51]. Les agriculteurs enquêtés révèlent eux-mêmes une grande souplesse de ces suivis, notamment concernant les quantités de biomasse utilisées et déclarées. Au-delà du seuil des 30 tonnes et jusqu'à 100 tonnes par jour (méthaniseurs compris environ entre 90 Nm^3/h et 200 Nm^3/h), le régime de l'enregistrement est de vigueur[52]. Les contrôles sont alors réalisés par des agents de la Direction Départementale de la Protection de la Population (DDPP). Nos entretiens révèlent qu'un agent inspecteur se déplace sur site lors de l'enregistrement en début de projet et que les agriculteurs doivent ensuite déclarer annuellement un ensemble d'éléments. Des contrôles sur site sont en parallèle effectués de manière aléatoire. La fréquence de ces contrôles n'est donc pas clairement définie. Enfin, au-delà de 100 tonnes de biomasse par jour (plus de 200 Nm^3/h environ), le régime d'autorisation[53] s'applique. Il s'agit du régime le plus strict, qui implique notamment une phase d'enquête publique ainsi que d'une étude d'impact du projet.

---

[50] Dans le bassin rennais, pour des exploitations utilisant au moins 60% d'effluents d'élevage, peu méthanogènes.

[51] Arrêté du 10 novembre 2009 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation soumises à déclaration sous la rubrique n° 2781-1, JO du 26 novembre 2009.

[52] Arrêté du 12 août 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2781-1 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, JO du 21 août 2010.

[53] Arrêté du 10 novembre 2009 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation en application du titre Ier du livre V du code de l'environnement, JO du 26 novembre 2009.

Ce cadre réglementaire ainsi que les entretiens réalisés révèlent une forte hétérogénéité du niveau de suivi et d'encadrement des unités de méthanisation agricole. Si les méthaniseurs les plus puissants sont contrôlés régulièrement, l'encadrement des unités de moins 90Nm^3/h semble plus souple et explique en partie, d'après nos entretiens, la stratégie des investissements progressifs, adoptée par certains agriculteurs. En effet, certains agriculteurs investissent d'abord dans un méthaniseur de 90Nm^3/h, pour faciliter les démarches administratives avant l'installation de ce dernier, puis augmentent ensuite la capacité d'injection, à la faveur d'investissements complémentaires, pour atteindre une capacité de plus 110 Nm^3/h.

Nos résultats révèlent ainsi que la diversité des méthaniseurs, de leur capacité de production d'énergie, et des montages réalisés est étroitement liée à la biomasse disponible sur les exploitations. Or, ces paramètres conditionnent à leur tour la nature et l'ampleur des changements techniques à conduire dans les exploitations pour produire cette biomasse.

2. Un besoin en biomasse qui conditionne le niveau de modification des systèmes de production avec méthaniseur

2.1. Des effets techniques et organisationnels systématiques de la méthanisation

Malgré la diversité des méthaniseurs en présence dans nos deux régions d'étude, des effets communs et systématiques du développement de la méthanisation ont pu être observés au sein des exploitations agricoles.

2.1.1. Un fort besoin en biomasse végétale : augmentation des surfaces en maïs et introduction de CIVE

La biomasse végétale (maïs, CIVE) présente un pouvoir méthanogène plus de 10 fois supérieur à celui des effluents d'élevage. Leur utilisation est indispensable pour faire fonctionner ces méthaniseurs, qui ont de fortes capacités de production d'énergie. Néanmoins, la législation limite à 15% la part maximale de culture principale (comme le maïs) dans le volume annuel de biomasse utilisée. De plus, les méthaniseurs entraînent une concurrence entre la production de biomasse fourragère, à destination du cheptel, et celle à vocation énergétique. Les exploitations détentrices d'un méthaniseur sont parmi les plus grandes de nos régions d'étude et sont localisées sur des sols à très haut potentiel de rendement (*cf.* chapitre 4). Ces caractéristiques expliquent que ces agriculteurs n'aient pas besoin de réduire la taille de leur cheptel pour assurer la production d'énergie : ils peuvent maintenir une production fourragère suffisante, tout en produisant de la biomasse à vocation énergétique. Pour ce faire, et afin de respecter la limite de 15 % de culture principale, ces derniers mobilisent en priorité les surfaces en intercultures, qui ne sont pas directement concurrentes du maïs fourrager et des cultures de vente.

a) L'introduction de CIVE en interculture : une biomasse facilement mobilisable

Les Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique (CIVE) constituent dans nos régions d'étude le premier levier de production de biomasse végétale. En effet, ces dernières, implantées en interculture (entre deux cultures principales), sont facilement substituables aux couverts hivernaux et ne nécessitent pas *a priori* de modifier les assolements.

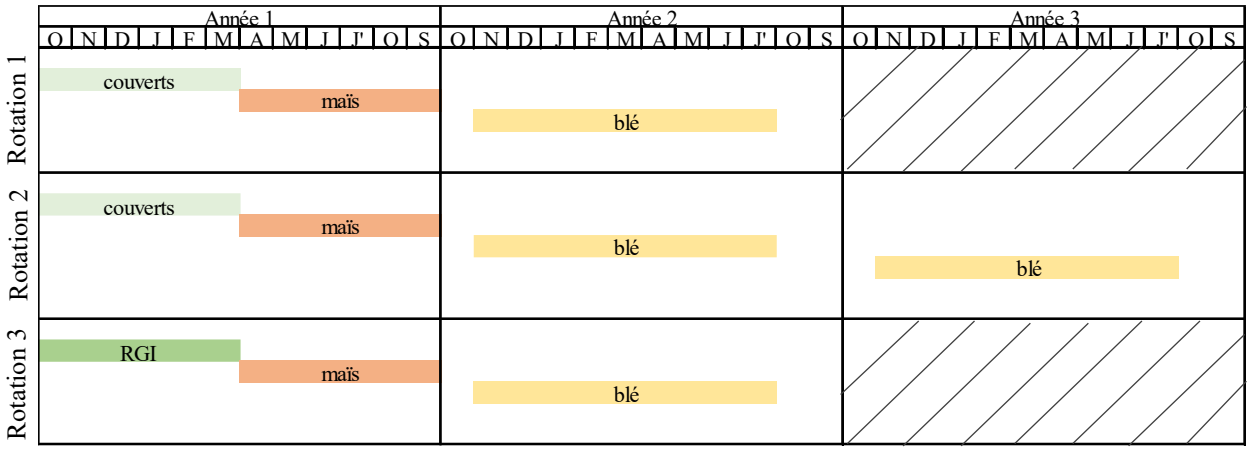
Les CIVE d'hiver sont plus largement utilisées que les CIVE d'été. En effet, le large développement des cultures annuelles et des rotations [maïs/blé] ou [maïs/maïs] dans ces deux bassins (*cf.* chapitre 4) garantit une présence importante de couverts hivernaux. Ces CIVE d'hiver se substituent alors aux couverts hivernaux habituellement utilisés dans les deux régions : moutarde, phacélie, vesce et pois, parfois associés en mélange. Les CIVE d'hiver peuvent être implantées en automne - à la place des couverts hivernaux - et ensilées (en avril-mai) avant les semis de maïs. La rotation [maïs / blé / couvert] devient alors [maïs / blé / CIVE

d'hiver]. Les agriculteurs utilisent le plus souvent du seigle (forestier ou hybride) pur, ou bien en mélanges avec une autre espèce comme l'orge diploïde, le triticale, ou bien la vesce. L'objectif de ces mélanges est de conserver le pouvoir méthanogène du seigle, tout en recherchant de plus forts rendements en biomasse grâce à la culture associée. Les rendements obtenus sont ainsi en moyenne compris entre 8 et 9 tonnes de matière sèche par hectare, pour une CIVE implantée durant 6 mois.

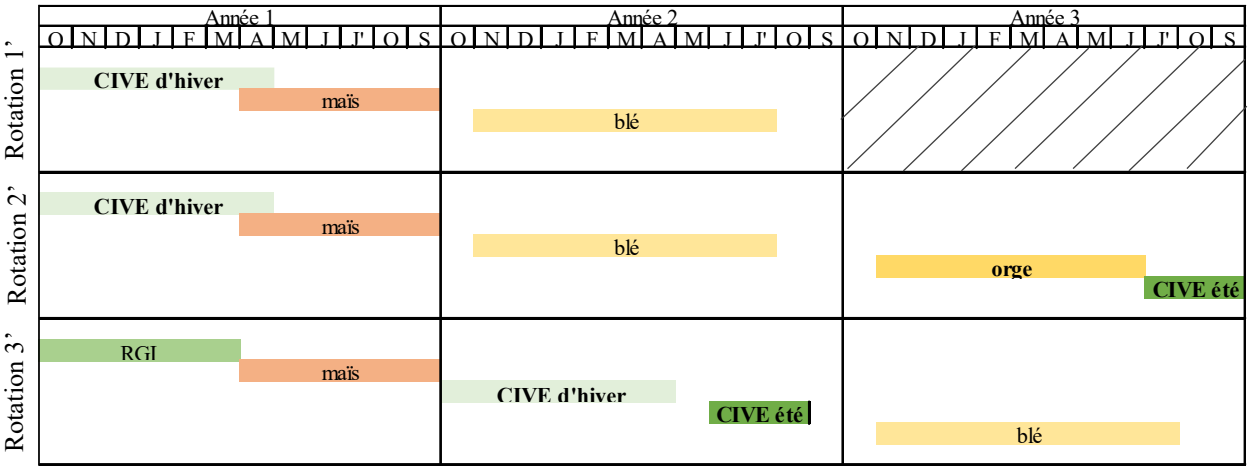
Lorsqu'une CIVE d'été est cultivée, les agriculteurs utilisent du moha ou du sorgho. Ils ont alors tendance à substituer de l'orge à une partie de leur blé, afin de bénéficier de récoltes plus précoces, facilitant l'implantation de la CIVE d'été. Dans ce cas, la rotation [maïs / blé / blé / couvert] peut devenir [maïs / blé / orge d'hiver / CIVE d'été / CIVE d'hiver], ou bien la rotation [maïs / blé / Ray-Grass d'Italie (RGI)$_{dérobée}$] devient [maïs / CIVE d'hiver / CIVE d'été / blé / RGI $_{dérobée}$] (figure 85). Les rotations biennales ou triennales sont alors maintenues en 'saturant' le calendrier cultural.

Figure 85 : Modifications des rotations observées avec l'implantation des CIVE d'hiver et d'été (*Réalisation : Réguer, 2025 ; sources : enquêtes)*

Rotations types pratiquées en l'absence de méthaniseur :



Modification des rotations avec l'implantation de CIVE :



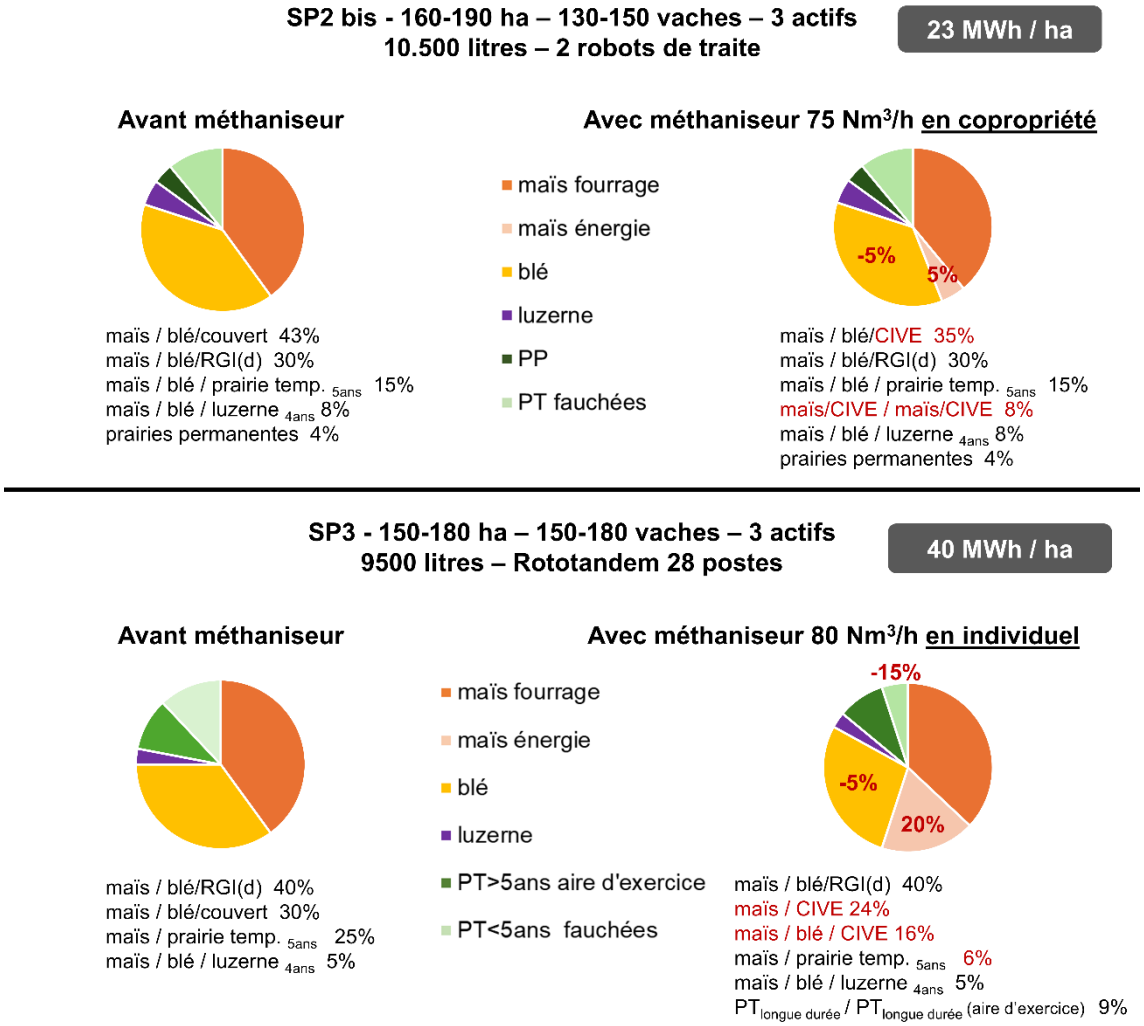
Néanmoins, ces CIVE d'été sont de moins en moins cultivées. En effet, leur rendement est de 3 à 4 tonnes de matière sèche par hectare et leur implantation conduit à réduire les rendements de la CIVE d'hiver suivante, d'environ 20% d'après nos entretiens, et à doubler les coûts liés à l'ensilage des CIVE chaque année (deux cycles). L'implantation de la CIVE d'été conduit donc à augmenter le coût de l'ensilage ramené à la tonne de matière sèche produite.

La figure 86 représente les systèmes de culture de deux systèmes de production avec élevage bovin laitier, avant et après l'installation d'un même type de méthaniseur en injection (75-80Nm^3/h), selon que ce dernier est détenu en copropriété (SP2-bis) ou à titre individuel (SP3). Dans les deux cas, la quantité d'énergie produite par hectare de SAU disponible - en copropriété et en individuel - est indiquée. Cette figure permet de comparer les stratégies de production de biomasse selon les surfaces disponibles.

Dans le cas du méthaniseur en individuel (SP3), les surfaces disponibles sont relativement limitées (valeur médiane de 175 hectares), la quantité d'énergie produite par unité de surface s'élève alors à 40 MWh/ha. En revanche, les surfaces disponibles en copropriété (surfaces des deux exploitations partenaires : laitière SP2-bis, et porcine SP13) sont comparativement plus importantes (290 hectares), et induisent une quantité d'énergie produite plus limitée par hectare, de 23 MWh/ha.

Que le méthaniseur soit détenu en individuel ou en copropriété, les CIVE représentent près de deux tiers des intercultures. La copropriété augmente toutefois les surfaces totales de couverts hivernaux potentiellement substituables par des CIVE en considérant les deux exploitations partenaires (SP2-bis et SP13). Ce partenariat limite ainsi la modification des assolements requise par l'implantation du maïs à vocation énergétique. Ces agriculteurs réunis en copropriété n'ont pas forcément la possibilité de modifier en profondeur leur assolement s'ils souhaitent maintenir la production fourragère pour le cheptel. Cette marge de manœuvre plus limitée s'explique parfois en raison de surfaces plus limitées, ou encore en raison de la localisation de certaines parcelles sur les versants, avec des potentiels de rendements plus faibles (cas du SP2-bis).

Figure 86 : Comparaison des modifications des systèmes de culture avec l'installation d'un méthaniseur en individuel et en copropriété (*Réalisation : Réguer, 2025 ; sources : enquêtes)*



PT<5ans : prairies temporaires de moins de 5 ans ; PT>5ans : prairies temporaires de plus de 5 ans ; RGI(d) : Ray-grass d'Italie en dérobée ; CIVE : Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique

b) Un accroissement systématique des surfaces en maïs, dont l'ampleur dépend de la surface disponible rapportée à l'énergie produite

La culture de maïs à vocation énergétique constitue le deuxième levier actionné par les agriculteurs pour produire de la biomasse énergie. En effet, le maïs présente un pouvoir méthanogène lui aussi très intéressant. Cette implantation de maïs à vocation énergétique conduit à accroître les surfaces en maïs dans les exploitations concernées, car ces dernières maintiennent aussi parallèlement les surfaces en maïs fourrage nécessaires à l'alimentation des cheptels.

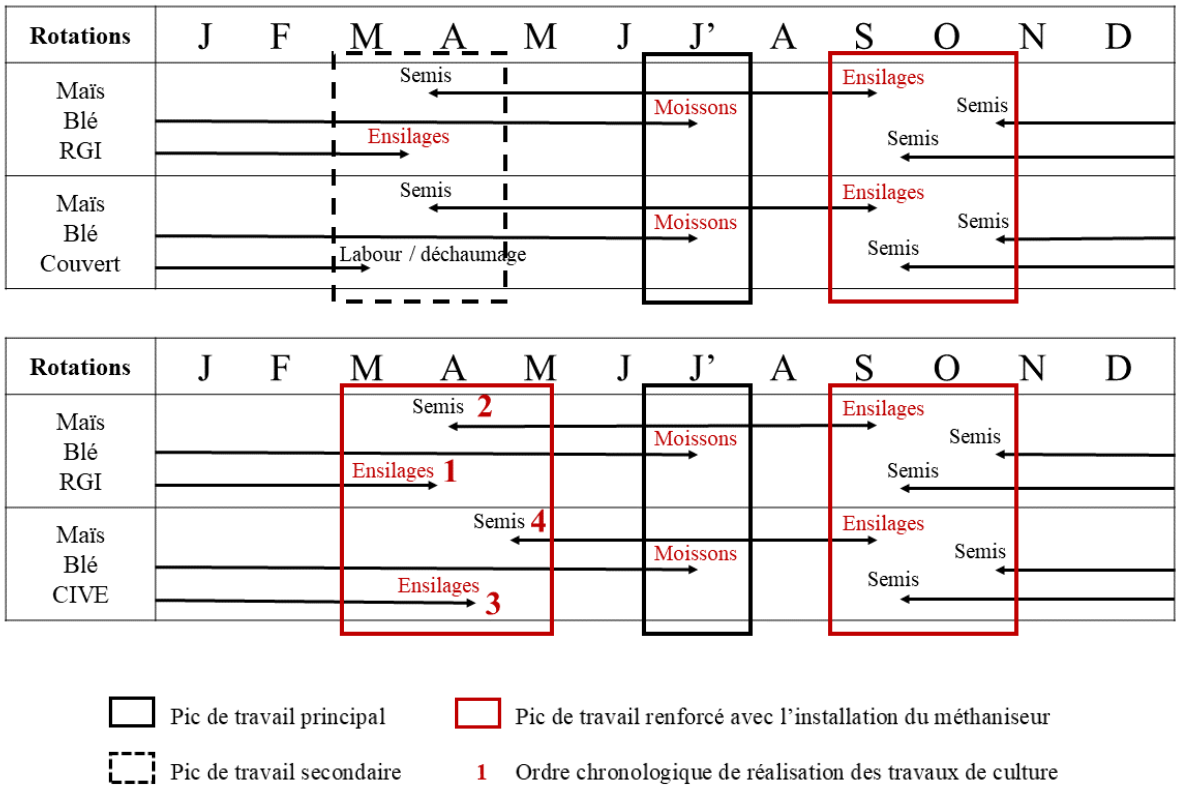
Dans notre échantillon, cet accroissement des surfaces en maïs peut varier de 10 à 70% selon les situations. Cela dépend du type de méthaniseur et de la quantité d'énergie produite par unité de surface disponible. La figure 86 montre que dans le cas d'un méthaniseur en copropriété, l'assolement de l'exploitation laitière (SP2-bis, 23MWh /ha) est assez peu modifié, avec 5% de maïs supplémentaire, produit à des fins énergétiques. Dans ce cas, l'accroissement des surfaces en maïs se fait au détriment des surfaces en blé. Dans le cas du méthaniseur en individuel (SP3, 40MWh/ha), la surface de maïs est plus fortement augmentée, d'environ 35%. Cet accroissement des surfaces en maïs se fait dans ce cas au détriment des prairies temporaires et des surfaces en blé. Ces modifications expliquent le raccourcissement de certaines rotations et la répétition du motif [$CIVE_{hiver}$/maïs] voire l'apparition de la rotation [maïs/ $CIVE_{hiver}$ // maïs/ $CIVE_{hiver}$].

Le niveau d'accroissement des surfaces en maïs à des fins énergétiques est variable d'un type de méthaniseur à l'autre et d'un système de production à l'autre, mais cet accroissement est systématiquement observé et se fait au détriment des surfaces en blé, en colza et en prairies temporaires. Cette dynamique est observée malgré le respect du seuil des 15% maximum de culture principale introduite dans le méthaniseur imposé par la loi. Cette tendance soulève ainsi un enjeu de concurrence entre la production d'énergie et la production alimentaire.

c) *In fine*, de nouveaux calendriers de culture qui bouleversent les calendriers de travail

Les changements du calendrier de culture modifient en profondeur le calendrier de travail des agriculteurs concernés. La figure 87 représente le calendrier de travail des agriculteurs, dans le cas de rotations archétypiques pratiquées au sein des deux bassins, et la manière dont les pics de travail sont modifiés avec l'installation d'un méthaniseur. Les rotations présentées sont notamment pratiquées par les agriculteurs du SP2-bis précédemment décrit.

Figure 87 : Évolution du calendrier de travail avec l'installation d'un méthaniseur pour quelques rotations pratiquées dans le cadre du SP2-bis



Réalisation : Réguer, I., 2025 ; sources : enquêtes.

Le pic de travail observé en été lors des moissons des céréales d'hiver se maintient, mais d'autres pics de travail se forment, ou se renforcent. D'une part, le pic de travail lié aux ensilages du maïs et aux semis des céréales d'hiver et des intercultures (fin d'été et en automne) est souvent renforcé en raison de l'augmentation des surfaces de maïs ensilé. D'autre part, un goulet d'étranglement très important se forme en sortie d'hiver et au début du printemps lors de la réalisation de l'ensemble des ensilages des dérobées (CIVE, ray-grass d'Italie), des épandages et des semis de maïs qui suivent. Les agriculteurs sont soumis à un calendrier très serré puisqu'ils doivent parvenir à récolter l'ensemble des CIVE à maturité, mais aussi le plus rapidement possible, pour ne pas risquer de menacer la culture de maïs suivante en l'implantant trop tard.

2.1.2. Faire face à la charge de travail accrue : nouveaux équipements, sous-traitance et techniques culturales simplifiées

La production de biomasse à vocation énergétique implique donc des travaux de culture supplémentaires, ainsi que de nouveaux pics de travail. A ces travaux supplémentaires s'ajoutent des astreintes journalières, nécessaires pour vérifier les indicateurs de suivi du méthaniseur et pour charger en biomasse la trémie. Elles durent en moyenne 30 minutes à une heure en cogénération et 2 heures pour l'injection. L'installation d'un méthaniseur entraîne ainsi une charge de travail accrue pour les agriculteurs concernés, qui doivent trouver des moyens pour y faire face.

L'ampleur des travaux de culture induits par la production d'énergie conduit à un besoin en matériel très performant, qui doit permettre de travailler le plus rapidement possible et qui ne doit pas tomber en panne. Cela incite les agriculteurs à investir dans de nouveaux équipements avec des débits de chantier plus importants, c'est-à-dire dans du matériel plus puissant ou de plus grande largeur de travail, mais aussi à les renouveler plus fréquemment. Les entretiens réalisés révèlent que la mise en route d'un méthaniseur s'accompagne de l'achat d'un tracteur de tête plus puissant (entre 200 et 300 chevaux), d'une nouvelle tonne à lisier (d'au moins 20m^3) et d'un tracteur télescopique pour charger la biomasse dans le méthaniseur. Certains agriculteurs changent aussi la largeur de travail de leurs outils de travail du sol (cultivateur, herse, semoir), en investissant dans des outils de 4,5 mètres de large.

Afin de limiter leurs pointes de travail, ces agriculteurs ont aussi plus largement recours à de la sous-traitance. Certains travaux de culture qui étaient auparavant assurés par les exploitants, tels que les épandages, sont confiés désormais à une CUMA (Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole) ou à une ETA (Entreprise de Travaux Agricoles) en prestation complète. Ces structures assurent alors le plus souvent l'ensemble des chantiers d'ensilage (maïs, CIVE, RGI), toutes les moissons (céréales d'hiver), tous les épandages, voire parfois aussi le travail de pulvérisation des produits phytosanitaires. Cette sous-traitance a néanmoins un coût, les ensilages, conséquents avec la méthanisation, sont facturés en moyenne 280€ par hectare, et l'épandage des digestats revient, selon la distance du méthaniseur aux exploitations et les transports réalisés, entre 3 et 4,5 euros du mètre cube épandu. Le travail du sol, les semis et l'épandage des engrais ne sont toutefois pas sous-traités et sont alors effectués par les agriculteurs.

Dans l'objectif de gagner du temps sur la réalisation de ces travaux qu'il leur reste à charge, les agriculteurs avec méthaniseur adoptent des techniques culturales simplifiées (TCS). Ces derniers abandonnent le plus possible le labour, au profit d'un travail du sol plus superficiel (cultivateur, décompacteur ou fissurateur et herse-semoir).
Le tableau 17 détaille, pour une même rotation, les travaux de culture et leurs effets avec labour et avec des techniques simplifiées. Ces techniques simplifiées assurent des temps de passage

plus courts et donc un débit de travail plus élevé. Par exemple, dans le cas d'un semis de maïs après une dérobée, le débit de chantier est de 3,5 hectares par heure avec labour, contre 5 hectares par heure avec des TCS. Ces dernières permettent aussi de réaliser des économies de carburant. En effet, un labour peut conduire à une consommation de 20 litres par hectare, alors que le passage d'un cultivateur n'en consomme en moyenne que 12 litres.
Néanmoins, l'adoption de TCS ne s'accompagne pas forcément de changements systémiques profonds pour lutter contre les adventices, rôle joué entre autres par le labour. C'est pourquoi nos entretiens révèlent que, rapidement, l'adoption de ces TCS s'accompagne d'une légère augmentation des doses ou du nombre de passages de désherbant (+0,5 point d'Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT)). À plus long terme, un arbitrage se joue souvent entre l'utilisation accrue de produits phytosanitaires, qui ont un coût non négligeable, et l'utilisation ponctuelle de la charrue et du labour pour lutter mécaniquement contre les adventices, mais qui entraînent un temps de travail plus conséquent.

Enfin, les astreintes sont, pour tous les méthaniseurs du bassin rennais, couvertes par la main-d'œuvre familiale. Cette dernière doit alors augmenter son volume de travail journalier (entre 30 minutes et une heure par jour et par actif familial).

Tableau 17 : Tableau comparé des effets d'un labour par rapport aux techniques culturales simplifiées dans les exploitations avec méthaniseur

	Labour	**Technique culturale simplifiée**
Itinéraire technique typique : après dérobée avant maïs [dérobée/maïs]	1) *Ensilages des dérobées* 2) Labour 3) Herse-semoir en combiné	1) *Ensilages des CIVE* 2) Cultivateur léger ou décompacteur 3) Herse-semoir en combiné
Carburant utilisé	- Labour : 15-20 litres / hectare - Semis : 10 litres / hectare TOTAL : 25-30 litres / hectare	- Cultivateur : 12 litres / hectare - Semis : 10 litres / hectare TOTAL : 22 litres / hectare
Temps de travail	-Labour : 1,5 hectare / heure - Semis : 2 hectares / heure TOTAL : 3,5 hectares / heure soit 17 min/ha	- Cultivateur : 3 hectares / heure - Semis : 2 hectares / heure TOTAL : 5 hectares / heure soit 12 min/ha
Désherbages réalisés	2 désherbages + Pas de glyphosate IFT pour 1 ha : 2,50	2 désherbages (dosage plus élevé) + Glyphosate 1,5 litre / hectare IFT pour 1 ha : 3

2.1.3. Le digestat : une substitution aux engrais de synthèse

Comme nous l'avons vu, la majorité des grandes exploitations laitières des deux terrains d'étude collectent les déjections de leur cheptel sous forme de lisier (bâtiments avec des logettes à 'matelas'). Seuls les bâtiments dédiés aux génisses présentent encore parfois un système de litière accumulée (fumier). Les exploitations porcines possèdent quant à elles le plus souvent des bâtiments avec caillebotis. Ces grandes exploitations disposent donc majoritairement de lisiers (vaches ou porcs) et de fumiers de génisses.

La méthanisation conduit à transformer ces effluents d'élevage, ainsi que le reste de la biomasse utilisée, en un produit liquide : le digestat. Ce dernier est inodore et peut donc être épandu avec moins de contraintes olfactives pour le voisinage que dans le cas des lisiers. Bien que les digestats présentent des caractéristiques variables en fonction de la biomasse utilisée dans le méthaniseur, ils possèdent en moyenne 4,5 unités d'azote par mètre cube dans les cas étudiés, ce qui en fait un produit fertilisant. Les digestats contiennent en effet de fortes teneurs en ammonium, néanmoins très volatile (Möller & Müller, 2012). L'ensemble des agriculteurs enquêtés tentent alors de limiter au mieux cette volatilisation en utilisant des systèmes d'épandage qui consistent à appliquer le digestat au plus proche du système racinaire des cultures.

L'épandage avec une tonne et une rampe à pendillards est aujourd'hui largement généralisé. La tonne est un véhicule équipé d'un grand réservoir contenant le produit à épandre (ici le digestat), et la rampe à pendillards est un ensemble de bras articulés, munis de jets, qui distribuent uniformément le produit au sol par écoulement. Les pendillards permettent une application précise et régulière en ajustant l'angle et la portée des jets selon la vitesse du véhicule et la largeur de travail souhaitée. Il s'agit de la méthode utilisée pour épandre le digestat sur les céréales d'hiver. Néanmoins, la généralisation du pendillard ne se limite pas aux exploitations avec méthaniseur. La très grande majorité des agriculteurs sans méthaniseur enquêtés utilisent aujourd'hui ce type de matériel pour épandre leur lisier, en anticipant l'interdiction programmée des buses à palettes. Ce système consistait à faire passer l'effluent d'élevage à travers une ou plusieurs buses, directement placées sur la tonne, qui, grâce à l'effet de rotation de petites pièces rotatives (les 'palettes') propulsaient l'effluent vers le sol. Mais cette méthode était moins précise, contribuait à épandre beaucoup moins uniformément le lisier, et entraînait donc des pertes par volatilisation dans les zones qui en recevaient le plus.

En revanche, les agriculteurs avec méthaniseur ont tendance à plus largement utiliser des enfouisseurs (figure 88). Ce type d'équipement permet d'entailler le sol sur quelques centimètres, d'y introduire le digestat, puis de 'refermer' l'entaille effectuée par un système de rouleau. Le digestat étant alors très peu au contact de l'atmosphère, sa volatilisation est d'autant plus limitée et la disponibilité de l'azote pour les cultures est optimisée. Ce type d'outil est utilisé généralement pour épandre le digestat avant les semis de maïs. Cet équipement est toutefois très coûteux (jusqu'à 120000€ pour un matériel neuf), c'est pourquoi certains

agriculteurs avec méthaniseur ont poussé à l'achat de ce type d'équipement dans leur CUMA afin de mutualiser les investissements.

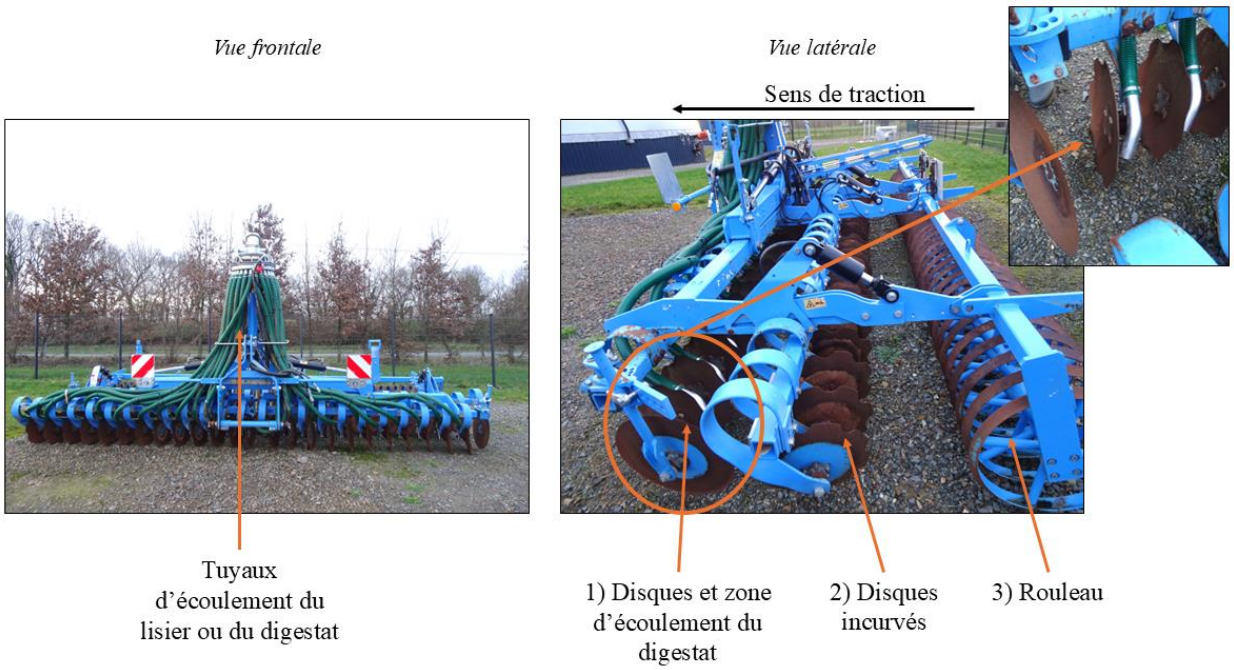


Figure 88 : Fonctionnement d'un enfouisseur à disques. Photo : Réguer I., 2024.

Afin de faciliter la gestion de ces éléments minéraux disponibles, certaines unités de méthanisation sont équipées d'un séparateur de phase. Il s'agit d'un système qui permet de séparer le digestat en deux phases, l'une solide et l'autre liquide, comme le sont les lisiers traités par une station de traitement. La phase solide possède alors les propriétés d'un amendement avec des teneurs en carbone organique importantes et une proportion de phosphore (6,2kg/tonne) plus importante que celle d'azote (4,7kg/tonne) et de potassium (4,9kg/tonne). Cette phase solide peut être exportée en dehors de l'exploitation agricole, sur une autre exploitation (en maraîchage par exemple) ou bien être vendue à des entreprises qui les ensachent et les vendent comme engrais. La phase liquide possède quant à elle des propriétés proches d'une solution liquide à base d'urée avec des proportions d'azote (5,5 kg/tonne) et de potassium (6,9 kg/tonne) plus importantes que celles du phosphore (2 kg/tonne). L'épandage dissocié du digestat liquide ou solide permet d'ajuster plus finement les quantités d'engrais minéraux apportées aux besoins des plantes, au regard d'un mélange des deux. La phase liquide est plutôt épandue avant les semis de céréales ou des dérobés, alors que la phase solide, quand elle n'est pas entièrement exportée, est plutôt épandue sur les parcelles dédiées au maïs en l'absence d'engrais starter.

Néanmoins, quasiment aucune unité de méthanisation à l'Ouest du bassin rennais n'est équipée d'un séparateur de phase pour l'instant. Bon nombre de ces méthaniseurs pourraient en être équipés, mais les agriculteurs, majoritairement en élevage laitier, n'ont pas forcément d'intérêt

à en installer. En effet, en production laitière ces derniers sont peu contraints par les seuils d'unités d'azote à épandre par hectare et ne sont donc pas soumis aux exigences de traitement et d'export des excédents d'azote. Un séparateur de phase impliquerait un investissement supplémentaire et une autre gestion des effluents qui n'apparaissent pas comme indispensables pour ces agriculteurs laitiers. À l'Est du bassin du Gouessant en revanche, les méthaniseurs en cogénération sont plus fréquemment équipés d'un séparateur de phase. Cela facilite alors la gestion de l'azote organique dans un bassin qui en produit encore beaucoup et encore soumis à d'importantes exigences réglementaires relatives à l'azote organique.

La forte valeur fertilisante des digestats et les pratiques d'épandage employées permettent aux agriculteurs de réaliser des économies d'achats d'engrais azotés de l'ordre de 30 à 50% d'après les entretiens. Toutefois, bien que la valeur fertilisante des digestats (avec ou sans séparateur de phase) soit importante, et permette de fortes économies, des questions subsistent quant à leur valeur amendante à long terme. Certains agriculteurs rencontrés ont exprimé leurs interrogations quant aux effets de l'épandage à long terme du digestat. En effet, une partie du carbone contenu dans les couverts hivernaux, les fumiers et les lisiers qu'ils utilisaient auparavant pour enrichir leur sol est utilisé pour produire du méthane. Des études menées sur l'impact des digestats sur les sols suggèrent une forte variabilité de leurs effets selon leurs caractéristiques, les modes d'épandage et les rotations dans lesquelles ils s'insèrent (Möller, 2015). Ces études montrent aussi que les digestats peuvent présenter des effets potentiellement délétères sur la disponibilité du carbone pour les micro-organismes du sol avec pour conséquence une teneur en biomasse microbienne plus faible à long terme (Bodilis et al., 2015; Thomsen et al., 2013; Wentzel et al., 2015).

2.1.4. L'installation de panneaux photovoltaïques pour couvrir en partie la consommation d'énergie électrique des méthaniseurs

Si les méthaniseurs produisent de l'énergie sous forme d'électricité et de chaleur, ou bien de méthane, ils en consomment aussi pour fonctionner.
Les méthaniseurs en cogénération consomment environ 1 kWh pour un peu plus de 10 kWh produits, en raison du fonctionnement des nombreuses pompes ou encore du moteur du bloc de cogénération. L'électricité produite peut alors partiellement être utilisée en autoconsommation pour couvrir cette consommation auxiliaire. Mais une consommation d'électricité sur le réseau reste souvent nécessaire et facturée aux agriculteurs.
Les méthaniseurs en injection ne produisent pas d'électricité, mais en consomment, en particulier pour faire fonctionner l'épurateur, qui purifie le biogaz en biométhane injectable dans le réseau. Cette consommation représente environ 8 à 10% de la production d'énergie totale générée par le méthaniseur d'après nos entretiens. Un méthaniseur de 80 Nm^3/h par exemple peut ainsi consommer jusqu'à plus de 700 MWh par an. Le méthaniseur doit être relié

au réseau électrique et la consommation d'électricité est facturée aux agriculteurs. Afin de limiter ce coût supplémentaire, l'intégralité des agriculteurs rencontrés disposant d'un méthaniseur en injection ont fait installer, ou prévoient d'installer, des panneaux photovoltaïques, ou bien des trackers photovoltaïques, afin de couvrir une partie de cette consommation auxiliaire. Ces panneaux sont installés soit sur des bâtiments existants, si la solidité de la toiture le permet et que les assurances l'autorisent, soit sur un nouveau hangar construit pour l'occasion, qui servira de zone de stockage du matériel de culture. Des panneaux de 100 $kW_{crête}$ par exemple, qui correspondent à la puissance généralement installée dans le bassin rennais, permettent de couvrir environ 20% de la consommation d'électricité d'un méthaniseur de 80 Nm^3/h.

Les effets techniques induits par l'installation d'un méthaniseur sont divers et ceux qui ont été présentés précédemment sont communs à l'ensemble des exploitations avec méthaniseur des deux bassins étudiés. Des effets plus fins et spécifiques à chaque type de méthaniseur et à chaque projet dans lequel il s'insère doivent toutefois être soulignés.

2.2. Un bouleversement plus profond des systèmes de production lorsque d'importantes quantités de biomasse sont requises

2.2.1. Les méthaniseurs en cogénération et en injection détenus en individuel : une ampleur des modifications fonction de la puissance des unités

L'ampleur des effets de la méthanisation sur les systèmes de production dépend du niveau d'énergie produit par rapport à la surface disponible sur les exploitations concernées. À mesure que l'énergie produite par unité de surface s'accroît, les effets de la méthanisation s'amplifient et ne concernent plus uniquement les systèmes de culture, mais s'étendent aussi aux systèmes d'élevage.

a) Les méthaniseurs en cogénération de 150 kW du bassin rennais

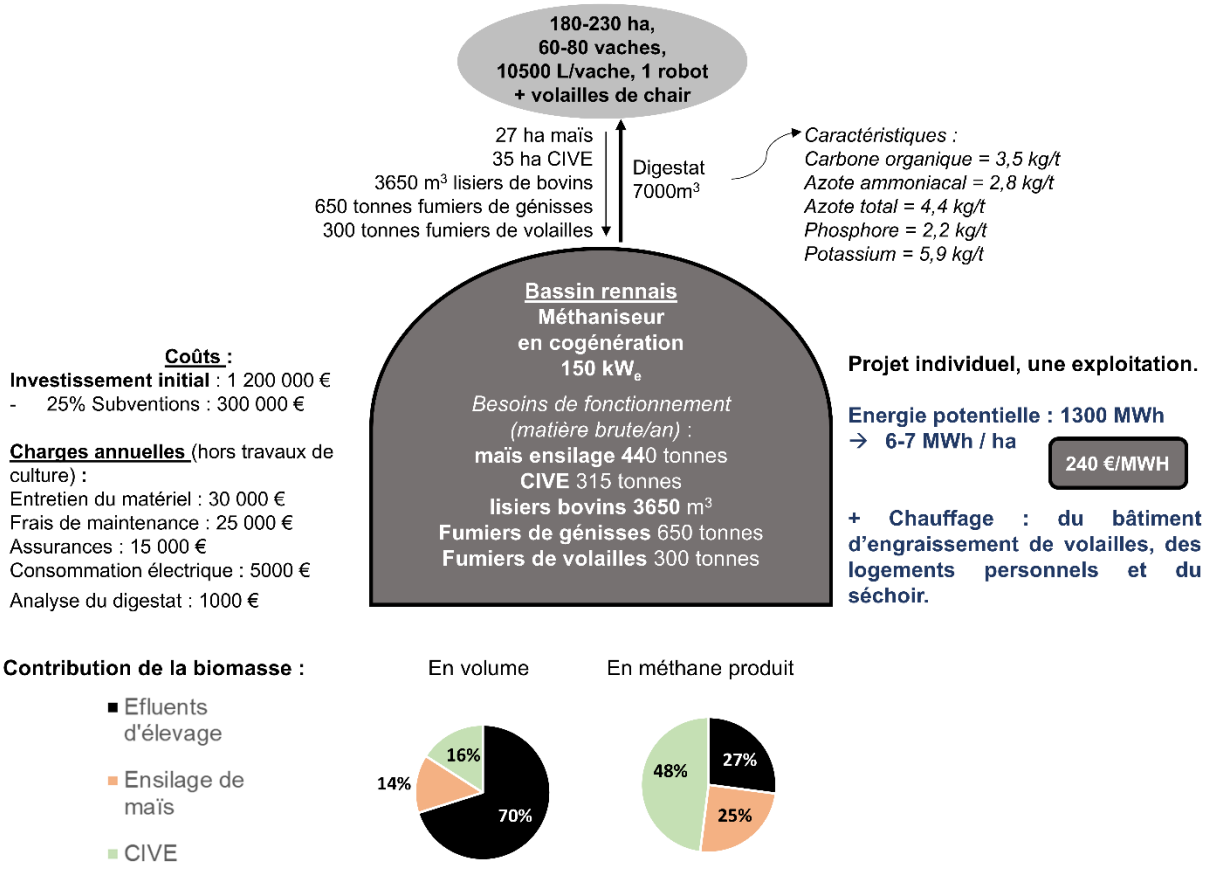
À l'ouest du bassin rennais, les méthaniseurs en cogénération d'une puissance moyenne de 150kW_e (figure 89) peuvent produire environ 1300 MWh par an. Ces derniers s'inscrivent dans les exploitations qui combinent élevage bovin laitier et élevage de volailles de chair (SP1, 180-230 hectares), ce qui implique une production d'environ 6 MWh par hectare de SAU. La figure 90 illustre de manière schématique le fonctionnement archétypique d'un tel méthaniseur, avec les coûts et la biomasse qu'il requiert.



Figure 89 : Méthaniseur en cogénération à l'Ouest du bassin rennais. Photo : Réguer I., 2024.

Ce type de méthaniseur est approvisionné avec environ 20 tonnes de biomasse par jour (figure 90). Cette biomasse est constituée, en volume, de 70% d'effluents d'élevage, 15 à 20% de CIVE et 10 à 15% d'ensilage de maïs. Les lisiers de bovins et les fumiers présentent un pouvoir méthanogène limité (moins de 50 m^3 de méthane produit par tonne de biomasse transformée). Le fumier de volaille au contraire, présente un pouvoir méthanogène plus élevé – de l'ordre de 127 m^3 de méthane par tonne (Moletta, 2015) – néanmoins, son utilisation est limitée car, d'après nos entretiens, il entraîne des montées en soufre qui perturbent la réaction chimique et abîment le bloc moteur (cogénérateur). Ainsi, les effluents d'élevage, qui représentent ici 70% des volumes de biomasse introduits, contribuent à moins de 30% à la production de méthane. En revanche, le maïs, introduit à hauteur de 15% en volume, et les CIVE, introduites à hauteur de 15% également, ont des pouvoirs méthanogènes élevés et contribuent respectivement à hauteur de 25% et près de 50% à la production de méthane.

Figure 90 : Fonctionnement des méthaniseurs de 150 kW (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*)



Cette biomasse, indispensable au fonctionnement du méthaniseur, est intégralement produite sur l'exploitation agricole (SP1). La figure 91 illustre le fonctionnement actuel de ces exploitations et les effets engendrés par l'installation d'un méthaniseur, indiqués en rouge sur la figure. La biomasse végétale utilisée représente environ 25 à 30 hectares de maïs et 35 hectares de CIVE. Leur implantation entraîne des changements sur les intercultures (le seigle remplace les couverts hivernaux) et du maïs à vocation énergétique est implanté, en plus du maïs fourrager pour le cheptel, qui représente 10 à 15% de l'assolement.

Le système d'élevage en revanche n'est pas modifié par la présence du méthaniseur. Le cheptel bovin est en effet conduit en zéro pâturage depuis plusieurs années, notamment en raison du recours précoce au robot de traite. Cette conduite favorise la collecte de l'intégralité des effluents d'élevage en bâtiment, pour approvisionner le méthaniseur.

Ces exploitations sont souvent équipées d'un système de séchage en grange pour valoriser la chaleur produite par le méthaniseur. Néanmoins, le séchoir est aujourd'hui peu utilisé en raison

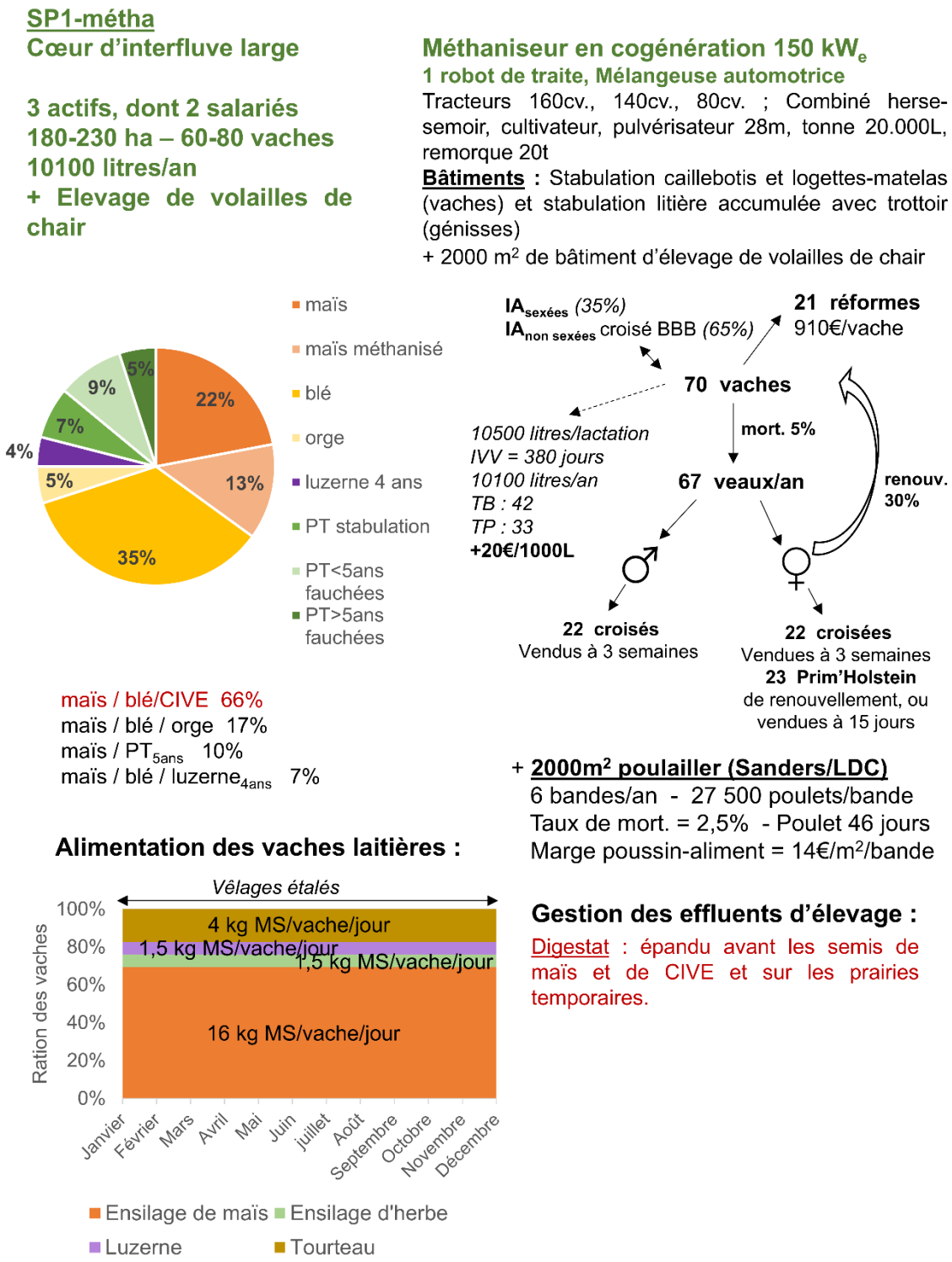
de la faible efficacité thermique de ce dernier (une partie de la chaleur chauffe aussi les poulaillers et les bâtiments d'habitation). La luzerne est parfois encore séchée en grange ou bien directement ensilée dans certaines exploitations. Le séchoir ne sert alors que ponctuellement dans le cadre de prestations de services. En revanche, la chaleur produite continue à être employée pour chauffer les bâtiments avicoles et permet ainsi à ces exploitations de réaliser des économies sur les coûts de chauffage.

L'investissement initial dans ce type de méthaniseur, qui s'élève à 1 200 000€, comprend la cuve du digesteur, le bloc moteur (cogénération), une fosse de stockage des digestats et le séchoir. Ce type de méthaniseur était subventionné à hauteur de 25% par l'ADEME au moment de son installation, ce qui représente une subvention à l'investissement de l'ordre de 300 000€. En dehors des frais relatifs aux travaux de culture, les charges annuelles sur ce type de méthaniseur portent sur l'entretien et le renouvellement du matériel (30 000€), les frais forfaitaires de maintenance (25 000€), les assurances (15 000€), la consommation électrique auxiliaire (5000€) et l'analyse des digestats (1000€). L'énergie électrique produite est vendue 240€/MWh[54]. En effet, le prix de base est d'environ 220€/MWh, mais un coefficient d'indexation ainsi que des primes (ici, prime 'effluents d'élevage') s'appliquent et contribuent à majorer ce prix de base.

Le fonctionnement de ce type de méthaniseur ne nécessite pas l'embauche d'un salarié. Les astreintes quotidiennes sont en effet limitées à 30 minutes à 1 heure par jour, qui sont assurées par la main d'œuvre familiale, pour remplir la trémie et contrôler les indicateurs de fonctionnement. La charge de travail supplémentaire relative aux travaux de culture est sous-traitée auprès d'une ETA.

[54] Prix pratiqués en 2024.

Figure 91 : Fonctionnement du système de production SP1 avec méthaniseur en cogénération de 150 kW à l'Ouest du bassin rennais



+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 320 jours de lactation :
-tourteaux : 2 kg/jour/vache
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/jour/vache

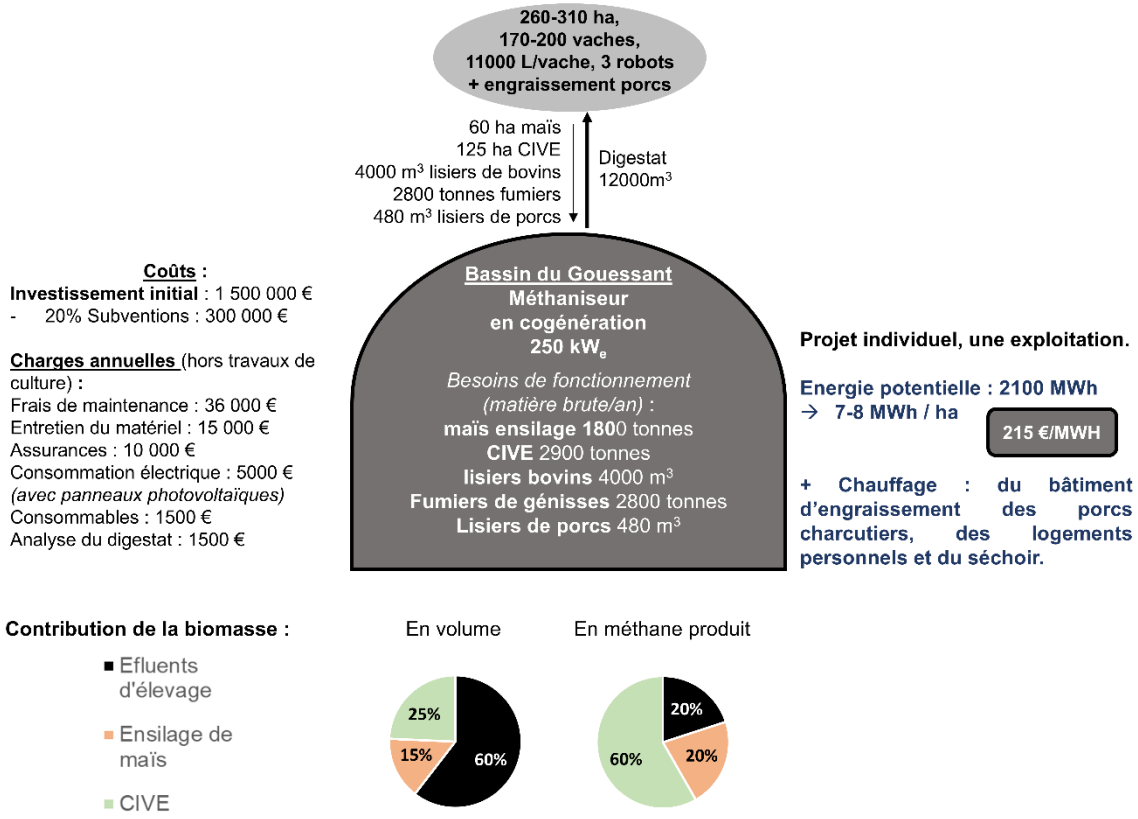
Texte en rouge : éléments liés à la présence du méthaniseur.

b) Les méthaniseurs en cogénération de 250 kW du bassin du Gouessant

À l'Est du bassin du Gouessant, les méthaniseurs en cogénération d'une puissance moyenne de 250kW$_e$ peuvent produire environ 2100 MWh par an. Ces derniers sont installés dans les exploitations qui combinent élevage bovin laitier et engraissement de porcs charcutiers à façon (SP.VL1, 260-310 hectares). Ce montage implique une production d'environ 7 MWh par hectare de SAU. Ces méthaniseurs produisent donc un peu plus d'énergie par hectare que les méthaniseurs en cogénération du bassin rennais.

Ce type de méthaniseur est approvisionné avec environ 30 tonnes de biomasse par jour (figure 92). Cette biomasse est constituée à 60% d'effluents d'élevage (lisier de porcs, lisier et fumier de bovin), à 15% d'ensilage de maïs et à 25% de CIVE. Néanmoins, les lisiers de porcs et de bovins ainsi que les fumiers sont peu méthanogènes et ces agriculteurs ne bénéficient pas de fumiers de volailles comme ceux du bassin rennais. Les effluents d'élevage contribuent donc beaucoup moins à la production de méthane dans le bassin du Gouessant (20% contre près de 30% dans le bassin rennais), alors que le maïs et les CIVE contribuent respectivement à hauteur de 25% et 55%.

Figure 92 : Fonctionnement d'un méthaniseur en cogénération de 250 kW (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*)



Contrairement au système précédent (SP1), ces très grandes exploitations laitières du bassin du Gouessant, qui combinent cet élevage avec un élevage de porcs charcutiers, existent aussi sans méthaniseur. Leur fonctionnement avec et sans méthaniseur est présenté en figure 93.
Le fonctionnement du méthaniseur implique une production de 55 à 60 hectares de maïs et de 125 hectares de CIVE. Les grandes surfaces que possèdent ces agriculteurs permettent de réserver 20% de l'assolement à du maïs à vocation énergétique, tandis que 25% du maïs est réservé pour le cheptel et 7% sont vendus en grains. La part de maïs grain est plus importante dans l'assolement des exploitations avec méthaniseur que dans celle sans méthaniseur, car ces surfaces constituent des 'réserves de sécurité' : si les rendements du maïs ensilé, fourrager ou à vocation énergétique, s'avèrent trop faibles une année, une partie des surfaces en maïs grain (normalement récolté un peu plus tard dans l'année) peut être ensilée en compensation. L'accroissement des surfaces en maïs (+70%) s'est fait exclusivement au détriment des cultures de vente (blé, colza) qui, sans méthaniseur, occupent presque 50% de l'assolement. En interculture, toutes les dérobées fourragères à destination du cheptel sont maintenues, tandis que l'intégralité des couverts hivernaux sont remplacés par des CIVE d'hiver.

Dans l'objectif d'utiliser au moins 60% d'effluents d'élevage, afin de bénéficier de la prime 'effluents', ces agriculteurs modifient non seulement les systèmes de culture, mais aussi le système d'élevage bovin laitier. Ce dernier est conduit avec un peu de pâturage au printemps sans méthaniseur, alors qu'il est conduit en zéro pâturage strict dès lors que l'unité de méthanisation est installée. En effet, les méthaniseurs en cogénération dans le bassin du Gouessant sont de plus grande dimension que ceux du bassin rennais et requièrent alors de plus importantes quantités de biomasse, y compris d'effluents d'élevage. Or, la conduite en zéro-pâturage favorise la concentration et la collecte des effluents d'élevage en bâtiment. Une ration unique est alors distribuée toute l'année au cheptel, à partir de maïs ensilage, d'ensilage d'herbe et de concentrés azotés.
Comme pour les exploitations du bassin rennais, ces exploitations sont équipées d'un système de séchage en grange. Néanmoins, ce dernier est peu utilisé et la chaleur produite permet principalement de chauffer les bâtiments d'engraissement des porcs.

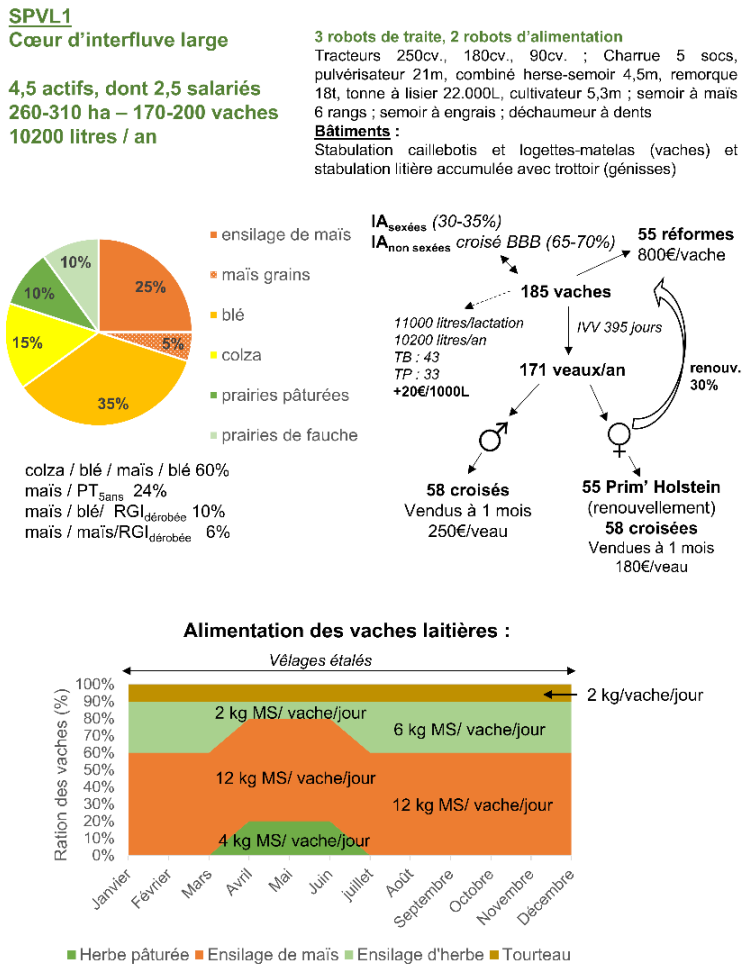
L'investissement initial dans ce type de méthaniseur, qui s'élève à 1 500 000€, comprend deux cuves pour le digesteur (pré-digestion et digestion), le bloc moteur (cogénération), une fosse de stockage des digestats et le séchoir. Ce type de méthaniseur était subventionné à hauteur de 20% par l'ADEME au moment de son installation, ce qui représente une subvention à l'investissement dans le même ordre de grandeur que pour les méthaniseurs en cogénération du bassin rennais (300 000€). Les charges annuelles portent sur les frais de maintenance (36 000€), plus élevés que pour les méthaniseurs de 150 kW (bassin rennais) en raison du forfait choisi, plus onéreux, mais comprenant une plus large couverture en cas de pannes ou d'un besoin de réparation. Nos entretiens révèlent que plus le méthaniseur est de grande dimension et peut produire d'énergie, et plus son fonctionnement est complexe et son entretien plus largement

délégué aux entreprises de développement de la méthanisation. Par conséquent, les coûts hors forfait relatifs à l'entretien et au renouvellement du matériel sont plus réduits que dans le bassin rennais (15 000€). Les frais d'assurance sont plus élevés avec ces grands méthaniseurs (10000€) ainsi que les analyses du digestat (1500€). La consommation électrique du méthaniseur a conduit ces agriculteurs à investir dans des panneaux photovoltaïques de 135 $kW_{crête}$, un an ou deux après la mise en route du méthaniseur. Ces derniers permettent de couvrir partiellement la facture d'électricité liée au fonctionnement du méthaniseur et de l'abaisser à 5000€ par an. L'énergie électrique produite par méthanisation est vendue 215€/MWh[55] d'après les entretiens réalisés.

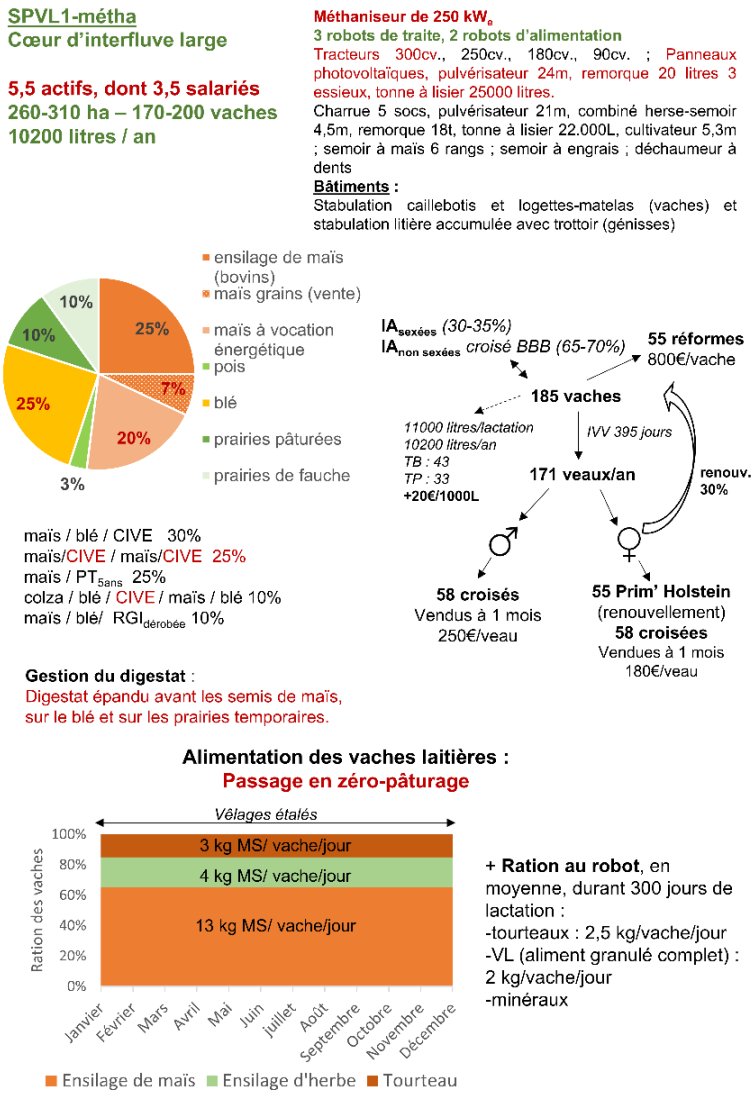
Ce type de méthaniseur implique des astreintes quotidiennes comprises entre une et deux heures par jour, un peu plus longues qu'avec les méthaniseurs en cogénération de 150 kW. Pour faire face à la charge de travail supplémentaire, ces grandes exploitations sous-traitent une partie des travaux de culture en ETA, et ont aussi parfois les moyens d'embaucher un salarié. Les exploitations avec méthaniseur du bassin du Gouessant sont les seules exploitations étudiées qui ont parfois embauché un salarié après l'installation du méthaniseur. Plusieurs hypothèses sont formulées pour expliquer cette observation : (1) les astreintes journalières sont plus importantes que pour les méthaniseurs du bassin rennais (dont la capacité de production d'énergie est plus faible) et ne peuvent pas être intégralement absorbées par le travail supplémentaire de la main-d'œuvre familiale (2) l'élevage de porcs charcutiers, en plus de l'élevage bovin, occupe plus de temps que l'élevage de volailles et permet moins de souplesse dans l'allocation des salariés entre les différentes tâches agricoles, (3) la très grande dimension des exploitations avec méthaniseur du bassin du Gouessant (plus de 260 hectares) limite le recours possible à une ETA (ou bien à une CUMA), dont le matériel et la main-d'œuvre restent limités et (4) l'agriculture du bassin du Gouessant est une agriculture plus patronale que celle du bassin rennais (*cf. chapitre 4*).
Le plus souvent, le salarié est affecté à la gestion de la biomasse pour le méthaniseur (pesée et incorporation dans la trémie) et soutient également l'exploitation au niveau des travaux de culture et éventuellement de l'élevage bovin.

[55] Prix pratiqués lors des entretiens en 2023.

Figure 93 : Fonctionnement du système de production SPVL1 sans et avec un méthaniseur de 250 kW à l'Est du bassin du Gouessant[56]



+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 300 jours de lactation :
-tourteaux : 2,5 kg/vache/jour
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/vache/jour
-minéraux



+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 300 jours de lactation :
-tourteaux : 2,5 kg/vache/jour
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/vache/jour
-minéraux

56 Texte en rouge : éléments différenciant les systèmes de production avec et sans méthaniseur.

c) Les méthaniseurs en injection de 80 Nm^3/h du bassin rennais

Le dernier type de méthaniseur détenu en individuel existant concerne les méthaniseurs en injection de 80 Nm^3/h de l'Ouest du bassin rennais, qui ont été installés à partir de 2019 (figure 94). Ces méthaniseurs, plus puissants que ceux en cogénération, peuvent produire environ 7100MWh par an, soit trois fois plus d'énergie que les méthaniseurs de 250 kW_e et cinq fois plus que ceux de 150 kW_e. Ces méthaniseurs en injection s'inscrivent dans des exploitations de 150 à 180 hectares (SP3), ce qui implique une production importante d'énergie par unité de surface, avec 40 MWh produits par hectare de SAU. C'est pourquoi cette production d'énergie modifie en profondeur le système de production qui lui est associé, et conduit même ces agriculteurs à recourir à des achats de biomasse.

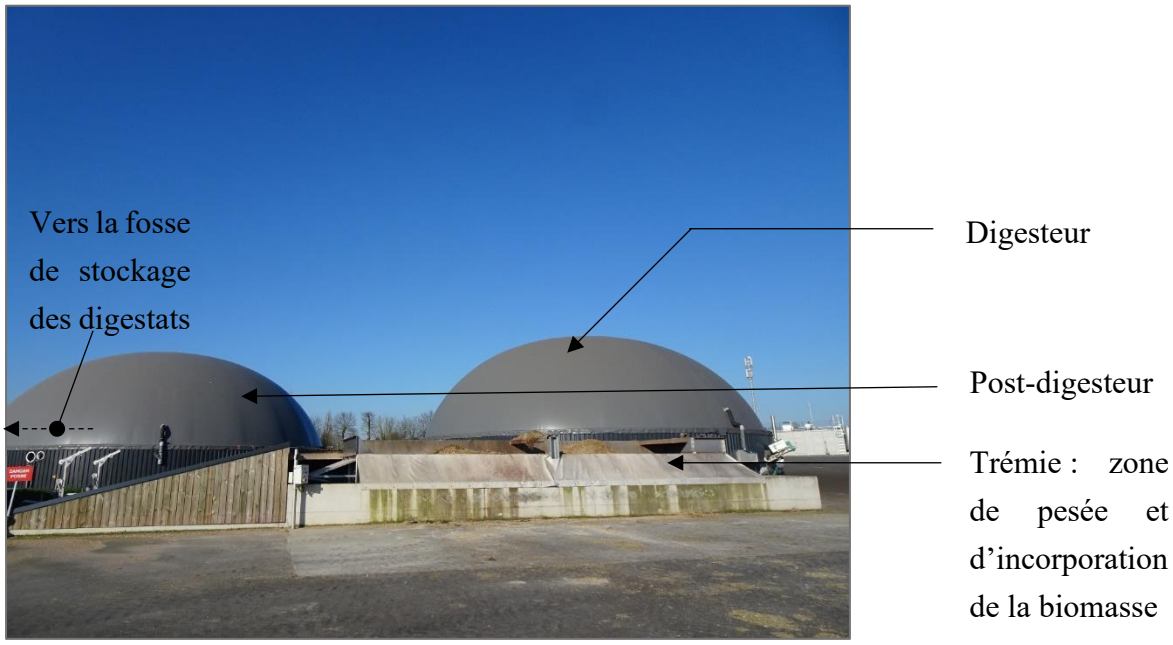
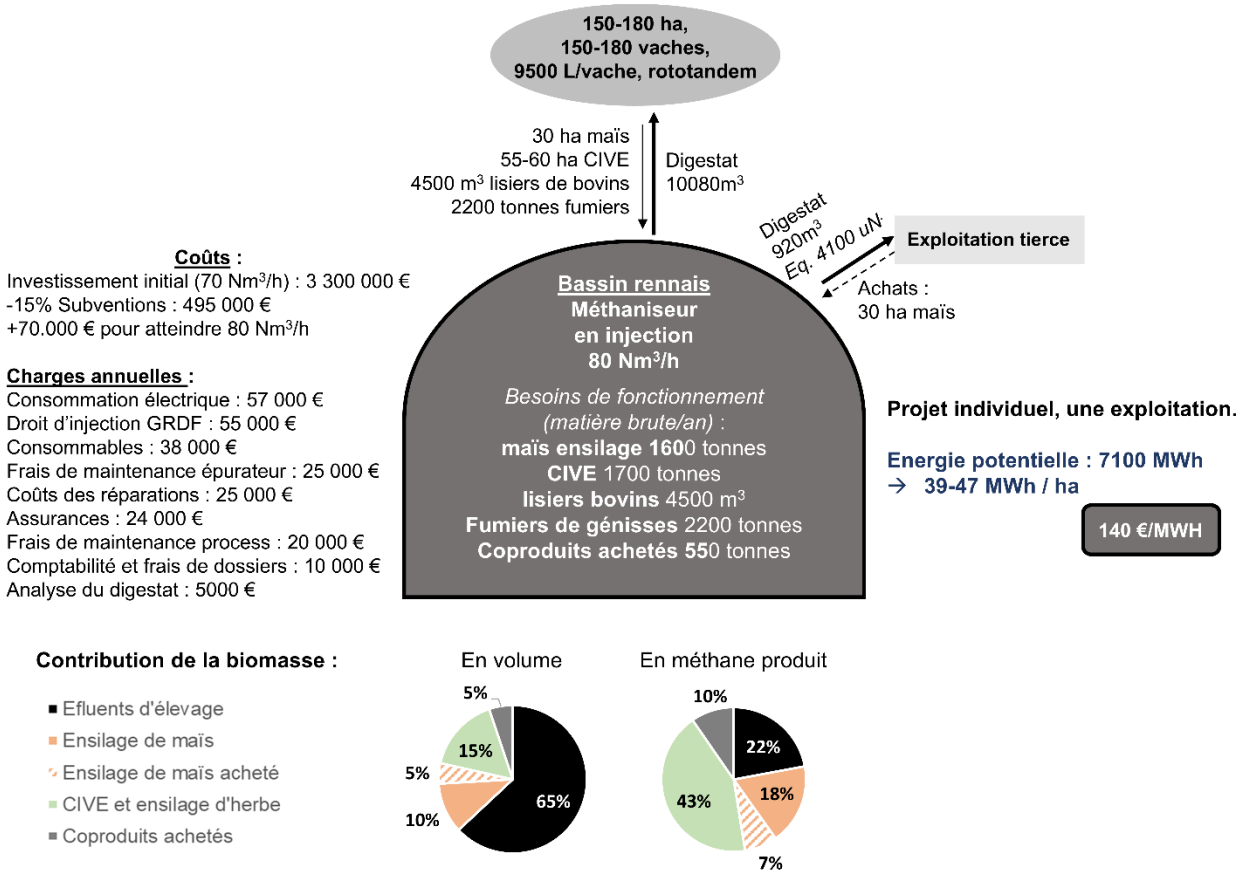


Figure 94 : Méthaniseur en injection de 75 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais. Photo : Réguer I., 2024.

La quantité de biomasse utilisée pour alimenter ce type de méthaniseur de 80 Nm^3/h est souvent comprise entre 30 et 35 tonnes par jour. Comme le montre la figure 95, cette biomasse est constituée d'environ 65% d'effluents d'élevage, de 15% d'ensilage de maïs – dont 5% environ ne proviennent pas de l'exploitation et ont été achetés – de 15% de CIVE et de 5% de coproduits issus de l'industrie agricole et agroalimentaire. Lors de leur installation, ces méthaniseurs présentaient une capacité d'injection de 70 Nm^3/h, qui a par la suite été accrue à 80 Nm^3/h à la faveur d'investissements complémentaires (70 000€). L'augmentation des niveaux d'injection n'a toutefois pas été permise par de la biomasse supplémentaire produite sur l'exploitation, mais par des apports extérieurs : principalement des achats auprès d'industries de l'agroalimentaire, et par des achats auprès d'autres exploitations voisines.

Les lisiers et les fumiers contribuent à hauteur d'environ 20% à la production de méthane. Le maïs et les CIVE contribuent respectivement à hauteur de 25% et 45% à la production d'énergie. Cette biomasse végétale correspond à 30 hectares de maïs et 55 à 60 hectares de CIVE produits sur l'exploitation et à environ 25 à 30 hectares de maïs achetés chaque année dans des exploitations tierces. Les coproduits de l'industrie, souvent très méthanogènes (autour de 130m^3 CH4/tonne), contribuent à hauteur de 10% à la production de méthane et sont achetés à des prix variables, mais pouvant atteindre 80€/tonne.

Figure 95 : Fonctionnement d'un méthaniseur en injection de 80 Nm^3/h (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*)



La figure 96 illustre le fonctionnement des exploitations mettant en œuvre le système de production SP3, selon qu'elles disposent, ou non, d'un tel méthaniseur de 80 Nm^3/h.

Les systèmes de culture de ces exploitations ont été fortement modifiés pour produire de la biomasse pour la production d'énergie. Le maïs à vocation énergétique occupe entre 15 et 20% des surfaces et cette proportion est en légère augmentation ces cinq dernières années, au détriment des surfaces en blé, qui occupe à peine un tiers de la surface de l'exploitation. Les rotations ont elles aussi été adaptées avec la substitution des CIVE à l'intégralité des couverts

hivernaux. La forte proportion de maïs dans l'assolement, comparativement à la situation sans méthaniseur (+35-40%), conduit ces agriculteurs à simplifier et raccourcir les rotations, dont une partie devient [maïs/CIVE$_{d'hiver}$ // maïs/CIVE$_{d'hiver}$]. Malgré la prédominance du maïs, ces agriculteurs ne produisent que 80% du maïs fourrager dont a besoin le cheptel et près de 70% du maïs à vocation énergétique nécessaire au fonctionnement du méthaniseur. C'est pourquoi ces derniers sont désormais contraints d'avoir recours à des achats.

Le passage en zéro-pâturage strict lors de la mise en route du méthaniseur a permis de concentrer les effluents d'élevage en bâtiment pour optimiser leur collecte, et de limiter les surfaces en prairies pour faciliter l'accroissement des surfaces en maïs. Comparativement, les éleveurs laitiers sans méthaniseur n'ont pas encore adopté une conduite en zéro-pâturage de leur cheptel. Les vaches pâturent en effet encore quelques heures au printemps et l'herbe représente alors, au maximum, 20% de la ration (environ 4kg de matière sèche par vache et par jour).

L'installation du méthaniseur a conduit à des investissements dans du matériel plus puissant, notamment un tracteur de tête de 250 chevaux, une tonne à lisier de 20m^3 mais aussi des panneaux photovoltaïques de 100 kW$_{crête}$. Par ailleurs, ces agriculteurs sont souvent dans une démarche active d'agrandissement de leur exploitation, car ils cherchent des hectares supplémentaires afin de limiter leur niveau de dépendance aux achats de biomasse.

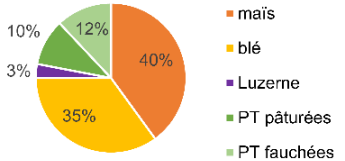
La charge de travail supplémentaire induite par ce type de méthaniseur est conséquente et correspond pratiquement à un temps plein. Elle est couverte en grande partie par une sous-traitance importante des travaux de culture auprès de CUMA et d'ETA lors des pics de travail (semis du maïs, moissons, ensilages, épandages), et par un alourdissement de la charge de travail des actifs familiaux pour assurer les astreintes journalières.

Figure 96 : Fonctionnement du système de production SP3 sans et avec un méthaniseur de 80 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais[57]

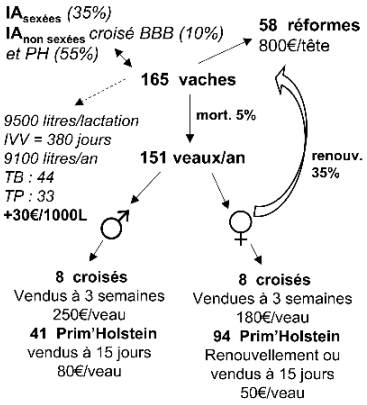
SP3
Cœur d'interfluve large

3 actifs, dont 1 salarié
150-180 ha – 150-180 vaches
9100 litres/an

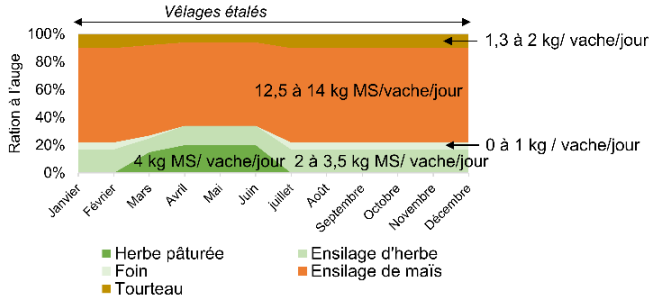
Rototandem 28 postes, Mélangeuse automotrice
Tracteurs 200ch, 110ch, 100ch, 90ch ; Charrue 5 socs, semoir à engrais, cultivateur, herse rotative, remorque 24t, pulvérisateur 24m.
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).



maïs / blé / RGI_{6mois} 40%
maïs / blé 30%
maïs / blé / luzerne $_{4ans}$ 5%
Sur les sols avec une plus faible épaisseur de limons : maïs / PT_{5ans} 25%



Alimentation des vaches laitières :

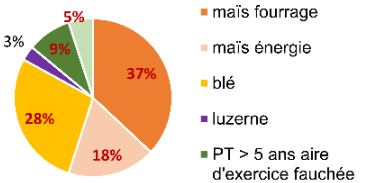


+ Ration au Distributeur Automatique de Concentrés (DAC), en moyenne, durant 320 jours de lactation :
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/vache/jour
-minéraux (500g)

SP3-métha
Cœur d'interfluve large

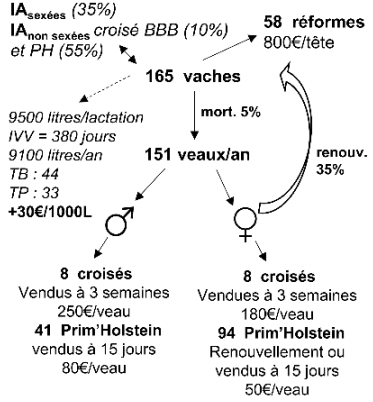
3 actifs, dont 1 salarié
150-180 ha – 150-180 vaches
9100 litres/an

Méthaniseur en injection – 80 Nm^3/h
Rototandem 28 postes, Mélangeuse automotrice
Tracteur 250 cv, 150cv, 110cv, 100cv, 90cv. ; Charrue 5 socs, semoir à engrais, cultivateur, herse rotative, remorque 24t, pulvérisateur 24m.
Panneaux photovoltaïques 100 kWcrête ; télescopique ; tonne à lisier 20000L, passage en largeur 4 mètres pour : semoir, herse, cultivateur.
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).

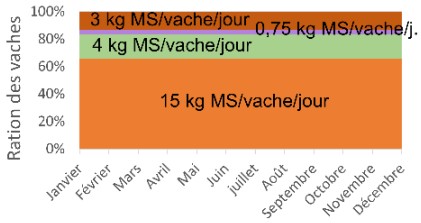


maïs / blé / RGI_{6mois} 40%
maïs / CIVE 24%
maïs / blé / CIVE 16%
maïs / blé / luzerne $_{4ans}$ 5%
maïs / PT_{5ans} 6%
$PT_{longue\ durée}$ / $PT_{longue\ durée}$ 9% (aire d'exercice)

Gestion du digestat :
Digestat épandu avant les semis de maïs et de dérobée.



Alimentation des vaches laitières :
Passage en zéro-pâturage



+ Ration au Distributeur Automatique de Concentrés (DAC), en moyenne, durant 320 jours de lactation :
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/vache/jour
-minéraux (500g)

[57] Texte en rouge : éléments différenciant les systèmes de production avec et sans méthaniseur.

2.2.2. Les méthaniseurs en copropriété : des caractéristiques et des effets variables selon le montage du projet

L'ampleur des modifications engendrées sur les systèmes de production par les méthaniseurs détenus en copropriété est très variable selon la puissance du méthaniseur et le type de montage (nombre d'exploitations partenaires, surfaces disponibles).

Le plus souvent, les agriculteurs investisseurs s'associent au sein d'une Société par Actions Simplifiées (SAS). Le montage juridique est réalisé fréquemment de manière à répartir l'investissement initial entre les exploitations agricoles impliquées (deux à quatre dans le bassin rennais). Mais il peut arriver que la répartition se fasse en fonction du nombre d'agriculteurs : dans le cas d'une copropriété composée de six agriculteurs, une exploitation avec deux actifs familiaux investira à hauteur de deux sixièmes alors qu'une exploitation avec un seul actif ne prendra en charge qu'un sixième de l'investissement. La répartition du résultat se fait ensuite au prorata du nombre de parts.

Si le facteur principal conditionnant la copropriété reste la capacité d'investissement de chaque agriculteur, ces associations sont aussi conditionnées par les niveaux de connaissances mutuelles préalables des agriculteurs entre eux et par les distances entre exploitations. En effet, des transports réguliers doivent être réalisés pour acheminer la biomasse. C'est pourquoi un partenariat entre exploitations agricoles trop éloignées risquerait d'alourdir les coûts liés à l'acheminement de cette dernière.
Dans le bassin rennais, les exploitations partenaires se trouvent en moyenne dans un rayon de 5 kilomètres les unes des autres. Les transports sont quotidiens pour acheminer le fumier frais, afin de conserver son pouvoir méthanogène, et hebdomadaires pour les lisiers (2 à 3 transports par semaine). Les productions végétales sont acheminées sur le site du méthaniseur et stockées en silos lors des récoltes. Le digestat est quant à lui le plus souvent stocké majoritairement sur le site du méthaniseur dans une fosse principale (environ 10000 à 15000m^3), ainsi que dans des fosses déportées chez les agriculteurs associés. Dans ce cas, le transport est sous-traité afin de transporter d'importants volumes grâce aux grands équipements de certaines CUMA (camions automoteurs d'épandage de 30m^3) et de réduire les coûts. Ces coûts d'épandage sont alors pris en charge sur le compte de la SAS. Au moment des épandages, le digestat stocké est pompé et acheminé de manière hebdomadaire vers les différents sites d'épandages. Le digestat est réparti entre les exploitations en 'équivalent azote' : tout l'azote organique apporté par une exploitation à travers les effluents d'élevage et la biomasse végétale, lui est retourné sous forme de digestat, qui contient entre 4 et 4,5 unités d'azote par mètre cube dans les cas étudiés du bassin rennais.

Les travaux de culture, principalement les ensilages et les épandages de digestat, sont sous-traités et acquittés par la SAS. Au sein du bassin rennais, plusieurs CUMA ou inter-CUMA se sont adaptées aux exigences des agriculteurs avec méthaniseur et possèdent aujourd'hui des

matériels spécifiques et plus performants que ceux de certaines ETA. Ces CUMA disposent par exemple d'ensileuses de grande capacité (580 chevaux, 10 rangs), de tonnes à lisier de 25m^3, de plusieurs rampes à pendillards (24 mètres, 16 mètres) et d'enfouisseurs (cultures et prairies). Un camion d'épandage de 30m^3 est par ailleurs détenu en inter-CUMA dans le bassin rennais et circule à 80% pour transporter et épandre des digestats. Nombreux sont les collectifs d'agriculteurs disposant d'un méthaniseur qui font donc plutôt appel à ces CUMA plutôt qu'à des ETA, parfois plus chères et moins équipées.

Dans le cas des petites copropriétés (à deux ou trois exploitations), le travail d'astreinte est assuré par le ou les actifs de l'exploitation agricole où se situe le méthaniseur. Dans le cas des copropriétés réunissant plus d'agriculteurs (à quatre exploitations), le méthaniseur ne se trouve pas forcément sur l'une des exploitations agricoles. Dans ce cas, l'astreinte est assurée par l'agriculteur qui est le moins en mesure d'apporter de grandes quantités de biomasse (SP15), qui est aussi celui qui enregistre les revenus les plus limités et qui dispose d'une plus grande disponibilité en temps de travail. Parfois, ce travail est rémunéré par la SAS : le bénéfice sert en priorité à rémunérer ce travail, avant d'être réparti équitablement entre les différentes entités juridiques (personnes ou exploitations agricoles) présentes au capital. Ce travail d'astreinte – qui consiste à charger la trémie, à surveiller les données de production et de fonctionnement et à assurer les démarches administratives – peut varier d'environ 2 à 4 heures par jour. Le travail supplémentaire global (astreintes et travaux de culture compris) représente l'équivalent d'un temps plein. Néanmoins, la répartition du travail entre les exploitations et la sous-traitance des travaux ne conduit pas à l'embauche d'un salarié dans ces systèmes en copropriété étudiés.

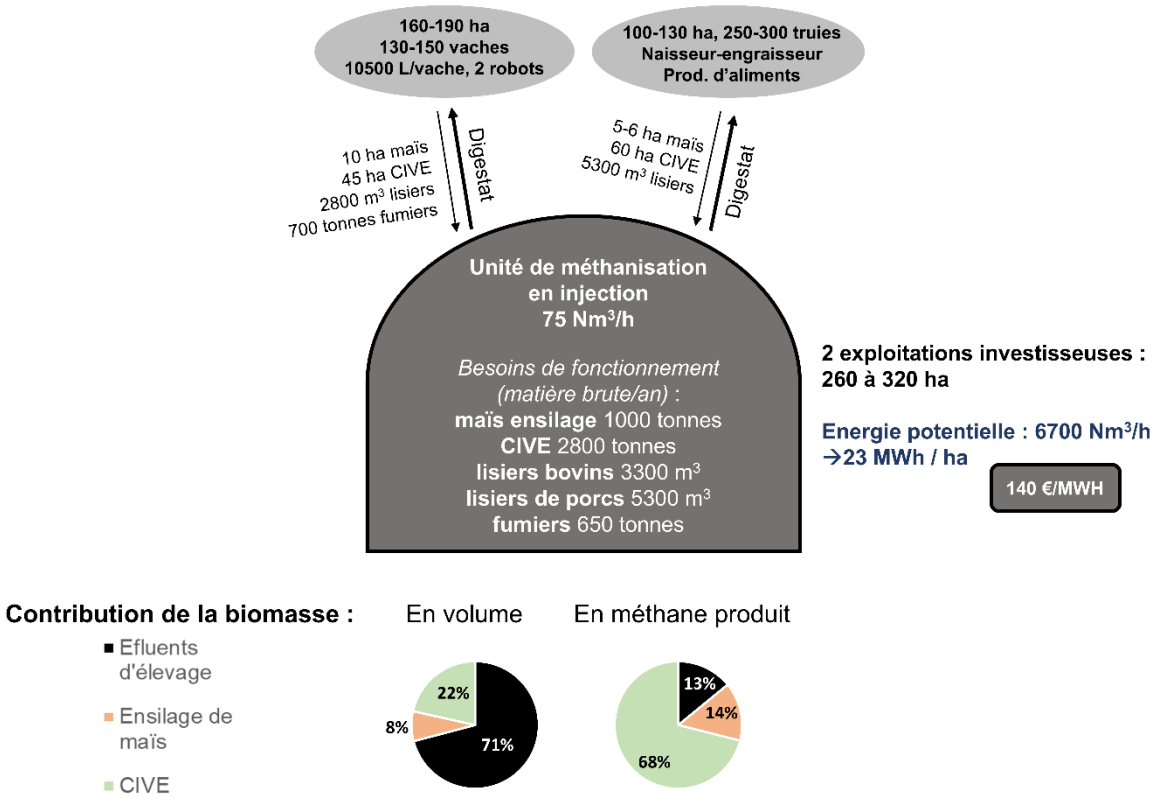
a) Les méthaniseurs de 75 Nm^3/h détenus en copropriété entre une grande exploitation laitière et une grande exploitation porcine

Les méthaniseurs de 75 Nm^3/h sont détenus par deux grandes exploitations, l'une laitière de 160 à 190 hectares avec 130 à 150 vaches (SP2-bis) et l'autre porcine avec 100 à 130 hectares et 250 à 300 truies (SP13).

Le méthaniseur se trouve le plus souvent directement sur le siège de l'une des deux exploitations. Bien que la sous-traitance en prestation complète auprès de CUMA reste importante (ensilages, moissons, une partie des épandages), les deux exploitations s'entraident pour conduire au maximum les travaux de culture par elles-mêmes et de manière mutualisée. C'est pourquoi ces agriculteurs s'équipent de matériels plus performants qu'ils mutualisent, comme une tonne à lisier de grande capacité (au moins 20 m^3) et un tracteur télescopique.

Comme le révèle la figure 97, qui illustre le fonctionnement d'un méthaniseurs de 75 Nm^3/h détenu en copropriété, l'association des deux exploitations permet à ces agriculteurs de bénéficier *a minima* d'un total de 260 hectares de SAU (la somme des surfaces des deux exploitations). Ce méthaniseur fonctionne avec 70% d'effluents d'élevage, constitués de lisiers de porcs, de lisiers de bovins et de fumiers de bovins. La biomasse végétale introduite est constituée de 20% de CIVE et d'environ 10% de maïs, dont un tiers est acheté. En effet, ce type de montage conduit à une production de 23 MWh par hectare, ce qui ne permet pas à ces agriculteurs d'être parfaitement autonomes dans la production de biomasse pour le méthaniseur et les conduit à réaliser ces achats.
Les exploitations porcines avec une fabrique d'aliments et intra-consommation de maïs et de blé pour l'engraissement des porcs charcutiers sont, comme les exploitations laitières, limitées dans la production de maïs à vocation énergétique puisqu'elles doivent consacrer une partie de leur sole à la production de grains pour le cheptel. En revanche, ces dernières ne cultivent aucune dérobée fourragère en interculture et peuvent donc produire d'importantes quantités de CIVE en les substituant aux couverts. Ainsi, dans ce montage, l'exploitation porcine fournit 5 à 6 hectares de maïs et 60 hectares de CIVE, l'exploitation laitière fournit environ 10 hectares de maïs et 45 hectares de CIVE, et s'ajoutent à cela 5 à 10 hectares de maïs ensilage qui sont achetés en complément à des exploitations voisines.

Figure 97 : Fonctionnement d'un méthaniseur de 75 Nm^3/h détenu en copropriété à deux exploitations (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*)

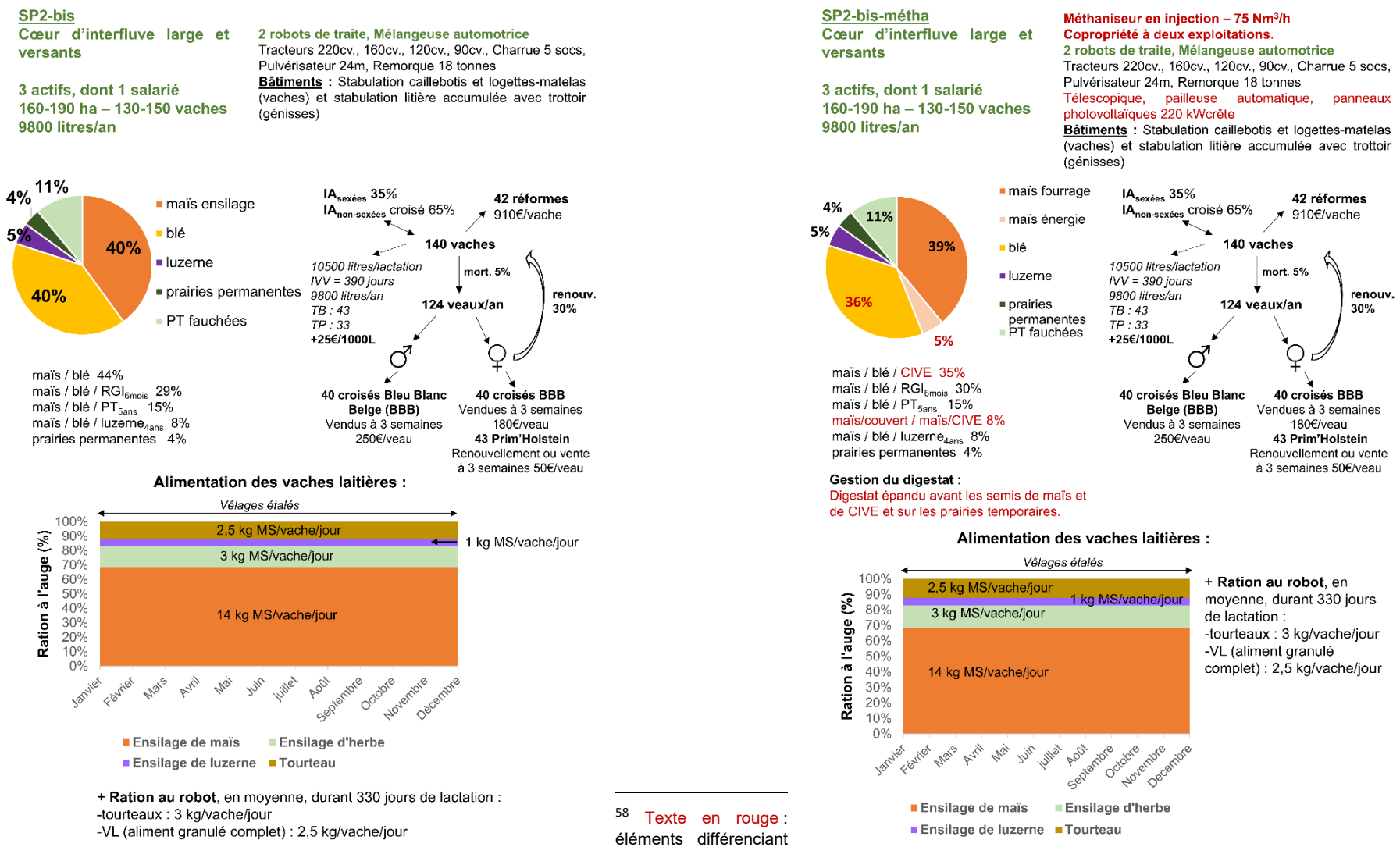


La production de cette biomasse à vocation énergétique conduit à modifier les systèmes de culture de ces exploitations, les systèmes d'élevage ne sont en revanche pas affectés par le méthaniseur. En effet, ces exploitations conduisent leur cheptel en zéro-pâturage qu'il y ait, ou non, un méthaniseur.

La figure 98 illustre le fonctionnement des exploitations laitières (SP2-bis) avec et sans méthaniseur détenu en copropriété. Pour produire la biomasse à vocation énergétique, les systèmes de culture sont modifiés avec une augmentation (+10%) des surfaces cultivées en maïs, afin de consacrer 5% des surfaces de l'exploitation au maïs énergie, qui se fait au détriment des surfaces en blé. L'intégralité des couverts hivernaux est remplacée par des CIVE d'hiver. En plus du matériel détenu en copropriété avec l'exploitation partenaire, ces agriculteurs avec méthaniseur ont acheté une pailleuse automatique afin de gagner du temps sur le paillage des stabulations des génisses.

La figure 99 illustre quant à elle le fonctionnement des exploitations porcines (SP13) avec et sans ce type de méthaniseur. Lorsque ces agriculteurs disposent d'un méthaniseur, ils substituent du maïs à vocation énergétique aux quelques hectares de maïs grain vendu (5% des surfaces totales), il n'y a donc pas d'accroissement des surfaces totales en maïs. En revanche, ces derniers ne cultivent aucune dérobée fourragère et peuvent donc substituer d'importantes surfaces de CIVE aux couverts hivernaux.

Figure 98 : Fonctionnement du système de production SP2-bis sans et avec un méthaniseur de 75 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais[58]



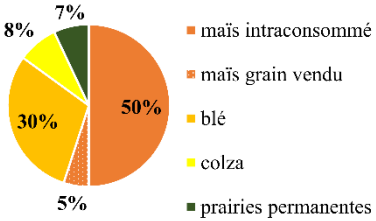
[58] Texte en rouge : éléments différenciant les systèmes de production avec et sans méthaniseur.

Figure 99 : Fonctionnement du système de production SP13 sans et avec un méthaniseur de 75 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais

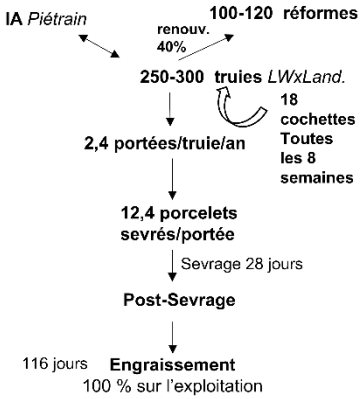
SP13
Cœur d'interfluve large et versants

3 actifs, dont 1 salarié
100-130 ha – 250-300 truies
Conduite en 7 bandes
Prêteur de terre

Fabrique partielle d'aliments
Tracteurs 180ch, 125ch ; Charrue 9 socs, cultivateur 5m, combiné herse-semoir 4,5m, pulvérisateur 24m, Moissonneuse 6,1m en copropriété
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis ; Machine à soupe ou chaîne d'alimentation et granulés



maïs / maïs / blé / colza / blé 40%
maïs / blé 28%
maïs / maïs 25%
prairies permanentes 7%



Alimentation des truies et des porcs :

- **Suivi informatisé de l'alimentation**
- **Alimentation multi-phasée**
- Distribution sous forme de granulés ou de soupe
- Fabrication partielle d'aliments : 50% d'incorporation de maïs + 20% de blé + 30% d'aliments pour 66% de l'engraissement
- Achat d'aliments pour les truies et 33% de l'engraissement (site secondaire)
- Maïs et blé à 100% produits sur l'exploitation
- IC-*global moyen* = 2,7
- 8,5 tonnes d'aliments consommées/truie et sa suite/an

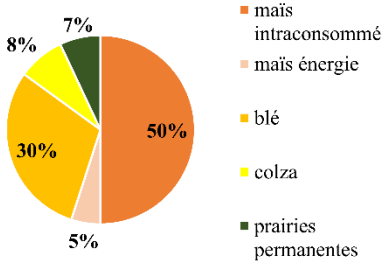
Gestion des effluents d'élevage :

Lisier de porcs et de truies :
épandus avant les semis de maïs principalement

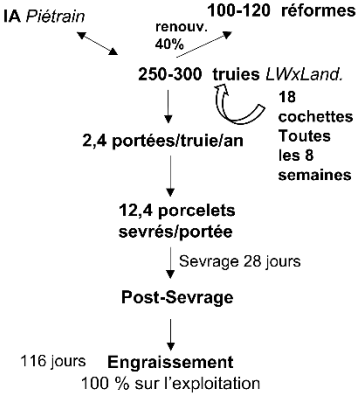
SP13-métha
Cœur d'interfluve large et versants

3 actifs, dont 1 salarié
100-130 ha – 250-300 truies
Conduite en 7 bandes
Prêteur de terre

Méthaniseur en injection – 75 Nm3/h
Copropriété à deux exploitations.
Fabrique partielle d'aliments
En copropriété avec l'exploitation partenaire :
1 télescopique, panneaux photovoltaïques 220 kWcrête
Tracteurs 180ch, 125ch ; Charrue 9 socs, cultivateur 5m, combiné herse-semoir 4,5m, pulvérisateur 24m, Moissonneuse 6,1m en copropriété
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis ; Machine à soupe ou chaîne d'alimentation et granulés



maïs / CIVE / maïs / blé / colza / blé/ CIVE 40%
maïs / blé / CIVE 28%
maïs/CIVE / maïs /couvert 25%
prairies permanentes 7%



Alimentation des truies et des porcs :

- **Suivi informatisé de l'alimentation**
- **Alimentation multi-phasée**
- Distribution sous forme de granulés ou de soupe
- Fabrication partielle d'aliments : 50% d'incorporation de maïs + 20% de blé + 30% d'aliments pour 66% de l'engraissement
- Achat d'aliments pour les truies et 33% de l'engraissement (site secondaire)
- Maïs et blé à 100% produits sur l'exploitation
- IC-*global moyen* = 2,7
- 8,5 tonnes d'aliments consommées/truie et sa suite/an

Gestion des effluents d'élevage :

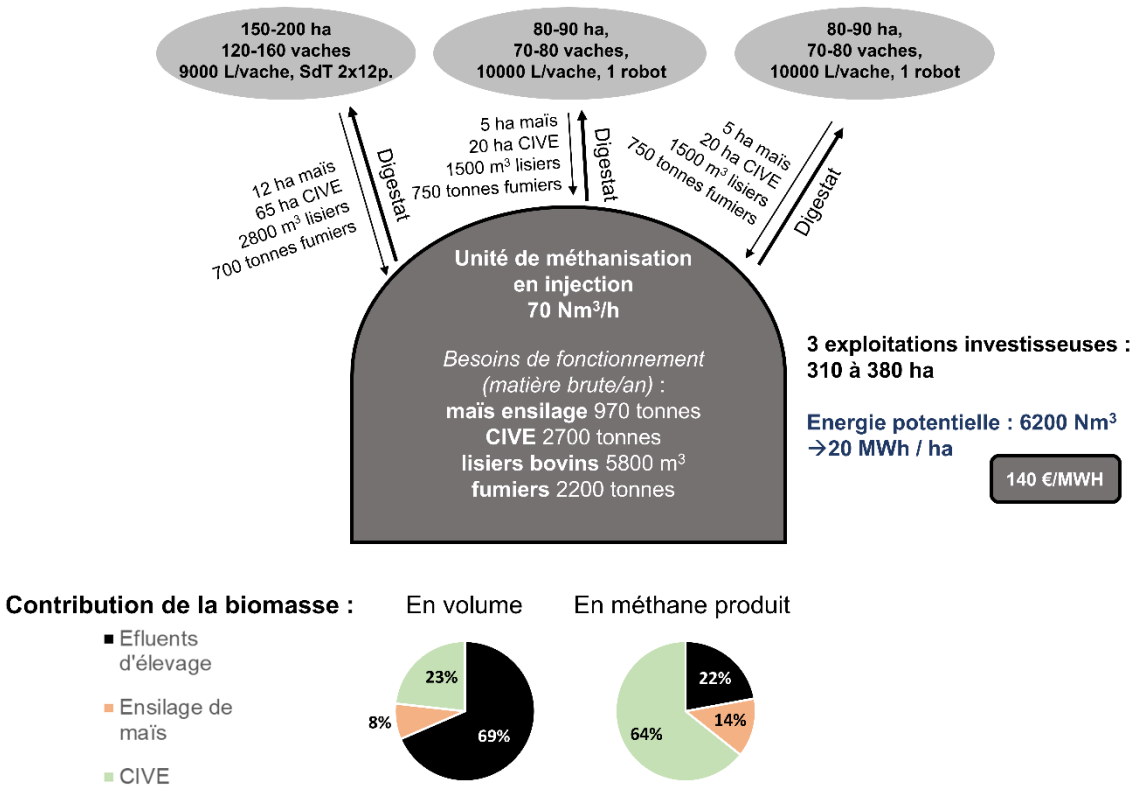
Lisier de porcs et de truies :
Introduit dans le méthaniseur.
Digestats : épandu avant les semis de maïs et de CIVE.

b) Les méthaniseurs de 70 Nm^3/h détenus par trois exploitations laitières de dimensions différentes

Certaines copropriétés s'organisent autour d'un méthaniseur de 70 Nm^3/h entre une grande exploitation laitière avec 150 à 200 hectares (SP4-bis) et deux plus petites exploitations laitières de 80 à 90 hectares (SP6). Ces copropriétés sont systématiquement impulsées par les agriculteurs de la plus grande exploitation, sur laquelle est d'ailleurs installé le méthaniseur.

Comme le révèle la figure 100, l'association permet à ces agriculteurs de bénéficier d'au moins 310 hectares de SAU au total. Le méthaniseur fonctionne avec 70% d'effluents d'élevage, constitués de lisiers de bovins, de fumiers, ainsi que de 20 à 25% de CIVE et 5 à 10% de maïs. Aucune biomasse supplémentaire achetée n'est nécessaire dans le cadre de ce montage (20MWh produits par hectare).
Tous les porteurs de projet contribuent à la hauteur des surfaces et de la gamme de cheptel dont ils disposent, mais les trois exploitations fournissent l'intégralité de leurs effluents d'élevage, produisent toutes du maïs énergie et ont remplacé l'intégralité de leurs couverts hivernaux par des CIVE. La grande exploitation laitière fournit ainsi 2800m^3 de lisier et 700 tonnes de fumier, 65 hectares de CIVE et une dizaine d'hectares de maïs. Les deux autres exploitations fournissent chacune leur lisier et leur fumier, peuvent produire 5 hectares de maïs et presque 20 hectares de CIVE. Dans tous les cas, le système d'élevage n'est pas modifié par l'introduction du méthaniseur.

Figure 100 : Fonctionnement d'un méthaniseur de 70 Nm^3/h détenu en copropriété à trois exploitations (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*)

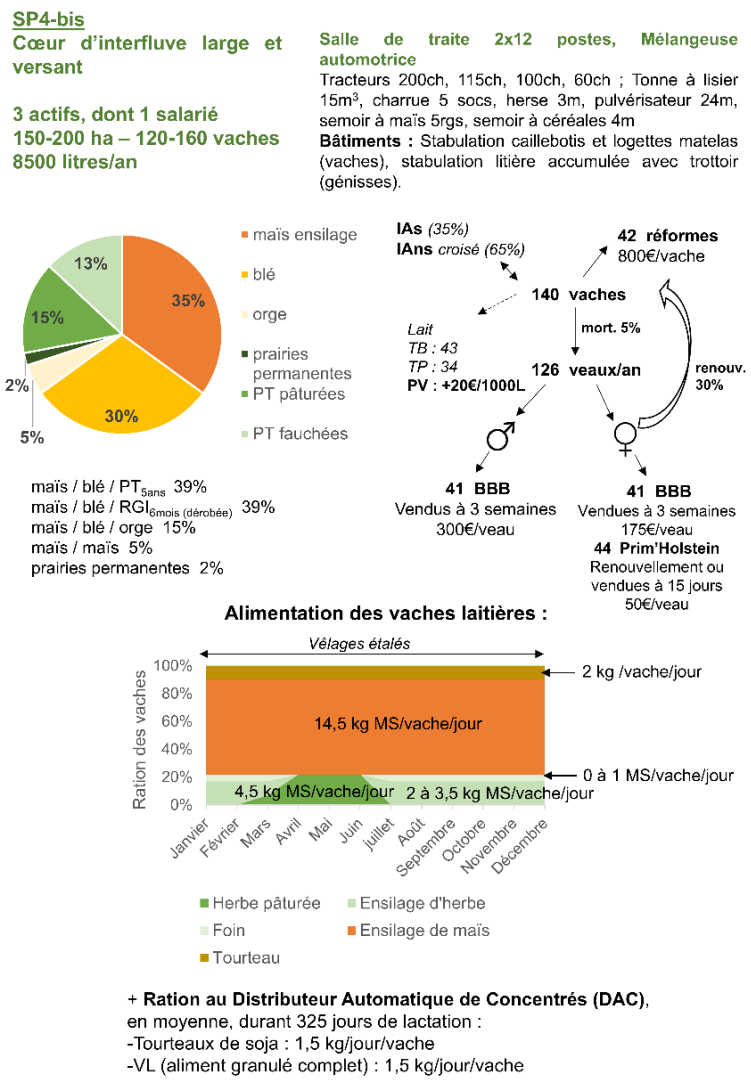


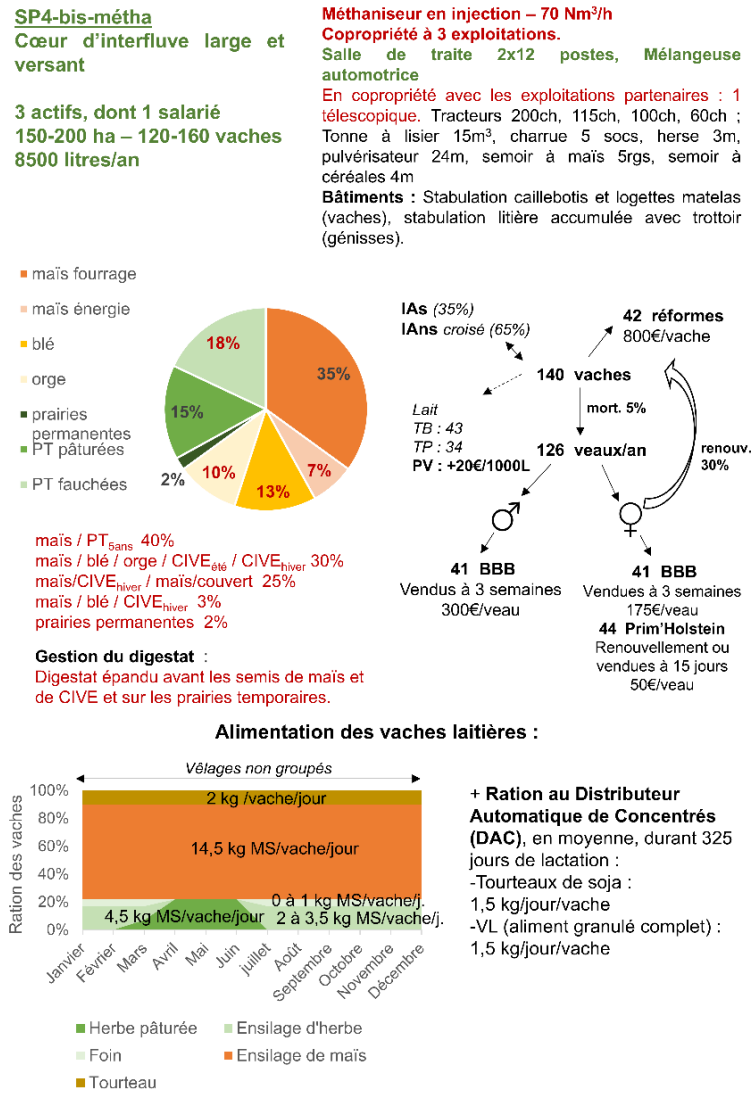
La figure 101 présente le fonctionnement des exploitations, avec et sans méthaniseur, mettant en œuvre le SP4-bis. Avec un méthaniseur, ces grandes exploitations laitières augmentent leurs surfaces en maïs (+20%) afin de produire du maïs à vocation énergétique et d'augmenter les surfaces en orge, qui sont doublées, pour faciliter l'implantation de CIVE d'été. Ces surfaces supplémentaires sont cultivées au détriment des surfaces en blé (-40%). Les surfaces en prairies sont maintenues, mais la part en prairies temporaires fauchées augmente. Ces surfaces fauchées compensent les surfaces en ray-grass d'Italie qui disparaissent des dérobées avec l'introduction des CIVE d'été et d'hiver.

La figure 102 présente quant à elle le fonctionnement des plus petites exploitations laitières impliquées dans cette copropriété (SP6). Ces exploitations disposent d'un peu moins de souplesse pour introduire de larges parts de maïs à vocation énergétique et de CIVE. Les systèmes de culture peuvent tout de même être adaptés en augmentant les surfaces en maïs (+15%) au détriment des surfaces en blé. Le reste de l'assolement peut ainsi être maintenu. Les rotations sont adaptées en remplaçant les couverts par des CIVE d'hiver.

Dans le cadre de ce montage, seul un tracteur télescopique supplémentaire, qui est lui aussi détenu en copropriété, est acheté au moment de l'installation du méthaniseur.

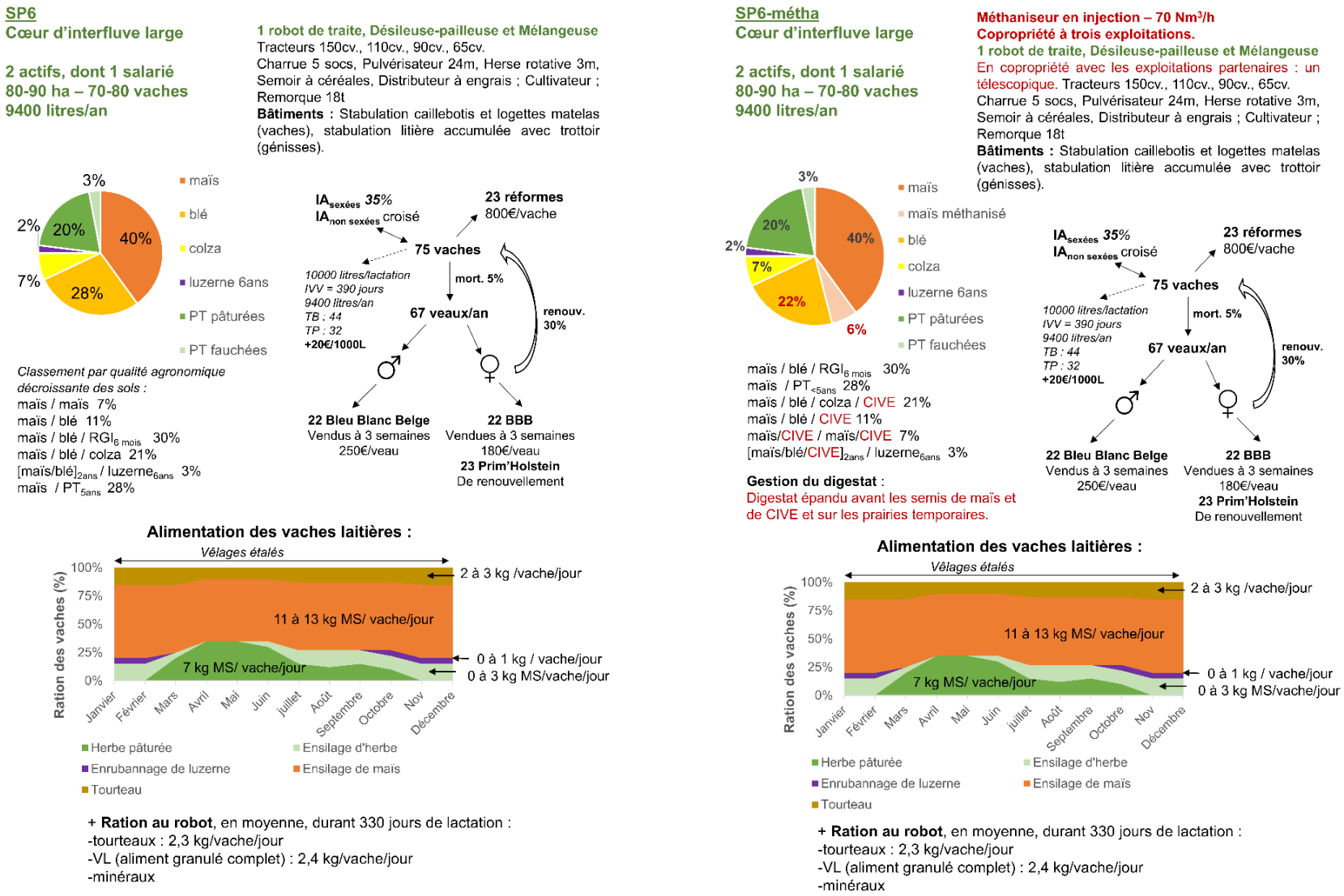
Figure 101 : Fonctionnement du système de production SP4-bis sans et avec un méthaniseur de 70 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais[59]





[59] Texte en rouge : éléments différenciant les systèmes de production avec et sans méthaniseur.

Figure 102 : Fonctionnement du système de production SP6 sans et avec un méthaniseur de 70 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais



c) Les très grands méthaniseurs en injection de 140 Nm^3/h détenus en copropriété

Les copropriétés qui s'organisent autour des méthaniseurs de 140 Nm^3/h rassemblent quatre exploitations agricoles : deux grandes exploitations initiatrices du projet, l'une en élevage bovin laitier avec 160 à 190 hectares et 130 à 150 vaches (SP2-bis) et l'autre en élevage porcin naisseur-engraisseur avec 100 à 130 hectares et 250 à 300 truies (SP13), qui s'associent avec deux autres exploitations plus petites, en élevage bovin laitier pour l'une (SP4, 100 à 130 hectares et 120 à 160 vaches) et bovin allaitant pour l'autre (SP15, 55 à 65 hectares et 55 à 65 vaches allaitantes).

Pour faciliter les démarches administratives et obtenir les autorisations d'exploiter, ces agriculteurs ont parfois fait le choix de faire une demande et d'investir d'abord dans un méthaniseur de 90 Nm^3/h. Ces derniers ont ensuite accru la capacité d'injection, à la faveur d'investissements complémentaires (de l'ordre d'un million d'euros), une fois le méthaniseur installé. Cette démarche permet de simplifier le processus administratif jusqu'à la mise en route du méthaniseur et d'éviter les risques d'oppositions au projet, en particulier en cas d'enquêtes publiques.

Comme le révèle la figure 103, qui illustre le fonctionnement de ce méthaniseur et de cette copropriété, les quatre exploitations partenaires représentent au moins 415 hectares de SAU. Ce type de méthaniseur de 140 Nm^3/h fonctionne avec un apport quotidien de 60 à 65 tonnes de biomasse. Les exploitations détentrices du méthaniseur produisent environ 85% de la biomasse (du maïs, des CIVE, des fumiers et des lisiers) et doivent acheter les 15% restants, principalement du maïs, des CIVE et des fumiers. En effet, avec 25 MWh produits par hectare, ces agriculteurs ne sont pas autonomes pour la production de biomasse méthanogène.
Les deux grandes exploitations, l'une laitière et l'autre porcine, produisent à elles seules 70% de la biomasse méthanogène produite par les quatre exploitations. Elles produisent la même quantité de biomasse que lorsqu'elles s'associent uniquement à deux autour d'un méthaniseur de 75Nm^3/h : 9 à 10 hectares de maïs et 45 hectares de CIVE pour l'exploitation laitière, 5 à 6 hectares de maïs et 60 ha de CIVE pour l'exploitation porcine. La plus petite exploitation laitière (SP4) produit 25% de la biomasse du collectif et apporte 7 hectares de maïs, 35 hectares de CIVE ainsi que tous ses lisiers et fumiers. L'exploitation en bovin allaitant (SP15) est en revanche plus limitée pour produire de la biomasse. Elle ne fournit alors que 5% de la biomasse du collectif, uniquement sous forme de fumiers de bovins, et l'actif familial fournit sa force de travail par la prise en charge des astreintes journalières.

Les systèmes de production des deux grandes exploitations sont modifiés de manière équivalente à ce qui est observé lors de leur association autour d'un méthaniseur de 75 Nm^3/h. La figure 104 illustre les changements observés au sein du système de production SP4 avec l'installation d'un méthaniseur. Dans ce cas, les agriculteurs réservent 5% des surfaces à du maïs énergie et introduisent aussi du seigle (ou bien une culture à vocation énergétique pérenne,

comme la silphie) comme culture principale dans l'assolement. Ces modifications de l'assolement se font au détriment du blé qui n'est plus cultivé.
La figure 105 illustre quant à elle les changements observés au sein du SP15 en système bovin allaitant. Les rotations et l'assolement ne peuvent pas être modifiés, car toutes les surfaces constituent des surfaces fourragères indispensables au cheptel bovin allaitant. C'est pourquoi le système de production n'est presque pas modifié, seuls les épandages de digestat se substituent aux épandages des fumiers de bovins, à présent intégralement réservés à la méthanisation.
En plus du méthaniseur, les quatre exploitations disposent aussi d'un tracteur télescopique et de panneaux photovoltaïques en copropriété.

Comme présenté en figure 103, les quatre exploitations ayant des parts dans le méthaniseur ne peuvent pas produire à elles seules l'intégralité de la biomasse nécessaire au fonctionnement de l'unité. Elles achètent donc systématiquement de la biomasse auprès d'agriculteurs tiers. Il s'agit comparativement d'exploitations laitières de plus petite taille (SP10 : 60 à 70 hectares et 60 à 70 vaches), ou d'exploitations de 60 à 70 hectares ayant cessé récemment l'activité laitière, faute de pouvoir poursuivre les investissements, et qui se consacrent désormais à l'engraissement de jeunes bovins (SP16). Ces exploitations échangent parfois simplement leurs effluents – plutôt des fumiers, plus méthanogènes que les lisiers – contre du digestat. Les exploitations laitières vendent aussi parfois des CIVE (jusqu'à 20 hectares) qu'elles peuvent cultiver à la place de couverts hivernaux. Ces dernières ne produisent pas de maïs pour le méthaniseur, car elles le réservent à leur cheptel laitier. Les exploitations qui engraissent de jeunes bovins disposent en revanche de surfaces en cultures de vente suffisantes pour vendre du maïs à vocation énergétique (maximum 10 hectares). Ces ventes se font toujours accompagnées d'un retour en digestat, équivalent à la quantité d'azote apportée dans la biomasse vendue.

Figure 103 : Fonctionnement global et organisation entre les exploitations détentrices d'un méthaniseur de 140 Nm^3/h et les exploitations tierces fournisseuses de biomasse. *(Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.)*

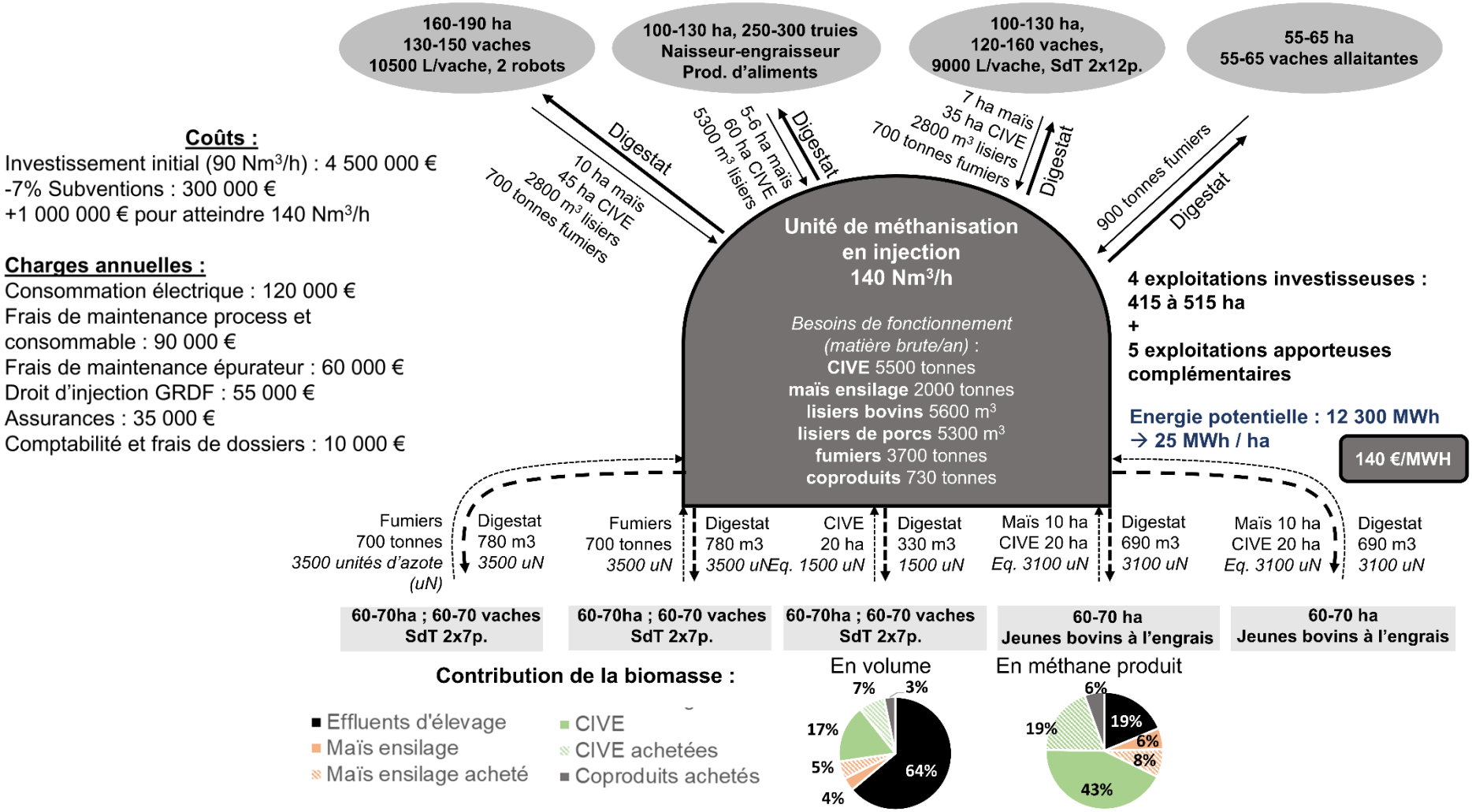
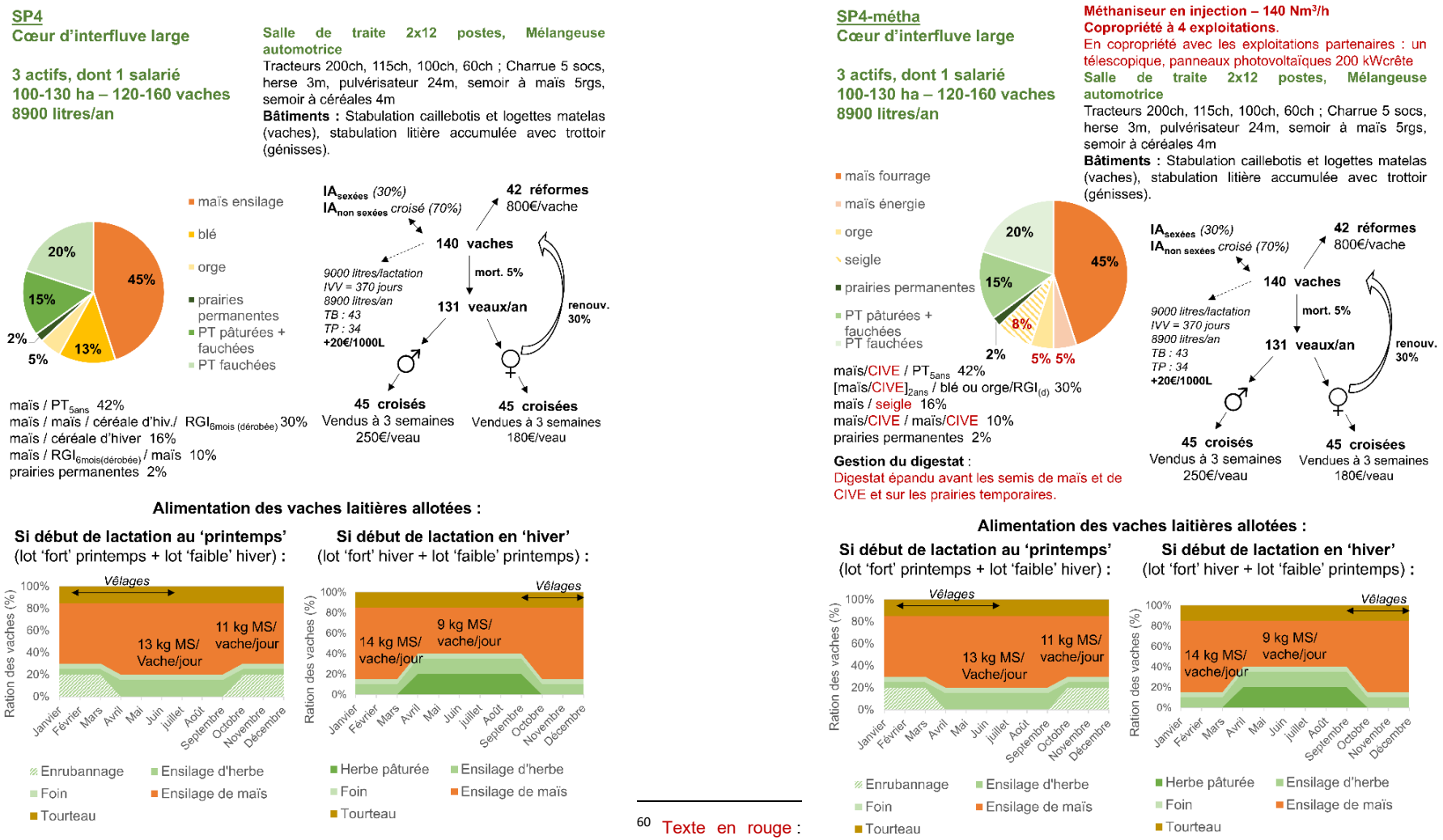
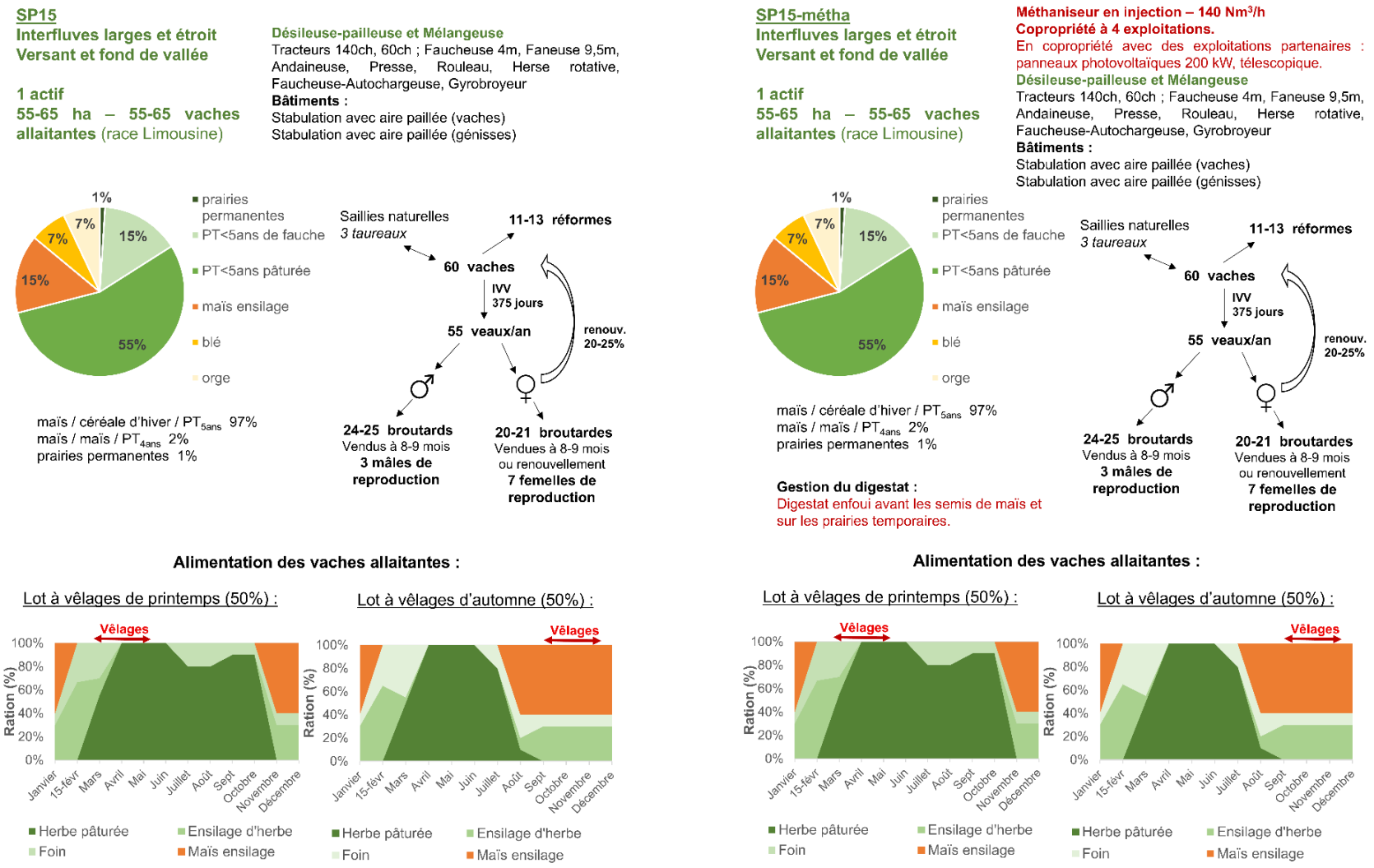


Figure 104 : Fonctionnement du système de production SP4 sans et avec un méthaniseur de 140 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais[60]



[60] Texte en rouge : éléments différenciant les systèmes de production avec et sans méthaniseur.

Figure 105 : Fonctionnement du système de production SP15 sans et avec un méthaniseur de 140 Nm3/h à l'Ouest du bassin rennais



3. La méthanisation : un accroissement du revenu des agriculteurs, assuré par une forte bonification des prix

La connaissance du fonctionnement technique des systèmes de production qui disposent d'un méthaniseur permet de calculer leurs résultats économiques et de les comparer à ceux des systèmes de production sans méthaniseur. Cette démarche permet d'évaluer l'impact socio-économique de la méthanisation sur les exploitations agricoles et la différenciation socio-économique qu'elle engendre dans les deux régions.

A l'instar des calculs économiques effectués au chapitre 4 pour les systèmes de production sans méthaniseur, la valeur ajoutée par actif et le revenu par actif familial peuvent être calculés pour les systèmes de production avec méthaniseur (*cf.* chapitre 2).
Le calcul de la valeur ajoutée se fonde, dans ce cas, sur : le produit brut total, qui comprend à la fois le produit brut agricole et le produit brut lié à la vente de l'énergie (le produit du potentiel de production d'énergie par le prix de marché de l'énergie), sur les consommations intermédiaires, qui intègrent les coûts liés au fonctionnement du méthaniseur, et sur les consommations de capital fixe, qui intègrent la dépréciation du méthaniseur et des équipements qui lui sont associés (silos, tracteurs, télescopique, etc). Pour rappel, la valeur ajoutée nette décrit la richesse réellement créée sur l'exploitation agricole, elle ne comprend donc pas les subventions éventuelles perçues par les agriculteurs, telles que les subventions versées par l'Etat dans le cadre de la bonification des prix de l'énergie.
En revanche, le calcul du revenu intègre ces subventions, ainsi que les coûts liés aux facteurs de production, tels que le remboursement des intérêts du capital emprunté, les salaires versés à la main-d'œuvre ou encore le coût des fermages. Le montant des subventions versées dans le cadre des prix bonifiés correspond à la différence entre le prix garanti par l'Etat et le prix de marché de l'énergie. Ces prix garantis, soutenus par l'État en 'guichet ouvert', sont fixés pour chaque méthaniseur en fonction d'un calcul complexe, intégrant un grand nombre de paramètres, défini par arrêté ministériel. Ces prix, propres à chaque système de production avec méthaniseur, ont été discutés au cours des entretiens et appliqués dans le cadre de la modélisation. Le tableau 18 suivant résume, pour des exemples de méthaniseurs des deux bassins étudiés, les prix pratiqués en 2024 et utilisés pour les calculs.

Type de méthaniseur	Prix pratiqués (€/MWh)
Cogénération de 150 kW_e	240
Cogénération de 250 kW_e	215
Injection de 70 à 140 Nm^3/h	140

Tableau 18 : Prix bonifiés de rachat de l'énergie produite par méthanisation pratiqués au sein du bassin rennais et du bassin du Gouessant.

Si le méthaniseur modélisé est adossé à plusieurs exploitations, les calculs économiques se fondent sur la même logique, en s'appuyant sur le fonctionnement de la copropriété modélisé. Dans tous les cas étudiés, les copropriétés s'organisent en une société liée au méthaniseur, telle qu'une SAS[61] par exemple. Les agriculteurs mutualisent alors les charges et les recettes et les divisent ensuite équitablement entre les différents associés de la société. C'est pourquoi le calcul économique se fonde sur la même logique : le produit brut et les consommations intermédiaires et de capital fixe sont calculés à l'échelle du méthaniseur, et sont ensuite ventilés entre les différentes exploitations impliquées.
Ces montages juridiques (comme la SAS par exemple), sont toutefois soumis à l'impôt sur les sociétés, et non pas à l'impôt sur les revenus. De plus, les revenus issus de la vente de l'énergie ne constituent pas des revenus agricoles, et ne sont donc pas soumis à la Mutualité Sociale Agricole (MSA). C'est pourquoi, pour faciliter la comparaison des revenus entre les systèmes de production avec et sans méthaniseur, ce sont les revenus bruts, agricoles ou issus de la production d'énergie, avant prélèvement des cotisations et des impôts qui sont présentés.

3.1. La méthanisation : un gage de renforcement des revenus pour les investisseurs [62]

La comparaison des revenus bruts avant tout prélèvement (impôts, cotisations) des différents systèmes de production avec méthaniseur permet d'évaluer dans quelle mesure ces revenus sont modifiés par la production d'énergie. La figure 106 présente les revenus bruts médians par actif familial obtenus pour différents types de méthaniseur et divers montage (cogénération/injection, copropriété/individuel). Ces revenus bruts médians sont obtenus en considérant les valeurs médianes des gammes de cheptel et des gammes de surfaces propres à chaque système de production.

Dans tous les cas étudiés, la mise en place d'un méthaniseur conduit à une hausse importante du revenu des agriculteurs ayant investi dans l'unité. La figure révèle par exemple une augmentation de plus de 30% du revenu avec l'introduction d'une unité en cogénération de 250kW$_e$ adossée à de vastes exploitations laitières dans le bassin du Gouessant (SP VL1, 260 à 310 hectares, 170 à 200 vaches). À l'Ouest du bassin rennais, les exploitations avec 180 à 230 hectares et élevage combiné de vaches laitières et de volailles (SP1) existent uniquement adossées à des méthaniseurs de 150 kW$_e$. Ces dernières enregistrent des revenus médians parmi les plus élevés de la petite région, de l'ordre de 125000€ brut par actif avant impôts et prélèvements des cotisations.

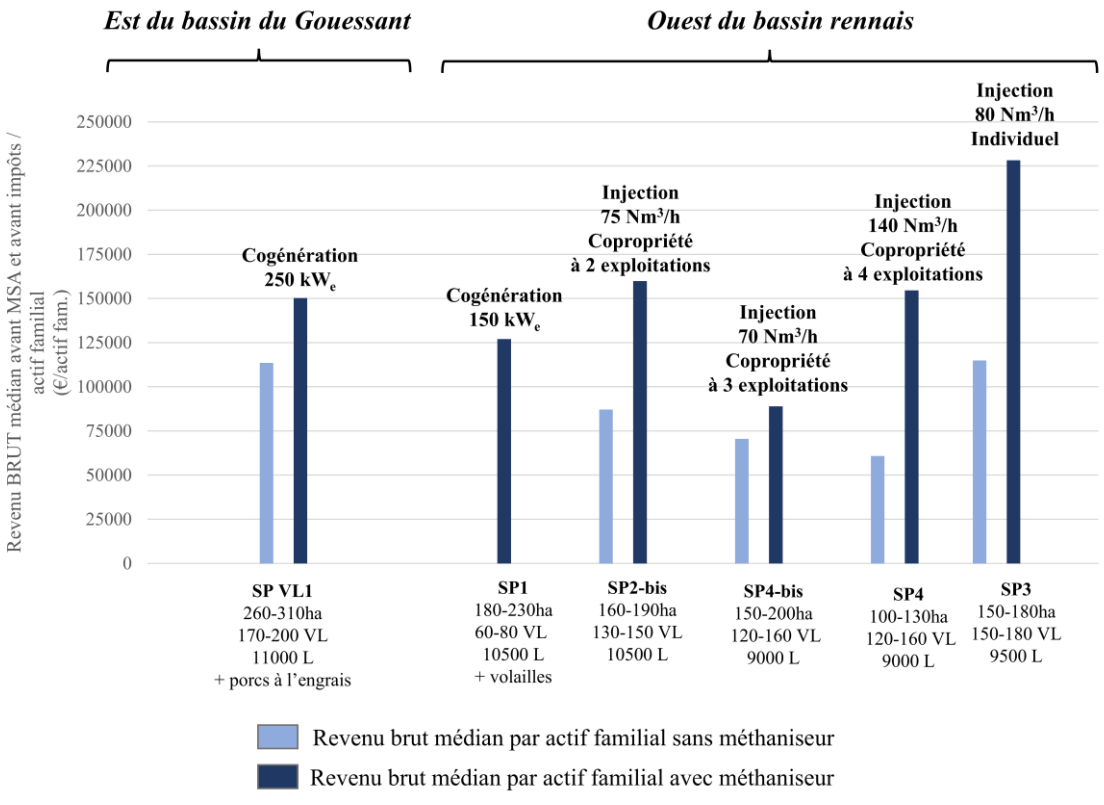
Les hausses de revenus les plus importantes s'observent toutefois pour les exploitations ayant investi dans un méthaniseur en injection. Dans le cas d'une copropriété à deux exploitations,

[61] Société par Actions Simplifiée
[62] Cette sous-partie est adaptée de l'article : Réguer, I., & Garambois, N. (2025). La méthanisation agricole en Bretagne : Différenciation socio-spatiale et politiques publiques. *Annales de Géographie*, n°766, p. 20-21. © Dunod Éditeur.

un méthaniseur de 75 Nm^3/h peut permettre d'accroître de plus de 50 % le revenu brut par actif exploitant (SP2-bis). Lorsque les agriculteurs montent ce même type d'unité, mais adossé à trois exploitations (unité de 70Nm^3/h), l'accroissement du revenu par actif est plutôt de l'ordre de 25%. Dans le cas des grandes copropriétés dans lesquelles les revenus sont partagés entre quatre exploitations, les hausses de revenu sont importantes (environ +80%), car le méthaniseur (140 Nm^3/h) produit de plus grandes quantités d'énergie.

Les hausses de revenu les plus significatives sont néanmoins enregistrées lorsque l'investissement est réalisé par une seule exploitation. Le revenu brut par actif exploitant peut alors plus que doubler (exemple des exploitations de 150 à 180 hectares et 150 à 180 vaches, SP3).

Figure 106 : Revenus bruts médians pour des systèmes de production avec et sans méthaniseur à l'Est du bassin du Gouessant et à l'Ouest du bassin rennais



L : litres par vache et par lactation
VL : vaches laitières

Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

3.2. D'importantes économies d'échelle réalisées avec les méthaniseurs à forte capacité de production d'énergie

La connaissance des coûts spécifiques à chaque méthaniseur modélisé permet de comparer, pour des méthaniseurs différents et donc des niveaux de production d'énergie différents, si des économies d'échelle peuvent s'appliquer.

Pour mener cette comparaison, la figure 107 présente, pour différents méthaniseurs, les coûts enregistrés, ramenés par unité d'énergie produite (MWh/an). Ces coûts comprennent : les coûts relatifs à la production de la biomasse végétale (maïs, CIVE), tels que les coûts des semences, des engrais et des produits phytosanitaires ; les coûts relatifs aux frais de CUMA ou d'ETA (ensilages, épandages, etc.) ; les frais de maintenance et d'entretien du méthaniseur, tels que les frais de maintenance de l'épurateur, les frais d'entretien du matériel, les frais de réparation (enveloppe comptée par l'agriculteur chaque année pour couvrir les éventuelles pannes) ; les autres consommations, telles que les frais d'assurance et de comptabilité, ou encore les coûts relatifs à l'achat de biomasse en dehors des exploitations partenaires (auprès d'exploitations voisines ou des industries revendant des coproduits) ; et enfin la dépréciation du matériel, c'est-à-dire la valeur perdue chaque année par les équipements du fait de leur utilisation, qui intègre le méthaniseur, mais aussi les équipements achetés à l'occasion de l'installation de ce dernier, tels que les nouveaux tracteurs, le tracteur télescopique, les éventuels panneaux photovoltaïques, la nouvelle tonne à lisier etc.

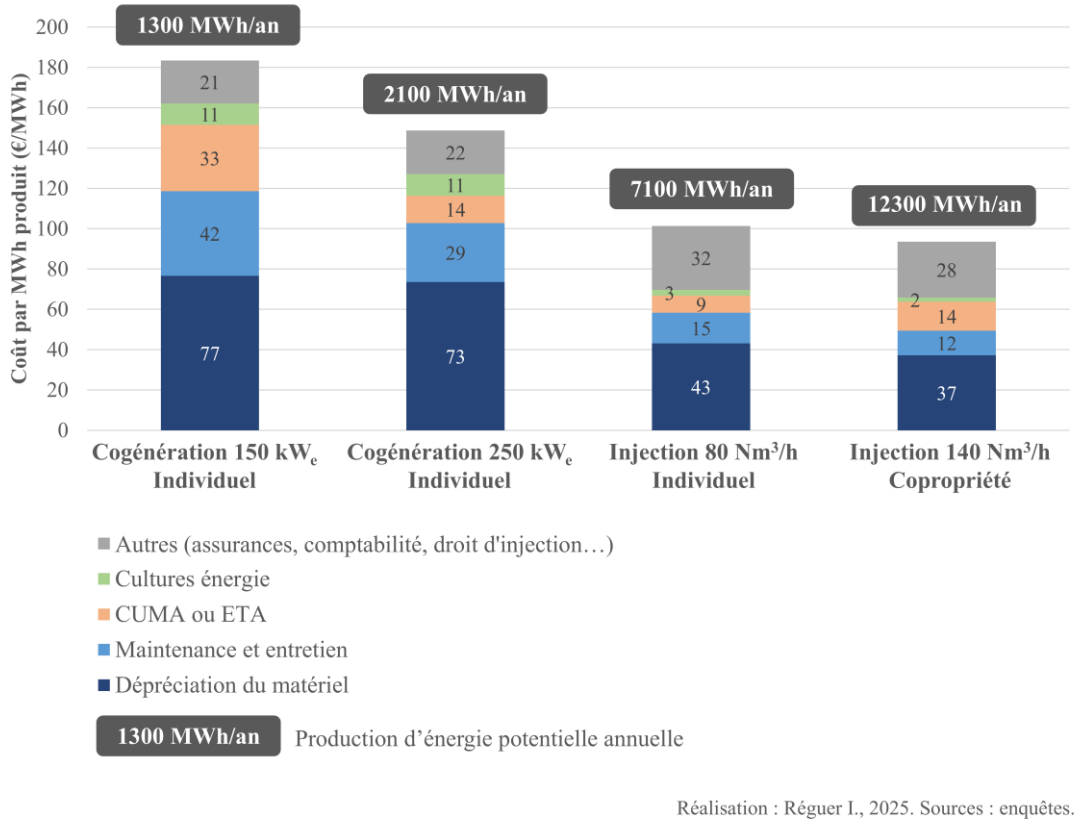
La figure révèle que des économies d'échelle s'appliquent et sont marquées entre les plus petits méthaniseurs en cogénération (150 kW), qui présentent une production potentielle d'énergie de 1300 MWh/an, et les plus puissants en injection (140 Nm^3/h) avec une production potentielle de 12300MWh/an. Alors que l'ensemble des consommations intermédiaires et de capital fixe s'élèvent à un peu plus de 180€/MWh produit pour les méthaniseurs de 150 kW, ils s'élèvent à moins de 95€/MWh pour les méthaniseurs de 140 Nm^3/h, soit presque deux fois moins.
Les économies d'échelle sont marquées au niveau de la dépréciation du matériel, près de deux fois plus faible pour les plus grands méthaniseurs, car ces derniers représentent un investissement de plusieurs millions d'euros, mais produisent des quantités d'énergie considérables.
La même logique s'applique pour ce qui relève des frais de maintenance et d'entretien : alors que les plus petits méthaniseurs enregistrent des coûts de 42€/MWh, les méthaniseurs les plus puissants enregistrent des coûts de 12€/MWh. Les frais de maintenance sont en effet souvent facturés au forfait, dont le montant varie un peu d'un méthaniseur à l'autre, mais n'est pas strictement proportionnel à la quantité d'énergie produite.
Les frais de sous-traitance des travaux de culture (CUMA, ETA) dépendent du montage réalisé (individuel/copropriété). Dans le cas des investissements individuels, la tendance est à la diminution des coûts lorsque le méthaniseur est plus puissant (un facteur 4 s'applique :

33€/MWh pour un méthaniseur de 150 kW contre 9€/MWh pour un méthaniseur de 80 Nm^3/h). En revanche, dans le cas des copropriétés, comme c'est le cas pour les méthaniseurs de 140Nm^3/h, les frais de sous-traitance s'élèvent à 14€/MWh. Les coûts par MWh sont donc plus élevés que pour les méthaniseurs en injection, moins puissants, mais détenus en individuel. Cela s'explique par le fonctionnement de la copropriété. Les divers transports à effectuer pour épandre le digestat entre les différentes exploitations de la copropriété sont plus importants par exemple. Alors que le coût d'épandage est compris entre 3 et 4€/m^3 épandu en individuel d'après nos entretiens, il est plutôt compris entre 4 et 4,5€/m^3 en copropriété, car les distances parcourues sont plus importantes. La même logique s'applique lors des ensilages : les déplacements sont souvent plus longs et nombreux et augmentent la facture de la prestation.

Pour ce qui est des coûts relatifs à la production de biomasse végétale (maïs, CIVE), les économies d'échelles sont plutôt à lire entre les deux types de méthaniseur existants (cogénération/injection). En cogénération, les coûts sont de 11€/MWh, quel que soit le niveau de production d'énergie (150 ou 250 kW). Cela traduit la proportionnalité des frais de culture dans cette gamme de production d'énergie (1300-2100 MWh/an). En revanche, ces valeurs sont beaucoup plus limitées en injection. Elles restent néanmoins dans le même ordre de grandeur entre les différents méthaniseurs en injection (80 et 140 Nm^3/h) et s'élèvent à près de 2-3€/MWh.

Pour les autres coûts (comptabilité, assurances, etc.) les différences sont peu marquées entre méthaniseurs. Des coûts toutefois légèrement plus importants sont à souligner en injection, en raison des achats de biomasse en dehors des exploitations partenaires.

Figure 107 : Décomposition des consommations intermédiaires et des dépréciations de capital fixe par mégawatt heure produit en fonction du type de méthaniseur.



Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

3.3. De forts niveaux de richesse captée au titre de la production d'énergie

Les hausses de revenu par actif familial conséquentes enregistrées dans les exploitations avec méthaniseur sont assurées par des prix très bonifiés de l'énergie et garantis pour 15 à 20 ans par l'Etat.

La modélisation réalisée permet de calculer et de comparer les niveaux de valeur ajoutée agricole et de valeur ajoutée liée à la méthanisation. Cette dernière est calculée uniquement à partir du prix de marché de l'énergie et traduit la richesse réellement créée par l'activité de méthanisation. En effet, les subventions octroyées dans le cadre de la bonification des prix de l'énergie produite par méthanisation ne contribuent pas à créer de la richesse, mais correspond à de la valeur créée ailleurs dans l'économie, qui est collectée par l'État et redistribuée vers les différents agents économiques nationaux, ici les agriculteurs avec méthaniseur.

La figure 108 représente la valeur ajoutée agricole et la valeur ajoutée liée à la production d'énergie par actif, et les met en regard avec les niveaux de subventions par actif (octroyées à travers les prix bonifiés de l'énergie), afin d'appréhender le niveau de ces soutiens et l'origine de l'accroissement important des revenus. En d'autres termes, cette figure permet de comparer les niveaux de richesse réellement créée par l'ensemble des actifs, à la richesse captée par ces actifs.

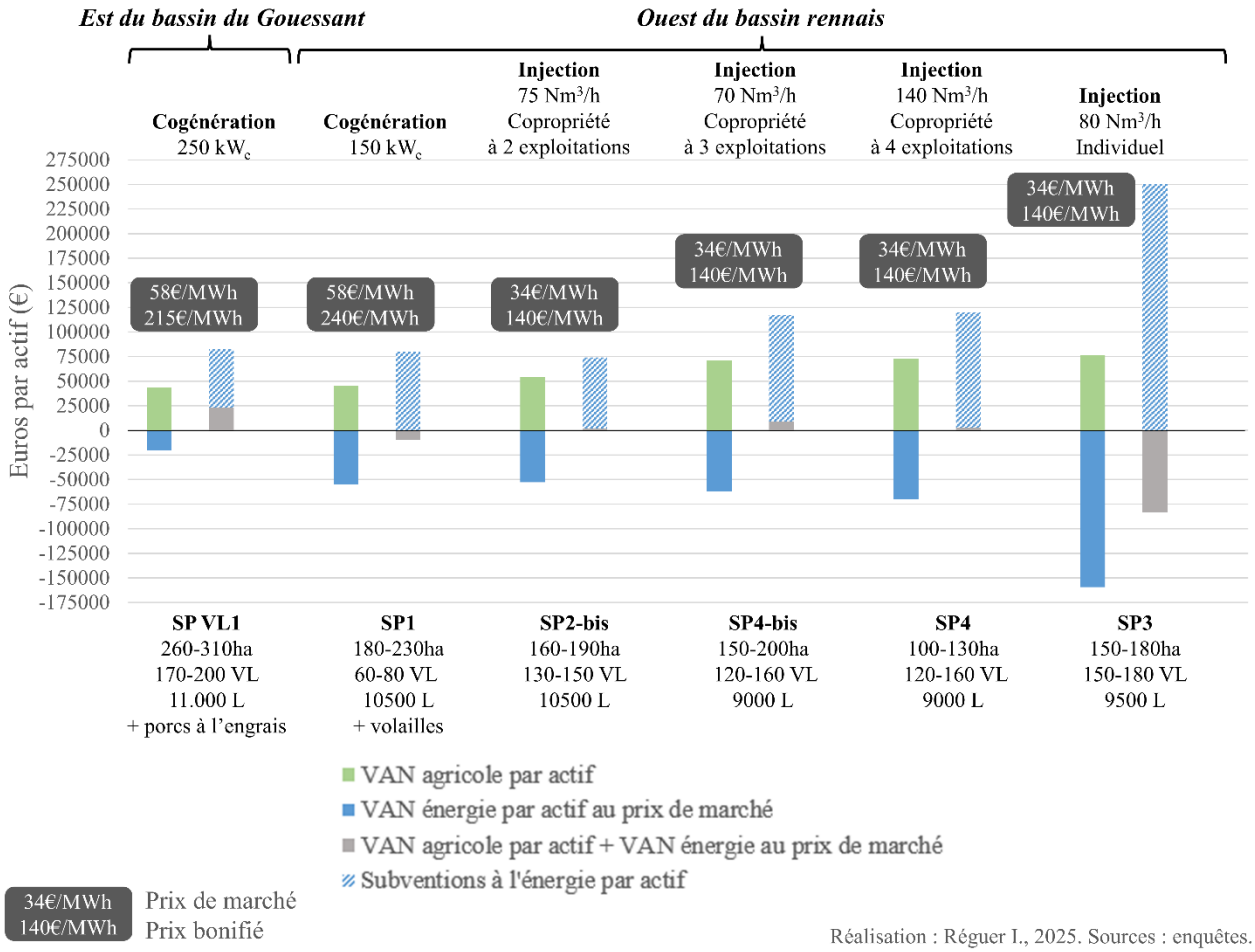
Afin de calculer la valeur ajoutée liée à l'énergie, les prix spot de l'énergie ont été utilisés : le prix de l'électricité correspond au prix moyen relevé sur le marché de l'électricité européen EPEX en 2024 et s'élève à 58€/MWh (RTE, 2025), tandis que le prix du gaz retenu correspond au prix moyen du gaz en 2024 sur le marché PEG et s'élève à 34 €/MWh (Comité National Routier, 2025). Le montant des subventions par actif correspond à la différence suivante : [énergie produite par actif x prix bonifié – énergie produite par actif x prix de marché], puisque l'Etat couvre la différence entre le prix garanti et le prix de marché.

La figure révèle que, dans tous les cas étudiés, la valeur ajoutée par actif liée à la méthanisation est négative (comprise entre -20000€ et -160000€ pour les montants médians). Ce résultat indique que les prix de marché ne permettent pas de couvrir l'intégralité des coûts relatifs au fonctionnement des différents méthaniseurs (*cf. supra* pour le détail des coûts). Au minimum, ces subventions relatives aux prix bonifiés s'élèvent à près de 59000€ par actif et par an pour les méthaniseurs en cogénération de 250 kW. Le montant des subventions par actif perçues dans le cas des méthaniseurs de 150 kW est dans le même ordre de grandeur. Il est toutefois légèrement plus important, en raison de prix garantis légèrement plus élevés (240€/MWh contre 215€/MWh) qui dépendant des modalités de calculs définis par décret (année de signature du contrat, caractéristiques du méthaniseur etc.).

Les montants des soutiens à l'énergie par actif les plus importants sont enregistrés pour les méthaniseurs en injection, détenus en individuel. Dans ce cas, ils sont d'un peu plus de 250000€ par actif et par an. En copropriété, le nombre d'actifs impliqués est plus élevé, c'est pourquoi

les montants par actif sont un peu plus limités et sont compris entre 72 000€ et 118 000€ par actif et par an.

Figure 108 : Valeur ajoutée nette par actif liée à l'agriculture et à la méthanisation, et niveau des subventions à l'énergie



Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

4. Des effets qui dépassent les exploitations avec méthaniseurs

Les hausses de revenus enregistrés dans les exploitations avec méthaniseur sont susceptibles de modifier la différenciation socio-économique entre les exploitations agricoles. En outre, les achats de biomasse parfois réalisés auprès d'autres exploitations agricoles posent la question de la répartition des soutiens publics à la méthanisation entre agriculteurs.

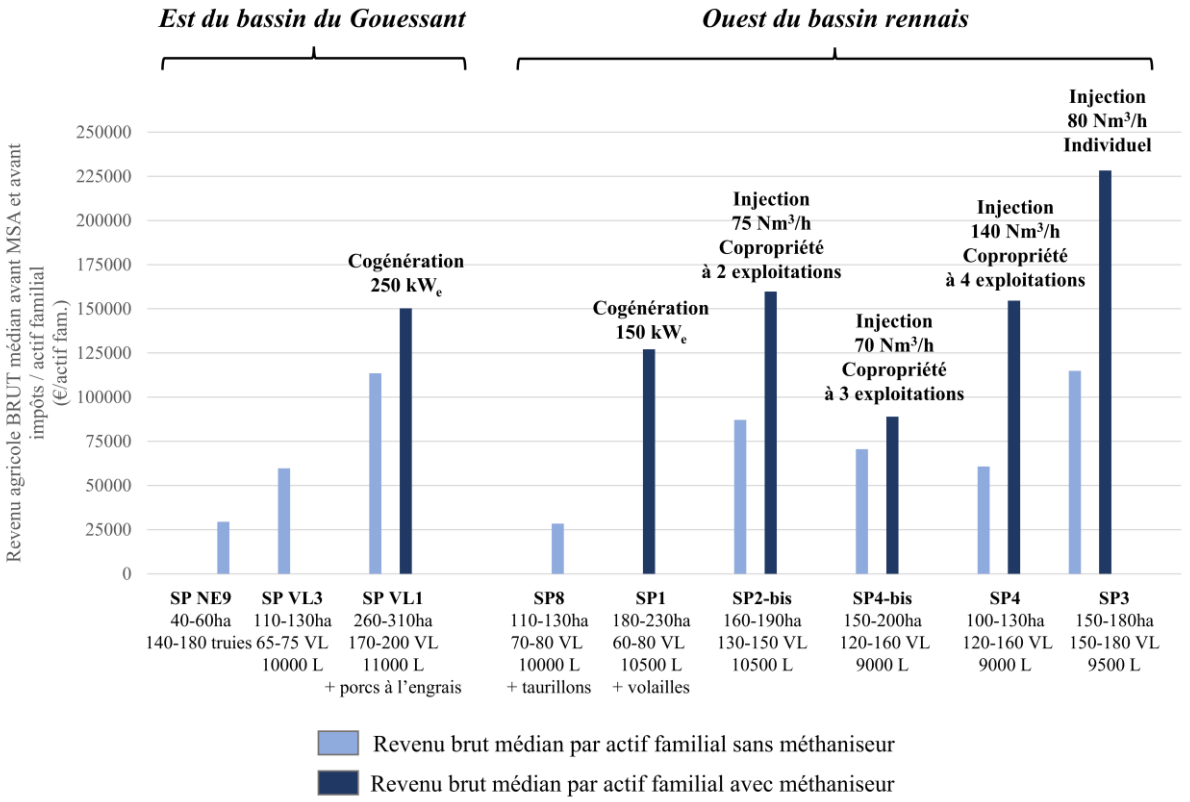
4.1. La méthanisation agricole renforce les inégalités entre agriculteurs

Les hausses de revenus, parfois considérables, liées à la vente de l'énergie conduisent à creuser les inégalités entre agriculteurs dans les deux petites régions étudiées.

La figure 109 indique les niveaux de revenu brut médian pour les systèmes de production avec et sans méthaniseur identifiés précédemment, mais aussi ceux des systèmes de production laitiers et porcins parmi les plus limités en capital et en foncier des deux bassins étudiés (40-60 hectares, 140-180 truies (SP NE9) et 110-130 hectares, 70-80 vaches et engraissement de taurillons (SP8)).
Elle révèle qu'au sein du bassin du Gouessant, les grandes exploitations laitières qui offrent, sans méthanisation, des revenus agricoles déjà trois fois supérieurs à ceux des plus petites exploitations porcines, enregistrent, avec la méthanisation, des revenus 4,5 fois supérieurs. Elles rejoignent ainsi les très hauts revenus enregistrés par les plus grandes exploitations porcines de cette région.
Dans le bassin rennais, les inégalités de revenus par actif, d'un facteur 3 à 4 entre les exploitations ne possédant pas de méthaniseur, atteignent un facteur 9 si l'on considère les exploitations avec méthaniseur.

En s'insérant dans les plus vastes exploitations et en reposant sur des prix très bonifiés, la méthanisation vient renforcer le revenu d'agriculteurs déjà parmi les mieux dotés et ainsi creuser les inégalités préexistantes.

Figure 109 : Comparaison des revenus bruts médians entre les agriculteurs avec méthaniseur et sans méthaniseur à l'Ouest du bassin rennais et à l'Est du bassin du Gouessant



L : litres par vache et par lactation
VL : vaches laitières

Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

4.2. Un impact sur les exploitations tierces fournisseuses de biomasse : une inégale répartition de la richesse [63]

Lorsque l'énergie produite par unité de surface est importante (supérieure à 23 MWh/ha), les agriculteurs procèdent à des achats de biomasse auprès d'exploitations tierces. La compréhension du fonctionnement de chaque type de méthaniseur selon chaque montage a révélé que ces achats sont particulièrement importants dans le cas des grands méthaniseurs en injection (140 Nm^3/h) détenus par quatre exploitations agricoles.

La figure 110 illustre schématiquement les flux de matière entre les différentes exploitations impliquées dans ce type de copropriété. Elle révèle que les agriculteurs investisseurs s'approvisionnent en biomasse auprès d'environ cinq exploitations tierces (SP10 et SP16), qui ne participent pas à l'investissement dans le méthaniseur, et sont situées dans un rayon de 5 à 10 kilomètres de l'unité.

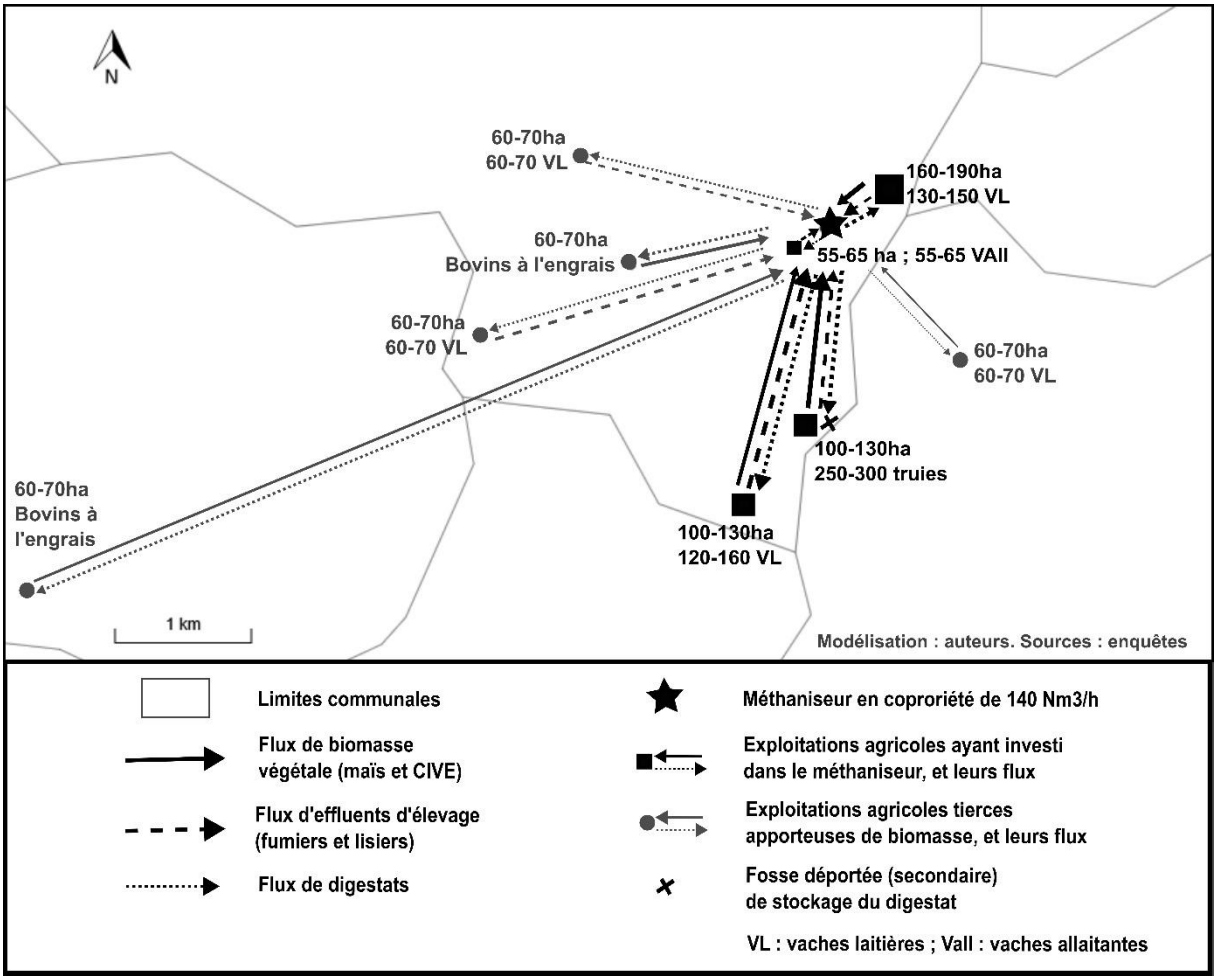


Figure 110 : Modélisation spatialisée des flux de matière entre les exploitations détenant un méthaniseur en copropriété et les exploitations tierces apporteuses de biomasse *(Réguer et Garambois, 2025).*

[63] Cette sous-partie est adaptée de l'article : Réguer, I., & Garambois, N. (2025). La méthanisation agricole en Bretagne : Différenciation socio-spatiale et politiques publiques. *Annales de Géographie*, n°766, p. 21-23. © Dunod Éditeur.

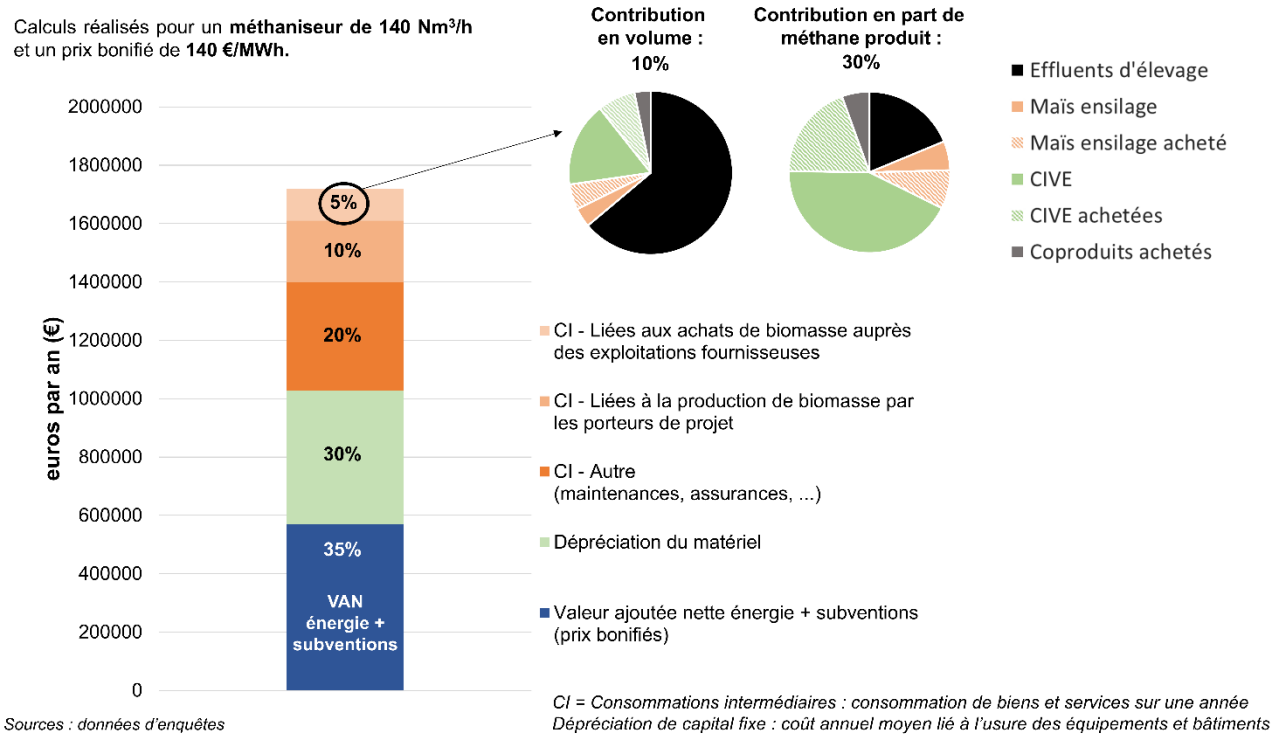
Dans ce type de montage, les détenteurs de méthaniseur ont besoin de biomasse méthanogène supplémentaire (maïs, CIVE) et ont les moyens de l'acheter à des prix souvent plus élevés de 10 à 20 % par rapport à ceux du marché, pratiqués quand cette biomasse est vendue comme fourrage (maïs). Des contrats sont réalisés dans lesquels le vendeur prend à sa charge l'implantation et le suivi cultural du maïs, tandis que les détenteurs de l'unité achètent le maïs sur pied et prennent en charge l'ensilage. Les contrats pratiqués en 2024 fixaient le prix du maïs sur pied à environ 50% du prix du maïs grain sur le marché. Cela correspond à 40€ à 50€ la tonne de matière brute, soit environ 1900€ par hectare. Dans le cas des CIVE, ces dernières sont le plus souvent indemnisées à l'hectare, environ 100€/ha. Dans ce cas, les détenteurs de méthaniseur prennent en charge la mise en place du couvert, l'achat des semences et les frais d'ensilage. Les fumiers sont achetés 4€ la tonne, avec un apport de digestat en retour, dont le volume doit permettre de restituer la quantité d'azote contenue dans le fumier acheté. Par exemple dans le cas où une exploitation fournit 700 tonnes de fumiers (environ 3500 unités d'azote), elle reçoit en retour 780 m^3 de digestat à 4,5 unités d'azote par mètre cube. Les acheteurs prennent également en charge l'épandage du digestat.

Les exploitations tierces, qui disposent comparativement d'un plus faible revenu, vendent de la biomasse à vocation énergétique principalement pour des raisons économiques. Cette vente leur permet en effet de vendre des CIVE au lieu d'enfouir des couverts (non commercialisés), de vendre du maïs à meilleur prix, et dans le cas des échanges avec des effluents d'élevage, de limiter les coûts d'épandage puisqu'ils sont pris en charge par les acheteurs. Ces ventes leur permettent d'accroître leur revenu d'environ 1% à 10%, alors que les détenteurs de méthaniseur voient leur revenu augmenter de plus de 50%.

La figure 111 représente, pour ce type de méthaniseur de 140Nm^3/h, la décomposition de la valeur de la production d'énergie aux prix bonifiés de l'énergie. Sont considérées ici les subventions versées sous forme de prix bonifié, fixé à 140€/MWh. La figure indique aussi la contribution de la biomasse achetée en volume et en méthane produit. La figure révèle que les agriculteurs tiers apportent 10 % du volume de biomasse fournie au méthaniseur. Néanmoins, cette biomasse, très méthanogène (CIVE, maïs), contribue à 30 % du méthane produit, alors que l'achat de cette biomasse n'entame que de 5 % la valeur de la production d'énergie aux prix bonifiés.

Le montant de ces achats de biomasse équivaut en fait à 15 à 20 % de la valeur restante (valeur ajoutée nette liée à la vente de l'énergie à laquelle s'ajoutent les subventions). Pourtant, grâce à la biomasse qu'ils apportent, ces agriculteurs tiers contribuent à hauteur de 30 % à la production de méthane : la part de la valeur qu'ils reçoivent n'est donc pas à la hauteur de leur contribution. Ces achats de biomasse s'accompagnent donc d'une inégale répartition de la richesse entre apporteurs tiers de biomasse et détenteurs des méthaniseurs, et d'une captation de richesse au profit de ces derniers.

Figure 111 : Décomposition de la valeur de la production d'énergie aux prix bonifiés de l'énergie et contribution de la biomasse extérieure achetée en volume et en méthane produit (adapté de : Réguer et Garambois, 2025).



Sources : données d'enquêtes

CI = Consommations intermédiaires : consommation de biens et services sur une année
Dépréciation de capital fixe : coût annuel moyen lié à l'usure des équipements et bâtiments

4.3. Un impact pour les exploitations voisines : tensions sur les ressources et au sein des CUMA [64]

Les achats de biomasse auprès d'exploitations tierces par les agriculteurs détenteurs de méthaniseur conduisent à l'émergence d'un marché de la biomasse à des fins énergétiques. Plus spécifiquement, le maïs ensilage, autrefois commercialisé localement uniquement à des fins fourragères, est aujourd'hui aussi commercialisé pour la production d'énergie. Ces achats, que les détenteurs de méthaniseur ont besoin et ont les moyens de réaliser, conduisent à accroître localement les prix de vente du maïs sur pied. En effet, les agriculteurs équipés d'un méthaniseur peuvent acheter ce maïs à un prix plus élevé que lorsqu'il est destiné à l'alimentation du cheptel. Les prix du maïs sur pied sont donc tirés vers le haut et, d'après nos entretiens, sont plus difficilement accessibles aux agriculteurs souffrant d'un déficit de fourrages, en particulier en cas de sécheresse et de mauvais rendements.

D'après les agriculteurs enquêtés au voisinage des méthaniseurs, une augmentation locale du prix de vente de certaines parcelles est observée dans certaines communes et depuis environ 5 ans. D'après ces derniers, il y aurait un accroissement du prix du foncier sur des parcelles situées dans les communes où se trouvent plusieurs méthaniseurs, en comparaison de celles plus éloignées et pourtant de qualité agronomique équivalente.

Comme indiqué *supra*, le travail supplémentaire provoqué par la méthanisation se traduit par une sous-traitance plus importante des travaux de culture, en particulier auprès des CUMA. Ces nouvelles sollicitations se répercutent directement sur les choix d'équipements des CUMA. En effet, les agriculteurs détenteurs de méthaniseur ont de nouveaux besoins en équipements (plus grands débits, plus grandes puissances) et souhaitent que le collectif investisse dans ces nouveaux matériels plus performants, mais aussi plus onéreux. Des investissements dans de tels équipements sont ainsi réalisés (nouvelles ensileuses, enfouisseur à disques, automoteur d'épandage), et contribuent à relever les prix des prestations, au détriment d'autres agriculteurs n'ayant pas les mêmes moyens ni les mêmes besoins.

Parallèlement, de nouvelles tensions émergent autour des plannings d'ensilage. En effet, l'organisation actuelle au sein des CUMA conduit les agriculteurs à réserver des créneaux, en amont des prestations d'ensilages, au sein d'un planning collectif. Les agriculteurs avec méthaniseur anticipent donc souvent cette période en réservant de longs créneaux, ce qui mobilise largement et sur une longue période le matériel, au détriment des autres agriculteurs.

[64] Cette sous-partie est adaptée de l'article : Réguer, I., & Garambois, N. (2025). La méthanisation agricole en Bretagne : Différenciation socio-spatiale et politiques publiques. *Annales de Géographie*, n°766, p. 23. © Dunod Éditeur.

Conclusion de la partie II

L'Ouest du bassin rennais et l'Est du bassin du Gouessant constituent deux régions à haut potentiel agronomique, qui ont été marquées par un accroissement considérable de la productivité physique du travail depuis l'après-guerre. Dès cette époque, les superficies agricoles disponibles par actif étaient toutefois très inégales entre les deux bassins et expliquent en partie l'orientation productive différente qu'elles ont empruntée. Au sein du bassin rennais, les surfaces par actif étaient en moyenne plus importantes et ont facilité le développement de grands cheptels bovins. L'ampleur de l'accroissement des rendements laitiers a été déterminée par le potentiel agronomique des terres labourables disponibles et les proportions de maïs ensilage qu'il a été possible d'implanter. Au sein du bassin du Gouessant, les surfaces disponibles par actif et les proportions de terres labourables à haut potentiel agronomique étaient en moyenne historiquement plus limitées. Cette structure agraire explique que l'accroissement de la productivité physique du travail ait été davantage fondé sur l'intensification en travail, à la faveur du confinement des animaux en bâtiments avec l'élevage de monogastriques. Dans ce bassin, l'amélioration des résultats économiques des exploitations a surtout été fondée sur leur capacité à produire l'alimentation de leur cheptel, avec des fabriques d'aliments, ainsi qu'à se conformer aux exigences environnementales, notamment avec l'achat d'une station de traitement du lisier.

La compréhension de ces dynamiques historiques nous a ensuite permis d'éclairer les dynamiques contemporaines et de mieux saisir la diversité actuelle des exploitations en présence. Les exploitations agricoles des deux bassins étudiés sont marquées d'importantes inégalités sur le plan technique, qui se traduisent d'une différenciation socio-économique marquée. Dans un contexte de dérégulation progressive des marchés agricoles et de fin du régime des quotas laitiers, les plus petites exploitations laitières ont été fortement fragilisées, tandis que les exploitations qui en ont eu les moyens ont pu continuer à s'agrandir et à accroître leurs rendements laitiers à la faveur d'importants volumes de production octroyés par les laiteries. Pour les exploitations porcines, l'enjeu de la gestion des lisiers est resté structurant dans les investissements effectués, et explique en partie le fort niveau de capitalisation de ces exploitations, mais aussi les agrandissements conséquents observés ces dernières années.

La mise en lumière de ces dynamiques contemporaines a permis de saisir comment, et dans quel contexte, une production d'énergie a pu émerger et se développer ces dernières années au sein de ces deux régions d'élevage. Cette recherche révèle que la méthanisation s'inscrit parmi les plus grandes exploitations, principalement laitières, et les mieux dotées historiquement. Les grandes exploitations porcines, quant à elles, n'ont pas investi dans la méthanisation, préférant

orienter leurs investissements vers la gestion de l'azote organique produit, à travers de forts agrandissements, tout en maintenant une fabrique intégrale d'aliments.
En matière de fonctionnement, les méthaniseurs engendrent des effets d'ampleur variable sur les exploitations agricoles. Ces effets sont fonction du type de méthaniseur (cogénération/injection) et du type de montage (individuel/copropriété) et donc, *in fine*, de la quantité d'énergie produite par unité de surface disponible. Des tendances générales sont néanmoins observées. Certains effets agronomiques sont systématiques, comme l'introduction de CIVE en interculture et l'accroissement des surfaces en maïs, au détriment des cultures de vente principalement. Ces changements des calendriers de culture entraînent une charge de travail accrue, qui conduit à de nouveaux sauts d'investissements (nouveaux équipements plus performants), qui sont facilités dans le cadre des copropriétés avec une mutualisation des coûts. Le renforcement de la charge de travail entraîne aussi un recours à des techniques culturales simplifiées et une mobilisation accrue de la sous-traitance. Mais l'ampleur de ces bouleversements reste fonction des quantités d'énergie produite et des surfaces agricoles disponibles, c'est pourquoi les changements les plus significatifs sont observés dans le cas des méthaniseurs en injection détenus de manière individuelle.
Les prix bonifiés et garantis par l'État offrent un cadre très sécurisant pour les agriculteurs investisseurs et garantissent des revenus élevés. Pourtant, en s'inscrivant au sein d'exploitations parmi celles dégageant déjà les plus forts revenus, la méthanisation conduit à renforcer les inégalités entre agriculteurs. Alors qu'elle a été présentée comme une voie accessible *a priori* à tous les agriculteurs et permettant de renforcer leur revenu, la hausse très significative de revenu concerne en réalité les agriculteurs les plus favorisés.

Alors que la méthanisation se développe dans un contexte d'évolution défavorable des prix agricoles qui fragilise les exploitations déjà les plus précaires, les méthaniseurs sont accessibles avant tout aux exploitations laitières qui présentent déjà des moyens financiers conséquents et d'importantes capacités de production de biomasse. L'étude des dynamiques agraires fait apparaître la méthanisation comme un outil s'inscrivant dans le prolongement des dynamiques agricoles contemporaines, marquées par un processus d'accroissement de la productivité physique du travail, accessible prioritairement aux exploitations qui ont les moyens des investissements. Cet accroissement de la productivité du travail se fait désormais à partir de deux leviers : la production agricole et la production d'énergie. Cette dernière repose toutefois sur de forts soutiens de l'Etat, à travers des prix bonifiés de l'énergie. En ce sens, la méthanisation agricole ne s'inscrit donc pas en rupture avec le modèle agricole qui prévaut depuis l'après-guerre, mais vient le prolonger.

Partie III. La politique de soutien à la méthanisation agricole : quel impact pour l'économie nationale et l'environnement ?

L'évaluation proposée de la politique de soutien à la méthanisation agricole est conduite à l'aune de ses effets sur la durabilité de l'agriculture en Bretagne et de son impact sur l'économie nationale.

Les premiers chapitres ont permis de dresser un bilan des effets de cette politique sur la durabilité de l'agriculture, de l'échelle micro-régionale jusqu'à celle de la parcelle et du troupeau, et ce, tant d'un point de vue technique que socio-économique. La méthanisation agricole entraîne en effet de profonds changements au sein des systèmes de production. Ces changements sont susceptibles d'engendrer de profonds effets environnementaux sur la biodiversité cultivée, sur les émissions de gaz à effet de serre ou en matière de consommation d'énergie. Mais ces changements techniques se répercutent aussi sur le plan socio-économique. En entraînant une modification des assolements, des itinéraires techniques, de la conduite des troupeaux, ou encore des équipements utilisés, elle se répercute sur les productions agricoles, sur les consommations intermédiaires et sur les dépenses d'investissement. Ces nombreux effets dépassent alors la seule échelle de l'exploitation agricole et peuvent avoir un impact en amont et en aval des filières agricoles et de l'énergie, et modifier potentiellement les niveaux de création de richesse et d'emploi. C'est pourquoi, en se situant dans le champ des évaluations de politique publique, nous proposons de réaliser une évaluation économique d'impact de la politique de soutien à la méthanisation agricole afin d'en évaluer les effets directs et indirects sur l'économie nationale. Il s'agit de l'évaluer à l'aune de ses impacts sur l'économie nationale, mais aussi en matière d'efficience, au regard des soutiens publics employés pour sa mise en œuvre et des objectifs qu'elle se fixe.

Chapitre 6. La méthanisation agricole : des coûts publics conséquents, mais une faible contribution à la richesse nationale

L'évaluation économique d'impact permet d'évaluer l'impact socio-économique de la politique de soutien à la méthanisation sur l'économie nationale. En d'autres termes, cette démarche permet d'évaluer les effets directs et indirects (amont et aval) de la méthanisation agricole sur la création de valeur ajoutée, sur l'emploi ou encore sur le budget de l'Etat, tous secteurs d'activité confondus.

1. L'établissement des trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* sur la base des résultats du diagnostic agraire

Comme l'explique le chapitre 2, l'évaluation économique d'impact d'un projet de développement agricole repose sur la comparaison de trajectoires *avec* et *sans projet* (Dufumier, 1996a). Cette recherche propose d'appliquer cette méthode au développement de la méthanisation agricole en comparant les trajectoires *avec et sans politique de soutien à la méthanisation* (que l'on simplifiera par la suite par l'expression '*avec* et *sans méthaniseur'*).

L'identification des systèmes de production susceptibles d'intégrer un méthaniseur ainsi que la connaissance de leur fonctionnement technique et économique, acquise au cours de la première phase de cette recherche (*cf.* chapitres 3 à 5), s'articule avec cette seconde étape du travail. Les diagnostics agraires ont en effet permis de modéliser le fonctionnement de ces systèmes de production *avec* et *sans méthaniseur*. L'analyse diachronique de ces derniers, en particulier depuis la mise en fonctionnement des méthaniseurs (années 2010), permet en outre de disposer d'un niveau de détails suffisamment important pour reconstituer leur trajectoire technique et économique ces dernières années. Ce travail préalable rend alors possible la comparaison des situations *avec* et *sans méthaniseur* pour les différents systèmes de méthaniseur identifiés. Notre évaluation est conduite entre 2015 et 2024 (évaluation dite *ex-post*) pour évaluer l'impact de la politique de soutien à la méthanisation agricole dans le bassin rennais.

1.1. Une recherche centrée sur les méthaniseurs en cogénération et en injection du bassin rennais

Pour cette phase de la recherche, nous avons choisi de nous concentrer sur le seul bassin rennais. En effet, ce bassin concentre un plus grand nombre de méthaniseurs, 23 en 2024, alors que le bassin du Gouessant ne présente aujourd'hui que 7 méthaniseurs en fonctionnement. En outre, les méthaniseurs en injection se développent dans le bassin rennais depuis plusieurs années déjà (13 actuellement) alors qu'aucun méthaniseur en injection n'était en fonctionnement dans le bassin du Gouessant au moment de cette recherche.

Nos enquêtes ont permis d'identifier les méthaniseurs en fonctionnement dans le bassin rennais. Leur type (cogénération/injection), leur capacité de production d'énergie, leur fonctionnement et les exploitations agricoles qui leur sont associés ont été caractérisés. Comme présenté au chapitre 5, l'ensemble de ces éléments a permis de modéliser les méthaniseurs archétypiques du bassin rennais et les systèmes de production qui leur sont associés.

Seuls les méthaniseurs en cogénération et en injection ont été considérés pour cette évaluation. Les micro-méthaniseurs et les biodigesteurs passifs ont en effet été évacués de cette recherche, car ils ne représentent qu'une infime partie de l'énergie produite par méthanisation dans ce bassin (moins de 1%). Cette évaluation porte donc sur 19 méthaniseurs.

L'objectif de l'évaluation économique d'impact est de reconstituer toutes les transformations liées à ces différents méthaniseurs pour les différents systèmes de production concernés entre 2015 et 2024, et de comparer à ce que ces systèmes de production seraient devenus en l'absence de méthaniseur. En d'autres termes, il s'agit d'étudier les *trajectoires d'évolution* de ces différents systèmes de production entre 2015 et 2024 *avec* et *sans méthaniseur*.

C'est pourquoi les systèmes de production concernés ont dû être étudiés tels qu'ils fonctionnaient en 2015, pour comprendre tout ce qui a été mis en place à l'échelle de ces exploitations agricoles durant ces dix années et mesurer ainsi l'impact de la méthanisation. La figure 112 représente schématiquement l'ensemble de ces exploitations agricoles. Il s'agit des mêmes exploitations agricoles que celles considérées avec les méthaniseurs en 2024, mais telles qu'elles fonctionnaient en 2015 avant l'installation de ces derniers. A cette époque, l'ensemble de ces exploitations agricoles représentait 92 actifs totaux et 4705 hectares, pour une production de 22 millions de litres de lait par an.

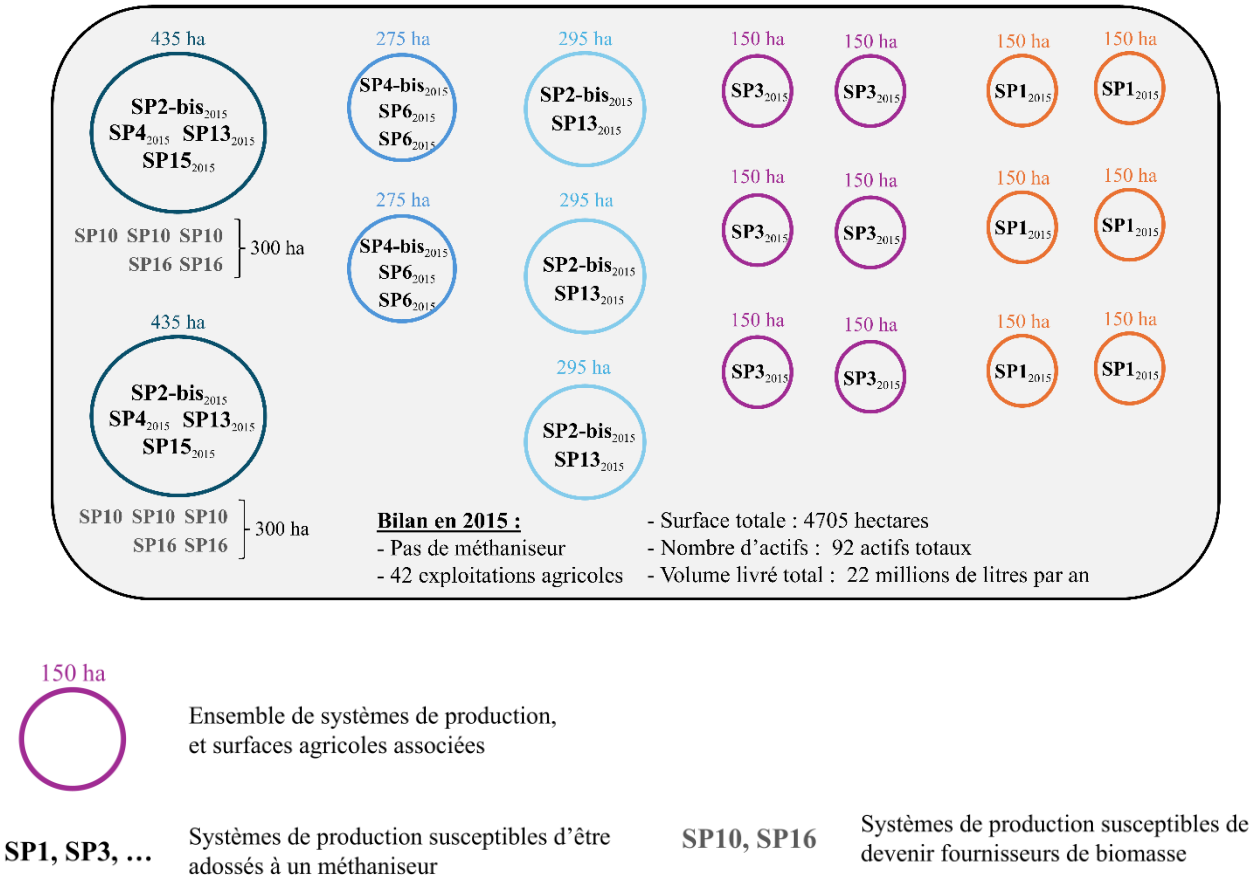


Figure 112 : Représentation schématique de l'échantillon initial en 2015

L'identification des 19 méthaniseurs existants dans le bassin rennais a permis de connaître le poids relatif de chaque type de méthaniseur. La figure 113 représente schématiquement l'ensemble des types de méthaniseurs du bassin, les systèmes de production agricole qui leur sont associés et les surfaces agricoles que cela représentait en 2024. L'ensemble des systèmes de production qui sont associés à ces méthaniseurs et sont indispensables à leur fonctionnement ont été étudiés en s'appuyant sur la typologie préétablie et les résultats du chapitre 4. Les systèmes de production agricoles considérés regroupent donc ceux où les agriculteurs ont investi dans un méthaniseur, mais aussi ceux mis en œuvre par les agriculteurs simples apporteurs de biomasse. C'est notamment le cas pour les grands méthaniseurs en injection de 140 Nm^3/h, pour lesquels les agriculteurs contractualisent chaque année avec les mêmes apporteurs de biomasse. En revanche, certains agriculteurs avec un méthaniseur en injection (80 Nm^3/h en individuel et 75 Nm^3/h en copropriété) achètent souvent du maïs auprès d'autres exploitations agricoles, mais ne contractualisent pas toujours avec les mêmes exploitants, et donc avec les mêmes systèmes de production. C'est pourquoi ces méthaniseurs n'ont pas été adossés à un système de production apporteur de biomasse.

La figure 113 montre que les 19 méthaniseurs du bassin regroupent, en 2024, 42 exploitations agricoles - 32 ayant investi dans l'un de ces méthaniseurs et 10 simples apporteuses de biomasse

- 101 actifs totaux (actifs familiaux et salariés) et 5185 hectares. L'ensemble des exploitations laitières de cet échantillon commercialisait près de 29 millions de litres de lait par an en 2024.

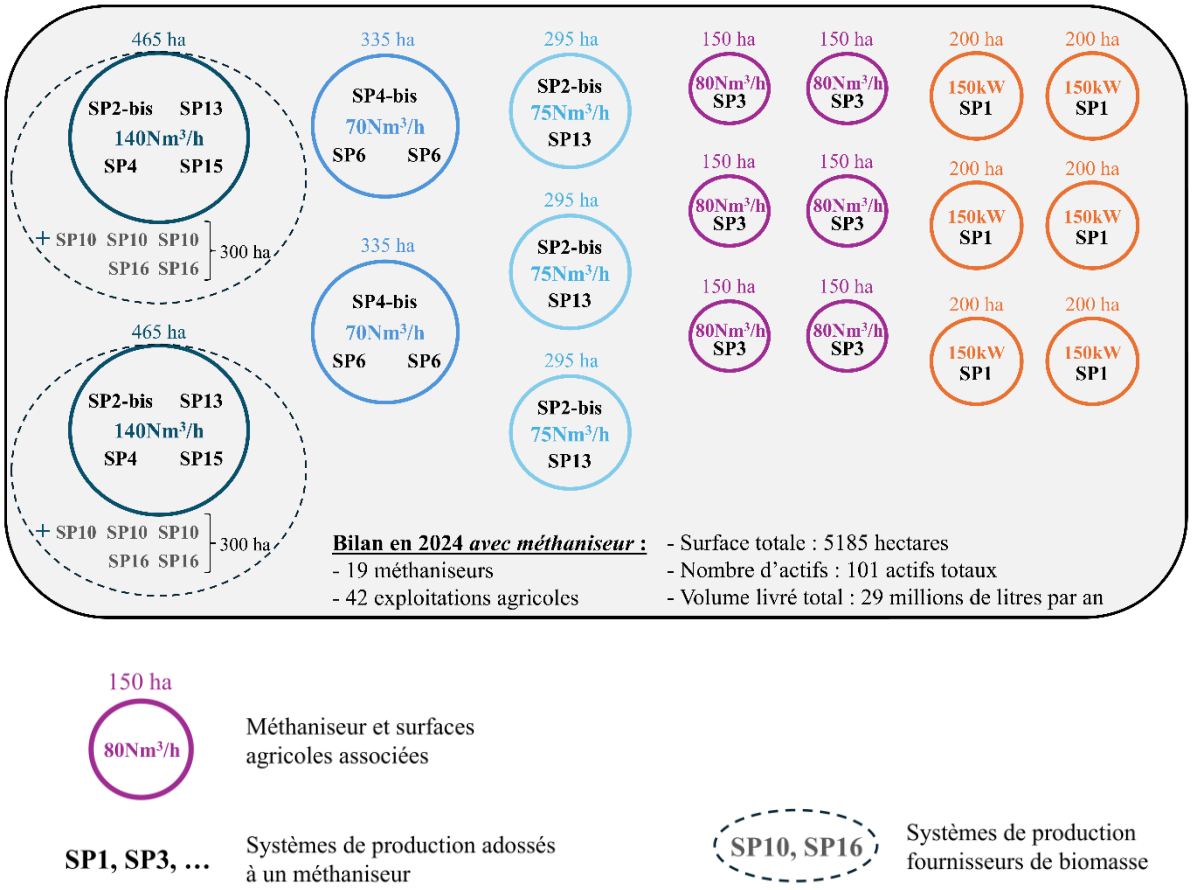


Figure 113 : Représentation schématique de l'ensemble des méthaniseurs archétypiques du bassin rennais et des systèmes de production associés en 2024

L'évaluation économique d'impact ne consiste pas à comparer les situations *avant* l'installation des méthaniseurs à la situation *après* leur installation, mais bien à comparer les trajectoires *avec* et *sans*. Or, comme l'ont montré les chapitres précédents, les systèmes de production considérés existent aussi sans méthaniseur et leur fonctionnement est connu et a été modélisé. Le même groupe de systèmes de production *sans méthaniseur* a donc été considéré en 2024.

La figure 114 représente cet ensemble de systèmes de production, tels qu'ils fonctionnent en 2024 sans méthaniseur. Dans ce cas, ce groupe comporte la même surface totale que dans la situation *sans* (5185 hectares). En effet, les deux situations ont été constituées à surface agricole constante car, d'après nos entretiens, la méthanisation n'a pas conduit à un accroissement des surfaces des exploitations agricoles par rapport à la situation *sans méthaniseur*. La méthanisation n'apparaît pas non plus comme un facteur de maintien des exploitations fournisseuses de biomasse. Les évolutions structurelles et les cessations d'activités des exploitations avoisinantes (cessions de foncier) restent donc les mêmes dans les deux

trajectoires *avec* et *sans méthaniseur.* Le même nombre d'actifs totaux (101) est aussi observé dans la situation *sans* méthaniseur puisque, comme nous l'avons vu au chapitre 5, la méthanisation n'a pas conduit à l'embauche de salariés dans les exploitations agricoles du bassin rennais. En revanche, la production laitière annuelle est plus élevée dans ce groupe (33 millions de litres de lait par an, contre 29 millions dans la situation *avec méthaniseur*). En effet, en l'absence de production d'énergie, les exploitations agricoles poursuivent le processus d'accroissement de la production laitière et parviennent à des rendements laitiers, voire à des cheptels bovins laitiers, plus importants.

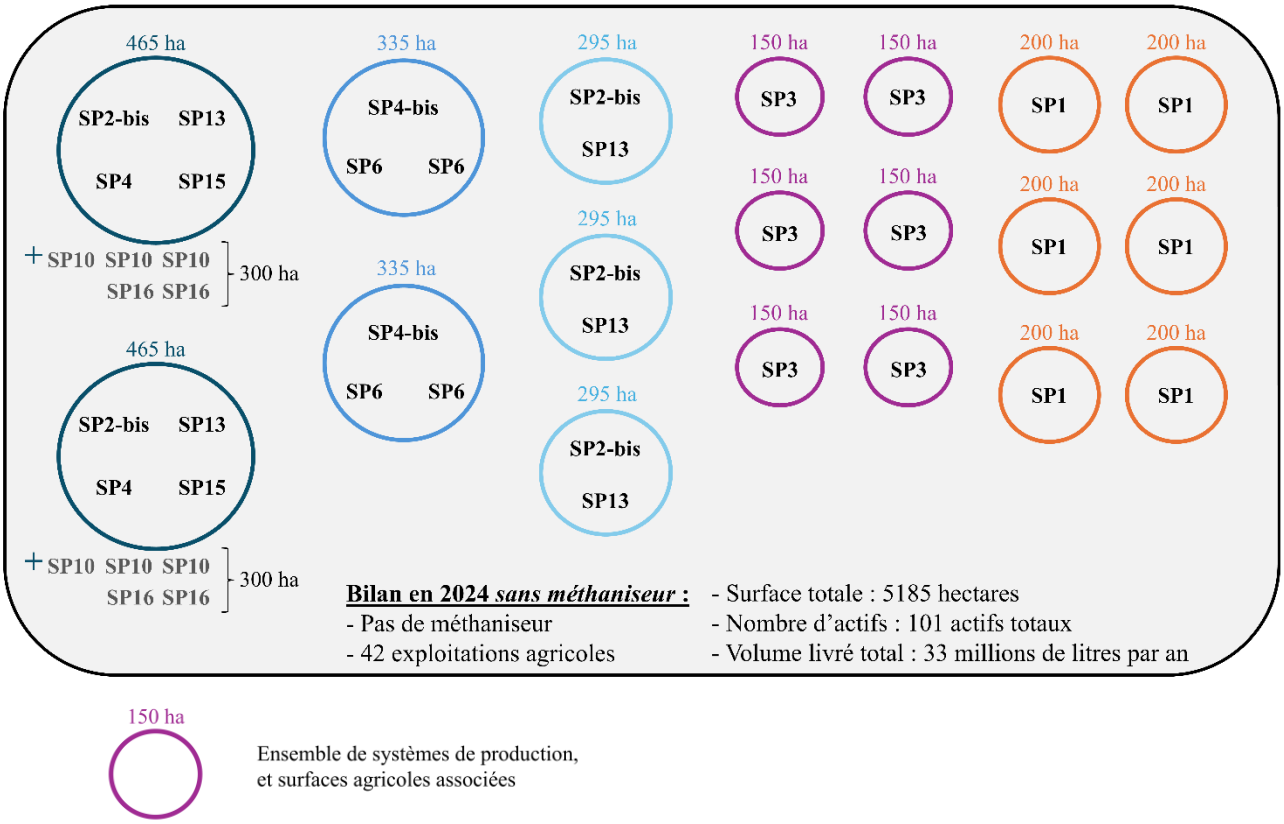


Figure 114 : Représentation schématique de l'ensemble des systèmes de production de l'échantillon *sans méthaniseur* en 2024.

La situation initiale en 2015, et les situations d'arrivée en 2024 *avec* et *sans méthaniseur* ont ainsi été constituées. La deuxième étape de ce travail a ensuite été de reconstituer les trajectoires *avec méthaniseur* et *sans méthaniseur* entre 2015 et 2024.

1.2. La construction des situations *avec* et *sans méthaniseur* entre 2015 et 2024 pour chaque système de production

Deux trajectoires d'évolution, entre 2015 et 2024, sont retracées pour chaque système de production retenu pour l'évaluation : l'une *avec méthaniseur* et l'autre *sans méthaniseur*. Cette étape du travail se fonde sur la connaissance précise de ces trajectoires, acquise au cours de l'étude des dynamiques contemporaines (*cf.* chapitres 4 et 5).

Les trajectoires *avec méthanisation* sont établies grâce aux enquêtes approfondies réalisées avec les agriculteurs disposant d'un méthaniseur (c*f.* chapitre 5). Pour chaque système de production, toutes les évolutions, tant structurelles que productives, de ces derniers (nombre d'actifs, surfaces, taille de cheptel, rendements, assolement, équipements, etc.) sont retracées pour les 10 années de l'évaluation, de 2015 à 2024.

De même, les trajectoires *sans méthanisation* peuvent être reconstituées à partir des données collectées au cours du diagnostic agraire puisque tous les systèmes de production sélectionnés (à l'exception du SP1) existent aussi sans méthaniseur au sein du bassin rennais (*cf.* chapitre 4). Les enquêtes réalisées avec les agriculteurs qui mettent en œuvre ces systèmes de production sans méthaniseur permettent de retracer les trajectoires d'évolution.
Seul le système de production SP1 existe aujourd'hui uniquement avec un méthaniseur en cogénération, en combinant élevage bovin laitier et élevage de volailles de chair. Sa trajectoire *sans méthanisation* a pu être modélisée de manière réaliste en se basant (1) sur le développement connu des exploitations du bassin rennais ayant le même système d'élevage bovin laitier, mais sans volailles de chair et (2) sur des systèmes de production similaires combinant élevage bovin laitier et volailles, mais situés dans le bassin du Gouessant.

Les trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* pour deux systèmes de production de l'échantillon (SP1 et SP3) sont présentées ci-après. Ces deux systèmes de production ont été choisis pour illustrer la démarche, car l'un est adossé à un méthaniseur en cogénération (SP1) et l'autre à un méthaniseur en injection (SP3). Dans chacun des cas, la situation de départ (2015) et les deux trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* sont retracées jusqu'en 2024. Les trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* qui concernent les autres systèmes de production retenus pour cette évaluation sont fournies en annexe 6.

La figure 115 représente le système de production SP3 tel qu'il fonctionnait en 2015, et tel qu'il fonctionne aujourd'hui *avec* et *sans méthaniseur*.

SP3 – Trajectoires *avec et sans méthaniseur* en injection de 80 Nm³/h en individuel (6 exploitations)

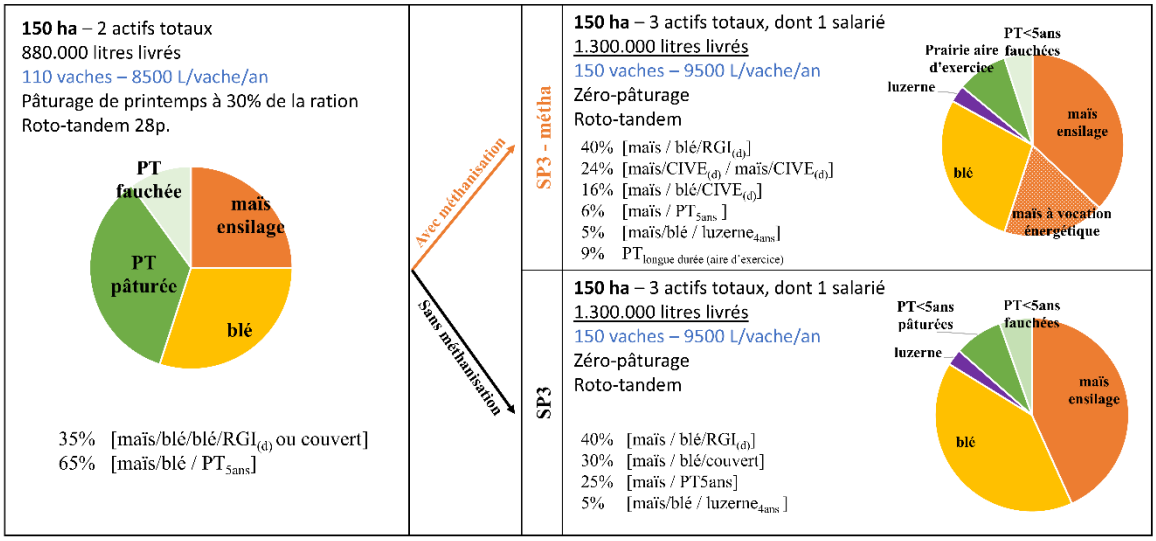


Figure 115 : Représentation schématique de trajectoires de développement *avec* et *sans méthanisation* pour le système de production SP3

En 2015, ce système de production présentait 150 hectares, 2 actifs et 110 vaches laitières produisant 8500 litres par lactation et traites au rototandem. L'assolement était constitué de 45% de prairies, d'un quart de maïs ensilage pour le cheptel et de 30% de blé.

Les tableaux 19 et 20 retracent l'évolution de ce système de production dans les situations *avec* et *sans méthaniseur* entre 2015 et 2024.

Les deux trajectoires, *avec* et *sans méthaniseur*, aboutissent à la même situation en 2024, avec 150 hectares, 3 actifs, dont 1 salarié et un cheptel de 150 vaches produisant 9500 litres de lait par lactation.

En revanche, des trajectoires différentes ont amené à ces situations en 2024. Dans la situation *avec méthaniseur*, une unité en injection de 80 Nm³/h a été mise en route en 2020 (tableau 19). La taille du cheptel a progressivement augmenté entre 2015 et 2019. L'accroissement des rendements laitier a toutefois été plus lent les premières années dans cette trajectoire (maintien à 8500 litres par vache). C'est à la mise en fonctionnement du méthaniseur en injection en 2019 que le système d'élevage a été profondément modifié pour optimiser la collecte des effluents d'élevage en bâtiment, afin de les utiliser intégralement pour la production d'énergie. Le passage en zéro-pâturage s'est fait à partir de ce moment-là (2019), conduisant aussi à modifier le calendrier fourrager, qui repose alors sur de plus grandes parts de maïs ensilage et de concentrés. Les rendements laitiers ont ainsi atteint 9500 litres, dès cette année-là. Ainsi, les surfaces en prairies ont considérablement diminué – avec un maintien uniquement de prairies de fauche et d'aires d'exercices – et ont permis de libérer des surfaces pour accroître la sole en

maïs. De la luzerne a été introduite dans l'assolement en réponse à la dernière PAC. Les surfaces en maïs ont considérablement augmenté et représentent plus de la moitié de l'assolement (55%) dont près de 20% sont consacrées à la production d'énergie. Les surfaces en blé ont été maintenues (près de 30%). En interculture, l'intégralité des couverts hivernaux ont été remplacés par des CIVE.

Très peu de changements ont en revanche été observés sur le système d'élevage depuis la mise en route du méthaniseur. Les agriculteurs enquêtés indiquent ne plus souhaiter consacrer leurs investissements à l'accroissement de la taille du cheptel ou à de forts accroissements des volumes de lait produits, leur priorité est à présent la production d'énergie.

Dans la situation *sans méthaniseur* au contraire, les investissements ont été concentrés sur l'élevage depuis 2015 (tableau 20). Le cheptel a ainsi atteint 150 vaches dès 2018 au lieu de 2019, et les rendements laitiers ont atteint 9000 litres par vache dès 2016 au lieu de 2019. Alors que les agriculteurs *avec méthaniseur* n'envisagent pas de forts changements dans leur système d'élevage, les agriculteurs *sans méthaniseur* continuent de rechercher l'accroissement de leur production de lait. Les surfaces en maïs ont augmenté (près de 50% de l'assolement) avec l'accroissement des rendements laitiers, mais restent plus limitées que dans la situation *avec méthaniseur*. En interculture, la même proportion de Ray-Grass d'Italie est cultivée dans les deux situations, mais dans la trajectoire *sans méthaniseur* se sont des couverts hivernaux qui sont autrement cultivés.

Avec un méthaniseur en injection de 80 Nm^3/h										
Caractéristiques	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Surfaces (ha)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Volumes livrés (millions de litres)	0,9	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Rendements laitiers (L/vache)	8500	8500	8500	8500	9500	9500	9500	9500	9500	9500
Effectifs vaches	110	130	130	130	150	150	150	150	150	150
Actifs totaux	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Actifs familiaux	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Equipement de traite	Rototandem 28 postes									
Production d'énergie (MWh)	0	0	0	0	6200	6200	6200	6200	7000	7000

Tableau 19 : Evolution des principales caractéristiques du système de production SP3 *avec méthaniseur* entre 2015 et 2024

Sans méthaniseur										
Caractéristiques	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Surfaces (ha)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Volumes livrés (millions de litres)	0,9	1,1	1,1	1,26	1,26	1,26	1,3	1,3	1,3	1,3
Rendements laitiers (L/vache)	8500	9000	9000	9000	9000	9000	9500	9500	9500	9500
Effectifs vaches	110	130	130	150	150	150	150	150	150	150
Actifs totaux	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Actifs familiaux	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Equipement de traite	Rototandem 28 postes									
Production d'énergie (MWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 20 : Evolution des principales caractéristiques du système de production SP3 *sans méthaniseur* entre 2015 et 2024

La figure 116 représente le système de production SP1 tel qu'il fonctionnait en 2015, tel qu'il fonctionne aujourd'hui *avec méthaniseur* et tel qu'il fonctionnerait probablement aujourd'hui *sans méthaniseur*.

SP1 – Trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* en cogénération de 150kW en individuel (6 exploitations)

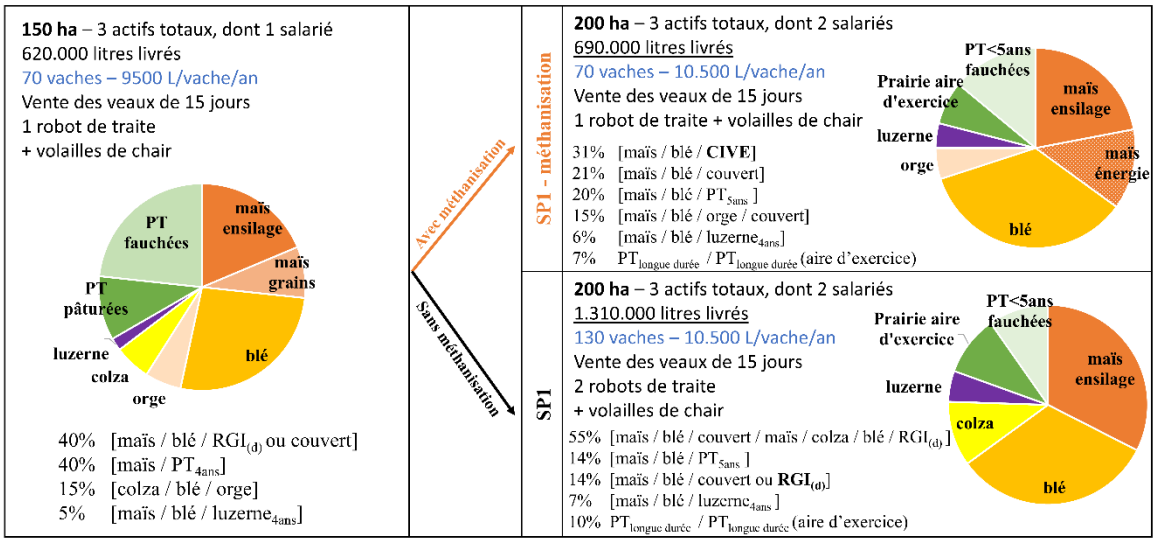


Figure 116 : Représentation schématique des trajectoires de développement *avec* et *sans méthaniseur* pour le système de production SP1

En 2015, ces exploitations présentaient 150 hectares, 3 actifs, dont un salarié, 70 vaches laitières produisant 9500 litres par lactation ainsi qu'un élevage de volailles de chair dans un bâtiment de 2000m^2. L'assolement était alors constitué d'environ un tiers de prairies, fauchées et pâturées, et de luzerne pour le cheptel, d'un tiers de maïs dont une partie était cultivée en grains et commercialisée, et d'un tiers de céréales à paille destinées à la vente (blé, orge) et de colza.

Dans les deux trajectoires, ces exploitations atteignent aujourd'hui 200 hectares, avec 3 actifs, dont 2 salariés. En revanche, le cheptel a été maintenu à 70 vaches dans la situation *avec méthaniseur*, tandis qu'il a été porté à 130 vaches dans la situation *sans*.

En effet, dans la trajectoire *avec méthaniseur*, une unité en cogénération de 150 kW$_e$ a été mis en route dès 2017 (tableau 21). Les rendements laitiers ont augmenté avec un passage plus progressif en zéro-pâturage que dans le cas précédent (SP3), car le méthaniseur installé produit moins d'énergie et a requis moins de modifications profondes du système de production pour produire de la biomasse méthanogène.

Alors que les agriculteurs *avec méthaniseur*, ont pu bénéficier des revenus issus de la production d'énergie et ont limité leurs investissements et leur temps de travail sur l'élevage depuis 2017, les agriculteurs *sans méthaniseur* ont concentré leurs investissements sur l'agrandissement du cheptel et l'accroissement des rendements laitiers (tableau 22). L'achat d'un second robot de traite a, dans ce cas, été réalisé dès 2017 et le cheptel a été agrandi à la même période, pour se stabiliser à 130 vaches à partir de 2019. La même conduite en zéro

pâturage a été adoptée, néanmoins un peu plus précocement (dès 2017, contre 2018 *avec méthaniseur*).

Bien que la situation d'arrivée en 2024 soit la même dans les deux situations concernant les rendements laitiers, la trajectoire *sans méthaniseur* révèle que l'accroissement des rendements s'est fait plus précocement que dans la trajectoire *avec méthaniseur* (10000 litres par vache dès 2017 et 10500 litres par vache dès 2021).

Dans les exploitations *avec méthaniseur*, environ 35% des surfaces sont aujourd'hui consacrés à du maïs, dont 40% sont réservés à la production d'énergie. Les seules cultures de vente maintenues sont majoritairement du blé (35%), et dans une moindre mesure de l'orge (5%). En interculture, une partie des couverts hivernaux ont été remplacés par des CIVE d'hiver (seigle) dans les rotations. Alors que dans les exploitations *sans méthaniseur*, une aire d'exercice plus importante a été maintenue pour ce cheptel plus conséquent, et les prairies de fauche ont été complétées par du Ray-Grass d'Italie cultivé en interculture (55% de ces dernières). Ces agriculteurs ont augmenté plus fortement les proportions de luzerne, pour incorporer ce fourrage en quantité suffisante dans la ration du cheptel de plus grande taille. Les surfaces en maïs ont quasiment atteint les mêmes proportions que dans la trajectoire *avec méthaniseur* (33%), mais sont intégralement dédiées au cheptel. Le reste des surfaces est consacré à du blé (33%) et du colza (environ 10%).

Avec un méthaniseur en cogénération de 150 kW										
Caractéristiques	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Surfaces (ha)	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200
Volumes livrés (millions de litres)	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Rendements laitiers (L/vache)	9500	9500	9500	10000	10000	10000	10000	10500	10500	10500
Effectifs vaches	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Actifs totaux	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Actifs familiaux	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Equipement de traite	1 robot	1 robot	1 robot	1 robot	1 robot	1 robot	1 robot	1 robot	1 robot	1 robot (Renouv.)
Poulets vendus par an	253800	253800	267900	267900	267900	267900	267900	267900	267900	267900
Production d'énergie	0	0	1315	1315	1315	1315	1315	1315	1315	1315

Tableau 21 : Evolution des principales caractéristiques du système de production SP1 *avec méthaniseur*

Sans méthaniseur										
Caractéristiques	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Surfaces (ha)	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200
Volumes livrés (millions de litres)	0,6	0,7	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
Rendements laitiers (L/vache)	9500	9500	10000	10000	10000	10000	10500	10500	10500	10500
Effectifs vaches	70	75	110	120	130	130	130	130	130	130
Actifs totaux	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Actifs familiaux	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Equipement de traite	1 robot	1 robot	2 robots	2 robots	2 robots	2 robots	2 robots	2 robots	2 robots	2 robots
Poulets vendus par an	253800	253800	267900	267900	267900	267900	267900	267900	267900	267900
Production d'énergie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 22 : Evolution des principales caractéristiques du système de production SP1 *sans méthaniseur*

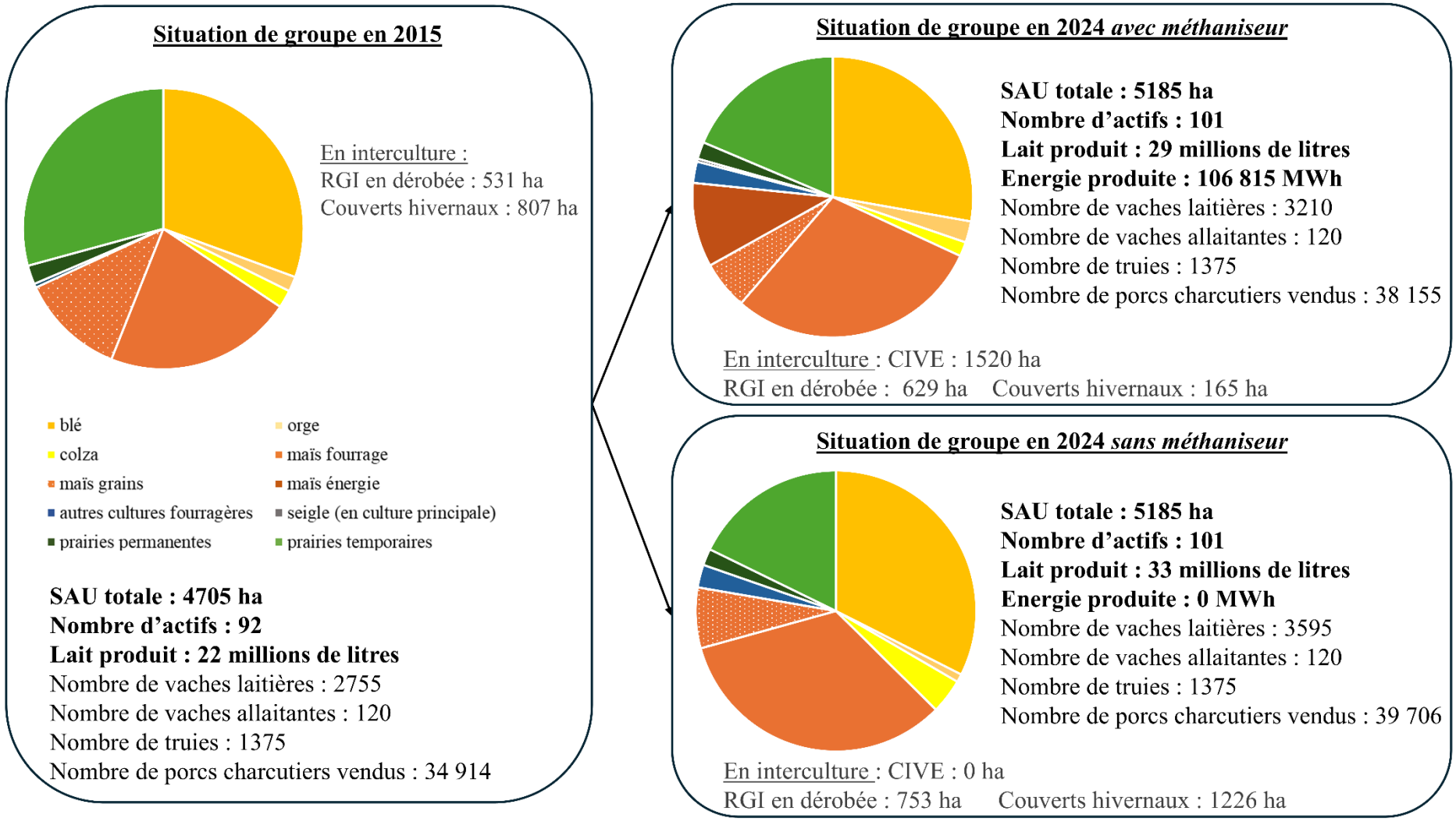
1.3. La comparaison des deux situations de groupe : le calcul d'un différentiel global *avec-sans méthanisation*

Une fois l'ensemble des trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* retracées pour chaque système de production de l'échantillon, l'ensemble des trajectoires *avec* et l'ensemble des trajectoires *sans méthaniseur* sont agrégées afin d'obtenir deux situations de groupe *avec* et *sans méthanisation*. L'agrégation des trajectoires se fait en pondérant chaque système de production par rapport à sa présence relative dans la petite région agricole. La figure 117 représente de manière schématique les caractéristiques principales (superficies globales, assolement, nombre d'actifs, quantité de lait produite, etc.) de chaque situation de groupe en 2015 (initiale), dans la situation *avec méthaniseur* (2024) et dans la situation *sans méthaniseur* (2024).

Les deux situations ont été reconstituées en raisonnant à consommation domestique constante pour tous les produits (énergie, productions agricoles). Cette hypothèse implique que toute production non produite dans l'une des situations de groupe est considérée comme importée ou produite par ailleurs pour répondre à cette demande constante (exemples : importation de gaz fossile en l'absence de production de gaz par méthanisation, production d'électricité nucléaire en l'absence de production d'électricité par méthanisation).

La constitution de ces deux situations de groupe, *avec* et *sans méthaniseur*, permet d'identifier des différentiels de production et de consommation, qui sont susceptibles de se répercuter 'en cascade' sur un ensemble d'agents économiques situés en amont et en aval. Pour mener à bien cette évaluation économique, il convient donc d'identifier préalablement les agents directs et indirects susceptibles de voir leur activité économique modifiée par le développement de la méthanisation.

Figure 117 : Représentation schématique de la situation de groupe en 2015, en 2024 *avec méthaniseur* et en 2024 *sans méthaniseur*



2. Préalable à l'application des méthodes d'évaluation économique : l'identification des agents directement et indirectement concernés par la méthanisation

2.1. Les différentiels de production et de consommation permettent d'identifier les agents économiques directs et indirects

L'impact de la politique de soutien à la méthanisation est évalué sur l'économie nationale. Le développement de la méthanisation est en effet susceptible d'affecter une diversité d'agents économiques répartis sur la France entière (entreprises nationales, réseaux de gaz nationaux, etc.).

L'identification de ces agents économiques directement, mais aussi indirectement concernés par la méthanisation est indispensable pour en évaluer les effets. Il s'agit alors d'identifier tous les agents économiques dont l'activité connaît des modifications du fait de la mise en fonctionnement de méthaniseurs dans les exploitations agricoles.

Les agents économiques directement concernés par la méthanisation et retenus pour cette évaluation sont les agriculteurs du bassin rennais, en considérant aussi bien les agriculteurs qui ont investi dans un méthaniseur, que ceux simples fournisseurs de biomasse pour ces unités de méthanisation.

Les agents économiques nationaux indirectement concernés par le développement de la méthanisation ont été identifiés grâce à l'étude précise de l'installation et du fonctionnement des méthaniseurs (*cf.* chapitre 5) et des différentiels de productions et de consommations qu'ils engendrent. La reconstitution des trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* (*cf.* figure 117) a permis de préciser ces différentiels et de mieux appréhender comment ils peuvent se répercuter sur les agents économiques nationaux. La figure 118 suivante représente de manière simplifiée les différentiels de production et de consommations identifiés et les agents économiques indirectement concernés.

D'une part, la construction des situations *avec* et *sans méthaniseur* et leur agrégation (figure 117) révèlent un moindre accroissement des rendements laitiers et du cheptel bovin laitier, mais aussi une moindre production de cultures de vente (blé, colza) au profit des cultures énergétiques. La méthanisation est donc susceptible d'engendrer une moindre production agricole (moins de production laitière, moins de cultures de vente, moins de bovins abattus), qui se répercute directement sur l'aval des filières agricoles (les laiteries, les abattoirs et les entreprises de collecte et de transformation des productions végétales).

Or, ces différences de production peuvent se répercuter aussi sur les consommations intermédiaires et les dépenses d'investissement qui leur sont associées et donc sur l'amont des filières (les groupes coopératifs ou privés de vente d'intrants agricoles, les coopératives et magasins de fournitures agricoles, les coopératives et groupes privés fournisseurs d'aliments du bétail). Nos résultats (chapitre 5) ont révélé que l'utilisation des digestats issus de la

méthanisation permet aux agriculteurs de réaliser d'importantes économies d'achat d'engrais azotés de synthèse, qui se répercutent directement en amont sur les fabricants et les distributeurs. On observe en revanche de plus fortes consommations de carburant avec méthaniseur, de certains matériels de culture et un recours plus important à la sous-traitance en CUMA et en ETA, qui se répercutent sur ces agents économiques (pompistes, CUMA, ETA, vendeurs d'équipements …).
D'autre part, la méthanisation agricole conduit à une production d'énergie sous forme de gaz ou d'électricité destinée à la consommation domestique en France, qui se substitue à des importations de gaz ou à de la production d'électricité nucléaire. Cette substitution affecte indirectement les entreprises nationales de production d'électricité d'origine nucléaire, ainsi que les entreprises qui importent le gaz fossile, mais peuvent permettre de faire des économies sur les importations d'énergie fossile (gaz, uranium).
Enfin, la construction des méthaniseurs ainsi que leur entretien impliquent des consommations et des dépenses d'investissement auprès d'un ensemble d'entreprises qui commercialisent ces équipements, comme les entreprises de construction d'unités de méthanisation (montage et coordination du projet), ou encore les entreprises de construction et d'installation de blocs de cogénération et les entreprises de construction des systèmes d'épuration.

Dans l'objectif de comprendre finement le fonctionnement de ces agents économiques et de collecter des données économiques précises sur leur activité, une deuxième série d'entretiens a donc été conduite. Ces entretiens semi-directifs ont été conduits auprès des agents économiques indirectement concernés par la méthanisation en Bretagne, en amont et en aval. Cette recherche se fonde ainsi sur 28 entretiens réalisés auprès d'agents économiques indirects, dont 10 auprès d'agents économiques liés à l'énergie ou à la méthanisation. Le corpus d'entretiens détaillé est présenté en annexe 7. Les entretiens ont permis de collecter des informations fines sur leur fonctionnement, la décomposition précise de leurs coûts, le type de main-d'œuvre mobilisée et leurs évolutions ces dernières années en lien avec le développement de la méthanisation agricole.
Une attention particulière a été portée aux entreprises liées à la production et à la distribution d'énergie ou à la méthanisation, mais aussi aux entreprises agricoles ou agroalimentaires implantées dans cette partie de la Bretagne, les plus susceptibles d'être affectées par le développement de la méthanisation dans le bassin rennais (laiteries, producteurs et fournisseurs d'intrants). Des données concernant la décomposition des coûts pour des agents économiques nationaux similaires, collectées pour d'autres cas d'étude en France par l'équipe de l'*UFR Agriculture Comparée* depuis plusieurs années (Cochet et al., 2009; Garambois, 2011) ont aussi été mobilisées et mises à jour.

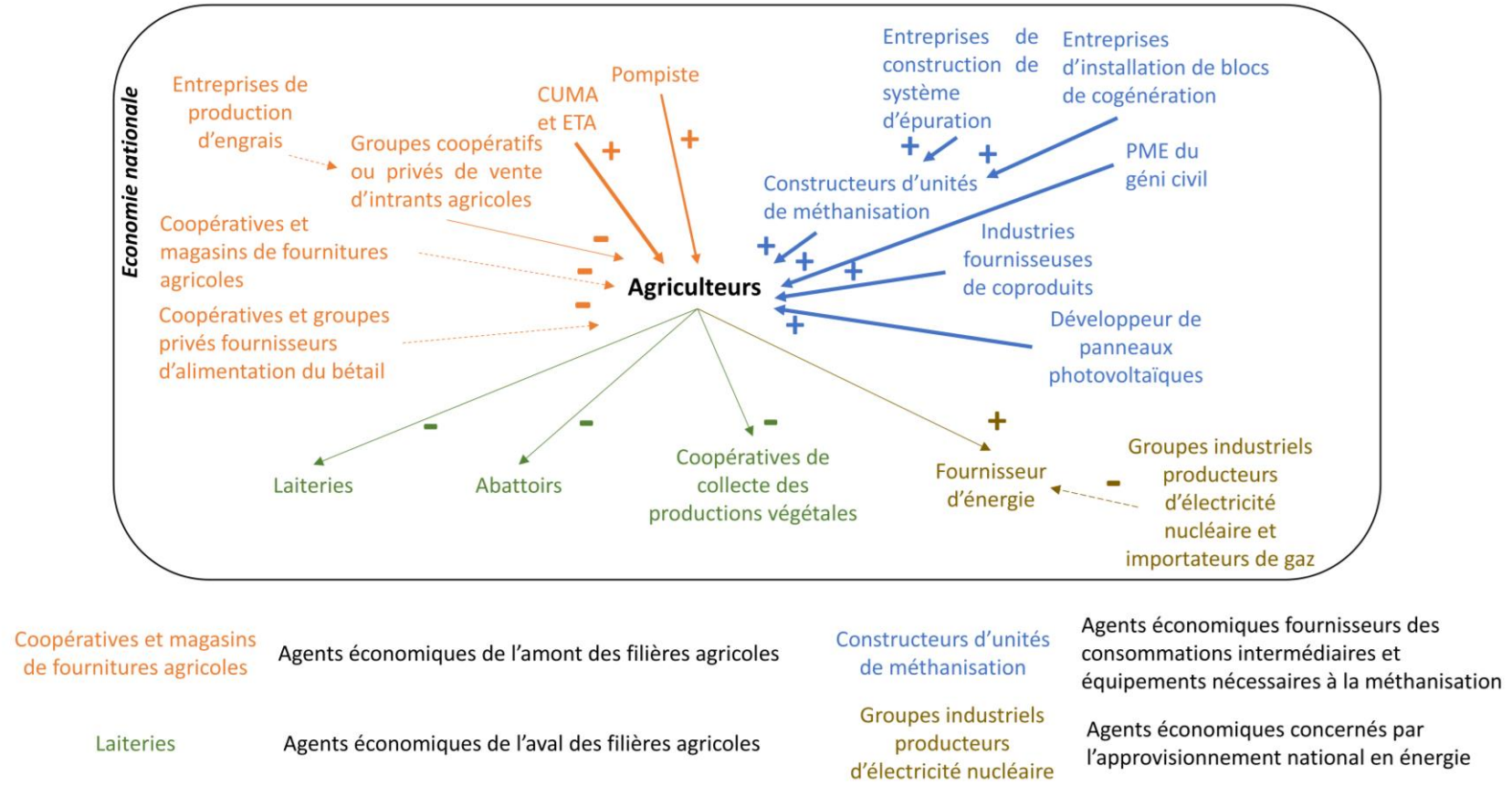


Figure 118 : Schéma simplifié des principaux flux et des agents économiques concernés par la méthanisation agricole

2.2. Un schéma d'agents et des flux de matière pour identifier les gains et les pertes engendrés par la méthanisation pour l'économie nationale

Le schéma d'agents et des flux de matière simplifié présenté en figure 118 a ensuite pu être complété plus précisément grâce aux entretiens effectués. Ces entretiens ont en effet permis de comprendre plus finement le fonctionnement et l'économie de chacun de ces agents économiques indirectement concernés par la méthanisation agricole.

2.2.1. Un préalable au bilan des gains et des pertes : la compréhension du fonctionnement précis des filières agricole et agroalimentaire, et de l'énergie

Les entretiens réalisés ont permis de comprendre finement le fonctionnement de l'activité de chacun de ces agents économiques. Ces entretiens ont permis par la suite de poser des hypothèses réalistes quant au niveau et à la nature de l'impact économique de la méthanisation sur chaque agent, en aval et en amont.

a) Les agents économiques agricoles et agroalimentaires concernés par le développement de la méthanisation

En aval, les entretiens réalisés se sont concentrés sur les filières laitières, de céréales et de la viande bovine et porcine.

- **Les laiteries**

Trois principaux entretiens ont permis de comprendre le fonctionnement de la filière laitière, de la collecte du lait jusqu'à sa transformation. Ces informations ont été collectées auprès de deux groupes coopératifs laitiers implantés et collectant le lait du bassin rennais.
Le système de collecte du lait en Bretagne est dit 'harmonisé' entre les différents groupes laitiers concurrents. Il s'agit d'un accord qui permet à ces derniers de collecter le lait de producteurs qui ne sont pas adhérents de leur laiterie, afin d'optimiser les circuits de collecte et de réaliser des économies. Les litrages sont ensuite échangés entre ces groupes laitiers pour correspondre à la production réelle de chacun de leurs adhérents. Cette harmonisation est facilitée par la forte densité d'exploitations laitières, produisant en outre une même qualité de lait (lait majoritairement conventionnel). Cette spécificité bretonne explique que les coûts de collecte du lait soient très limités en Bretagne comparativement aux autres régions françaises. D'après nos entretiens, ces derniers peuvent en effet être jusqu'à deux fois plus faibles dans cette région, compris entre 15 et 20€ des 1000 litres. Le taux de remplissage des citernes est d'au moins 90% pour chaque circuit de collecte.
Ces cinq dernières années, ces coûts de collecte sont restés stables malgré l'augmentation des charges, grâce aux gains de productivité réalisés. Ces gains reposent notamment sur l'accroissement des capacités de collecte. Historiquement, les citernes de collecte présentaient une capacité de 21 000 litres et ont cru jusqu'à 29 000 litres aujourd'hui. La réglementation

routière limitant la taille des camions à 44 tonnes, cette capacité n'a pu être augmentée plus fortement. En revanche, le système de pompage a été modifié, en passant d'un système hydraulique à un système électrique entre les années 2015 et 2020. Le pompage électrique a quasiment permis de doubler le débit de pompage, qui atteint aujourd'hui 800m^3 de lait par heure, et de collecter entre 3 et 4 litres de lait supplémentaire pour 100 km parcourus.

Les usines de transformation laitière du bassin rennais présentent plutôt une orientation fromagère (emmental, mozzarella), ce qui engendre des contraintes sur la collecte laitière. La durée de stockage du lait sur l'exploitation agricole doit en effet être plus limitée que dans le cas d'une transformation en yaourts. L'objectif est de limiter ce stockage à moins de 48 heures, contre 72 heures dans d'autres régions. Cette caractéristique implique des roulements importants sur les camions de collecte. Les camions sont mobilisés en « double poste », c'est-à-dire qu'un même camion circule le jour avec un chauffeur et la nuit avec un second chauffeur. Avec ce fonctionnement intensif en double poste, la flotte de camions-citernes est louée en *full-service*. Ce modèle est plus économique et permet de garantir un fonctionnement optimal des camions-citernes.
L'évolution structurelle et productive des exploitations laitières ces dernières années engendre aussi des modifications sur la collecte. L'accroissement de la taille des exploitations laitières ainsi que la réduction du pâturage en lien avec la robotisation conduit à une production laitière plus constante tout au long de l'année, moins saisonnière. Cet effet permet aux laiteries de mieux anticiper le remplissage des citernes et de lisser la transformation.
D'après nos entretiens, la diminution du nombre d'exploitations laitières dans le bassin rennais ces dernières années n'a pas eu de répercussion conséquente sur les volumes collectés et transformés pour le moment. En effet, les litrages ont pu être aisément affectés à d'autres exploitations très productives.

Au niveau de la transformation, les laiteries bretonnes produisent une diversité de produits laitiers. D'après les enquêtes mensuelles laitières SSP-France Agrimer (Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2025a) sur 5170 millions de litres collectés en Bretagne en 2023, 9% sont conditionnées en lait en brique, tandis que les 91% restants sont transformés. Comme le montre le tableau 23, un litre de lait collecté conduit à la production de fromages (majoritairement de l'Emmental), de crème et de yaourts et autres desserts lactés, qui sont des productions à haute valeur ajoutée, mais aussi à de la poudre de lait écrémé et du beurre, ainsi que de la poudre de lactosérum (co-produit issu de la fabrication du fromage), qui sont des produits à plus faible valeur ajoutée. La France est excédentaire pour tous ces produits laitiers, à l'exception du beurre (Agreste, 2025).

1 litre de lait collecté =	Fromages (Emmental, Mozarella)	43 grammes
	Crème	20 grammes
	Yaourts et autres desserts lactés	13 grammes
	Poudre de lait écrémé	26 grammes
	Beurre	16 grammes
	Poudre de lactosérum	13 grammes

Tableau 23 : Transformations laitières en Bretagne (Source : enquête mensuelle laitière SSP/FranceAgriMer, 2023).

- **Les abattoirs**

La filière viande bovine a été étudiée à partir d'un entretien conduit auprès d'un grand abattoir implanté en dehors de la région Bretagne (Sartre)[65] et des données collectées par Garambois (2011). L'évaluation s'appuie sur l'hypothèse que l'ensemble des abattoirs fonctionnent de manière similaire à celui qui fut étudié dans la Sartre. Plusieurs étapes de transformations des bovins laitiers en produits finaux peuvent avoir lieu : l'abattage, la découpe et parfois l'incorporation des coproduits de la découpe dans les productions de l'industrie alimentaire. La première transformation correspond à l'abattage. La deuxième transformation correspond à la découpe des carcasses. Chaque carcasse obtenue se décompose en deux quartiers *avant* et deux quartiers *arrière.* Ces quartiers représentent les deux tiers de la masse de l'animal. Le tiers restant est appelé '*cinquième quartier'* et correspond aux co-produits de la viande : le cuir, le sang, la tête, les pieds, etc. Ce cinquième quartier n'est pas payé aux agriculteurs et revient aux abattoirs, en fonction des opportunités de valorisation dont ils disposent (Garambois, 2011). Enfin, la troisième transformation consiste à incorporer la viande hachée en industrie alimentaire (brochettes, produits marinés, saucisses etc.). Les femelles de race laitière sont majoritairement transformées jusqu'à l'étape de la découpe et valorisées en quartiers. Les entretiens révèlent par ailleurs que la main-d'œuvre salariée de ces abattoirs est très difficile à trouver sur le marché du travail, tant en raison de la technicité de certains postes, que de la pénibilité des tâches exigées. Cette main-d'œuvre présente donc un coût d'opportunité élevé. La main-d'œuvre salariée est en grande partie formée sur site.

Dans le cas de la viande porcine, deux principaux groupes coopératifs dominent le marché dans les petites régions étudiées : Cooperl Arc Atlantique, qui assure sa propre prestation d'abattage, et Elpor qui dispose d'un partenariat avec l'abattoir Kermené. Cet oligopsone a rendu difficile

[65] Déplacement dans la Sarthe réalisé dans le cadre de l'unité d'enseignement de 2ème année d'école d'ingénieure portant sur la formation à l'évaluation économique d'impact des projets de développement agricole, auquel la doctorante a participé en 2023 afin de compléter sa formation.

l'accès à des entretiens précis sur la filière porcine, son organisation et ses coûts. Cette évaluation se fonde donc uniquement sur les données publiques publiées par l'IFIP (Institut Technique du Porc). En Bretagne, les porcs vifs subissent eux aussi plusieurs découpes avant l'obtention des produits finaux. Les porcs sont d'abord abattus afin d'obtenir deux demi-carcasses. Une découpe dite *primaire* est ensuite réalisée et consiste à détailler les demi-carcasses en quatre pièces principales : le jambon, l'épaule, la poitrine et la longe. Une découpe dite *secondaire* peut ensuite avoir lieu pour retravailler les pièces selon le produit souhaité (exemple : jambon retravaillé en jambon cuit, jambon sec, rouelle, etc.). En se fondant sur ce qui est observé pour la filière bovine, l'hypothèse d'une main-d'œuvre à coût d'opportunité élevé, difficile à trouver sur le marché du travail en raison de la pénibilité du travail en abattoir, a été posée.

- **Les entreprises privées et coopératives de collecte des céréales**

Deux entretiens principaux auprès d'entreprises privées de collecte et de commercialisation des céréales ont permis de comprendre l'organisation de cette filière en Bretagne. Bien que la France soit largement excédentaire en céréales, les productions végétales bretonnes potentiellement affectées par le développement de la méthanisation – le blé, le maïs et l'orge – peuvent être commercialisées selon deux voies principales. Soit ces dernières sont destinées à l'export, soit elles sont destinées à des usines de fabrication d'aliments pour le bétail localisées dans la région. La destination de ces productions dépend de leur qualité. Par exemple pour le blé, la teneur en protéine et le poids spécifique (PS) déterminent son orientation : pour un poids spécifique de 74 kg/hL et un taux protéique de 10,5% la céréale sera destinée à l'alimentation animale, pour un poids spécifique d'au moins 76 kg/hL et 11% de protéines, cette dernière sera destinée à l'export. Or, les entretiens révèlent qu'en Bretagne, deux tendances se dégagent concernant la qualité du blé produit. À l'est de la région (est de la ligne St Malo-Vannes) où se trouve le bassin rennais, le blé présente généralement un taux protéique de 11,5% et un poids spécifique de 76 kg/hL. La production est donc majoritairement conduite vers le port de Rouen ou de La Pallice (La Rochelle) et exportée. En revanche, à l'ouest de la région, les taux protéiques sont beaucoup plus limités et la production de blé est destinée à l'alimentation du bétail. Dans le cadre de cette évaluation, l'hypothèse est posée que l'intégralité des productions (blé, orge, maïs) produites par les exploitations étudiées dans le bassin rennais est destinée à l'export.

Dans le cas du colza en revanche, environ 80% de la production est transformée en Bretagne et les 20% restants sont exportés. L'usine de trituration située à Montoir-de-Bretagne collecte une grande partie de cette production. Le colza est alors majoritairement utilisé pour produire des huiles alimentaires et du biodiesel, tandis que les tourteaux obtenus sont majoritairement destinés à l'alimentation animale.

- **Les entreprises para-agricoles de l'amont**

Les entretiens réalisés pour comprendre le fonctionnement des entreprises de l'amont sont nombreux. Tous les agents économiques concernés n'ont pu être rencontrés, c'est pourquoi une partie des données reposent sur les travaux effectués par Garambois (2011). Les entretiens qui ont pu être réalisés se sont portés prioritairement sur les agents économiques de l'amont susceptibles d'être les plus fortement affectés par le développement de la méthanisation. Pour cette raison, le cas des entreprises de production puis de distribution de l'ammonitrate – qui voit sa consommation reculer avec la méthanisation (*cf.* chapitre 5) – a été plus spécifiquement étudié.

En France, les engrais azotés représentent entre 75 et 80% du marché des engrais d'après les entretiens. La Bretagne présente une orientation particulière en matière d'engrais azotés comparativement aux autres régions françaises : les agriculteurs bretons consomment majoritairement de l'ammonitrate 33,5%, plutôt que de l'urée ou d'autres solutions azotées. Cette tendance est probablement liée aux enjeux environnementaux bretons puisque l'ammonitrate 33,5% présente de moindres risques de volatilisation azotée que les autres engrais du marché. La France importe très peu d'ammonitrate (maximum 15 à 20% du marché), car elle dispose de deux entreprises de fabrication à l'échelle nationale : Yara, dont le principal site de production est situé à Ambès-Bordeaux, et Boréalis, dont le principal site de production est situé à Rouen. Yara disposait auparavant d'une usine de fabrication supplémentaire à Montoir-de-Bretagne – ce qui explique aussi partiellement l'orientation historique de l'agriculture de la région vers l'usage de l'ammonitrate – mais aujourd'hui cette usine n'assure plus que l'ensachage de l'engrais.
Le processus de fabrication de l'ammonitrate se décompose en plusieurs étapes[66]. L'ammonitrate obtenu est ensuite conditionné en *big bags* de 600kg avec un système d'ensachage automatisé (Yara France, 2022).
D'après les enquêtes, lorsque l'une des usines françaises de fabrication d'ammonitrate 33,5% met en vente un volume de cet ammonitrate, quatre centrales d'achat françaises se partagent ce volume. Ces dernières achètent l'engrais et le redistribuent ensuite aux revendeurs locaux. L'ammonitrate 33,5% étant hautement explosif, des autorisations spécifiques sont nécessaires pour avoir le droit de le stocker. Ainsi le plus souvent, les entreprises ou coopératives de vente d'intrants agricoles livrent l'engrais directement chez l'éleveur en sortie d'usine. Le coût de transport est alors estimé à 1,5 € par kilomètre.

[66] Cette fabrication repose sur l'importation par bateau d'ammoniac sous forme liquide. La première étape consiste à produire du gaz nitreux à partir de l'ammoniac importé qui réagit avec du dioxygène présent sur des toiles de platine. Le gaz nitreux est ensuite placé en réaction avec de l'eau afin d'obtenir de l'acide nitrique. Cet acide nitrique est enfin placé en contact d'ammoniac afin d'obtenir du nitrate d'ammonium en solution. Le passage à l'état solide est réalisé par concentration de la solution et pulvérisation dans un granulateur (Yara France, 2022).

b) La caractérisation des filières de l'énergie pour en comprendre l'économie

Une grande partie des entretiens a été centrée sur les agents économiques du secteur de l'énergie. Ces entretiens ont visé à comprendre d'une part comment fonctionne le marché de la méthanisation ('amont') – de la fabrication des pièces et des équipements du méthaniseur jusqu'à la construction du méthaniseur dans son ensemble – et d'autre part comment fonctionne le marché de l'énergie produite ou importée ('aval').

- **En 'amont' : la fabrication des équipements et la construction des méthaniseurs**

Un méthaniseur est constitué de deux grands ensembles : l'ensemble des équipements nécessaires à la réalisation du processus chimique, appelé '*process',* et l'ensemble des équipements nécessaires au traitement du gaz obtenu. Il peut s'agir soit d'un 'bloc de cogénération' pour produire de l'électricité et de la chaleur, soit d'un 'épurateur' pour épurer le gaz en méthane et l'injecter dans le réseau. Lorsqu'un agriculteur souhaite installer un méthaniseur, il se tourne vers des entreprises spécialisées, qualifiées de 'développeurs'. Il peut s'agir d'entreprises françaises ou bien de filiales d'entreprises étrangères installées en France. Les principaux développeurs implantés en Bretagne sont : Planet, AgriKomp, Evalor, Horst et GR-Energie. Ces derniers sont chargés de dimensionner le projet en fonction de la ou des exploitations agricoles impliquées et d'accompagner les porteurs de projet jusqu'à la mise en route du méthaniseur. Ce sont aussi ces entreprises qui fournissent les équipements nécessaires au *process*, ces derniers sont quasi intégralement importés. Les développeurs ne sont en revanche pas fabricants des équipements nécessaires à la transformation de l'énergie (bloc de cogénération, épurateur) et font appel à d'autres entreprises ou bien à leurs propres filiales. Dans le cas de la cogénération, le bloc de cogénération est systématiquement produit hors de France et importé, alors que dans le cas de l'injection, les systèmes d'épuration constituent un savoir-faire français et sont souvent produits sur le territoire national.

En Bretagne, nos entretiens révèlent que 30% des méthaniseurs sont construits sur un modèle mobilisant des prestataires locaux, tandis que les 70% restants sont livrés 'clef en main' par les développeurs. Dans le cas du modèle avec prestataires locaux, le travail de construction est sous-traité à des entreprises de BTP locales. Lorsque les développeurs proposent un modèle 'clef en main', cette partie du travail est intégralement assurée par de la main-d'œuvre étrangère, rattachée à la maison mère de l'entreprise basée à l'étranger, le plus souvent en Allemagne.

Le raccordement du méthaniseur au réseau est quant à lui supervisé par GRDF (méthane) ou Enedis (électricité).

- **En 'aval' : le marché de l'énergie produite ou importée**

L'énergie produite ou importée en France est gérée par une diversité d'agents économiques et d'opérateurs. Le fonctionnement et l'organisation de ces agents au sein de la filière gaz (figure 119) et de la filière électricité (figure 120) ont été étudiés plus précisément.

En France, près de 98% du gaz consommé correspond à du gaz fossile importé (SDES, 2024a). Deux voies principales d'acheminement existent : la voie terrestre par gazoduc, qui permet notamment d'acheminer le gaz norvégien importé en France, et la voie maritime par bateaux méthaniers transportant du gaz naturel liquéfié (GNL), qui permet d'importer du gaz de pays plus éloignés comme les États-Unis par exemple. La production de biométhane représente quant à elle 2,3% de la consommation française (SDES, 2024b). Une partie de ce biométhane est produite par les agriculteurs et une autre par des groupes industriels. Dans tous les cas, le gaz - que ce soit du biométhane ou qu'il soit d'origine fossile – est toujours injecté dans le même réseau de gaz. Les fournisseurs d'énergie (qui vendent le gaz au consommateur final) achètent ce gaz sur les marchés et payent aux distributeurs un droit d'acheminement (un 'forfait' qui ne dépend pas de la distance parcourue par ce gaz) pour avoir le droit de faire circuler ce gaz jusqu'au consommateur final.

Deux niveaux de réseau existent. Le *réseau de transport* place le gaz sous très haute pression et permet de faire circuler le gaz sur de longues distances, entre régions par exemple. Le gaz fossile importé est injecté dans ce dernier. Ce réseau est géré par un gestionnaire de réseau qui assure une mission de service public pour permettre la continuité du transport du gaz. Il y a deux gestionnaires en France, Terega dans le sud-ouest, et GRT-Gaz, nouvellement NaTran depuis février 2025 (filiale d'Engie), dans tout le reste de la France. Le *réseau de distribution*, quant à lui, permet de faire circuler le gaz localement à plus basse pression, jusqu'au consommateur final. Il est géré par un distributeur, GRDF (filiale d'Engie), qui répond aussi à des exigences de service public. Le biométhane produit en Bretagne est le plus souvent injecté directement dans ce réseau de distribution, au plus proche des consommateurs. En cas de saturation des réseaux, NaTran a développé des rebours de gaz, technologie qui permet de faire circuler le gaz du réseau de distribution (pression faible) vers le réseau de transport (pression élevée), afin de le faire circuler vers des bassins de consommations moins saturés.

Lorsque les fournisseurs d'énergie achètent du biométhane, ces derniers doivent l'acheter aux prix garantis aux agriculteurs par l'État (contractualisation dans le cadre de guichets ouverts). La différence entre le prix du marché et ce prix bonifié est prise en charge dans le budget de l'État et donc *in fine* par le contribuable. Lorsque le consommateur final achète du biogaz, le prix du contrat est souvent plus élevé. Cette différence entre les contrats classiques et les contrats appelés « gaz vert » s'explique par l'ajout de Garanties d'Origine (GO) : ces GO sont achetées par les fournisseurs à tout producteur de biométhane (cédées pour toute la durée du contrat garanti sur 15 ans) qui les revend ensuite aux consommateurs finaux acheteurs de biométhane. L'État taxe alors à 75% la première vente de cette GO[67] en la retranchant des charges du service public de l'énergie qu'elle reverse aux opérateurs chaque année (comprenant

[67] Arrêté du 23 novembre 2011 fixant la part du montant des valorisations financières des garanties d'origine venant en réduction des charges de service public portant sur l'achat de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel donnant droit à compensation, JO du 24 novembre 2011.

les obligations d'achat au prix bonifié). Le montant exact de ces garanties d'origine n'étant pas connu précisément, le mécanisme de taxation à 75% de la première vente par l'État a été négligé et non prise en compte dans cette évaluation économique.

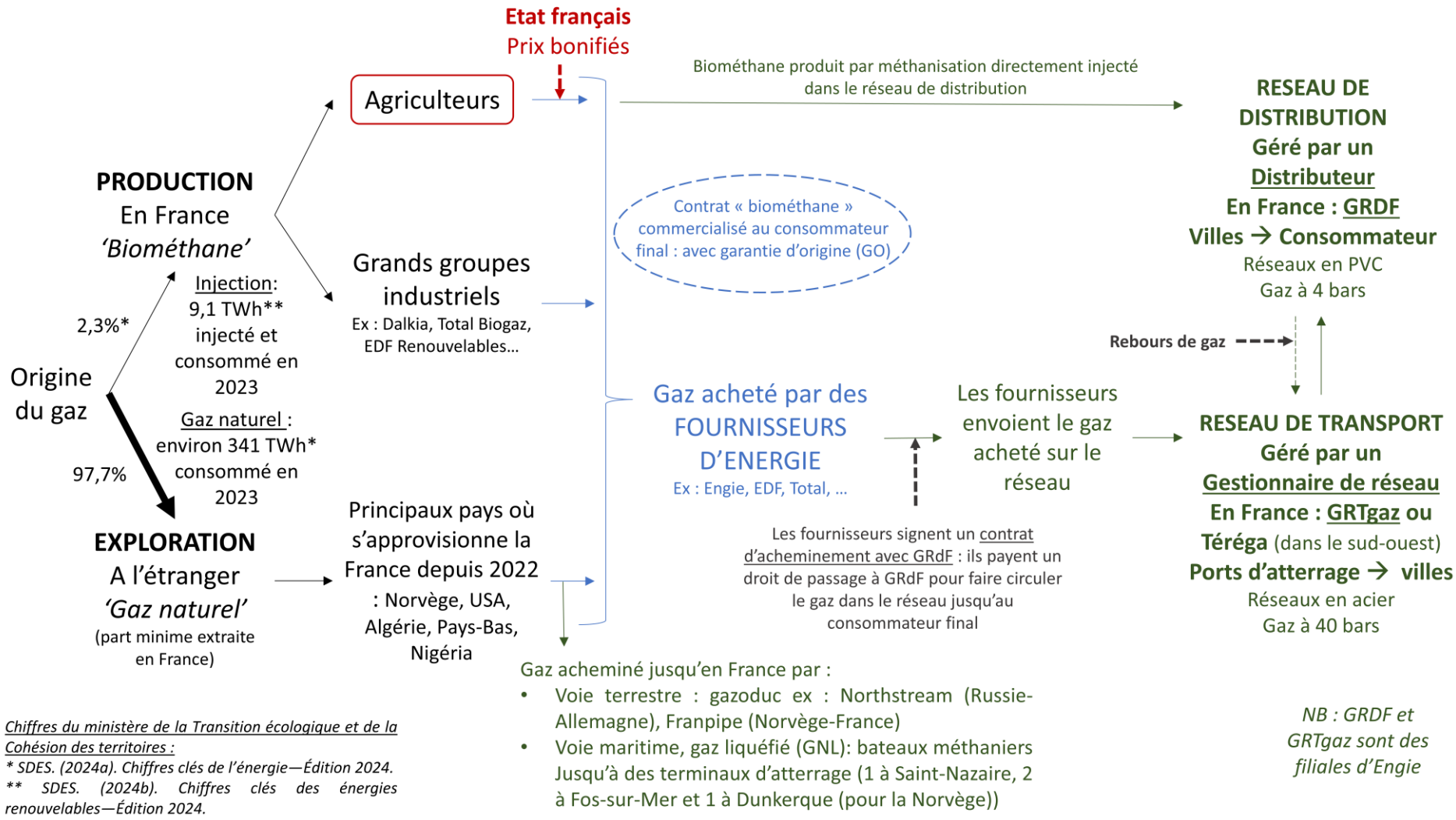


Figure 119 : Schéma d'organisation de la filière gaz en France

Pour la filière électrique (figure 120), une organisation similaire est observée. Les fournisseurs d'énergie payent en effet un droit d'acheminement à Enedis afin de pouvoir faire circuler l'électricité dans le réseau. Deux niveaux d'acheminement sont là aussi observés, les lignes hautes tensions, qui sont prises en charge par un gestionnaire de réseau, RTE (filiale d'EDF), et les lignes basse tension, prises en charge par Enedis (filiale d'EDF), le distributeur.
En France, plus de 60% de l'électricité produite est d'origine nucléaire tandis qu'environ 30% de l'électricité produite est d'origine renouvelable (SDES, 2024a). Cette électricité renouvelable est principalement issue (98%) des technologies éoliennes et hydroélectriques. A l'heure actuelle, seulement 2% de l'électricité renouvelable produite provient de la méthanisation (SDES, 2024b).

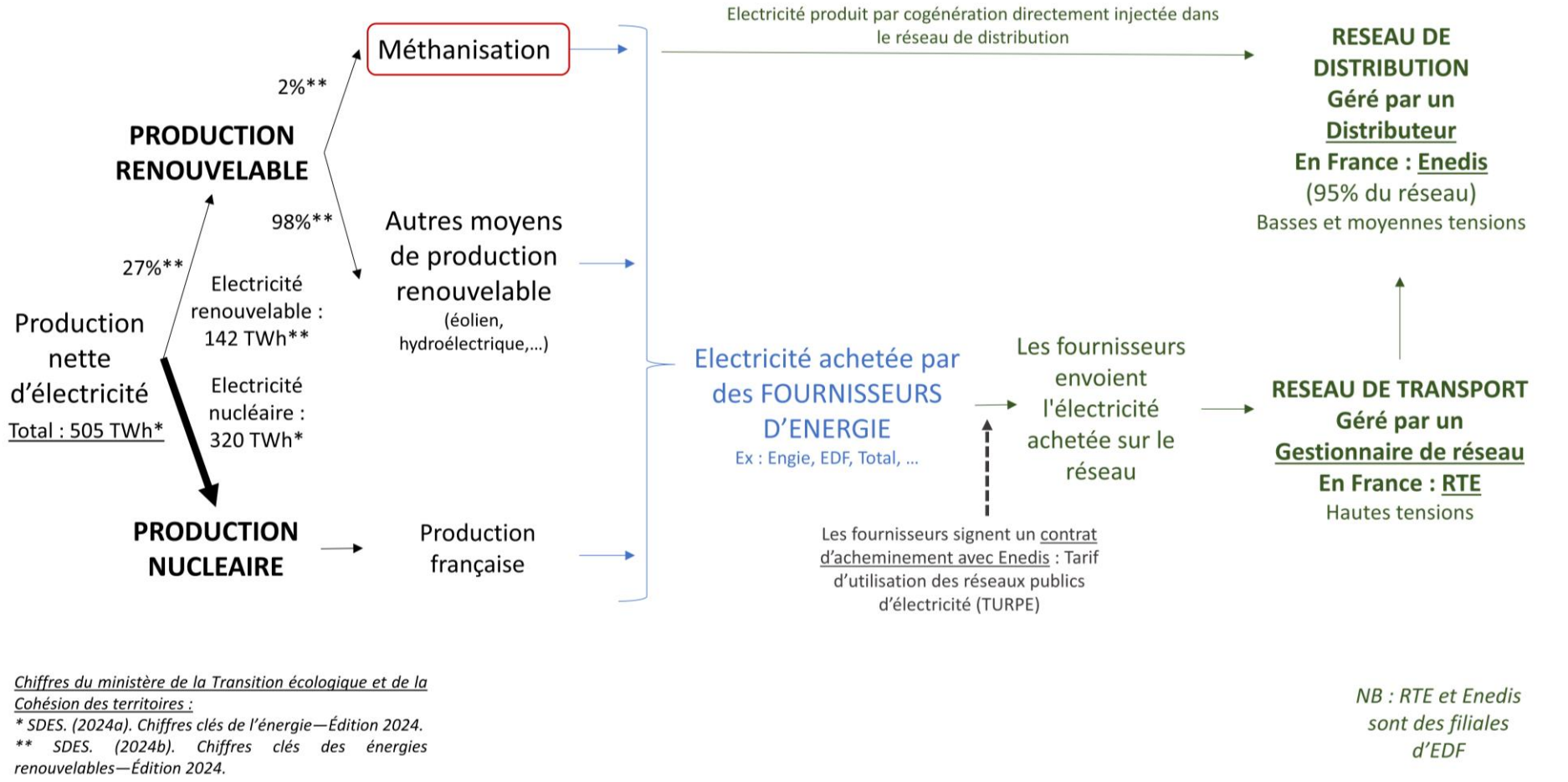


Figure 120 : Schéma d'organisation de la filière électricité en France

2.2.2. Un schéma d'agents pour révéler qualitativement les gains et les pertes pour l'économie nationale

L'ensemble des entretiens menés avec les agents économiques permettent de compléter le schéma d'agents simplifié présenté en figure 118. Le schéma complet, présenté en figure 121, illustre, au sein de l'économie nationale, les agents économiques directement et indirectement concernés par la méthanisation, ainsi que les flux de biens afférents (productions agricoles, énergie, équipements, matériaux, etc.) éventuellement modifiés. Un tel schéma permet de représenter qualitativement l'ensemble des '*avantages'* (gains) et des '*inconvénients'* (pertes) liés au développement de la méthanisation du point de vue de l'ensemble de l'économie nationale.

En aval, une diminution d'activité est enregistrée pour tous les agents économiques (laiteries, abattoirs, coopératives de collecte des productions végétales). La méthanisation engendre en effet une moindre production de lait, de bovins, de porcins et de productions végétales. Cette tendance s'explique par la production de cultures à vocation énergétiques qui conduit à réduire les surfaces en cultures de vente, et par des investissements dans l'énergie plutôt que dans l'élevage qui induisent de moindres agrandissements des cheptels comparativement aux situations *sans méthaniseur*.

Dans le cas de la filière laitière, l'hypothèse suivante est posée : une moindre production de lait conduit à une allocation de la production laitière prioritairement aux productions à forte valeur ajoutée (telles que le fromage ou encore les yaourts) et la réduction de la production se répercute prioritairement sur les productions comparativement à faible valeur ajoutée pour les industries de l'aval, c'est-à-dire le couple beurre-poudre. La France est excédentaire pour tous les produits laitiers sauf le beurre. C'est pourquoi dans cette évaluation, le développement de la méthanisation se traduit par une réduction des exportations de poudre et des importations de beurre.

Pour la filière céréalière, le contexte excédentaire français et nos entretiens ont permis de formuler l'hypothèse d'une qualité suffisante des céréales produites au sein de notre échantillon et donc d'une exportation intégrale de ces dernières. Une moindre production de céréales se traduit donc par de moindres exportations. Dans le cas du colza, l'hypothèse suivante est formulée : une moindre production se répercuterait prioritairement sur les exportations, afin de conserver un approvisionnement suffisant dans les usines de trituration nationale, génératrices de valeur. Dans ce cas encore, une moindre production de colza se traduit par de moindres exportations.

Dans le cas de la filière viande bovine, la méthanisation conduit surtout à réduire le nombre de femelles laitières réformées (comparativement à la situation *sans méthaniseur*). Ces dernières sont pour la plupart transformées jusqu'à la deuxième découpe en quartiers. La France n'étant

pas excédentaire, une moindre production se traduirait par une importation de carcasses depuis l'étranger. Le même raisonnement a été suivi pour les veaux.
Enfin, dans le cas de la viande porcine, la balance commerciale française est positive : une moindre production se traduit donc d'une moindre exportation. L'hypothèse suivante est posée : la réduction des exportations touche plus probablement les pièces principales (jambons, épaules, poitrine, longe) vendues sur les marchés de gros.

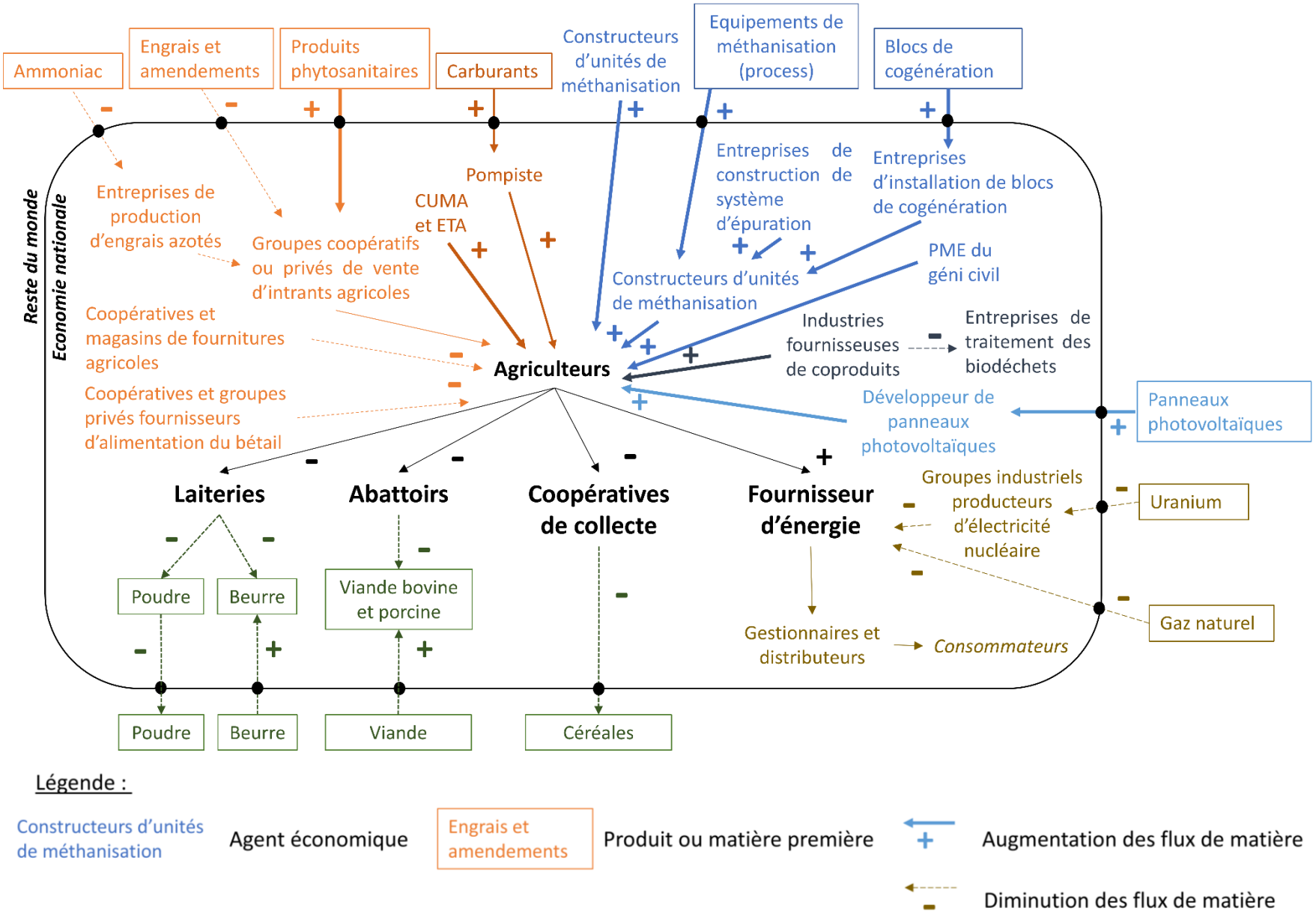
En amont des filières agricoles, les agents économiques voient en grande partie leur activité diminuer. Plus spécifiquement, les entreprises de production d'engrais, les groupes privés ou coopératifs de vente d'intrants agricoles, les magasins de vente de fournitures agricoles et les coopératives et groupes privés de vente d'aliments du bétail voient leurs ventes diminuer avec le développement de la méthanisation. Cette réduction d'activité s'explique d'une part par l'utilisation accrue de digestat, riche en éléments minéraux azotés, qui permet aux agriculteurs de faire des économies sur les achats d'engrais azotés. D'autre part, elle s'explique par la réduction de la production agricole. En revanche, les CUMA et les ETA voient leur activité renforcée avec le développement de la méthanisation, en raison du recours plus fréquent à la sous-traitance dans ces grandes exploitations, dont la charge de travail est accrue avec le méthaniseur. Les producteurs de carburant et les pompistes voient aussi leurs ventes augmenter avec l'utilisation accrue de carburant identifié dans les exploitations avec méthaniseur.

Les agents économiques liés au secteur de l'énergie voient quant à eux leur activité renforcée avec le développement de la méthanisation. Il s'agit d'une part de l'ensemble des agents chargés de fabriquer et d'assembler les équipements des méthaniseurs, tels que les entreprises de construction des équipements du 'process', les entreprises de construction et d'installation des blocs de cogénération, les entreprises de construction des systèmes d'épuration et les constructeurs de méthaniseurs ('développeurs'), qui peuvent être des entreprises françaises ou bien des filiales d'entreprises étrangères (allemandes le plus souvent). D'autre part, les entreprises de construction et les développeurs de panneaux photovoltaïques sont aussi positivement concernés par la méthanisation. Les entretiens ont en effet révélé que l'installation d'un méthaniseur, gourmand en électricité, conduit souvent les agriculteurs à investir dans des panneaux photovoltaïques (*cf.* chapitre 5). Enfin, la méthanisation conduit à renforcer le marché des co-produits des industries. Les entreprises fournisseuses de co-produits méthanisables (lactosérum, glycérine …) voient leur activité renforcée, alors que les entreprises de traitement des biodéchets sont moins sollicitées.

La production d'électricité par méthanisation conduit à diminuer les flux en provenance des entreprises nationales de production d'électricité d'origine nucléaire, et donc de limiter les importations d'uranium. De même, la production de gaz par méthanisation permet de réduire les importations de gaz fossile, qui constitue entièrement un coût pour l'économie nationale.

L’évaluation est réalisée à demande intérieure constante en énergie dans les deux situations de groupe *avec* et *sans méthaniseur* : la quantité d’énergie qui circule dans le réseau est donc la même et le consommateur final n’est pas affecté par cette différence de source d’énergie.

Figure 121 : Schéma d'agents et modification des flux de matière *avec-sans méthanisation*



3. Quantification en termes monétaires : mise en place des prix de référence

L'agrégation des valeurs (quantités produites et consommées) en deux situations de groupe *avec* et *sans méthaniseur* (annexes 9b et 9c) permet de calculer le différentiel suivant : *trajectoire globale avec méthanisation – trajectoire globale sans méthanisation* (annexe 9d). Ce différentiel, exprimé en termes physiques, c'est-à-dire en volumes (tonnes, litres, etc.), constitue une première étape pour évaluer les effets de la méthanisation sur les productions et les consommations. Mais l'étude de l'économie de chaque agent économique directement et indirectement concerné par la méthanisation, rend possible l'expression de ce différentiel *avec-sans méthaniseur* en valeur monétaire.

L'évaluation économique accorde une place importante au niveau de contribution des projets au revenu national net, mais ne se limite pas à la mesure de cet indicateur. Les États peuvent aussi être soucieux de vérifier que les projets satisfont d'autres indicateurs tels que la création d'emploi et la nouvelle répartition des revenus entre agents économiques (Dufumier, 1996a). Plusieurs méthodes d'évaluation économique permettent de mettre en lumière la contribution de la méthanisation à ces divers indicateurs : la méthode aux prix de référence, qui révèle la contribution d'un projet au revenu national net, et la méthode des effets qui consiste plutôt à apprécier les effets d'un projet *« sous l'angle de l'accroissement de la valeur ajoutée globale et de sa répartition entre les différents agents économiques (...) »* et de sa création d'emplois (Bridier & Michaïlof, 1987a, p. 102).

3.1. La méthode d'évaluation aux prix de référence : les principes

3.1.1. L'établissement des prix de référence

La méthode des prix de référence s'inscrit à l'origine dans le cadre de l'économie néo-classique et repose sur l'établissement d'un système de prix supposé mieux refléter la rareté relative des biens produits, et des biens et services consommés avec le développement de la méthanisation. L'établissement de ce système de prix de référence repose sur un certain nombre de règles.

- Prix de référence des biens produits

La première étape consiste à établir le prix de référence des produits vendus (poudre, beurre, viande, céréales). Plusieurs cas sont possibles et ont été pré-identifiés lors du bilan des 'avantages' et 'inconvénients' dressés à l'étape précédente. Dans le cas où les produits seraient exportés, le prix de référence utilisé est le prix FOB (franco à bord) de ce bien, qui ne comprend pas les frais de transport et autres taxes et assurances associées, payés par le pays importateur. Dans le cas où le produit fini se substituerait à des importations, il convient d'utiliser son prix CAF (Coût, Assurance, Fret). Le prix CAF correspond à son prix comprenant tous les coûts

nécessaires à l'acheminement du produit jusqu'à la frontière nationale, c'est-à-dire le prix qui serait utilisé si le bien en question n'était pas produit grâce au projet et devait être importé (Bridier & Michaïlof, 1987a).

- Prix de référence de la main-d'œuvre

« Au plan économique, le prix de référence de la main d'œuvre va tenter de chiffrer le coût pour la collectivité de l'emploi de main d'œuvre sur un projet déterminé » (Bridier & Michaïlof, 1987a, p. 95). Ce prix de référence de la main-d'œuvre doit refléter le coût économique de l'emploi de cette dernière en fonction de son plus ou moins grand degré de rareté ou d'abondance (autrement dit le niveau de chômage). Il s'agit alors d'évaluer son coût d'opportunité, c'est-à-dire la valeur des productions auxquelles il faut renoncer du fait que cette main-d'œuvre est employée pour le projet et non plus à d'autres fins productives.
Ainsi, dans le cas où le développement de la méthanisation permettrait l'embauche d'une main-d'œuvre peu qualifiée qui, sans méthanisation, serait au chômage, son coût d'opportunité est nul puisqu'il n'y a pas de productions perdues du point de vue l'économie nationale du fait de l'embauche de cette main-d'œuvre (0% un coût pour l'économie).
En revanche, si le développement de la méthanisation requiert une main-d'œuvre qualifiée, qui exerce dans un secteur sans chômage dans lequel elle pourrait contribuer à créer de la richesse, « *il faudrait tenir compte de la valeur de la production à laquelle la collectivité doit renoncer du fait de la mobilisation de cet actif par le projet. En référence à la théorie marginaliste, on suppose la valeur de cette production marginale proche du salaire versé à l'actif concerné et on assimile donc le coût d'opportunité de cet actif à son salaire »* (Dufumier, 1996a, p. 251). Ainsi, si la méthanisation conduit à l'embauche d'une main-d'œuvre qualifiée, qui exerce dans un secteur qui ne connaît pas le chômage, alors la valeur de cette dernière correspond, par hypothèse, au salaire et aux charges sociales qui seraient versés en dehors de ce scénario (100% un coût pour l'économie).

- Prix de référence des biens et services consommés

L'établissement des prix de référence des biens et services consommés par le projet constitue la plus grande part du travail. Plusieurs cas s'appliquent en fonction de l'origine des biens et services en question.
Si ces derniers sont intégralement importés, il convient d'utiliser les prix CAF.
S'ils sont produits par des entreprises nationales, alors deux cas sont possibles. Soit ces entreprises fonctionnent déjà au maximum de leur capacité et le projet se fait au détriment de leurs exportations : ce sont donc les prix FOB qui s'appliquent.
Soit les entreprises sont en sous-emploi de leur capacité productive (c'est-à-dire qu'elles ne fonctionnent pas à pleine capacité) et il convient d'ajuster le prix de vente courant du prix considéré « *en le décomposant en ses divers éléments auxquels on applique les prix de référence*

correspondant : main d'œuvre, consommation ou amortissement de biens importés, taxes (transferts) consommation ou amortissement de biens locaux (pour lesquels on se contente en général de conserver le système de prix du marché) » (Bridier & Michaïlof, 1987b, p. 88). Il s'agit alors de mener une décomposition précise des coûts de production des biens et services employés, en les exprimant à leur prix de référence. Une 'remontée en chaîne' est ainsi opérée jusqu'à ce que le coût pour l'économie nationale devienne négligeable.

- Les transferts intra-économie

Les transferts intra-économie, c'est-à-dire les transferts entre agents économiques tels que les taxes, impôts et subventions, ne représentent ni un gain ni une perte du point de vue de l'économie dans son ensemble. Ils sont donc considérés comme nuls.
Les subventions agricoles, mais aussi les subventions à l'investissement pour la méthanisation agricole et les subventions octroyées sous forme de prix bonifiés de l'énergie, sont considérées dans cette évaluation comme un transfert interne à l'économie nationale, organisé par l'État.
Certains auteurs considèrent néanmoins qu'une subvention constitue un coût pour l'économie nationale puisque les ressources budgétaires de l'État sont limitées et que donc ce qui est mobilisé comme subvention pour un projet ne peut pas être affecté à d'autres activités (Gittinger, 1985). Dans cette évaluation, les subventions versées sont bien considérées comme des transferts intra-économie, et donc comme nul. Néanmoins pour chaque période, le différentiel annuel *avec-sans méthanisation* de subventions perçues est suivi et exprimé en valeur cumulée et en monnaie constante.

3.1.2. Le calcul de la contribution de la méthanisation au revenu national net

Les valeurs exprimées aux prix de référence des productions finales et des consommations intermédiaires de biens et services permettent de calculer les différentiels annuels de valeur ajoutée nette entre les deux situations de groupe, sur tout le pas de temps choisi pour l'évaluation (2015-2024). La somme de ces différentiels annuels, calculée en monnaie constante, permet ensuite de mesurer l'impact de la méthanisation sur le revenu national net.

Le développement de la méthanisation a toutefois nécessité des capitaux directs comme indirects. Ces capitaux investis pour assurer ce développement entre 2015 et 2024 n'ont donc pas pu être disponibles pour d'autres usages durant cette période. Comme le soulignent Cochet, Ducourtieux et al. (2009), ces usages auraient pourtant pu apporter d'autres avantages du point de vue de l'économie nationale. Ces avantages 'perdus' correspondent alors au coût d'opportunité du développement de la méthanisation, qui se mesure par l'actualisation. En évaluation *ex-ante*, cette actualisation reflète le choix fait par l'économie entre un rapport actuel et un rapport futur (Gittinger, 1985) et reflète la plus grande affinité des agents économiques

pour des bénéfices les plus précoces possibles (Garambois, 2011)[68]. En évaluation *ex-post*, comme c'est le cas ici, la même logique s'applique, mais les flux passés sont 'actualisés' [69] jusqu'à la date de référence (2024), à l'aide d'un taux reflétant le coût d'opportunité du capital, tel qu'il était perçu au début de la politique publique évaluée (étudiée ici à partir de 2015). Lorsque l'évaluation économique évalue l'impact d'une politique publique, et non d'un projet de développement par exemple, le taux d'actualisation choisi préconisé en France est un taux dit 'social' de 2,5%, qui est un taux réel destiné à refléter la préférence sociale intertemporelle et l'incertitude sur la croissance future [70] (Haut-commissariat à la stratégie et au plan, 2025).

[68] L'actualisation permet alors d'exprimer une valeur future en sa valeur aujourd'hui, en partant du principe que 1€ *aujourd'hui* vaut plus que 1€ *demain*, car (1) on peut placer cet argent *aujourd'hui* et gagner des intérêts et (2) le futur est risqué (inflation).

[69] On dit plutôt que l'on *capitalise* les flux passés en évaluation *ex-post*, alors que l'on *actualise* les flux futurs en évaluation *ex-ante*.

[70] La formule utilisée est alors la suivante : $VAN_{2024} = \sum_{t=2015}^{2024} VANt \times (1+a)^{2024-t}$, avec a = le taux d'actualisation de 2,5%.

3.2. L'application de la méthode aux prix de référence dans le cas de l'évaluation économique d'impact de la méthanisation

3.2.1. Un système de prix constitué à partir des entretiens approfondis et de données statistiques

Dans le cadre de cette méthode, mesurer la répercussion du développement de la méthanisation sur l'économie nationale repose donc sur l'établissement d'un système de prix de référence. Un prix de référence doit être affecté à chaque différentiel de bien et service produit ou consommé entre les deux trajectoires *avec* et *sans méthaniseur*, afin de refléter leur coût d'opportunité réel pour l'économie.

L'établissement de ces prix de référence a reposé sur les entretiens, précédemment présentés, conduits auprès des agents économiques concernés par le développement de la méthanisation. Une partie de ces échanges visait à collecter les informations nécessaires pour établir les coûts, pour l'économie nationale, de chacun des postes de charge. Il s'agissait alors de discuter avec l'enquêté de la décomposition de chaque poste de charge des biens et/ou services produits par leur activité. Ces discussions ont alors permis de déterminer le poids de la main-d'œuvre (qualifiée ou non), des transferts intra-économie (taxes, impôts), et des biens et services consommés dans le processus productif, en remontant ainsi 'en cascade' la chaîne des coûts. Les tableaux d'entrées et sorties fournies par l'INSEE n'ont pas été mobilisés pour établir les principaux prix de référence, car ces données sont agrégées par branche d'activité et ne fournissent pas de données suffisamment précises pour établir les postes de coûts.
Les entretiens conduits furent semi-directifs. Il n'existe pas de guide d'entretien figé, chaque échange était adapté à l'agent économique rencontré et évoluait au cours de l'entretien, en fonction des réponses fournies. Une liste de questions 'types' formulées dans le cadre de ces échanges est néanmoins présentée en annexe 10.

Les agents économiques pour lesquels le développement de la méthanisation a eu des effets importants ont été enquêtés directement. Les entretiens ont été prioritairement conduits auprès des agents économiques liés au secteur de la méthanisation, pour lesquels aucun prix de référence n'avait à ce jour été établi.
En complément des données collectées dans le cadre de cette recherche, certains des prix de référence établis pour la France au cours de précédents travaux par l'équipe de l'UFR Agriculture Comparée ont été mobilisés. Ainsi, les prix de référence relatifs aux consommations d'eau, d'électricité et de carburant utilisés dans cette évaluation s'appuient sur les travaux conduits par Cochet *et al.* (2009). Le prix de référence du carburant a néanmoins été mis à jour grâce à des entretiens complémentaires. De même, les prix de référence établis pour les tourteaux de soja, les bâtiments agricoles et les fumières s'appuient sur les travaux conduits par Garambois (2011).

Certains agents économiques sont très indirectement concernés par le développement de la méthanisation, tels que les entreprises bancaires, les services comptables, les services de nettoyage, etc. Dans ce cas, l'établissement des prix de référence des biens et services secondaires associés a reposé sur les comptes de charge établis par l'INSEE, et non sur des entretiens. Ces données permettent en effet d'exprimer chaque poste du compte de charge en pourcentage du chiffre d'affaires.

La mobilisation des données de l'INSEE présente néanmoins des limites. En effet, l'établissement des prix de référence est moins précis en raison de l'agrégation de certains postes, tels que « *achat de matières premières et autres approvisionnements* ». C'est pourquoi un ensemble d'hypothèses, présentées en annexe 11, a été posé afin de ne pas surestimer ou sous-estimer l'impact de la méthanisation sur l'économie. Les comptes de charge de l'INSEE restent suffisamment détaillés pour connaître les transferts intra-économie (impôts, taxes). De plus, les prix de référence établis à partir de ces comptes de charge sont relatifs à des différentiels de consommations très faibles. Ainsi, même en cas de légère erreur de décomposition, l'effet reste négligeable sur le résultat final.

3.2.2. Un exemple d'établissement des prix de référence : le cas d'un méthaniseur

Une attention particulière a été portée aux agents économiques et aux flux de matière liés à la méthanisation, qui pèsent de manière importante dans le résultat final, mais pour lesquels aucune donnée n'était disponible par ailleurs avant la conduite de nos enquêtes. L'établissement du prix de référence d'un méthaniseur a ainsi reposé sur un ensemble d'entretiens avec des représentants d'entreprises de développement et d'installation d'unité de méthanisation, d'entreprises de construction d'épurateurs et de blocs de cogénération, d'entreprises du génie civil (BTP) et de gestionnaires de réseau. Six entretiens approfondis ont été nécessaires pour établir précisément le prix de référence d'un méthaniseur.

Bien que 70% du parc breton soit constitué de méthaniseurs livrés 'clefs en main', l'exemple suivant présente la méthode d'établissement du prix de référence des méthaniseurs construits avec prestataires locaux. Ce type de méthaniseur induit en effet de plus forts revenus pour les entreprises françaises et permet ainsi d'illustrer plus précisément la méthode de décomposition des coûts. Dans un même souci de précision, l'exemple porte sur les méthaniseurs en injection, car ces derniers contiennent des épurateurs construits en France (décomposition des coûts nécessaire), alors que les blocs de cogénération sont le plus souvent importés (100% un coût pour l'économie nationale).

Le coût réel pour l'économie nationale de la construction d'une unité de méthanisation en injection avec 'prestataires locaux' s'élève à 75% de son prix de marché : il s'agit de son prix de référence. En effet, une partie de la valeur du méthaniseur est transférée vers l'étranger et sa fabrication mobilise de la main d'œuvre qualifiée. Or, ces éléments constituent des coûts du point de vue l'économie française.

Pour établir ce prix de référence, le prix de vente du méthaniseur a été étudié. Le tableau 24 présente la décomposition des coûts de ce prix de vente, selon les 5 principaux postes suivants:

- La partie ‘conception, commercialisation et procédés industriels’ (29,7%)
- Les gros œuvres ‘génie civil’ (31,7%)
- Le système d’épuration (24,7%)
- Le raccordement au réseau de gaz (9,7%)
- La partie ‘bureaux d’étude’ (2,7%)
- Les impôts et taxes (1,5%)

Méthaniseur en injection – Modèle avec prestataires locaux (30% du parc breton)					
	% du prix de base	**%**	**Décomposition**	**Part représentant un coût pour l'économie nationale**	**Coefficient de passage du prix de marché au prix de référence**
Conception, commercialisation, process	29,7%	**25%**	**MO qualifiée**	**100%**	7%
		5%	Déplacements	37%	1%
		55%	**Equipements process**	**85%**	14%
		7%	Amortissement du matériel	64%	1%
		2,5%	Amortissement du bâtiment	63%	0%
		5,5%	Autres frais fixes	90%	1%
Système d'épuration français	24,7%	**63%**	**Equipements**	**75%**	12%
		30%	**MO qualifiée**	**100%**	7%
		5%	Amortissement outillage	64%	0,8%
		2%	Transports	57%	0,3%
Gros-œuvre BTP	31,7%	**45%**	**Matériaux**	**47%**	7%
		35%	**MO**	**79%**	9%
		20%	**Frais fixes**	**60%**	4%
Raccordement au réseau	9,7%	**40%**	**Poste d'injection**	75%	3%
		50%	**MO qualifiée**	100%	5%
		10%	**Déplacements**	37%	0,4%
Bureaux d'étude	2,7%	80%	MO qualifiée	100%	2%
		10%	Déplacements	37%	0,1%
		5%	Amortissement du matériel	64%	0,1%
		2,5%	Amortissement des bâtiments	63%	0%
		2,5%	Charges fixes	75%	0,1%
Taxes, financier	1,5%	20%	Taxes	0%	0%
		80%	Financiers	0%	0%
				Prix de référence global :	**75%**

Tableau 24 : Décomposition simplifiée des coûts pour l'économie nationale d'un méthaniseur en injection modèle 'avec prestataires locaux'. Sources : enquêtes.

- *Conception, commercialisation et procédés industriels* :

Cette partie revient principalement aux entreprises françaises ou filiales d'entreprises étrangères installées en France, chargées de développer les unités de méthanisation.
En matière de coûts, ce sont les équipements nécessaires au procédé industriel qui pèsent le plus lourd (55%), la majorité des pièces sont fabriquées à l'étranger. Finalement, 85% du coût global de ces équipements représentent un coût pour l'économie nationale (tableau 24).
La main-d'œuvre pèse ensuite 25% de ce poste de coût. Il s'agit exclusivement d'une main-d'œuvre qualifiée (ingénieurs d'étude, managers, personnels administratifs) qui ne serait pas au chômage en l'absence du développement de la méthanisation. Cette main-d'œuvre représente donc à 100% un coût pour l'économie.
Le reste des coûts concernent les déplacements sur le site de construction, les amortissements des locaux et du matériel et d'autres frais fixes.
Au total, le coût réel pour l'économie nationale du poste 'conception, commercialisation et procédés industriels' s'élève à 24% de son prix.

- *Travaux de construction, gros-œuvre* :

Lorsque les développeurs proposent un modèle 'clef en main', cette partie n'est pas sous-traitée et intégralement assurée par la main-d'œuvre rattachée à l'entreprise, étrangère, qui constitue à 100% un coût pour l'économie nationale. Dans cet exemple avec prestataires locaux, le travail de construction est néanmoins sous-traité à des entreprises de construction locales.
Le coût total de ces travaux se décompose à 45% de coûts relatifs aux matériaux qui représentent à 47% un coût pour l'économie (*cf.* annexe 12 pour le détail de la décomposition des coûts). Il s'agit essentiellement de béton armé, composé de matériaux locaux (graviers, sable, eau), mais aussi de ciment spécifique importé et qui constitue donc à 100% un coût pour l'économie, de ferraille française, d'un isolant fabriqué en France et d'un liner importé. Ce poste est composé aussi à 35% de main-d'œuvre qualifiée (salaires et déplacements) qui représente à 79% un coût pour l'économie (annexe 12). Les 20% restants correspondent à des frais fixes qui représentent un coût réel du point de vue de l'économie nationale de 60% (annexe 12).

- *Système d'épuration* :

La fabrication des systèmes d'épuration est réalisée par des entreprises françaises spécialisées dans ce type d'équipement. Les coûts principaux portent sur les équipements et matières premières, dont une partie est importée et représente à 75% un coût pour l'économie nationale. Ce coût est aussi composé d'une main-d'œuvre qualifiée (ingénieurs, personnels administratifs) qui représente à 100% un coût pour l'économie. Le reste des charges concernent l'amortissement de l'outillage et les transports des équipements.

- *Raccordement au réseau de gaz* :

Le raccordement au réseau de distribution du gaz est supervisé par GRDF. La moitié du coût concerne de la main-d'œuvre qualifiée (100% un coût), 40% concernent le poste d'injection (équipement) et 10% du coût sont relatifs aux déplacements de la main-d'œuvre sur site.

- *Bureaux d'étude :*

Les bureaux d'étude sont chargés des études environnementales et des demandes d'autorisation ou d'enregistrement auprès du registre de l'ICPE[71]. Ce coût se compose essentiellement de main-d'œuvre qualifiée (ingénieurs, managers) et de déplacements professionnels.

- *Taxes, financier* :

Les impôts et taxes constituent des transferts intra-économie et ne représentent donc pas un coût pour cette économie nationale.

La même décomposition des coûts a été réalisée pour les méthaniseurs en injection vendus 'clefs en main', ainsi que pour les méthaniseurs en cogénération, afin de déterminer le coût réel de leur construction pour l'économie française (tableau 25).

Part du marché	**Type de méthaniseur**	**Coût réel pour l'économie nationale** (En pourcentage du prix de marché)
30%	Injection – Prestataires locaux	75 %
	Cogénération – Prestataires locaux	79 %
70%	Injection – Clef en main	93 %
	Cogénération – Clef en main	94 %

Tableau 25 : Coût réel pour l'économie nationale des différents types de méthaniseurs (en pourcentage du prix de marché). Sources : enquêtes.

[71] Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

3.2.3. Les prix de référence des consommations intermédiaires et dépenses d'investissements directs

Les différentiels de consommations et de dépenses d'investissements directs, réalisés sur les exploitations agricoles, doivent aussi être exprimés à leur prix de référence.
Concernant les investissements, ces dépenses n'ont pas été comptabilisées comme un coût intégral l'année de l'investissement, mais cette dépense a été répartie selon une dépréciation linéaire sur toute la durée d'usage de l'équipement considéré (15 ans pour un méthaniseur par exemple). C'est pourquoi aucune valeur résiduelle du capital immobilisé n'a été calculée en fin d'évaluation. Seule la valeur résiduelle du capital sur pied (différentiel de taille de cheptel en fin d'évaluation) a été comptabilisée.
Un travail similaire de décomposition des coûts a ensuite été effectué pour exprimer chaque différentiel de consommation intermédiaire et de dépense d'investissement à son coût réel pour l'économie nationale L'ensemble des coefficients de passage des prix de marché aux prix de référence utilisés sont présentés au sein du tableau 26 et le détail de leur établissement est présenté en annexe 14.

Les coefficients de coût obtenus sont variables selon le type de bien ou de service considéré. Ces coefficients augmentent à mesure que les facteurs de production reposent plus largement sur des importations (revenus transférés à l'étranger et donc perdus pour l'économie nationale) et que la main-d'œuvre mobilisée est très qualifiée (coût d'opportunité élevé). C'est le cas notamment des engrais, comme l'ammonitrate, dont la fabrication repose sur des importations de matière première (ammoniac liquide) et sur une mobilisation d'une grande part de main-d'œuvre qualifiée (ingénieurs, techniciens spécialisés, chimistes etc.) (tableau 26). Au contraire, ces coefficients diminuent à mesure que les facteurs de production font l'objet de transformations importantes au sein de l'économie considérée (France entière), car ils augmentent les possibilités de transfert au sein de l'économie nationale et mobilisent des ressources à coûts d'opportunité faible ou nul. De même, ces coefficients diminuent lorsque de la main-d'œuvre peu qualifiée (qui serait sans cela au chômage) est plus largement employée. Cette logique explique que les méthaniseurs construits avec des prestataires locaux (entreprises françaises) présentent un coefficient de coût inférieur aux méthaniseurs construits sur un modèle clef en main (transfert de revenus vers l'étranger), qui coûtent plus cher à l'économie nationale (tableau 26).
La même logique s'applique tant pour les consommations intermédiaires que pour les dépenses d'investissement (bâtiments, tracteurs, etc.).

Une exception s'applique néanmoins concernant les ressources énergétiques telles que le carburant. En effet, le prix de marché de ces derniers est très largement constitué de taxes qui reviennent à l'État et constituent ainsi de simples transferts intra-économie et ne représentent donc pas un coût.

Finalement, les coefficients de coûts établis dans le cadre de cette évaluation permettent d'exprimer les prix de chaque consommation intermédiaire et dépense d'investissement en fonction de ce qu'ils ont vraiment coûté à l'économie nationale (*prix de référence)*. Chaque coefficient de coût a en effet été multiplié par le prix de marché des consommations intermédiaires et dépenses d'investissement afférent. Ainsi, les différentiels *avec-sans méthaniseur* de ces consommations intermédiaires et dépenses d'investissement ont pu être exprimés à leur *prix de référence*. Plus le coût pour l'économie nationale est élevé, plus le prix de référence est proche du prix de marché (exemple : prix d'un robot de traite ou d'un matériel de culture importé), au contraire, le prix de référence ne représente parfois qu'une infime part du prix de marché lorsque le bien ne représente pas un coût pour l'économie (exemple : semences produites en France).

Tableau 26 : Coefficients de coût pour l'économie nationale des consommations intermédiaires et dépenses d'investissement (en % du prix de marché). Sources : enquêtes.

				Coefficient de passage des prix de marché aux prix de référence
AMONT	Consommations intermédiaires	Intrants cultures	ammonitrate 33,5%	83%
			autres engrais et amendements	88%
			produits phytosanitaires (1/3 importés, 2/3 français)	72%
			semences produites en France	55%
			semences importées	89%
			semences RGI	72%
			semences CIVE	89%
		Aliments bovins	tourteaux de soja	88%
			aliments composés	56%
			aliments minéraux	62%
			poudre de lait	33%
		Porcins	aliments composés	52%
			cochettes de renouvellement	52%
		Volailles	litière	23%
			enlèvement	26%
			lavage	28%
		Travaux cheptel bovin	frais vétérinaires	69%
			achat taureaux reproducteurs	37%
			frais de reproduction (insémination)	80%
			frais d'élevage (contrôle laitier, analyses, hygiène mamelles)	56%
		ETA et CUMA	location de matériel attelé	83%
			prestation récolte	77%
			prestation labour	65%
			prestation pulvérisation	75%
			prestation semis	68%
			prestation épandage lisiers	75%
			prestation épandage digestat	77%
			prestation épandage fumier	68%
			prestation de pressage	68%
			autres prestations (triage semences)	88%
		Divers	carburant	34%
			eau	88%
			électricité	53%
			gaz	73%
			comptabilité	81%
			assurance	76%
			prestation de conseil	68%
			maintenance robot de traite	91%
			entretien salle de traite	86%
			consommables robot et salle de traite	82%
		Méthanisation	entretien et renouvellement du matériel	96%
			suivi biologique du digestat	84%
			frais de maintenance process	91%
			droit d'injection	78%
			raccordement au réseau	66%
			co-produits	16%
			frais de maintenance épurateur	91%
	Dépenses d'investissement	Achat et réparation de matériel	tracteur neuf	89%
			tracteur occasion	88%
			moissonneuse-batteuse, ensileuse, mélangeuse (automoteurs)	93%
			matériel attelé neuf	89%
			matériel attelé occasion	88%
			entretien du matériel	85%
			machine à soupe	93%
			DAC	91%
			salle de traite	92%
			robot de traite	92%
		Bâtiments	bâtiments agricoles (stabulation)	83%
			fosse	70%
			fumière	77%
			broyeur et silo tour	64%
			unité de méthanisation en cogénération	89%
			séchoir	78%
			unité de méthanisation en injection	88%
			panneaux photovoltaïque	77%

3.2.4. L'établissement des prix de référence doit tenir compte des coûts indirects aval

Les prix de référence des produits finis agricoles (produits laitiers, viande, céréales) sont établis selon la même logique (annexe 15). Un différentiel de production agricole (lait, vache, porcs, …) engendre un différentiel de produits finis à vocation alimentaire. Ces produits finis peuvent avoir subi un ensemble de transformations et activités qui contribuent à embaucher de la main-d'œuvre au sein de l'économie nationale. Ainsi, les différentiels de produits finis doivent être exprimés à leur prix de référence, qui doit exprimer ce qu'ils ont réellement fait gagner à l'économie nationale.

Dans le cas des produits laitiers, une moindre production de lait engendre des effets à la fois sur la collecte et sur la transformation.

Les entretiens ont permis de formuler l'hypothèse qu'une réduction de production laitière se répercuterait sur les produits à faible valeur ajoutée, tels que le couple beurre-poudre. La France est excédentaire pour l'ensemble des produits laitiers à l'exception du beurre, qu'elle importe plus largement qu'elle n'exporte (annexe 13). Ainsi, une réduction de production se traduirait par de moindres exportations de poudre, c'est pourquoi le prix FOB de la poudre est utilisé, et par de plus fortes importations de beurre, dont on utilise le prix CAF. Les données de la CNIEL permettent d'estimer qu'un litre de lait collecté en France permet de produire 94 grammes de poudre de lait écrémé et 45 grammes de beurre (CNIEL, 2024). Ainsi, pour 1 million de litres de lait collectés en moins, ce sont 94 tonnes de poudre et 45 tonnes de beurre qui ne sont pas produites.

Le coût de collecte du lait est d'environ 20€ les 1000 litres en 2024 en Bretagne.

Les entretiens ont permis de réaliser la décomposition de ce dernier, afin d'estimer ce que la collecte coûte réellement à l'économie nationale (tableau 2 de l'annexe 15). La décomposition révèle que 40% de ce coût de collecte revient à des frais de personnels (salaires). Il s'agit majoritairement de chauffeurs laitiers, une main-d'œuvre au coût d'opportunité nul car elle est aisée à trouver sur le marché du travail. Puis 26% couvrent les dépenses dans le matériel de collecte (camions, pneumatiques, entretien). Ensuite, 14% du coût de collecte couvre les frais d'encadrement et de gestion, qui correspondent essentiellement aux salaires versés à de la main-d'œuvre qualifiée (managers, chefs d'équipe locaux, mécaniciens). Enfin, 14% couvrent les frais de fonctionnement et la relation aux adhérents (cotisations, taxes, charges, etc.) tandis que 6% permettent de payer les analyses du lait. Le coefficient du coût de la collecte s'élève à 35%, ce qui signifie que la valeur réellement générée par la collecte pour l'économie nationale s'élève à 65% de son prix de marché.

Les enquêtes réalisées auprès de laiteries ont aussi permis de décomposer les prix du beurre et de la poudre de lait pour évaluer les coûts indirects aval (tableaux 3 et 4 de l'annexe 15).

La transformation du lait en poudre induit en effet des coûts indirects aval qui s'élèvent à 87% de la valeur de la poudre produite (le gain réel pour l'économie nationale lié à la transformation

du lait collecté en poudre correspond donc à 13% de la valeur de la poudre). Ces coûts indirects concernent en particulier les achats de matière première supplémentaire (concentrés de protéines importées), l'énergie consommée dans le processus industriel, ainsi que la main-d'œuvre qualifiée mobilisée.
Le même raisonnement a été réalisé pour le beurre, dont les coûts indirects aval s'élèvent à 56% de sa valeur. Les principaux postes de coût qui pèsent dans la fabrication du beurre sont la consommation d'énergie, ainsi que les salaires de la main-d'œuvre qualifiée (direction, management, certains postes de fabrication) et moins qualifiée (conditionnement, fabrication).

Pour les céréales, la moindre production affecte surtout le secteur de la collecte avant exportation. Les prix des céréales exportées utilisés sont les prix FOB puisque la France est excédentaire. Les enquêtes réalisées ont permis d'établir que les coûts indirects aval (liés à la collecte) s'élèvent à 47% du prix de marché (tableau 1 de l'annexe n°15).

La France n'étant pas excédentaire en viande bovine, l'hypothèse suivante a été posée : une moindre production se traduirait par une importation de carcasses depuis l'étranger. C'est pourquoi les prix CAF sont théoriquement appliqués. Néanmoins, en l'absence de connaissances précises sur ces prix CAF, les prix en sortie d'usine, c'est-à-dire le prix des animaux découpés en carcasse et vendus sur les marchés de gros ont été utilisés. Le même raisonnement a été suivi pour les veaux.
Une première série de calcul a permis d'estimer que le coût indirect aval lié à l'abattage s'élève à 64% de sa valeur. Les principaux postes de coûts sont la main-d'œuvre à coût d'opportunité élevée (pénibilité du travail effectué), l'amortissement de tous les équipements ainsi que le traitement des déchets. Les coûts indirects aval liés à la découpe jusqu'au stade carcasse ont ensuite pu être estimés à 60% de la valeur de la carcasse (tableau 6 de l'annexe 15). La valeur réellement générée pour l'économie nationale à ce stade de transformation est donc de 30% de la valeur de la carcasse.

Pour la viande porcine, la balance commerciale française est positive. C'est pourquoi il a été considéré qu'une moindre production se traduirait d'une moindre exportation. L'hypothèse suivante a été posée : cette réduction des exportations toucherait plus probablement les pièces principales (jambons, épaules, poitrine, longe), dont les prix utilisés sont ceux en sortie d'usine, utilisés sur les marchés de gros (prix FOB).
De plus, en l'absence d'informations transmises par des agents enquêtés sur les coûts de production au sein de la filière porcine, l'hypothèse suivante a été formulée : la décomposition des coûts, et le coût pour l'économie nationale de l'abattage et de la découpe des carcasses de porcs, restent relativement proches de ceux réalisés pour une carcasse de bovin. Un coefficient de coût de 60% a donc été utilisé.

3.2.5. La mesure des effets indirects pour le secteur de l'énergie

L'évaluation économique est conduite à demande domestique en énergie constante. Ainsi, dans la situation de groupe *sans méthaniseur*, des volumes équivalents à ceux produits dans la situation *avec méthaniseur* de gaz, d'électricité et de chaleur sont importés, ou bien produits d'une autre manière.

En l'absence de méthaniseur, le biométhane est remplacé par le même volume de gaz naturel importé. Aucune extraction nationale n'a été considérée puisque la France est déficitaire (SDES, 2024a). Ce gaz fossile est donc entièrement importé et représente à 100% un coût pour l'économie nationale. Aucune valeur n'est créée sur l'importation de ce dernier. Les prix considérés correspondent aux prix moyens annuels enregistrés sur le marché du gaz français PEG.

Concernant le transport du gaz, le biométhane produit par méthanisation et le gaz naturel importé circulent dans les mêmes réseaux. Le différentiel *avec-sans méthanisation* de coût sur la construction de ces réseaux semble donc *a priori* nul. Pourtant, la loi Egalim de 2018 stipule que, pour favoriser le développement du biométhane, les gestionnaires de réseau doivent développer le maillage du réseau de gaz et faciliter les raccordements, sous condition d'une rationalité technico-économique. Cela implique aussi d'installer des rebours de gaz, technologie développée en France par NaTran. Le développement du biométhane engendre donc des coûts supplémentaires pour l'économie nationale en développant ce réseau, par rapport à la situation *sans méthanisation*. La décomposition des coûts réalisée pour le développement du maillage et l'installation d'un rebours permet d'estimer un coefficient de coût pour l'économie de 77% (annexe 16). Les rebours de gaz, développés par les ingénieurs de NaTran, sont produits en France et leur installation mobilise une main-d'œuvre très qualifiée. Le développement du maillage du réseau de gaz repose quant à lui sur des équipements et matériaux en grande partie importés et sur une main-d'œuvre en partie peu qualifiée.

En l'absence de méthaniseur, l'électricité et la chaleur produites par méthanisation sont remplacées par une quantité équivalente d'électricité d'origine nucléaire, principale source de production en France (SDES, 2024a). En effet, les calculs se sont appuyés sur l'hypothèse suivante : en l'absence de méthaniseur, une quantité de chaleur équivalente serait produite à partir d'une source d'électricité.

Pour établir le coût de l'électricité nucléaire produite sur le sol national, la décomposition effectuée par Cochet et al. 2009 a été remobilisée et mise à jour. Le coefficient de coût est estimé à 86% (uranium importé, main-d'œuvre très qualifiée) (annexe 16). Le gain réel pour l'économie nationale induit par la production d'électricité s'élève donc à 14% de son prix sur le marché EPEX. Pour le transport de l'électricité, le développement de la méthanisation ne semble pas avoir contribué à des coûts supplémentaires sur les lignes électriques. Le différentiel *avec-sans méthanisation* est donc nul pour l'acheminement de l'électricité.

4. La méthode des effets : la ventilation des valeurs ajoutées entre catégories d'agents

L'évaluation économique d'impact ne se limite pas à l'évaluation de l'impact de la méthanisation sur le revenu national net. Une autre méthode d'évaluation, la méthode des effets, peut en effet permettre de s'intéresser aussi à la répartition des revenus entre agents économiques.

4.1. La méthode des effets : les principes et l'identification des principales catégories d'agents économiques

La méthode des effets permet de s'intéresser à la nouvelle répartition des revenus entre les différentes catégories d'agents économiques engendrée par le développement de la méthanisation. Cette méthode permet donc notamment d'évaluer précisément les effets de la méthanisation sur le budget de l'État. Elle garantit aussi d'évaluer son niveau de contribution à l'emploi en France.

Contrairement à la méthode aux prix de référence, tous les calculs de coûts et recettes sont ici effectués en ayant recours aux prix de marché, exprimés en monnaie constante. Cette méthode n'utilise donc pas des prix de référence, censés mieux représenter la rareté relative des ressources, mais se base sur l'analyse de la nouvelle répartition de la richesse entre catégories d'agents économiques, du fait de la politique de soutien à la méthanisation.

Avec cette méthode, il convient de déterminer les catégories d'agents économiques à considérer pour l'évaluation. Il est en effet d'usage de regrouper les agents en différentes catégories, en rassemblant les agents économiques ayant des situations économiques proches.

C'est pourquoi la main-d'œuvre qualifiée et la main-d'œuvre non qualifiée ont été considérées de manière distincte. En effet, la seconde est susceptible de se retrouver au chômage plus facilement en cas de cessation d'activité dans un secteur économique, alors que la main-d'œuvre qualifiée est, dans cette situation, plus susceptible de retrouver un emploi dans un autre secteur économique. La main-d'œuvre travaillant en amont a aussi été différenciée de celle travaillant en aval, afin de distinguer les effets du développement de la méthanisation sur l'amont (fournitures) et l'aval (collecte et transformation des productions agricoles et énergétiques).

Les agriculteurs constituent une catégorie à part entière, puisque ces derniers investissent dans un méthaniseur et fournissent leur force de travail. Les entreprises, qui investissent dans la fabrication de consommations intermédiaires et de capital, constituent ensuite une autre catégorie. Les banques d'une part, qui perçoivent les intérêts du capital emprunté, et l'État, les collectivités locales et les administrations d'autre part constituent deux autres catégories. Il importe en effet de connaître les effets de la méthanisation sur le budget de l'Etat et des collectivités.

Est ensuite distingué le 'reste du monde', afin d'évaluer les revenus revenant à des agents situés en dehors de l'économie nationale.

Finalement, les catégories suivantes ont été retenues : les agriculteurs, la main-d'œuvre qualifiée amont, la main-d'œuvre qualifiée aval, la main-d'œuvre peu qualifiée amont, la main-d'œuvre peu qualifiée aval, les banques, les entreprises, l'État et les collectivités et le 'reste du monde'. Par ailleurs, chacune de ces catégories d'agents est susceptible de recevoir des revenus en lien avec l'activité agricole ou de production d'énergie.

4.2. L'application de la méthode des effets au cas de l'évaluation économique d'impact de la méthanisation

4.2.1. La méthode de ventilation entre catégories d'agents

Une fois les catégories d'agents identifiées, la deuxième étape de l'évaluation consiste à calculer les différentiels de revenus perçus par chaque catégorie d'agent pendant toute la durée de l'évaluation.

Il s'agit alors de ventiler la valeur ajoutée des biens et services produits et consommés pendant la durée de l'évaluation vers les différentes catégories d'agents. Du point de vue de ces agents économiques, ces *flux de valeur* peuvent être de plusieurs natures : des salaires pour la main-d'œuvre, des intérêts pour les banques, des impôts et des taxes pour l'Etat ou encore des bénéfices pour les entreprises.

L'étape de ventilation des valeurs ajoutées nettes entre les agents économiques est facilitée par toutes les décompositions des coûts de production indirects amont et aval réalisées précédemment dans le cadre de la méthode aux prix de référence. Bien qu'on ne cherche plus à connaître le coût réel pour l'économie nationale de la consommation d'un bien, il est possible de se baser sur cette décomposition pour déterminer la création et la répartition de la valeur entre les divers agents économiques qu'entraîne la consommation de ce bien.

Le différentiel global de valeur ajoutée perçu par chaque catégorie d'agent économique est ensuite obtenu en sommant les différentiels perçus, directs et indirects, amont et aval.

4.2.2. Un exemple de ventilation : le cas de l'investissement dans un méthaniseur en injection

La ventilation de la valeur créée lors de la construction d'un *méthaniseur en injection avec prestataires locaux* est prise ici à nouveau comme exemple.

La figure 122 illustre de manière schématique, dans le cas de l'installation d'un tel méthaniseur, les flux de valeur ajoutée nette vers les différentes catégories d'agents économiques retenues pour cette évaluation.

Puisque les agriculteurs investissent dans ce type de méthaniseur, la valeur de ce dernier est intégralement soustraite des revenus de la catégorie d'agents économiques 'agriculteurs' (ici une valeur de -3 300 000 €). Ensuite, afin de réaliser la ventilation de cette valeur vers les autres

catégories d'agents économiques, les tableaux de décomposition des coûts (voir partie 3), sont à nouveau mobilisés. Ces derniers permettent de déterminer quelle part de l'argent versé par l'agriculteur perçoit chaque catégorie d'agents indirectement concernés (établissement des 'coefficients de ventilation').

Ces tableaux de décomposition des coûts permettent d'abord de ventiler directement la valeur vers la main-d'œuvre correspondante (qualifiée ou peu qualifiée) en amont et en aval, et de ventiler les consommations intermédiaires importées (100% un coût pour l'économie nationale) vers le 'reste du monde'. L'ensemble des entretiens réalisés permettent ensuite de remonter 'en cascade' la chaîne des coûts et de connaître aussi la répartition de la valeur entre l'État et les collectivités (sous forme d'impôts et taxes), les banques (sous forme d'intérêts perçus) et les entreprises (sous forme de bénéfices perçus).

Dans cet exemple, la main-d'œuvre qualifiée amont perçoit 43% de la valeur du méthaniseur tandis que la main-d'œuvre peu qualifiée amont en perçoit 9%. Ce sont 32% de la valeur du méthaniseur qui sont perçus par des agents économiques présents en dehors de l'économie nationale, c'est-à-dire transférés vers l'étranger. L'Etat et les collectivités perçoivent 8% de la valeur du méthaniseur, les banques en perçoivent 3% et les entreprises françaises 5%.

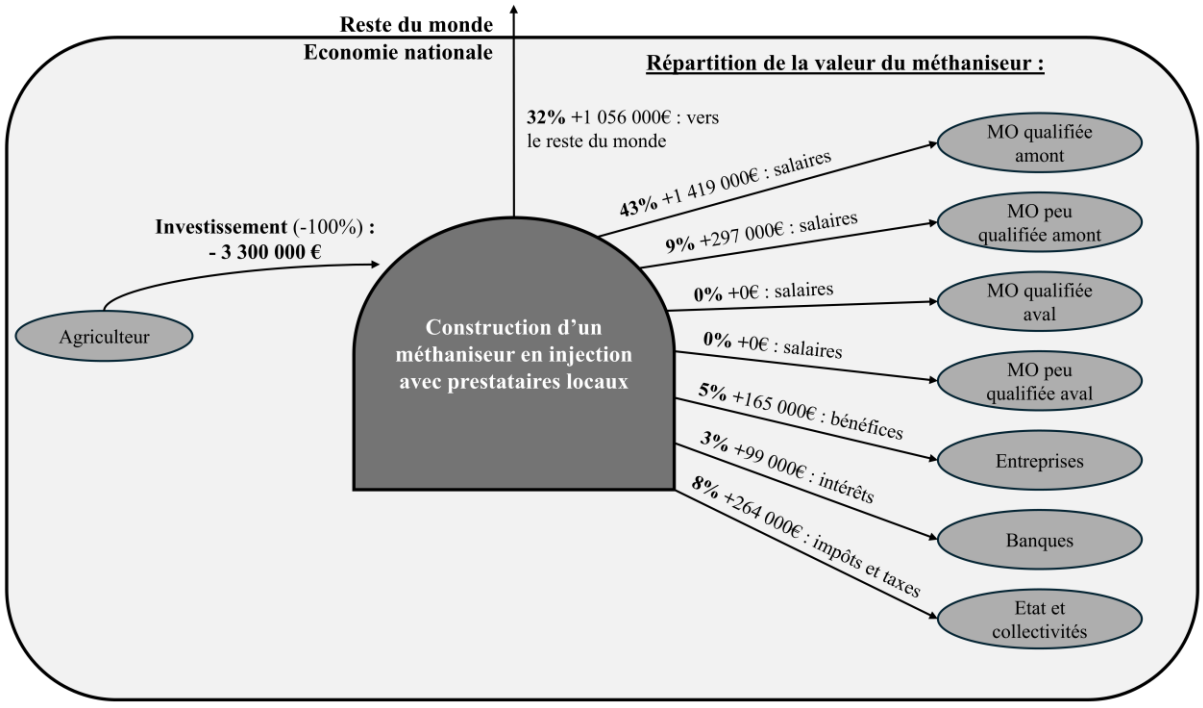


Figure 122 : Représentation schématique des transferts de richesse depuis les agriculteurs qui investissent vers les différentes catégories d'agents économiques qui participent à la mise en place de ce méthaniseur. *Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.*

Dans le cadre de cet exemple, les catégories d'agents économiques n'ont perçu que des flux de valeur ajoutée relatifs à la production d'énergie, et non à l'activité agricole. Les agents économiques liés aux productions agricoles, à leur collecte et à leur transformation, ne reçoivent en effet aucun revenu lié à la construction d'un méthaniseur.

Des précisions quant à cette méthode de ventilation sont présentées en annexe 18. L'ensemble des coefficients de ventilation - établis selon cette méthode pour chaque bien et service produit et consommé dans les deux situations *avec* et *sans méthaniseur* - sont présentés en annexe 19. Le produit de ces coefficients de ventilation avec le prix de marché de chaque bien et service produit ou consommé considéré permet ensuite de ventiler la valeur monétaire perçue par chaque catégorie d'agents (annexe 20).

5. Quel bilan de contribution de la méthanisation agricole dans le bassin rennais au revenu national ?

L'évaluation économique d'impact des politiques de soutien à la méthanisation repose sur une série d'étapes et la mobilisation de deux principales méthodes économiques. Le calcul des trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* empruntées par chaque système de production de l'échantillon sur la période 2015-2024 a constitué la première phase du travail. Elle a ensuite permis d'agréger ces trajectoires en deux situations de groupe *avec* et *sans politique de soutien à la méthanisation* et d'exprimer le différentiel *avec-sans méthaniseur* en valeurs physiques, c'est-à-dire en volumes. La deuxième phase de ce travail a consisté à exprimer ces différentiels en valeurs monétaires. La méthode aux prix de référence a permis dans un premier temps d'évaluer dans quelle mesure la méthanisation agricole permet, ou non, d'accroître la valeur ajoutée nette globale, autrement dit d'évaluer dans quelle mesure elle contribue à l'accroissement du revenu national.

5.1. La production d'énergie entre en concurrence avec la production alimentaire

Dans le cadre de cette évaluation, l'impact du développement de la méthanisation est évalué à partir des 19 méthaniseurs du bassin rennais, qui ont été installés entre 2015 et 2024. Les deux trajectoires globales étudiées, *avec* et *sans* développement de ces méthaniseurs, enregistrent une même évolution des surfaces totales. L'expression du différentiel *avec méthaniseur – sans méthaniseur* a d'abord été exprimé en valeurs physiques, afin de quantifier en litres, en tonnes, en MWh, etc., la différence de production entre les deux situations (annexe 9d).

Le développement de la méthanisation est à l'origine d'un différentiel de production d'énergie électrique et de biométhane, présenté en figure 123. Cette dernière montre qu'à partir de 2017, lorsque seuls des méthaniseurs en cogénération étaient installés, la production annuelle d'énergie s'élevait à près de 8 GWh. Depuis 2019, avec le développement à la fois du nombre de méthaniseurs et de l'injection, ce sont un peu plus de 100 GWh qui sont produits chaque année. La part de l'électricité a comparativement diminué progressivement avec le développement des méthaniseurs en injection, beaucoup plus puissants. Alors qu'elle constituait l'intégralité de l'énergie produite avant 2019, elle ne représente plus que 7% de l'énergie produite aujourd'hui, et le biométhane injecté constitue ainsi l'énergie largement majoritaire.
Sur toute la durée de l'évaluation (2015-2024), le différentiel cumulé de production d'énergie (électrique et biométhane injecté) s'élève ainsi à +581 GWh.

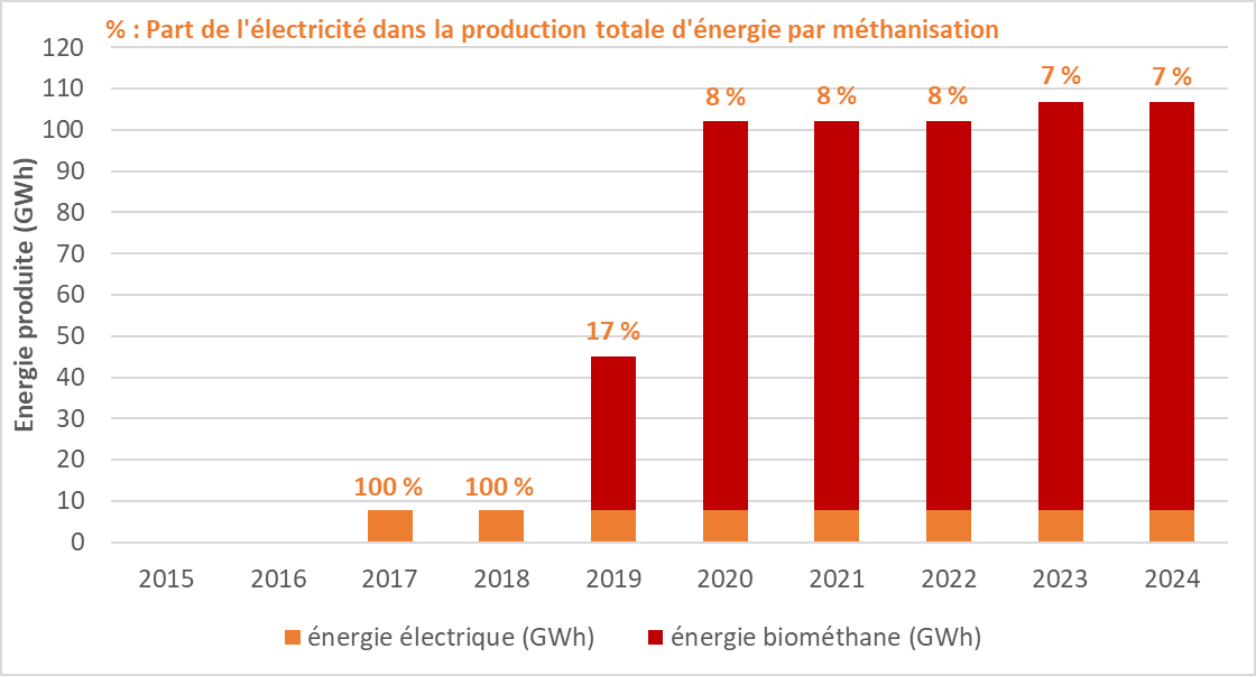


Figure 123 : Différentiels annuels *avec-sans méthaniseur* de production d'énergie (en GWh)

Le chapitre 5 a toutefois démontré que cette production d'énergie se fait à la faveur de profonds bouleversements des itinéraires techniques et des assolements, afin de produire de la biomasse à vocation énergétique. La figure 124 présente l'évolution des différentiels *avec-sans méthaniseur* des surfaces en culture principale entre 2015 et 2024.

Nos travaux révèlent qu'entre 2016 et 2018, juste avant le développement des premiers méthaniseurs et lorsque les premières unités en cogénération ont vu le jour, les surfaces en prairies temporaires étaient plus importantes dans la situation *avec méthaniseur*. Cette tendance s'explique par l'augmentation plus précoce et importante des cheptels, parallèlement à une réduction du pâturage, dans la situation *sans méthaniseur* pour accroître les rendements laitiers. Cette tendance explique aussi pourquoi les surfaces en maïs fourrager apparaissent plus limitées dans la situation *avec méthaniseur* dès cette période. Avec méthanisation, on enregistre, dès 2017 et avec l'installation des premiers méthaniseurs, des surfaces plus limitées en blé et en colza, à la faveur de surfaces plus importantes en maïs, à la fois à vocation énergétique et récolté en grain. Le maïs grain semble en effet avoir joué un rôle de variable d'ajustement durant les premières années d'installation des méthaniseurs, avant que les surfaces exactes en maïs à vocation énergétique à cultiver ne soient confirmées.

À partir de 2019, avec l'installation des méthaniseurs en injection, les tendances évoluent. Les surfaces en prairies temporaires diminuent rapidement lors de l'installation des méthaniseurs détenus en individuel, qui basculent en zéro-pâturage pour permettre la collecte de l'intégralité des effluents d'élevage en bâtiment afin d'alimenter le méthaniseur. Avec les années, cette

différence dans les surfaces en prairies temporaires devient moins marquée entre les deux situations. Dans la situation *sans* méthaniseur, les agriculteurs poursuivent leur transition en zéro-pâturage pour accroître les rendements laitiers, qui s'accompagne d'une réduction progressive des surfaces en prairies, et rattrapent ainsi les dynamiques observées dans la situation *avec méthaniseur*. La différence de taille de cheptel entre les deux situations de groupe explique aussi pourquoi les surfaces en maïs fourrager apparaissent plus limitées dans la situation *avec méthaniseur*. Ces dernières années, la différence entre les deux situations de groupe repose aussi sur des surfaces plus importantes en maïs à vocation énergétique et en orge (pour faciliter l'implantation éventuelle de CIVE d'été) dans la situation *avec méthaniseur*, grâce à la réduction des surfaces en blé et en colza. Du seigle à vocation énergétique a aussi parfois été implanté dans les rotations en culture principale dans la situation *avec méthaniseur*. La luzerne apparaît dans les rotations avec la mise en œuvre de la dernière PAC et les exigences de l'écorégime. Les surfaces en luzerne, utilisée à des fins fourragères, apparaissent légèrement plus limitées dans la situation *avec méthaniseur* car la taille des troupeaux est aussi plus limitée.

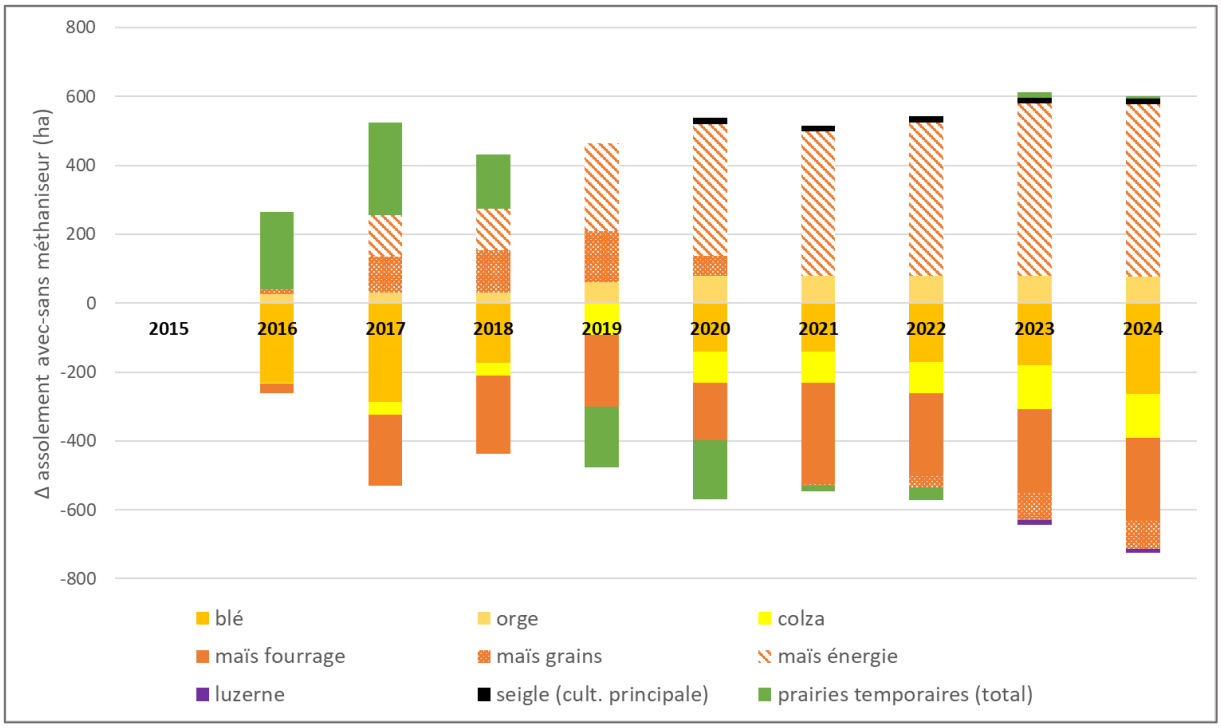


Figure 124 : Différentiel global *avec-sans méthaniseur* des surfaces en culture principale entre 2015 et 2024

L'évolution de ces surfaces en culture principale engendrée par le développement de la méthanisation permet d'éclairer l'évolution des principales productions agricoles. Les figures 125 et 126 illustrent le différentiel global *avec-sans méthaniseur* pour les principales productions animales (lait, viande) et végétales (céréales) affectées par le développement de la méthanisation.

La figure 125 représente les différentiels de productions végétales entre 2015 et 2024. Nos résultats révèlent que la méthanisation conduit à une moindre production de blé et de colza. En effet, l'implantation de surfaces en maïs à vocation énergétique et en orge supplémentaires s'est faite principalement au détriment des surfaces en blé (-10%) et en colza (-50%). En cumulé, entre 2015 et 2024, ce sont environ 14300 tonnes de blé et 2700 tonnes de colza produites en moins dans la situation *avec méthaniseur* par rapport à la situation de groupe *sans*.
Deux cultures végétales sont produites de manière plus importante avec le développement des méthaniseurs : l'orge (+80%) et le maïs grain (+40%). Dans le cas du maïs grain, nos résultats montrent que la production a été plus importante *avec méthanisation* uniquement entre 2016 et 2022. Cela correspond aux années précédant l'installation des méthaniseurs en injection et aux premières années de leur fonctionnement. En effet, ces surfaces en maïs grain ont constitué des surfaces de maïs 'de sécurité' au début, le temps d'ajuster les surfaces exactes de maïs à vocation énergétique réellement nécessaires pour alimenter le méthaniseur. En cumulé, ce sont ainsi 2480 tonnes de maïs grain qui ont été produits en plus dans la situation *avec méthaniseur* entre 2015 et 2024.

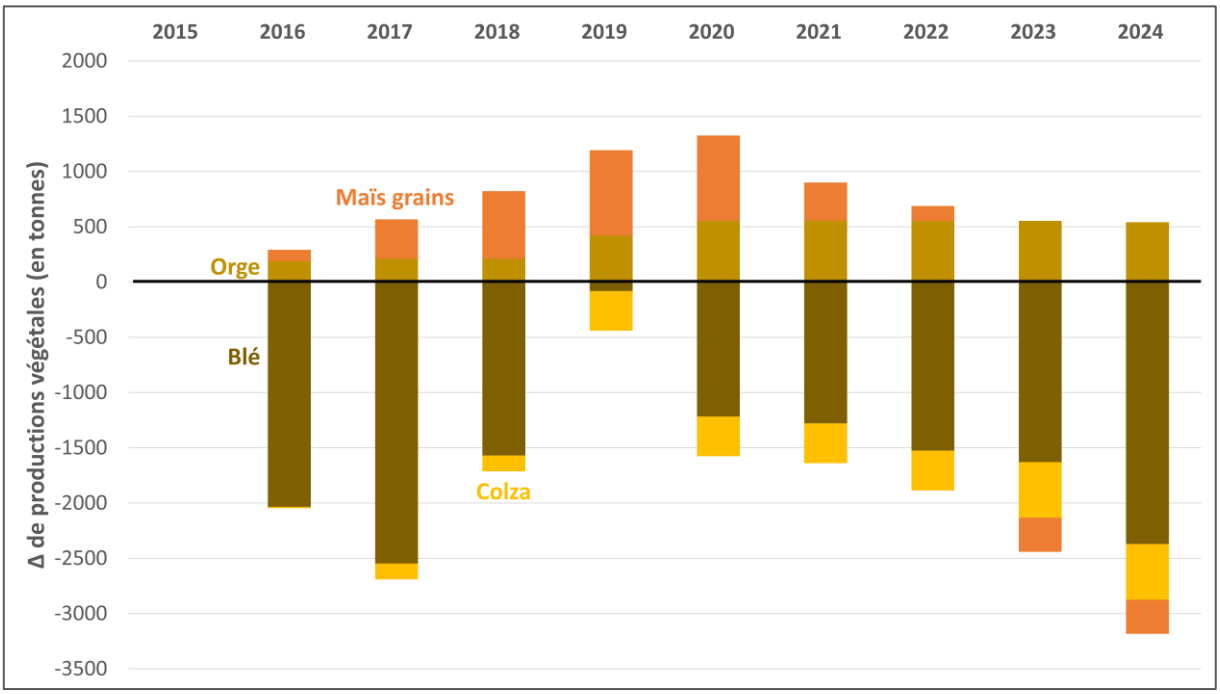


Figure 125 : Différentiels annuels *avec-sans méthaniseur* des principales productions végétales affectées par le développement de la méthanisation

L'accroissement de la production d'orge *avec méthaniseur* par rapport à la situation *sans* s'explique par la substitution d'une partie des surfaces en blé par de l'orge, récolté plus tôt, afin de faciliter l'implantation des CIVE d'été en culture suivante : la rotation maïs/blé/couvert devient alors maïs/orge/$CIVE_{d'été}$/$CIVE_{d'hiver}$. Bien que les CIVE d'hiver soient majoritairement cultivées, quelques exploitations agricoles implantent quelques hectares de moha ou de sorgho (CIVE d'été), ce qui suffit à accroître les surfaces en orge. En cumulé entre 2015 et 2024, ce sont ainsi 3780 tonnes d'orge qui sont produites en plus dans la situation *avec méthaniseur* par rapport à la situation *sans méthaniseur*.

Nos résultats révèlent aussi que la méthanisation conduit à une moindre production de lait et de viande (figure 126).

Le volume de lait produit dans la situation *avec méthaniseur* entre 2016 et 2024 est toujours plus limité que dans la situation *sans méthaniseur*. En 2016, avant même l'installation des premiers méthaniseurs en cogénération (en 2017), une moindre production de lait est enregistrée car les agriculteurs qui installent des méthaniseurs anticipent les investissements à venir dans l'énergie et ne s'engagent pas dans un mouvement d'accroissement de la production laitière, tandis que, *sans méthaniseurs*, ces agriculteurs auraient commencé, dès cette période, à accroître les rendements laitiers. Cette différence s'accentue à partir de 2017 lorsque les premiers méthaniseurs en cogénération sont installés (jusqu'à 5 millions de litres de lait produits en moins dans la situation *avec méthaniseur*). Le différentiel de production devient toutefois un peu moins marqué à partir de 2020, lors de l'installation des premiers méthaniseurs en injection. En effet, l'installation de ce type de méthaniseur a parfois conduit les agriculteurs à conduire leur troupeau en zéro-pâturage (*cf.* chapitre 5), pour optimiser la collecte des effluents d'élevage en bâtiment, induisant dans la foulée un accroissement des rendements laitiers. Le différentiel de production laitière se stabilise à environ -4 millions de litres par an depuis 2021. Ainsi, en cumulé entre 2015 et 2024, la situation *avec méthaniseur* a produit 34 millions de litres de lait en moins, soit 10% en moins, par rapport à la situation *sans méthaniseur*.

La dynamique d'accroissement de la production laitière s'est aussi traduite, dans la situation *sans méthaniseur*, d'un accroissement un peu plus important de la taille des troupeaux. Cette tendance se répercute directement sur le nombre de vaches de réforme abattues.

La même tendance a aussi été observée dans les exploitations porcines de la situation *sans méthaniseur*, qui ont augmenté plus fortement la production de porcs par truie, grâce à des investissements adéquats et à un temps de travail plus important consacré à l'élevage. En cumulé entre 2015 et 2024, la situation *sans méthaniseur* enregistre 217 tonnes (poids carcasse) de vaches de réforme et 981 tonnes (poids carcasse) de porcs charcutiers de plus que dans la situation *avec méthaniseur*, soit respectivement une production supérieure de 9% et 3%.

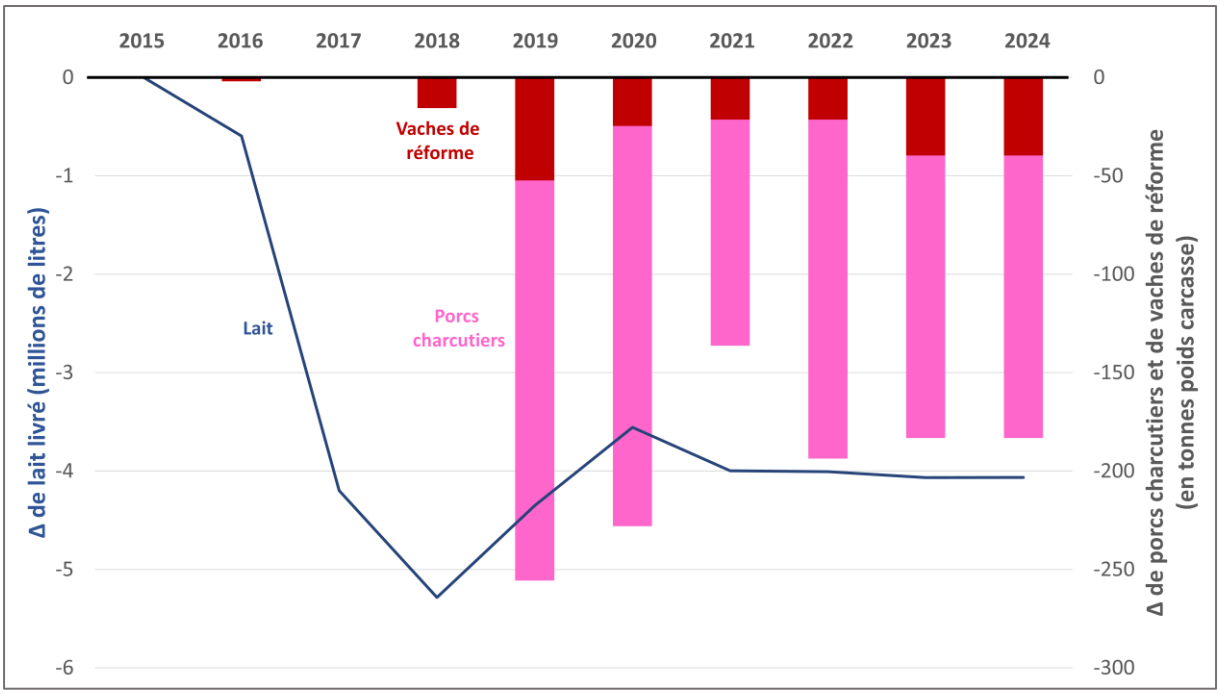


Figure 126 : Différentiels annuels *avec-sans méthaniseur* des principales productions animales affectées par le développement de la méthanisation

Finalement, ces travaux indiquent que, dans le bassin rennais avec les 19 méthaniseurs considérés, la production de 1 MWh d'énergie produite par méthanisation se fait au détriment d'environ 23 tonnes de blé, 5 tonnes de colza, 1,7 kg (poids carcasse) de porcs charcutiers, 0,4 kg (poids carcasse) de vaches de réforme et 59 litres de lait.

Cette première phase du travail confirme qu'à l'échelle de l'échantillon étudié dans le bassin rennais, la production d'énergie par méthanisation se fait au détriment de la production agricole.

5.2. Des économies d'importation de gaz et de production d'électricité nucléaire, mais une réduction des gains agricoles et des valeurs ajoutées aval

Le passage en valeurs monétaires et la mise aux prix de référence des différentiels *avec – sans méthaniseur* des productions, permettent de chiffrer les gains et les pertes de production et de valeurs ajoutées générés en aval.

La figure 127 représente les différentiels annuels *avec-sans méthanisation* de productions finales et de valeurs ajoutées indirectes aval exprimées aux prix de référence. Ces différentiels sont calculés sur tout le pas de temps de l'évaluation (2015-2024) et exprimés en monnaie constante.

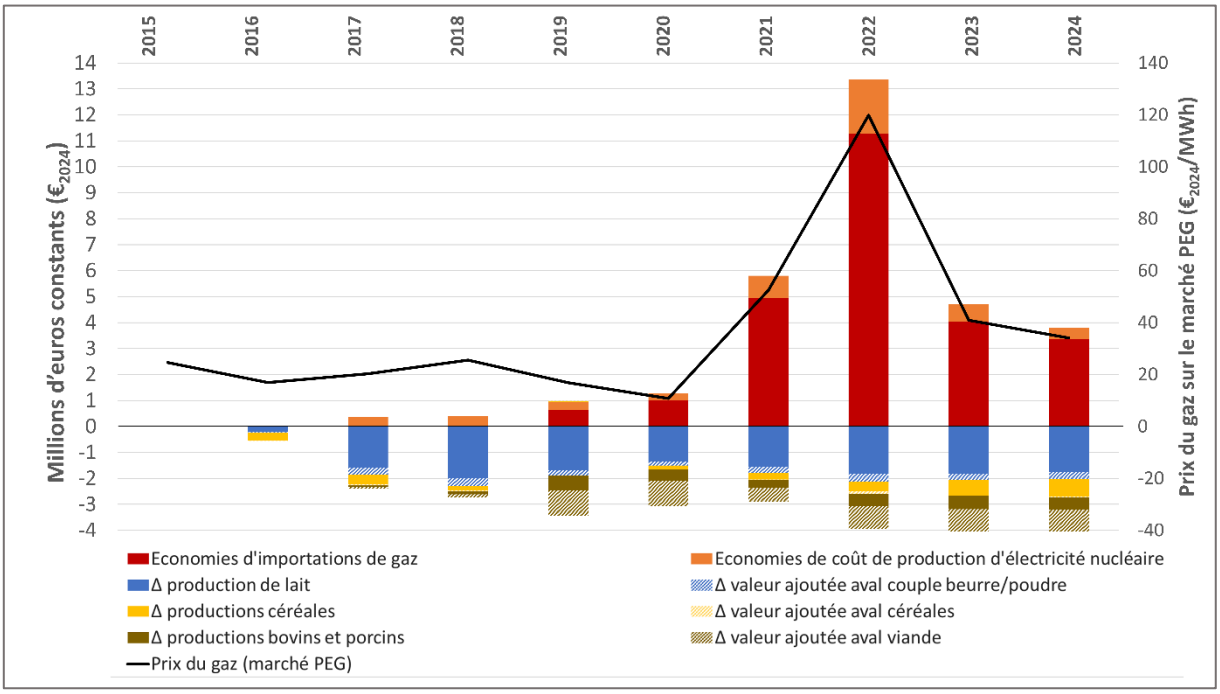


Figure 127 : 13 Différentiels annuels *avec-sans méthanisation* de productions finales et de valeurs ajoutées indirectes aval exprimés aux prix de référence. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

Nos résultats montrent que le développement de la méthanisation permet de réaliser d'importantes économies sur l'importation de gaz naturel. La production de biométhane par méthanisation se substitue en effet à l'importation de gaz qui constitue à 100% un coût pour l'économie nationale. Sur les dix années évaluées, les économies d'importation de gaz s'élèvent à environ 25 millions d'euros, en monnaie constante ($€_{2024}$).

De même, la production d'électricité et de chaleur par cogénération se substitue à la production d'électricité nucléaire (y compris pour la chaleur qui remplace l'électricité pour le chauffage des bâtiments d'élevage). Cette production d'électricité nucléaire ne représente cependant pas

entièrement un coût pour l'économie nationale puisqu'elle permet de créer de la valeur sur le territoire et d'embaucher un peu de main-d'œuvre à coût d'opportunité faible. La production électrique par méthanisation permet également d'éviter des importations d'uranium. Selon nos calculs, les économies permises par une moindre production d'électricité nucléaire s'élèvent ainsi à 5,4 millions d'euros constants pour l'économie française sur les 10 années évaluées.
Sur la durée de l'évaluation, l'année 2022 se démarque en raison des prix spot très élevés de l'énergie sur les marchés européens à cette date. L'invasion de l'Ukraine par la Russie a fait croître fortement les prix de l'énergie et explique les plus fortes économies réalisées cette année-là, grâce à la substitution de gaz naturel importé par du gaz issu de la méthanisation agricole.

La figure révèle que le développement de la méthanisation se traduit aussi de moindres recettes pour le secteur agricole et agroalimentaire dans son ensemble.
Ces moindres recettes sont liées aux moindres productions agricoles (lait, viande, céréales). La situation *avec méthanisation* enregistre en effet une moindre production laitière, des cheptels de plus petite dimension et de moindres surfaces dédiées aux cultures de vente. La production agricole moindre *avec méthanisation* se répercute aussi directement sur la valeur ajoutée générée par les entreprises de l'aval au niveau de la collecte et de la transformation (laiteries, abattoirs, etc.).
Le différentiel de production de lait, exprimé aux prix de référence, s'élève ainsi à près de -14 millions d'euros constants entre 2015 et 2024. Les moindres richesses pour l'économie au niveau des laiteries sont relativement limitées, car elles concernent des produits finis à faible valeur ajoutée (couple beurre-poudre), et s'élèvent à près de -2 millions d'euros constants sur les 10 années évaluées.
La différence de taille des cheptels bovins laitiers et porcins entre les deux situations se répercute directement sur la production de viande. Le différentiel de production de bovins laitiers et de porcins s'élève à -2,9 millions d'euros constants en cumulé entre 2015 et 2024. Cette différence de production se répercute grandement sur l'aval puisque les abattoirs sont fortement générateurs de valeur ajoutée en transformant les animaux vifs en quartiers de viande. Les richesses perdues pour l'économie au niveau des abattoirs (sur la transformation, en plus de la valeur perdue sur les productions) s'élèvent ainsi en cumulé à -5,3 millions d'euros (2015-2024).
Enfin, les moindres surfaces dédiées aux cultures de vente dans la situation *avec méthaniseur* engendrent un différentiel de production de céréales de -2,9 millions d'euros constants en cumulé. L'ensemble des céréales produites dans les exploitations agricoles étudiées est exporté, et non transformé sur le territoire. Cette moindre production a donc peu d'effets sur la valeur ajoutée créée en aval pour l'économie nationale, car ces activités (transport, collecte) sont peu créatrices de richesse additionnelle. Les pertes de richesse pour l'économie nationale au niveau de la collecte des céréales s'élèvent ainsi à -250 000 euros constants entre 2015 et 2024.

Depuis que les méthaniseurs fonctionnent en rythme de croisière et que les prix de l'énergie se sont à nouveau stabilisés en 2023 et 2024, les économies totales réalisées sur les importations de gaz et la production d'électricité d'origine nucléaire (3,8 millions d'euros) atteignent tout juste le montant des pertes enregistrées sur les productions agricoles et les valeurs ajoutées aval (3,9 millions d'euros).

5.3. Des consommations intermédiaires et des dépenses d'investissement renforcées avec la méthanisation

5.3.1. Des frais de CUMA, de carburant et de pesticides supérieurs, mais de moindres dépenses agricoles par ailleurs sur les exploitations avec méthaniseur

Les différentiels de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement liés aux productions agricoles et à la production de biomasse à des fins énergétiques, exprimés aux prix de référence, sont représentés en figure 128.

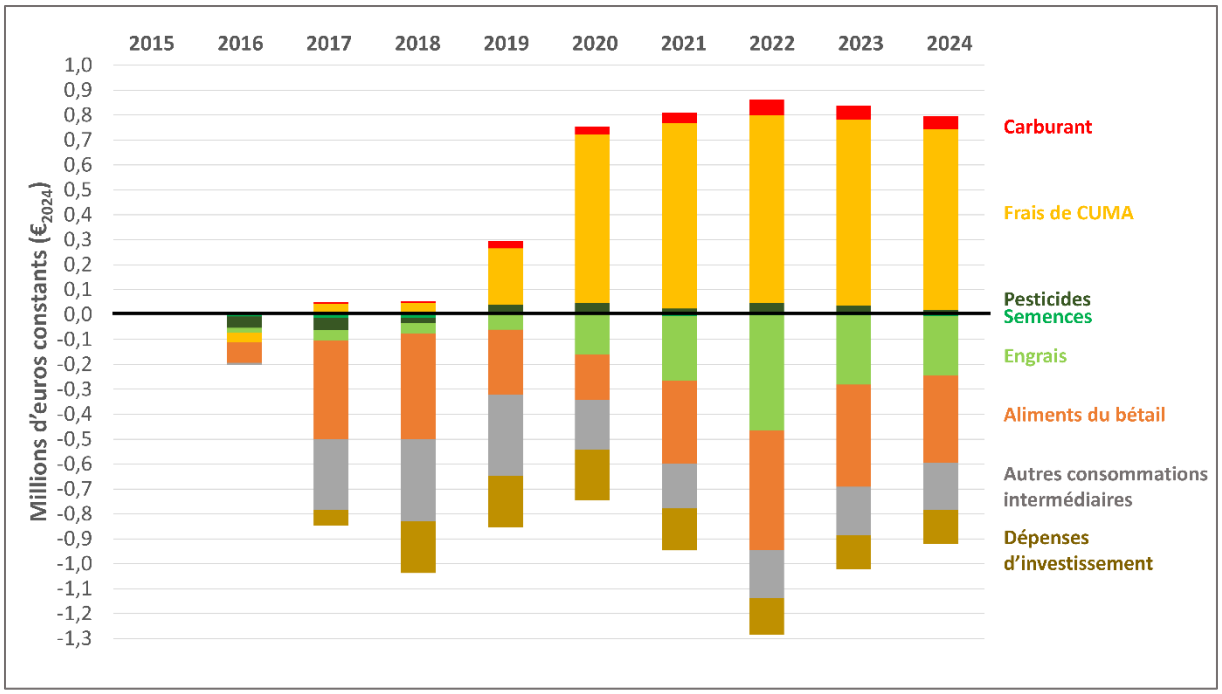


Figure 128 : Différentiels *avec-sans méthanisation* de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement exprimés aux prix de référence. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

Au niveau des systèmes de culture, les méthaniseurs entraînent principalement des économies sur l'utilisation d'engrais azotés. En effet, l'utilisation des digestats de méthanisation, riches en éléments minéraux azotés, conduit à d'importantes économies d'achat d'ammonitrate 33,5% dans la situation *avec méthaniseur*. En moyenne, entre 30% et 50% d'ammonitrate sont économisés avec l'utilisation des digestats. Les surfaces supplémentaires en maïs entraînent néanmoins une consommation accrue d'engrais DAP (18-46)[72] dans la situation *avec méthaniseur*, mais les importantes économies d'ammonitrate réalisées viennent toutefois compenser ces coûts supplémentaires. Les économies pour la nation liées à ces moindres

[72] Engrais dit '*starter*' utilisé par les agriculteurs sur la culture de maïs en début de cycle pour stimuler sa croissance.

consommations d'engrais se chiffrent ainsi à environ 1,5 million d'euros entre 2015 et 2024. Concernant les semences, les coûts sont très similaires dans les deux situations (*avec* et *sans méthaniseur*) et le différentiel s'élève uniquement à -35000 euros en cumulé de 2015 à 2024.
Nos travaux révèlent aussi une consommation légèrement plus importante de produits phytosanitaires avec la méthanisation agricole (+75 000€ en cumulé entre 2015 et 2024). En effet, la répétition de certains motifs dans les rotations, tel que blé/seigle $_{\text{CIVE dérobée}}$, conduit à accroître le développement de certains pathogènes (piétin échaudage) lié à la présence très importante des graminées dans les rotations.
La méthanisation conduit à fortement accroître les frais de CUMA. Comme l'ont révélé nos enquêtes (*cf.* chapitre 5), la charge de travail supplémentaire induite par l'installation des méthaniseurs est systématiquement couverte par une plus large sous-traitance des travaux de culture auprès de CUMA ou d'ETA. Les ensilages de maïs à vocation énergétique ainsi que ceux des CIVE, certains travaux de semis ainsi que l'épandage des digestats sont sous-traités, ce qui constitue pour l'économie nationale une dépense conséquente (+3,9 millions d'euros cumulés par rapport à la situation *sans méthaniseur*).
La situation *avec méthaniseur* induit aussi de plus fortes consommations de carburant. En effet, malgré la sous-traitance accrue, les ensilages plus importants (CIVE) induisent plus de transports (trajets pour stocker la biomasse). La production des CIVE en interculture implique aussi une plus forte consommation de carburant par rapport au travail nécessaire à l'implantation et à l'enfouissement d'un simple couvert hivernal. Le différentiel de coût cumulé pour l'économie nationale lié à cette consommation de carburant s'élève ainsi à près de 289 000€ de 2015 à 2024.

Au niveau des systèmes d'élevage, le développement des méthaniseurs se fait au détriment d'une partie des productions animales (tailles de cheptel plus réduites et production laitière plus limitée). Cela explique que les différentiels de consommations intermédiaires liés à l'élevage exprimés au prix de référence soient négatifs. Dans la situation *avec méthaniseur* de moindres importations de tourteaux de soja et une moindre utilisation d'aliments complets à base de céréales, alors plus largement exportés, sont observées et conduisent à des économies sur l'aliment du bétail de -2,9 millions d'euros constants en cumulé (2015-2024).
Les agriculteurs de la situation *avec méthaniseur* ont concentré leurs investissements sur la production d'énergie et moins sur la rénovation des bâtiments ou l'achat d'équipements agricoles (en particulier des robots de traite). Cette logique explique les moindres dépenses d'investissement (-1,3€ million d'euros entre 2015 et 2024).
Concernant les autres consommations intermédiaires, relatives notamment à la maintenance des robots de traite et à leurs consommables, les tailles de cheptel plus limitées dans la situation *avec méthaniseur* conduisent à des économies de -1,9 million d'euros entre 2015 et 2024.

Finalement, en 2024, en considérant que les méthaniseurs fonctionnent en rythme de croisière à cette date, les économies réalisées - sur ces seuls postes - du point de vue de l'économie nationale par l'activité de méthanisation sur l'activité agricole (qui s'élèvent à environ 920 000€) sont proches des coûts supplémentaires engendrés par la production des CIVE et du maïs pour alimenter les méthaniseurs (qui s'élèvent à environ 800 000€).

5.3.2. *Des dépenses directes d'investissement et des consommations intermédiaires conséquentes du point de vue de l'économie nationale pour la production d'énergie*

La figure 129 présente les différentiels *avec-sans méthaniseur* de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement liés au méthaniseur (hors production de biomasse, *cf.* 5.3.1) exprimés aux prix de référence. Nos résultats montrent que l'installation et les frais de fonctionnement des méthaniseurs à l'échelle de notre échantillon engendrent d'importantes dépenses qui débutent en 2017 lors de l'installation des premiers méthaniseurs en cogénération, et se renforcent fortement à partir de 2019 avec l'installation de nombreux méthaniseurs en injection à forte capacité de production d'énergie.

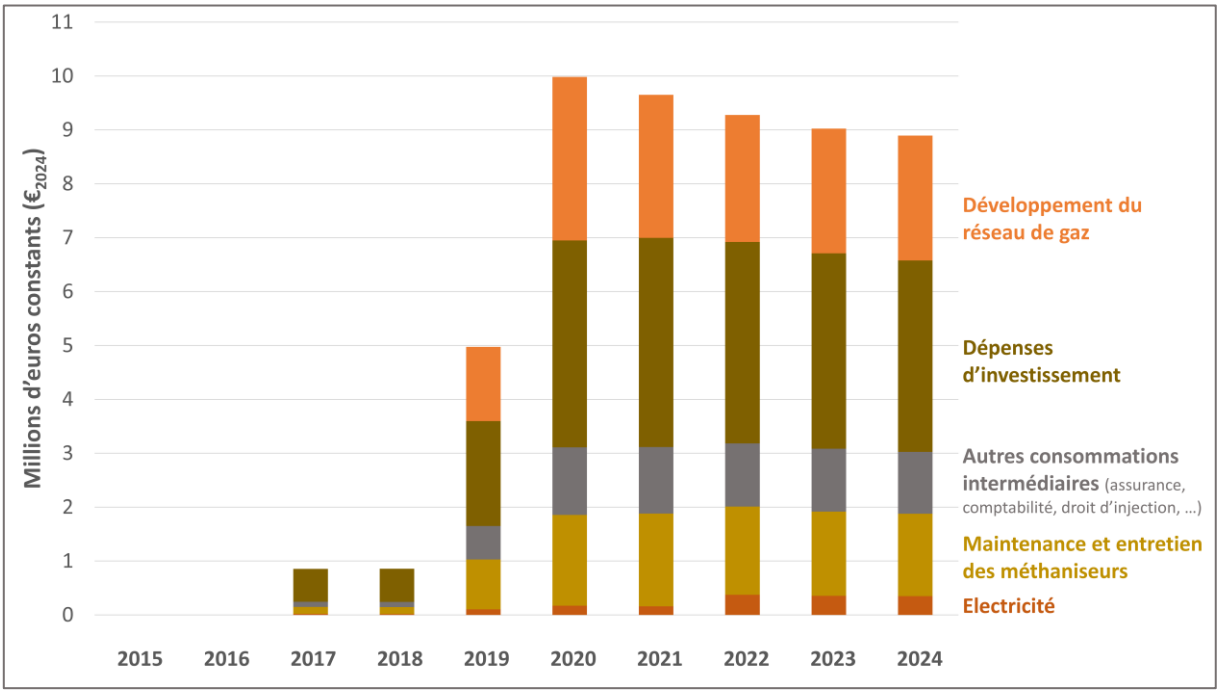


Figure 129 : Différentiels *avec-sans méthanisation* de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement liés à la production d'énergie sur les exploitations aux prix de référence. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

La mise en place de méthaniseurs implique de très forts investissements dans de nombreux équipements tels que le méthaniseur lui-même, mais aussi les infrastructures associées (silos, hangars), les équipements de culture plus puissants ou encore les panneaux photovoltaïques installés parfois pour couvrir une partie de la consommation électrique des méthaniseurs. Ces dépenses d'investissement, absentes de la situation *sans méthaniseur*, s'élèvent à 21,8 millions d'euros en cumulé entre 2015 et 2024 du point de vue l'économie nationale.

Le développement de la méthanisation implique aussi de plus forts coûts de renforcement du réseau de gaz. Depuis 2018 et la loi Egalim, les gestionnaires de réseau sont chargés de renforcer le réseau pour faciliter les raccordements. Outre le développement du maillage au plus près des exploitations agricoles, des rebours de gaz sont aussi installés. Ces coûts supplémentaires s'élèvent à environ 14 millions d'euros sur toute la période de l'évaluation.

Une fois installés, les méthaniseurs exigent des dépenses régulières pour assurer leur entretien et leurs réparations. Ces dépenses supplémentaires (maintenance, entretien) s'élèvent à 9,3 millions d'euros entre 2015 et 2024. D'autres consommations intermédiaires (divers) telles que les assurances, la comptabilité, les droits d'injection, mais aussi les achats de biomasse (co-produits) constituent des dépenses conséquentes qui s'élèvent, aux prix de référence, à près de 6,8 millions d'euros en cumulé.

D'importants postes de charge apparaissent dans la situation *avec méthaniseur* en raison de la consommation d'énergie des unités de méthanisation. Ces dernières consomment en effet d'importantes quantités d'électricité, en particulier pour les méthaniseurs en injection à cause de leurs épurateurs. C'est pourquoi ce poste de dépenses augmente à partir de 2019, à mesure que le nombre de méthaniseurs en injection installés augmente. En cumulé, les coûts d'électricité pour l'économie nationale liés à cette nouvelle production d'énergie s'élèvent à +1,6 million d'euros de 2015 à 2024.

5.4. La méthanisation ne contribue pas à l'accroissement de la valeur ajoutée nette globale pour l'économie nationale

L'expression aux prix de référence de l'ensemble des différentiels *avec-sans méthaniseur* de productions agricoles, de productions énergétiques, de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement permet d'exprimer les différentiels de valeur ajoutée nette globale[73]. Pour chaque année de l'évaluation, la valeur ajoutée nette globale correspond à la somme des différentiels de productions moins la somme des différentiels de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement directs et indirects. Le différentiel de valeur ajoutée nette globale cumulé sur toute la période de l'évaluation (2015-2024) peut ensuite être calculé en faisant la somme des différentiels de valeur ajoutée de chaque année. L'expression d'un tel différentiel de valeur ajoutée nette globale permet alors d'évaluer dans quelle mesure le développement de la méthanisation a contribué ou non à l'accroissement du revenu national sur cette période.

La figure 130 illustre, pour chaque année de l'évaluation (2015-2024), les différentiels *avec-sans méthanisation* de valeurs ajoutées nettes globales (directes et indirectes) exprimées aux prix de référence, c'est-à-dire le gain net pour l'économie nationale.

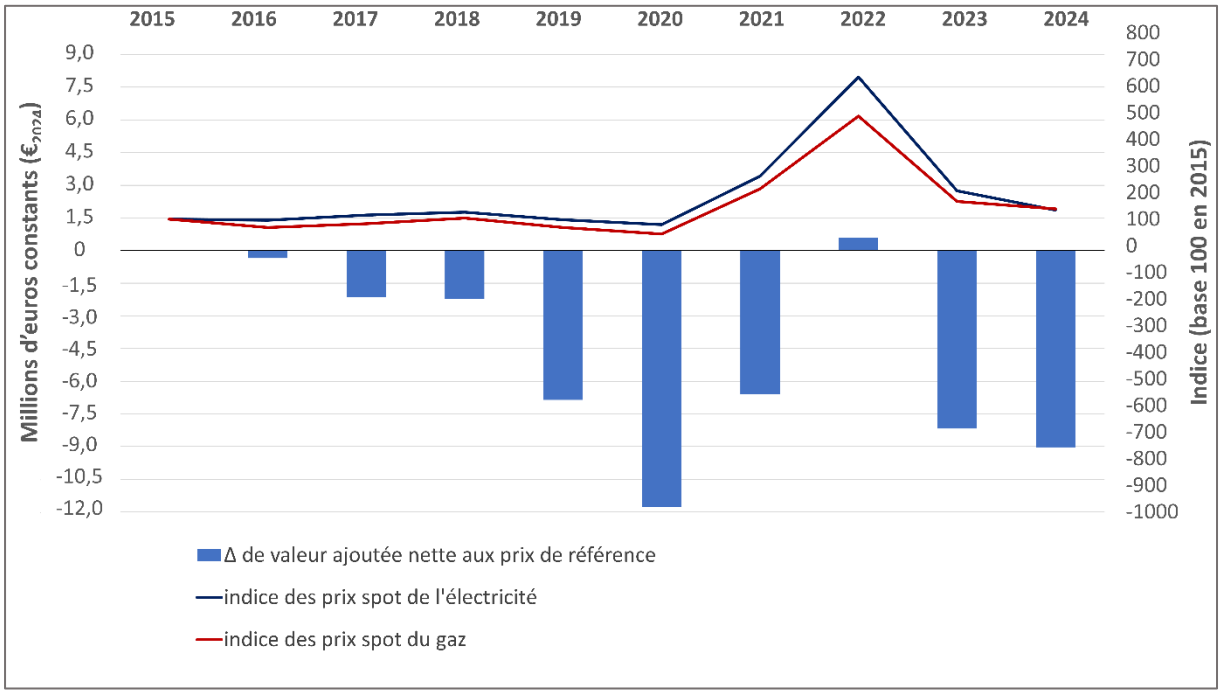


Figure 130 : Différentiel *avec-sans méthanisation* de valeur ajoutée nette globale exprimée aux prix de référence et indices des prix spot de l'énergie. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

[73] La valeur ajoutée est dite globale lorsqu'elle comprend les valeurs ajoutées directes, mais aussi indirectes (amont, aval) (Bridier & Michaïlof, 1987b).

La figure révèle que, pour l'économie nationale, les gains liés à la vente de l'énergie (et aux économies d'importations de gaz et de production d'électricité nucléaire) ne viennent pas compenser les pertes de gains engendrées sur le secteur agricole et agroalimentaire, ainsi que les fortes dépenses que suppose la production d'énergie par méthanisation. Ainsi, pour chaque année de l'évaluation, le différentiel *avec-sans méthaniseur* de valeur ajoutée globale exprimée aux prix de référence est négatif, et ce, plus fortement depuis le développement de l'injection en 2019. Cela s'explique parce que ces méthaniseurs de plus grande taille requièrent des niveaux d'investissement et de maintenance plus importants, sont consommateurs d'énergie électrique, et engendrent des coûts supplémentaires pour le développement du maillage du réseau de gaz. Seule l'année 2022 fait figure d'exception, car les prix spot de l'énergie y ont atteint de très hauts niveaux (raisons géopolitiques), faisant alors augmenter la valeur ajoutée. L'année 2022 constitue alors la seule année durant laquelle la méthanisation a contribué à la création de revenu national net.

Le différentiel cumulé des valeurs ajoutées nettes globales exprimées aux prix de référence pour la période 2015-2024, est de -47 millions d'euros, et sa valeur actualisée est de -50 millions d'euros. Ce résultat révèle que le développement de la méthanisation ne contribue pas à accroître le revenu national.

6. Comment la méthanisation agit-elle sur la répartition des revenus entre agents économiques et sur l'emploi ?

Si la *méthode aux prix de référence* permet de s'intéresser à l'impact que cette politique publique a pu avoir sur la richesse nationale, elle ne renseigne pas sur les effets de redistribution des revenus entre catégories d'agents économiques. Par exemple, les premiers résultats suggèrent que l'Etat contribue fortement à ce processus de développement. Pourtant, les activités productives sont aussi soumises à des impôts et à des taxes qui constituent autant de gains pour les finances de l'Etat. C'est pourquoi cette recherche propose de compléter cette première évaluation reposant sur la valeur ajoutée globale, en évaluant l'impact de la méthanisation sur la répartition de celle-ci entre les catégories d'agents économiques directement et indirectement concernés par la méthanisation. La *méthode des effets* est ainsi mobilisée afin de mesurer l'impact exact de la méthanisation sur la distribution des revenus entre catégories d'agents économiques et d'identifier finement son impact sur l'emploi et sur le budget de l'Etat.

6.1. Une forte contribution du budget de l'Etat pour assurer le développement de la méthanisation agricole

L'évaluation économique par la méthode des effets repose sur la ventilation des différentiels *avec-sans méthaniseur* de subventions et de valeurs ajoutées directes et indirectes exprimées, non plus aux prix de référence, mais aux prix de marché, entre les différentes catégories d'agents économiques (annexes 19 à 21). Une fois la ventilation menée à son terme, sont calculés les différentiels cumulés de revenus perçus par chaque catégorie d'agent. Cette démarche permet alors de mesurer l'impact de la méthanisation sur la répartition des revenus au sein de l'économie nationale, et d'étudier plus précisément son impact sur le budget de l'État.

La figure 131 illustre les différentiels *avec-sans méthanisation* de revenus cumulés perçus par les différentes catégories d'agents économiques directement et indirectement concernés, sur la période 2015-2024. Pour chaque catégorie d'agents, la figure indique la valeur qui leur revient au titre des activités agricoles (en bleu) ou au titre des activités de production d'énergie (en rouge).

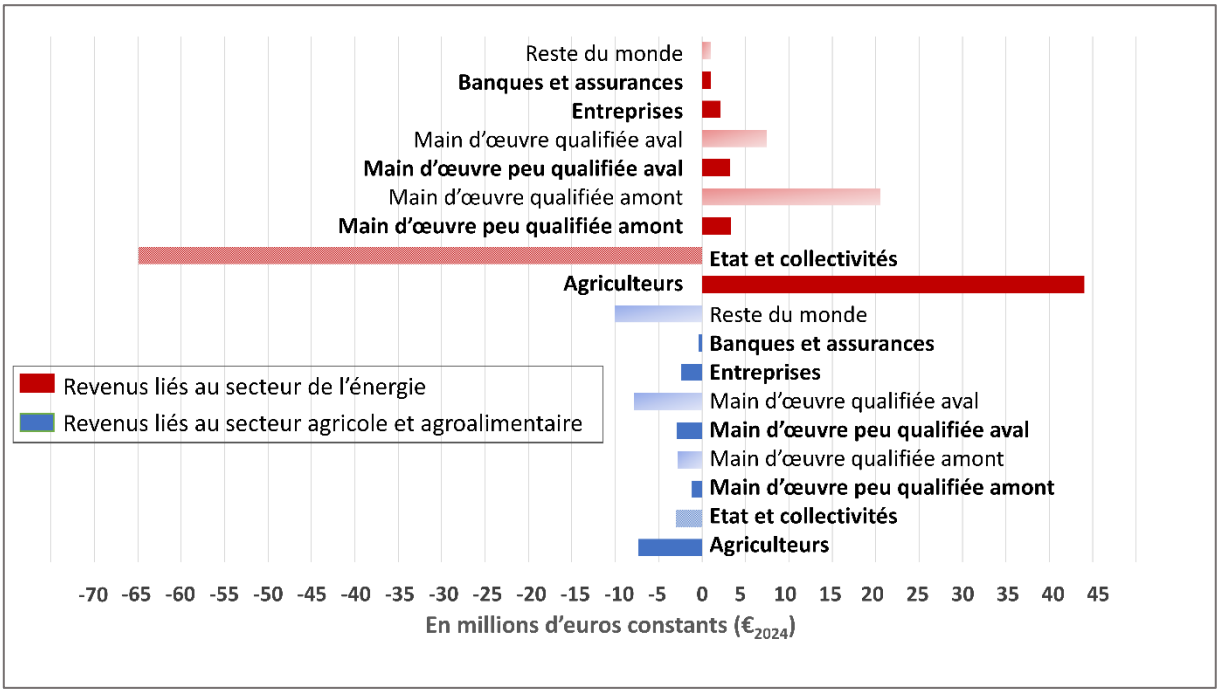


Figure 131 : Différentiel avec-sans méthanisation de revenus cumulés perçus par les différentes catégories d'agents économiques directement et indirectement concernés sur la période 2015-2024. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

Comme l'ont démontré nos travaux (*cf.* chapitre 5), la méthanisation agricole permet, par les forts soutiens de l'État (sous forme de subventions liées aux prix bonifiés) de fortement renforcer le revenu des agriculteurs détenteurs d'un méthaniseur. La méthanisation conduit à de moindres revenus agricoles cumulés pour ces derniers (-7 000 000 €), qui sont largement compensés par les revenus liés à la production d'énergie (+44 000 000€). Il convient de rappeler que cette redistribution favorable pour la catégorie « agriculteurs » concerne en réalité les agriculteurs déjà parmi les mieux dotés qui ont les moyens d'investir dans un méthaniseur (*cf.* chapitre 5*)*.

Ces revenus cumulés supplémentaires reposent sur une forte dépense de l'État pour l'énergie, qui est estimée à près de 65 000 000€ pour les 19 méthaniseurs de notre échantillon sur la période 2015-2024.

L'État contribue aussi au développement agricole (aides PAC), mais le développement de la méthanisation et la diminution de la production agricole qu'elle induit ne conduisent pas pour autant à réduire notablement les aides agricoles versées. En effet, les aides du premier pilier sont pour la plupart découplées et ramenées par hectare (Droit à Paiement de Base (DPB), paiement redistributif, écorégime et paiement vert auparavant). Les aides couplées (aide couplée bovine et aide au bovin laitier auparavant) sont souvent plafonnées (nombre de vaches primées maximum) et soumises à la transparence GAEC (attribution des aides à chaque associé

du GAEC et non à l'exploitation agricole dans son ensemble). Ces mécanismes limitent le différentiel d'aides agricoles versées entre les deux situations, même si *sans méthanisation,* les exploitations laitières du bassin rennais ont plutôt eu tendance à accroître davantage leur cheptel laitier de 2015 à 2024. Les économies que l'État pourrait réaliser en subventions pour l'agriculture sont donc loin de compenser les dépenses réalisées pour soutenir la méthanisation. Parallèlement, le recul d'une partie de la production agricole au profit de la production d'énergie entraîne de moindres gains pour l'État sous forme d'impôts et de taxes versés par les entreprises para-agricoles et agroalimentaires. Ainsi, les économies limitées réalisées sur le versement des aides agricoles et les moindres gains perçus sous forme d'impôts et de taxes se traduisent finalement, pour l'État, d'une perte liée à l'activité agricole et agroalimentaire de 3 000 000€ en cumulé sur la période 2015-2024.

La méthanisation permet de réaliser des économies notables d'importation de gaz naturel (d'environ -25 300 000€), mais entraîne aussi des coûts directs et indirects conséquents, liés aux importations des équipements de l'énergie (méthaniseurs, cogénérateurs, panneaux photovoltaïques, etc.) (+24 320 000€). Les transferts de valeur vers l'étranger s'élèvent ainsi à +980 000€.

Du fait des projets de méthaniseurs agricoles dans le bassin rennais, les entreprises de l'énergie enregistrent davantage de bénéfices (+2 100 000€) et les institutions bancaires enregistrent plus d'intérêts (+1 000 000€). En revanche, les entreprises dont l'activité repose sur la production de denrées alimentaires (agroalimentaires, fournisseuses d'intrants agricoles) enregistrent moins de bénéfices (-2 400 000€) et les banques enregistrent un peu moins d'intérêts liés à des emprunts pour des activités agricoles (-430 000€).
Les entretiens réalisés n'ont pas permis de connaître précisément les bénéfices tenus secrets enregistrés par un certain nombre d'entreprises, en particulier dans le secteur de l'énergie. Ces derniers ont donc le plus souvent été posés par hypothèse entre 2% et 5% et ont probablement été sous-estimés, en particulier pour les plus grandes entreprises de l'agroalimentaire et du secteur de l'énergie.

6.2. La méthanisation est créatrice d'emplois indirects dans le secteur de l'énergie, mais lèse la main-d'œuvre des secteurs para-agricoles

6.2.1. Un bilan d'emploi global positif avec le développement de la méthanisation

Le travail de ventilation des valeurs ajoutées vers chaque catégorie d'agent permet d'appréhender les effets de la méthanisation agricole sur les emplois, perceptibles par la variation de revenus perçus par la main-d'œuvre qualifiée et non qualifiée.

La figure 131 révèle un différentiel global de revenus perçus par la main-d'œuvre très positif, de près de 20 millions d'euros. Plus précisément, les emplois qualifiés enregistrent 17 millions d'euros de revenus supplémentaires avec le développement de la méthanisation, tandis que les emplois non ou peu qualifiés enregistrent près de 3 millions d'euros de revenus en plus.

Ces résultats indiquent que le développement de la méthanisation dans le bassin rennais contribue bien au développement de l'emploi, mais principalement d'emplois très qualifiés.

6.2.2. De plus forts revenus pour la main-d'œuvre du secteur de l'énergie

Le travail de ventilation des valeurs ajoutées vers chaque catégorie d'agent concerné permet également d'isoler les effets de la méthanisation sur les revenus perçus par la main-d'œuvre en raison des activités de production agricole d'une part, et des activités de production d'énergie de l'autre.

La figure 131 révèle que la méthanisation permet la création de nouveaux emplois qualifiés dans le secteur de l'énergie. Dans ce secteur énergétique, la main-d'œuvre qualifiée dite 'amont' correspond principalement à une main-d'œuvre ingénieure, manager, ou administrative chargée du développement des méthaniseurs. En 'aval', il s'agit surtout des personnels ingénieurs et managers travaillant dans les entreprises de distribution de l'énergie et chargés de renforcer les réseaux. En cumulé entre 2015 et 2024, ces emplois qualifiés amont dans le secteur de l'énergie correspondent à 20 600 000€ de revenus supplémentaires par rapport à la situation *sans méthaniseur*. Les emplois qualifiés aval correspondent quant à eux à 7 400 000€ supplémentaires. Le développement de la méthanisation contribue aussi à embaucher indirectement dans ces entreprises du secteur énergétique de la main-d'œuvre peu qualifiée, à coût d'opportunité faible. Il peut s'agir par exemple de chauffeurs/transporteurs, de techniciens peu qualifiés ou encore de personnels en charge de l'entretien. Entre 2015 et 2024, les emplois peu qualifiés amont représentent 3 300 000€ de revenus supplémentaires par rapport à la situation *sans méthaniseur*, tandis qu'en aval ils représentent 3 200 000€.

Ces résultats révèlent que la méthanisation est fortement créatrice d'emplois indirects dans les filières de l'énergie, mais principalement sous forme d'emplois qualifiés.

6.2.3. *La méthanisation est peu créatrice d'emplois au sein des CUMA locales*

La mesure de l'impact de la méthanisation sur la création d'emplois en France permet de dresser le bilan d'emplois plus spécifique à l'échelle des CUMA locales, qui participe de ce bilan global. En effet, le niveau de recours à la sous-traitance avec le développement des méthaniseurs est tel, que les agriculteurs enquêtés eux-mêmes estiment contribuer indirectement à créer de l'emploi dans ces CUMA.

Un bilan d'activité *avec-sans méthaniseur* a pu être dressé afin d'y associer le nombre d'équivalents temps plein ou de saisonniers nécessaires dans l'ensemble des CUMA du bassin rennais. La figure 132 illustre ce bilan, décomposé par saison de culture. Le bilan présente les pics de travail et la nature de la main-d'œuvre nécessaire (saisonnière si le pic de travail est ponctuel, ou permanente si la charge de travail supplémentaire est lissée sur l'année). Cette étude se fonde sur le droit du travail et évalue à 35 heures par semaine et 151,67 heures par mois un temps plein. Les équivalences utilisées pour dresser ce bilan concernant les débits de chantier sont présentées en annexe 22.

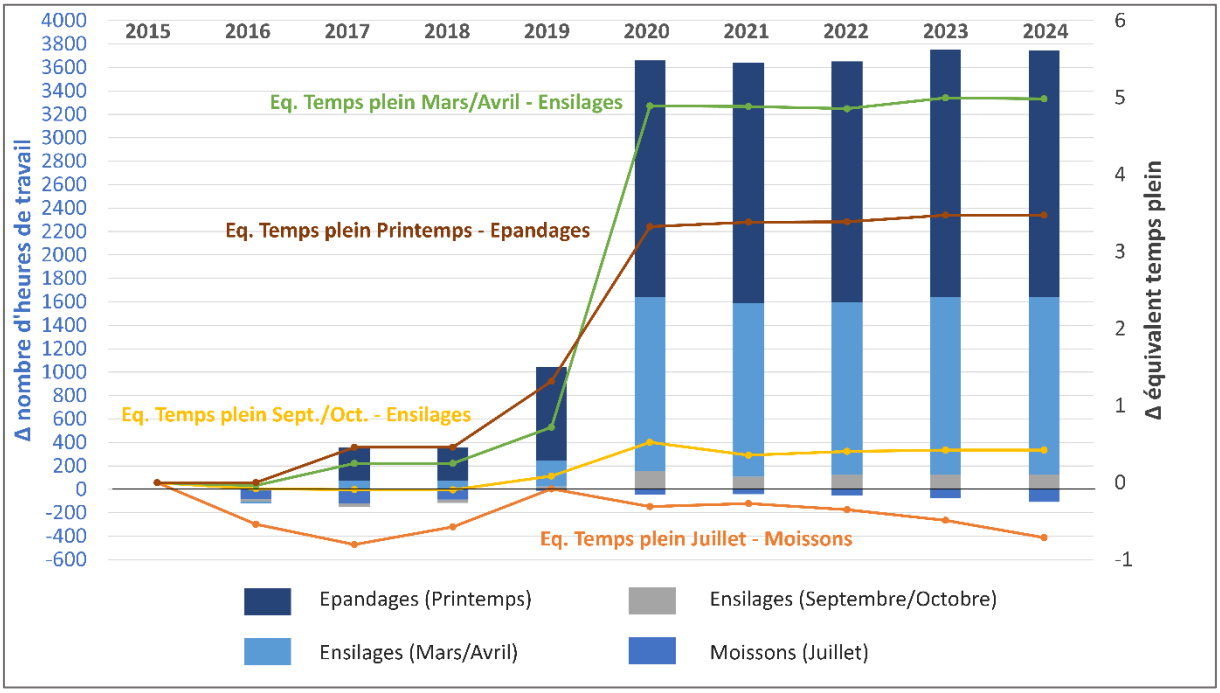


Figure 132 : Différentiel avec-sans méthanisation du nombre d'heures de travail et d'équivalent temps plein associé en CUMA pour l'échantillon étudié. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

La figure 132 montre que, les premières années (2015-2018), alors que le nombre de méthaniseurs est encore limité, seule l'embauche d'un saisonnier supplémentaire au printemps est nécessaire. À partir de 2020, lorsque le nombre de méthaniseurs augmente, deux temps pleins supplémentaires sont requis par rapport à la situation *sans méthaniseur*, ainsi que trois saisonniers au printemps. En effet, la méthanisation accroît particulièrement certaines pointes

de travail à cette saison (épandages, ensilages) sur les exploitations agricoles, qui se déportent alors sur les CUMA en raison de la sous-traitance accrue.
Ces dernières années, ce bilan permet d'estimer à près de 2,8 équivalents temps plein supplémentaires nécessaires dans la situation *avec méthaniseur* par rapport à la situation *sans*, à l'échelle de notre échantillon de 19 méthaniseurs.
La création d'emplois au sein des CUMA existe donc, mais reste relativement limitée (0,15 équivalent temps plein en moyenne par méthaniseur). L'hypothèse posée pour expliquer cette tendance repose sur le fait que les investissements dans des équipements plus performants (plus grande capacité, plus gros débit de chantier) dans les CUMA sous l'impulsion des agriculteurs avec méthaniseur ont conduit à accroître la productivité physique du travail et donc à absorber en partie le travail supplémentaire par un mécanisme de substitution du capital au travail.

Ainsi, ce bilan révèle que, si la méthanisation contribue à générer des emplois indirects, ce n'est pas tant au niveau des CUMA et des ETA locales, qu'au niveau des entreprises de l'énergie qui contribuent à embaucher une main-d'œuvre essentiellement très qualifiée.

6.2.4. Un bilan globalement positif, qui masque toutefois de moindres revenus perçus par la main-d'œuvre du secteur para-agricole

Bien que le bilan d'emploi global du développement des méthaniseurs du bassin rennais soit très positif, il ne dit rien de ses effets sur le secteur para-agricole. Nos premiers résultats ont en effet montré que ce bilan très positif est fortement dû au développement d'emplois, principalement très qualifiés, dans le secteur de l'énergie. Mais le développement de la méthanisation, en induisant de moindres productions agricoles, réduit les activités économiques en amont et en aval du secteur para-agricole. Cette réduction d'activité se répercute directement sur les emplois qualifiés et peu qualifiés de ces entreprises.

La figure 131 montre ainsi que la main-d'œuvre qualifiée de l'amont et de l'aval (managers, commerciaux, ingénieurs agronomes et de l'agroalimentaire, techniciens de laboratoires, ingénieurs/chercheurs impliqués en R&D, techniciens des abattoirs, …) perçoit moins de revenus avec le développement de la méthanisation. Les emplois qualifiés enregistrent, en amont, 2 800 000€ de revenus en moins par rapport à la situation *sans méthaniseur* et 7 800 000€ en moins en aval. Mais le secteur para-agricole contribue aussi à embaucher un grand nombre de salariés peu qualifiés (chauffeurs/transporteurs, techniciens sur les chaînes de l'agroalimentaire, agents d'entretien, vendeurs de fournitures, …) dont les emplois reculent avec le développement des méthaniseurs. Les emplois peu qualifiés enregistrent 1 200 000€ de revenus en moins en amont et 2 900 000€ en aval.

Cette recherche révèle ainsi que la politique de soutien à la méthanisation contribue à créer des emplois indirects en amont et en aval du secteur énergétique. Plus spécifiquement, elle

contribue largement à embaucher une main-d'œuvre très qualifiée. Ce développement d'emplois qualifiés liés au secteur de l'énergie explique le bilan d'emplois globalement positif. Néanmoins, ces créations d'emplois dans les entreprises de l'énergie ne se font pas sans destruction d'emplois dans le secteur para-agricole. En particulier, la main-d'œuvre qualifiée de l'aval des secteurs para-agricoles est la plus affectée par le développement des méthaniseurs, en raison de la diminution de la production agricole associée.

Cette recherche indique donc que la forte contribution de l'État, qui garantit le développement de la méthanisation, conduit à une complète réallocation des revenus entre la main-d'œuvre concernée par la production énergétique et celle concernée par la production alimentaire.

6.3. La méthanisation ne contribue pas à accroître le revenu national net

Le cumul, après ventilation, de tous les revenus perçus par chaque catégorie d'agents économiques permet de dresser le bilan en matière de revenu national net pour la France avec la méthode des effets. Le revenu national net intègre à la fois la valeur ajoutée nette globale, mais aussi les subventions.
Ce revenu national net correspond à la somme des revenus nets perçus par les agriculteurs, l'État et les collectivités, la main-d'œuvre qualifiée et non qualifiée, les entreprises, et les banques et assurances. Seuls les revenus transférés à l'étranger ne sont pas comptabilisés.

Le différentiel *avec-sans méthanisation* de revenu national net pour la France, cumulé pour la période 2015-2024, évalué à partir de la méthode des effets atteint ainsi environ -11 millions d'euros. La politique de soutien à la méthanisation ne contribue donc pas à accroître le revenu national net.
Pour rappel, le résultat obtenu avec la méthode aux prix de référence (*cf.* 5.4) indique que le différentiel cumulé de 2015 à 2024 des valeurs ajoutées nettes globales exprimées au prix de référence est de -50 millions d'euros (valeur actualisée). Pour rappel, cette méthode n'intègre pas les subventions, qui constituent des transferts intra-économie.

La méthode des effets ne repose pas sur les mêmes hypothèses que la méthode aux prix de référence. Dans le cadre de la méthode aux prix de référence, l'emploi d'une main-d'œuvre qualifiée représente un coût pour l'économie considérée, puisque cette main d'œuvre pourrait être embauchée dans un autre secteur d'activité. Ce cadre d'analyse est à remettre en perspective avec le contexte dans lequel cette méthode s'est développée. En effet, la méthode aux prix de référence a été développée dans les années 1960 et 1970 par des institutions internationales (OCDE, ONUDI, Banque mondiale) afin de l'appliquer aux économies des pays dits 'en développement', dans lesquels la main-d'œuvre qualifiée était rare et constituait alors une ressource à coût d'opportunité élevé. La méthode des effets s'est quant à elle développée dans un autre contexte et considère, dans le calcul du revenu national net, l'ensemble des revenus, qu'ils soient attribués à la main-d'œuvre peu qualifiée ou qualifiée.

Malgré ces différences de cadres d'analyse, il est possible de s'interroger quant à l'usage le plus souhaitable de cette main-d'œuvre qualifiée dans notre économie. La politique de soutien à la méthanisation a en effet autant (voire moins) permis de réaliser des économies d'importations de gaz fossile (environ 25 millions d'euros d'économies avec les méthaniseurs du bassin rennais), que de contribuer au développement du secteur de l'énergie (+28 millions d'euros de revenus pour la main d'œuvre qualifiée et +6,5 millions d'euros pour la main-d'œuvre peu qualifiée, amont et aval confondus), et ce, au détriment d'emplois dans le secteur para-agricole. Néanmoins, une autre politique publique pourrait éventuellement permettre d'employer cette main-d'œuvre qualifiée dans un autre secteur, dont l'activité serait encore plus utile du point de vue de l'intérêt général.

7. Une très forte contribution du budget de l'Etat pour développer la méthanisation agricole, sans commune mesure avec le budget de la PAC

Comme l'ont montré nos résultats (*cf.* figure 131), l'Etat et les collectivités ont contribué fortement au développement des méthaniseurs du bassin rennais. L'ensemble des subventions versées pour l'agriculture (aides PAC) et pour la méthanisation sous forme de subventions à l'investissement et de prix bonifiés de rachat de l'énergie a été comptabilisé pour chaque année de l'évaluation dans les deux situations *avec* et *sans méthaniseur*. L'expression du différentiel de subventions permet alors d'évaluer l'impact du développement des méthaniseurs sur le versement de ces aides.

La figure 133 présente ces différentiels annuels de subventions totales versées, qui comprennent les subventions agricoles (PAC), mais aussi les subventions à l'investissement pour la méthanisation ainsi que les soutiens octroyés sous forme de tarifs de rachat bonifiés de l'énergie produite par méthanisation.

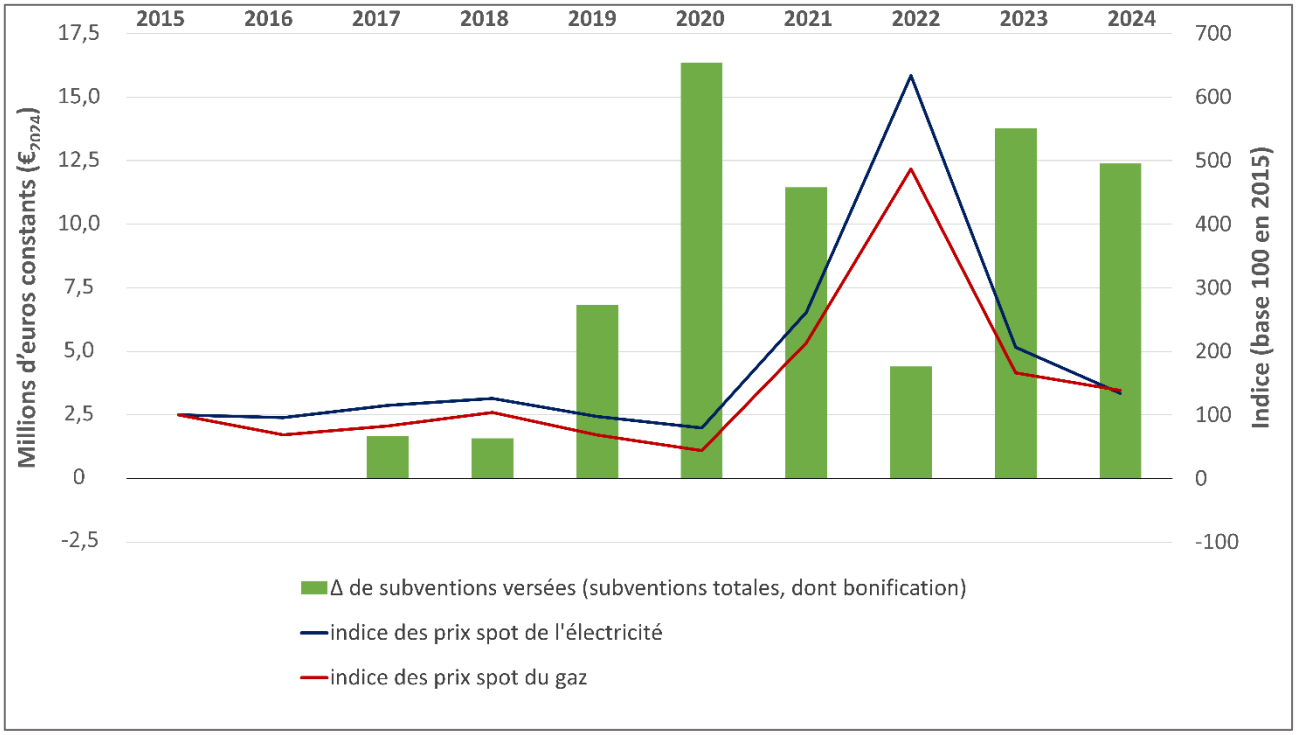


Figure 133 : Différentiels annuels de subventions totales versées entre 2015 et 2024.

Nos résultats indiquent que le développement de la méthanisation dans le bassin rennais a reposé sur d'importantes subventions, et ce pour toutes les années de l'évaluation à partir de l'installation du premier méthaniseur en 2017. En 2022, l'État a versé moins de subventions pour maintenir les prix bonifiés de l'énergie, en raison des prix spot de l'énergie déjà très élevés.

Durant la période 2015-2024, le développement de la méthanisation agricole dans le bassin rennais a requis 68 millions de soutiens publics directs, au regard de ce qui aurait prévalu sinon.

Ces aides sont toutefois composées à la fois des aides agricoles (PAC), des aides à l'investissement pour l'énergie et des aides versées sous forme de prix bonifiés. Nous proposons alors d'étudier plus en détail la part de ces différentes aides dans ces soutiens globaux.

La figure 134 illustre le différentiel *avec-sans méthaniseur* de subventions par hectare versées par l'Etat et les collectivités sur la période 2015-2024, en faisant la distinction entre ces différentes catégories d'aides (agricoles, à l'investissement pour l'énergie, au titre des prix bonifiés).

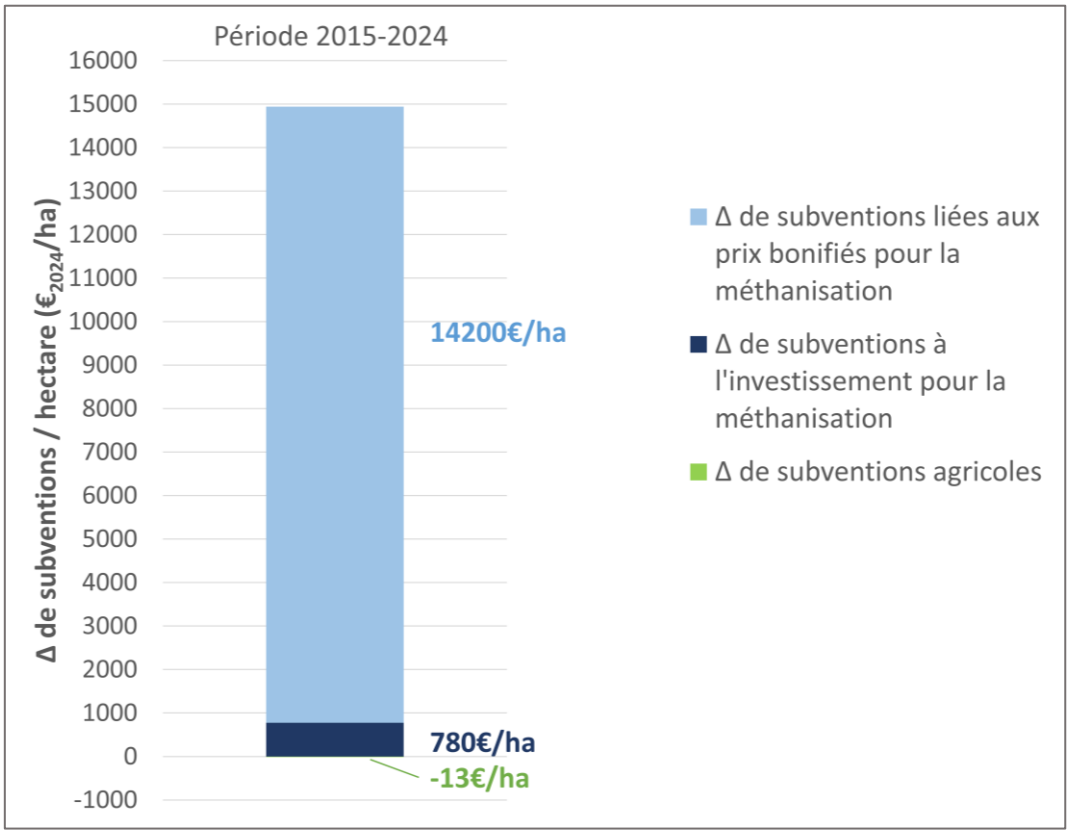


Figure 134 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* de subventions par hectare versées par l'Etat et les collectivités pour la méthanisation et pour l'agriculture entre 2015 et 2024. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

Nos résultats confirment que, malgré la diminution de la production agricole, l'État économise très peu sur le versement des aides de la PAC : en moyenne 13€ par hectare en cumulé sur la période 2015-2024. En revanche, les subventions versées pour l'énergie et ramenées au nombre d'hectares concernés par la méthanisation sont bien plus conséquentes. Les subventions à l'investissement versées pour la méthanisation sont estimées à 780€ en moyenne par hectare pour toute la période évaluée. Mais les plus hauts niveaux de soutiens concernent la bonification des prix de rachat de l'énergie. Les niveaux de contributions de l'État ont été très variables

d'une année sur l'autre, car ils dépendent du prix du marché de l'énergie. Néanmoins, ce niveau de soutien s'élève à 14 200€ par hectare cumulés sur les 10 années de l'évaluation. En rythme de croisière sur les dernières années de l'évaluation, ces soutiens correspondent en moyenne à 5€ d'économie par hectare et par an d'aides PAC, 120€ par hectare et par an d'aides à l'investissement et 2500€ par hectare et par an d'aides versées sous forme de prix bonifiés.

Ces résultats révèlent des niveaux de soutien par unité de surface considérables pour la production d'énergie. Nos travaux indiquent par ailleurs que les grandes exploitations du bassin rennais ne reçoivent pas pour autant beaucoup moins d'aides agricoles en ayant mis en place un méthaniseur, et ce, malgré la moindre production agricole enregistrée dans cette situation. La contribution de l'État et des collectivités est donc centrale dans le développement de la méthanisation et pose la question de son impact sur les finances publiques et du coût collectif de la souveraineté énergétique.

L'évaluation par la méthode des effets permet de dresser le bilan pour les caisses publiques du développement des méthaniseurs. La figure 135 représente ce bilan des recettes et dépenses de l'Etat et des collectivités, cumulés entre 2015 et 2024, pour l'agriculture et pour l'énergie avec le développement de la méthanisation. Elle montre ce que l'État et les collectivités versent en subventions, mais aussi reçoivent en impôts et taxes grâce aux activités économiques engendrées par la production de denrées alimentaires et d'énergie.

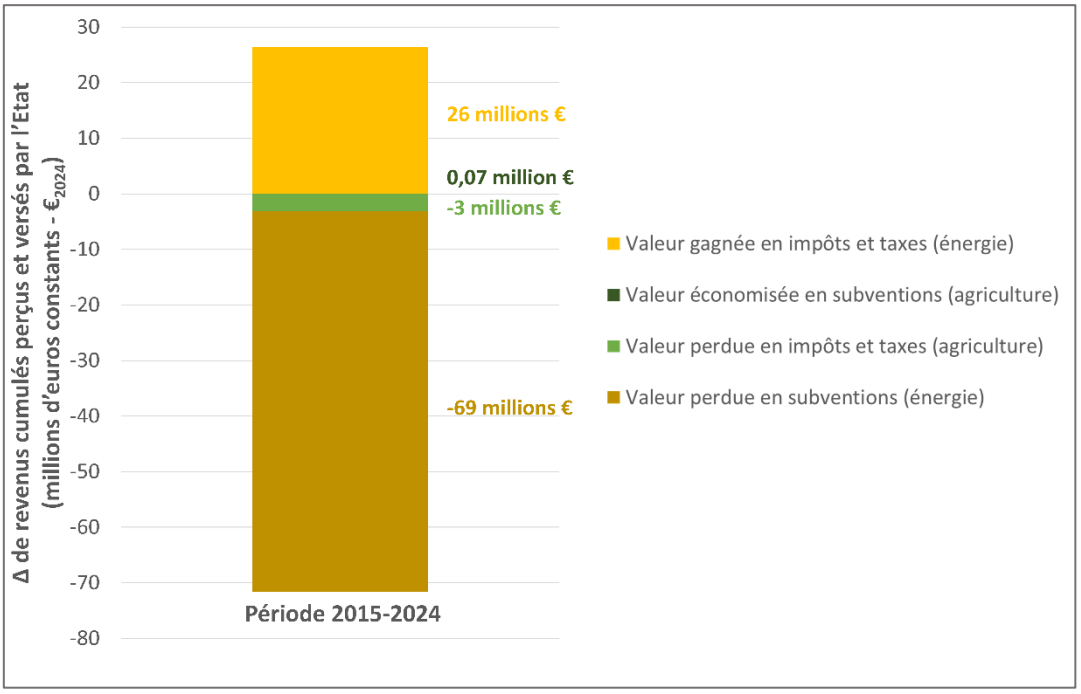


Figure 135 : Bilan des revenus cumulés versés et perdus par l'Etat et les collectivités entre 2015 et 2024 pour l'agriculture et pour l'énergie avec le développement de la méthanisation. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.

Le bilan dressé en figure 135 montre que la diminution de la production agricole et des activités associées en amont et en aval ne conduit que peu à des économies de subventions versées par l'État (68 000€). En revanche, la valeur perdue en impôts et taxes sur tout l'amont et l'aval du secteur agricole et agroalimentaire s'élève à environ 3 000 000€ sur les dix années de l'évaluation.
A l'échelle du bassin rennais, pour les 19 méthaniseurs étudiés, qui ont produit près de 580GWh entre 2015 et 2024, l'État a dépensé près de 69 000 000€ en subventions pour l'investissement et en prix bonifiés. Cette somme représente en moyenne près de 3,6 millions d'euros par méthaniseur du bassin rennais. Avec les activités générées par le développement des méthaniseurs, l'État et les collectivités ont gagné en impôts et taxes près de 26 000 000€. Ainsi, ce bilan révèle que, malgré les activités générées en amont et en aval des filières énergétiques, le niveau de soutien de la méthanisation est tel que les dépenses publiques restent environ 2,5 fois supérieures aux recettes perçues grâce à son développement.

La contribution de l'Etat et des collectivités au développement de la méthanisation agricole est donc conséquente. À l'échelle du bassin rennais, l'évaluation économique avec la méthode des effets permet de calculer le revenu national net généré, par euro public dépensé par l'État et les collectivités : ce dernier est compris entre -0,16€ (méthode des effets) et -0,42€ (méthode aux prix de référence) par euro public dépensé (selon les hypothèses posées concernant la main-d'œuvre qualifiée et son coût d'opportunité). Autrement dit, entre 16 et 42 centimes sont perdus pour l'économie nationale, pour chaque euro public dépensé par l'État et les collectivités du fait du développement de la méthanisation agricole.

Conclusion du chapitre 6

L'évaluation économique d'impact de la politique de soutien à la méthanisation agricole a reposé sur l'étude de 19 méthaniseurs et de 42 exploitations agricoles de l'Ouest du bassin rennais, dont les trajectoires *avec et sans méthaniseur* ont pu être retracées. L'établissement du différentiel *trajectoire globale avec méthaniseur – trajectoire globale sans méthaniseur* a ensuite rendu possible l'évaluation économique. Cette dernière a été conduite selon deux méthodes aux fondements théoriques différents, mais complémentaires. La mobilisation de ces méthodes a reposé sur un travail de terrain et la collecte de données auprès d'agents économiques directement et indirectement concernés par la méthanisation.

L'établissement de ce différentiel *avec-sans* a confirmé que le développement de la méthanisation agricole entre en concurrence avec la production agricole. Dans le bassin rennais, la production d'énergie par méthanisation au sein des exploitations agricoles se fait au détriment de la production de lait, de bovins, de porcs, de blé et de colza.

Nos résultats révèlent que le développement de la méthanisation se traduit d'importantes économies d'importations de gaz fossile et de production d'énergie nucléaire. En revanche, il se traduit aussi par de moindres productions et donc de moindres richesses agricoles et, par conséquent, de moindres valeurs ajoutées créées en amont et en aval des filières agricoles. Si la méthanisation permet de faire des économies de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement pour la production agricole, elle génère de bien plus lourdes consommations et dépenses d'investissement pour l'énergie. Ainsi, les richesses liées au secteur de l'énergie ne compensent pas les pertes de richesses agricoles et de valeurs ajoutées créées en aval ainsi que les fortes dépenses pour l'énergie. Le différentiel *avec-sans méthaniseur* de valeur ajoutée globale actualisé est ainsi estimé à -50 millions d'euros et indique, du point de vue de cet indicateur, une situation *sans méthaniseur* plus souhaitable.

Le soutien de l'Etat au développement de la méthanisation soutient en premier lieu les agriculteurs concernés qui, comme l'ont révélé les résultats du chapitre 5, sont déjà parmi les mieux dotés. Mais ces aides soutiennent aussi considérablement les catégories d'agents économiques du secteur de l'énergie indirectement concernées par le développement de la méthanisation. Ce fort soutien public contribue à créer de nombreux emplois, en particulier qualifiés, dans le secteur énergétique, qui se fait parallèlement à des destructions d'emplois en amont et en aval des filières agricoles. La méthanisation agricole contribue donc bel et bien à créer des emplois indirects. Néanmoins, cette création d'emplois ne se fait pas ou peu au niveau local : aucun salarié agricole n'a été embauché au sein des exploitations agricoles concernées par la méthanisation dans le bassin rennais et un bilan d'emplois conduit au niveau

des CUMA révèle une création d'emploi limitée dans ces structures. La méthanisation génère avant tout des emplois très qualifiés (managers, ingénieurs, …) dans les entreprises de l'énergie. Le différentiel *avec-sans méthaniseur* de revenu national net a été évalué à -11 000 000€. Ces travaux révèlent donc que le revenu national s'amenuise avec le développement de la méthanisation agricole comparativement à la situation *sans méthaniseur*. Cela s'explique en grande partie par le niveau de soutien public engagé dans ce processus de développement. Cette recherche révèle ainsi que, dans le bassin rennais, entre 16 et 42 centimes de revenu national net sont perdus pour chaque euro public dépensé par l'État, comparativement à la situation *sans méthaniseur*.

Cette recherche indique que la politique de soutien à la méthanisation agricole a des effets négatifs sur l'économie nationale par rapport à la situation qui prévaudrait sans. En mettant en regard ces résultats avec ceux issus des diagnostics agraires, cette politique énergétique nationale apparaît de plus en plus questionnable. L'évaluation de cette politique ne peut toutefois se limiter à ses impacts en matière de création de richesse et d'emplois. Cette évaluation doit aussi tenir compte des objectifs prioritaires que se donne cette politique, ainsi que de son efficience.

Chapitre 7. Des objectifs environnementaux partiellement atteints, mais des coûts conséquents

L'évaluation d'impact de la politique de soutien à la méthanisation agricole doit évaluer dans quelle mesure elle atteint ses objectifs. Les ambitions de cette politique (*cf.* chapitre 1) ne se limitent pas à la sécurisation des approvisionnements énergétiques et au développement d'une économie riche en emplois. Initialement, cette politique a affiché en 2015 l'objectif d'amélioration des pratiques agronomiques et de substitution des intrants d'origine fossile (Plan Energie Méthanisation Autonomie Azote), avant d'élargir ses objectifs vers d'autres volets environnementaux. Aujourd'hui, elle a pour ambition principale la réduction de la dépendance aux importations d'énergie non renouvelable (loi pour la Transition Energétique et la Croissance Verte) et la réduction de la production de gaz à effet de serre (Stratégie Nationale Bas Carbone).
Ce chapitre propose alors d'évaluer dans quelle mesure cette politique publique répond à ses objectifs environnementaux, selon les trois axes suivants : son impact agronomique, en matière d'évolution des itinéraires techniques et d'effets sur la biodiversité cultivée, son impact en matière de bilan énergétique et son impact en matière d'émissions de gaz à effet de serre.

1. Des interrogations quant à l'impact des digestats sur les sols et une réduction de la biodiversité cultivée

1.1. Des économies d'achat d'engrais azotés, mais peu de recul quant à l'impact du digestat à long terme sur les sols

Nos travaux ont révélé que la méthanisation agricole permet aux agriculteurs concernés du bassin rennais de réduire fortement leur utilisation d'engrais azoté de synthèse (c*f.* chapitre 5). En effet, les digestats obtenus sont riches en ammonium (Möller & Müller, 2012), ce qui leur confère une forte valeur fertilisante. La volatilisation ammoniacale est limitée au maximum par les agriculteurs en employant des systèmes d'épandage (pendillard, enfouisseurs) permettant de déposer le digestat au plus proche des systèmes racinaires des cultures. Cette utilisation optimisée des digestats et leur forte valeur fertilisante permettent ainsi des économies de 30% à 50% d'engrais azotés de synthèse.
Néanmoins, les entretiens ainsi que les connaissances agronomiques actuelles révèlent que l'utilisation des digestats pourrait présenter des limites à long terme pour les sols. Les agriculteurs enquêtés indiquent eux-mêmes s'interroger quant à l'impact à long terme des épandages de digestat sur les sols de leur exploitation. Les digestats utilisés, résidus de la réaction de méthanisation, sont en effet plus pauvres en carbone que la matière organique que ces agriculteurs utilisaient avant l'installation des méthaniseurs (fumiers, couverts hivernaux enfouis, …). Dans l'état actuel des connaissances, il semblerait que les effets des digestats sur

les sols soient très variables selon leurs caractéristiques, les modes d'épandage et les rotations dans lesquelles ils s'insèrent (Baştabak & Koçar, 2020; Michau et al., 2019; Möller, 2015). Un consensus semble néanmoins émerger quant aux effets négatifs des digestats sur la disponibilité du carbone pour les micro-organismes du sol, avec pour conséquence, à long terme, une plus faible teneur en biomasse microbienne (Bodilis et al., 2015; Thomsen et al., 2013; Wentzel et al., 2015).

1.2. Une production de biomasse à vocation énergétique, au détriment de la biodiversité cultivée

La méthanisation agricole contribue à modifier les itinéraires techniques pratiqués et la gestion des effluents d'élevage (*cf.* chapitre 5) par rapport à la situation *sans méthaniseur (cf.* chapitre 4). Ces changements de pratiques agricoles sont susceptibles de se répercuter sur la biodiversité cultivée ainsi que sur la biodiversité des sols.

Comme nous l'avons vu, l'un des principaux leviers actionnés par les agriculteurs pour produire de la biomasse végétale consiste à introduire des Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique en interculture *(cf.* chapitre 5). L'introduction de CIVE présente en effet l'avantage de ne pas modifier en profondeur les assolements. Dans ces exploitations avec méthaniseur, les intercultures sont alors constituées soit de couverts hivernaux, soit de dérobées fourragères – du Ray-grass d'Italie le plus souvent – ou bien de CIVE.
La figure 136 représente, au sein de la situation de groupe *avec méthanisation*, l'évolution des parts de couverts, de dérobées fourragères et de CIVE en pourcentage total des intercultures. La figure montre une part de ray-grass d'Italie en dérobée (6 mois) qui diminue légèrement au cours des 10 années de l'évaluation. Cette tendance s'explique par un maintien des surfaces en ray-grass d'Italie, pour des surfaces agricoles totales qui ont légèrement augmenté au cours du temps (agrandissements). En revanche, la figure révèle que, depuis l'installation de méthaniseurs dans le bassin rennais, la part des couverts hivernaux a diminué drastiquement. Alors que ces derniers occupaient environ 60% des intercultures avant l'arrivée des méthaniseurs, ils en occupent moins de 10% aujourd'hui, à la faveur des CIVE qui en occupent environ 65%. Les entretiens ont révélé que les CIVE les plus utilisées sont le seigle pur ou bien en mélange avec de la vesce ou un triticale (c*f.* chapitre 5). Les couverts hivernaux utilisés le plus fréquemment dans la petite région d'étude sont quant à eux plus diversifiés. Les couverts les plus utilisés sont la moutarde, la phacélie, la vesce et le pois, parfois semés en mélange et choisis selon la profondeur des sols et les besoins des parcelles. Une diminution de la biodiversité cultivée en interculture est ainsi observée du fait du développement de la méthanisation.
La production de CIVE permet néanmoins d'augmenter la quantité de biomasse produite par unité de surface par rapport à un couvert hivernal. Nos travaux montrent que la rotation

[maïs//blé/moutarde$_{(couvert)}$] permet une récolte de 50 tonnes de matière brute (MB) par hectare sur une année culturale, alors que la rotation [maïs // blé/CIVE d'hiver] conduit à la récolte de 75 tonnes de matière brute par hectare. Ces résultats sont en outre enregistrés sans application de traitements phytosanitaires sur les CIVE et sans utilisation d'engrais autres que les digestats. Cette tendance pourrait alors s'apparenter à ce que Griffon appelle une « intensification agroécologique » (Griffon, 2017). Néanmoins, les entretiens conduits indiquent que les espèces utilisées en tant que CIVE ne sont pas sélectionnées pour rechercher un effet précédent ou bien une sensibilité du suivant, pour limiter le lessivage des nitrates, pour améliorer la structure du sol ou encore pour accroître la biodiversité globale du système de culture. Le choix de la CIVE implantée se fait avant tout sur un critère de rendement et de pouvoir méthanogène, et non en fonction des besoins des parcelles. Cette tendance pourrait expliquer le développement du piétin-échaudage – un champignon pathogène du sol qui contamine les racines des graminées – dans certaines communes de l'Ouest du bassin rennais où se concentrent les méthaniseurs. En effet, les agriculteurs enquêtés expliquent le développement de ce pathogène par la généralisation du motif [blé/CIVE d'hiver (seigle)] dans les rotations, alternant deux graminées *triticeae*, hôtes du champignon pathogène.

L'évolution des intercultures dans les exploitations avec méthaniseur explique les résultats observés en figure 137, qui montre l'évolution des différentiels *avec-sans méthaniseur* des couverts, des dérobées fourragères et des CIVE. Les surfaces légèrement plus limitées de dérobées fourragères en 2016 s'expliquent par la différence de taille de cheptel qui commence à se creuser entre les deux situations de groupe. Dès l'installation des premiers méthaniseurs en 2017, les couverts hivernaux sont remplacés par des CIVE dans la situation *avec méthaniseur* et les tailles de cheptel plus limitées dans cette situation expliquent les surfaces plus réduites de dérobées fourragères. Cette dynamique ne fait que se renforcer en 2019 puis en 2020, lors de l'installation d'un plus grand nombre de méthaniseurs en injection, plus puissants. Ces derniers exigent en effet une production plus importante de biomasse et génèrent une plus forte substitution de CIVE aux couverts hivernaux.

Mais la substitution des CIVE aux couverts ne suffit pas pour produire suffisamment de biomasse végétale pour la méthanisation. Le deuxième levier actionné par les agriculteurs pour produire de la biomasse végétale consiste à cultiver du maïs à vocation énergétique (*cf.* chapitre 5). Les surfaces en maïs sont donc à la fois constituées du maïs fourrager qui se maintient pour nourrir le cheptel, du maïs grain destiné à la vente, et du maïs à vocation énergétique récemment introduit dans les rotations. La figure 138 représente l'évolution du différentiel des surfaces totales en maïs. La figure confirme un accroissement considérable des surfaces en maïs avec la méthanisation, et ce, de manière particulièrement marquée depuis 2019. Nos travaux ont démontré que l'accroissement des surfaces en maïs se fait, le plus souvent, au détriment des surfaces en blé et en colza (*cf.* chapitre 5 et 6). Une céréale d'hiver, telle que le blé implanté

pour environ 10 mois, est alors remplacée par du maïs (cycle de 5 mois) suivi d'une CIVE d'hiver, du seigle, implantée durant environ 5 mois.

Nos résultats rejoignent les conclusions des recherches conduites par Boros *et al.* (2025; 2025) : en régions de grandes cultures, la méthanisation est associée à un accroissement des surfaces en maïs et en orge, dont les cycles de culture sont plus courts et facilitent ainsi l'implantation des CIVE (Boros, Carozzi, et al., 2025). Les auteurs démontrent plus largement qu'à l'échelle nationale, le développement des méthaniseurs est associé à des changements significatifs de la couverture du sol. Les changements observés au niveau national concernent l'accroissement des surfaces en maïs et de certaines graminées comme le seigle, le triticale ou encore le sorgho – des cultures à haut pouvoir méthanogène – et une diminution des surfaces en blé tendre et en colza. Ces auteurs montrent également que ces changements sont plus marqués localement lorsqu'il s'agit de méthaniseurs en injection (Boros, Martin, et al., 2025).

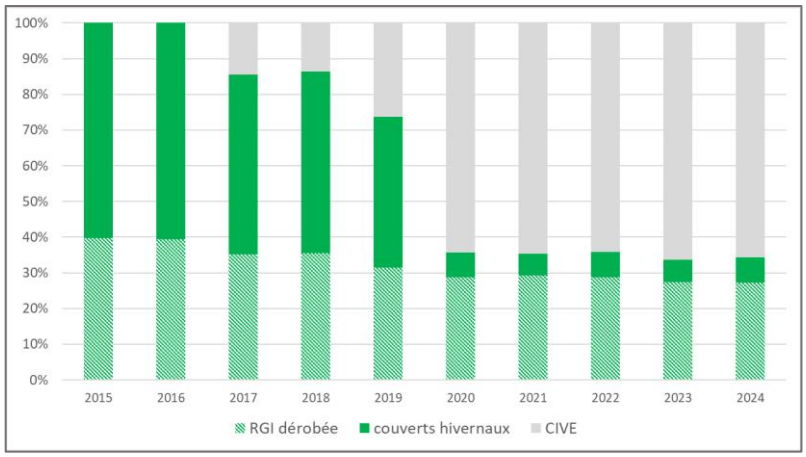


Figure 136 : Evolution de la place des couverts, des dérobées fourragères et des CIVE dans les rotations (en pourcentage total des intercultures) dans la situation de groupe *avec méthanisation*

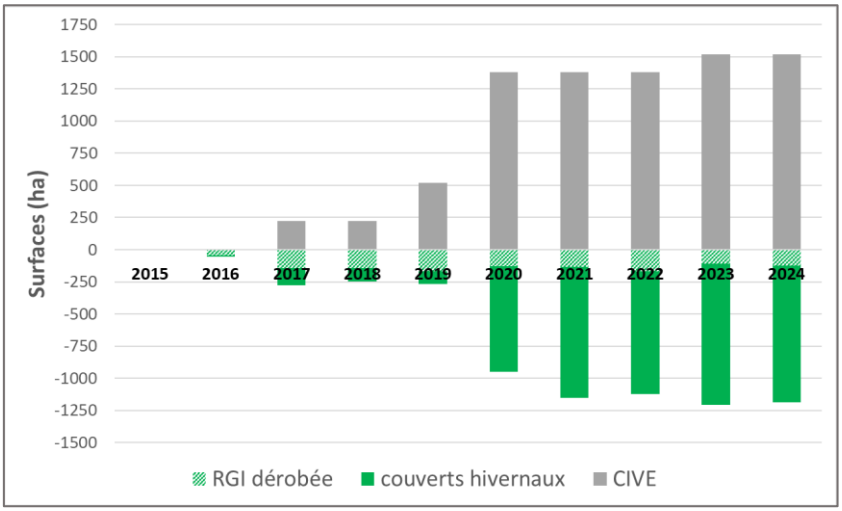


Figure 137 : Différentiel *avec-sans méthanisation* des surfaces en couverts et dérobées

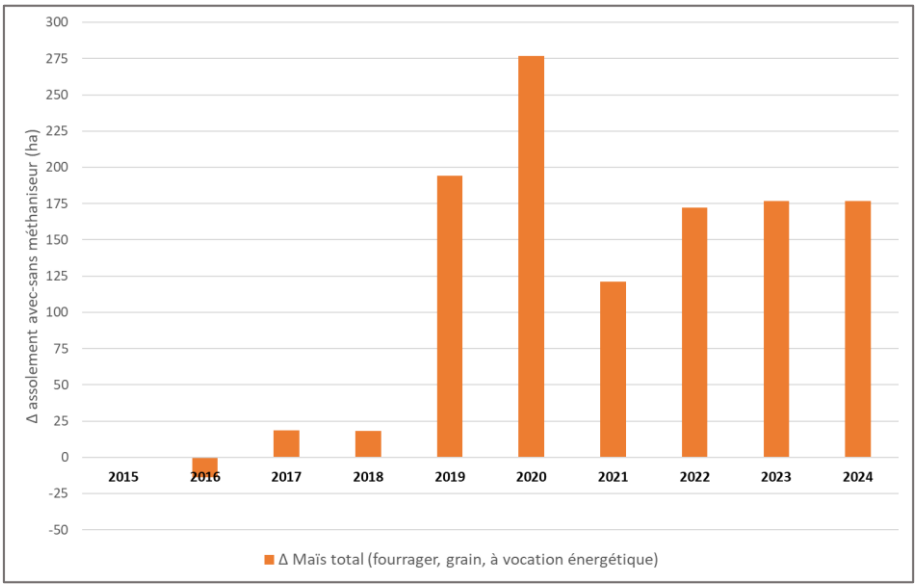


Figure 138 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* des surfaces totales en maïs

2. Des consommations d'énergie importantes, mais un bilan énergétique qui reste positif dans le cas de l'injection

La politique de soutien à la méthanisation a pour objectif de réduire la dépendance aux énergies fossiles. Nous proposons donc d'évaluer ses effets en matière de production et de consommation d'énergie. En effet, si la production d'énergie permise par les méthaniseurs apparaît comme un moyen de réduire les importations de gaz fossile, les résultats du chapitre 5 et 6 ont révélé que la méthanisation agricole est aussi consommatrice d'énergie directe et indirecte. Une première ébauche de bilan énergétique, comparé entre la situation *avec* et la situation *sans méthaniseur,* est proposée pour mettre en lumière les effets de cette politique en matière de production et de consommation globale d'énergie.

2.1. Une consommation accrue d'électricité et de carburant

Les méthaniseurs produisent de l'énergie d'une part, mais ont aussi besoin, pour assurer leur fonctionnement, de consommer de l'énergie électrique, et de consommer du carburant pour assurer la production de biomasse végétale méthanogène.

Les méthaniseurs en cogénération consomment environ 1 kWh pour produire 10kWh, afin de faire fonctionner le moteur du bloc de cogénération. Les méthaniseurs en injection consomment quant à eux de l'électricité pour faire fonctionner l'épurateur. Cette consommation représente, d'après nos entretiens, environ 8 à 10% de la production d'énergie totale générée par le méthaniseur. Pour un méthaniseur de 75 Nm^3/h par exemple, la consommation électrique totale de l'épurateur représente environ 530 MWh annuels. Cette consommation électrique a conduit 75% des agriculteurs détenant un méthaniseur en injection du bassin rennais à investir dans des panneaux photovoltaïques, ou bien dans des trackers photovoltaïques[74], afin de couvrir une partie de cette consommation auxiliaire. L'électricité produite par ces panneaux est intégralement auto-consommée par les méthaniseurs. À titre d'exemple, des panneaux photovoltaïques de 220 $kW_{crête,}$ tels que ceux utilisés dans le bassin rennais, couvrent environ 40% de la consommation électrique d'un méthaniseur de 75 Nm^3/h (production potentielle des panneaux d'environ 220 MWh/an).

Parallèlement à cette consommation électrique, la méthanisation génère aussi une consommation accrue de carburant. L'évaluation d'impact de la méthanisation conduite dans la partie précédente (*cf.* chapitre 6) permet de dresser le différentiel *avec-sans méthaniseur* de consommation de carburant. Ce bilan est dressé en matière de consommation directe (consommation de carburant par les agriculteurs), mais aussi en matière de consommation

[74] Dispositif qui adapte en temps réel l'orientation des modules photovoltaïques pour suivre la trajectoire du soleil et optimiser la captation des rayons lumineux.

indirecte, c'est-à-dire au niveau des organismes auprès desquels les travaux de culture sont sous-traités (CUMA, ETA).

La figure 139 illustre les résultats de ce bilan en ce qui concerne les consommations directes et indirectes. Ces dernières années et en valeur absolue, le bilan révèle une consommation accrue d'environ 200 000 litres par an dans la situation de groupe *avec méthaniseur* par rapport à la situation *sans*. Le différentiel est plus marqué depuis 2019 et 2020, période au cours de laquelle se sont développés les méthaniseurs en injection, plus puissants et nécessitant donc plus de récoltes et de transports de biomasse. Ramené par hectare, le différentiel de consommation *avec-sans méthaniseur* est de +40 litres depuis 2020, dont 25 litres par hectare consommés directement par les agriculteurs et 15 litres par hectare consommés indirectement dans le cadre des prestations des CUMA et ETA. La consommation directe de carburant est liée aux transports du digestat, aux transports de la biomasse jusqu'aux silos lors des ensilages et à la consommation journalière du tracteur télescopique pour charger la trémie. La consommation indirecte au sein des CUMA et ETA est principalement liée aux ensilages de CIVE et de maïs à vocation énergétique ainsi qu'aux épandages sous-traités des digestats.

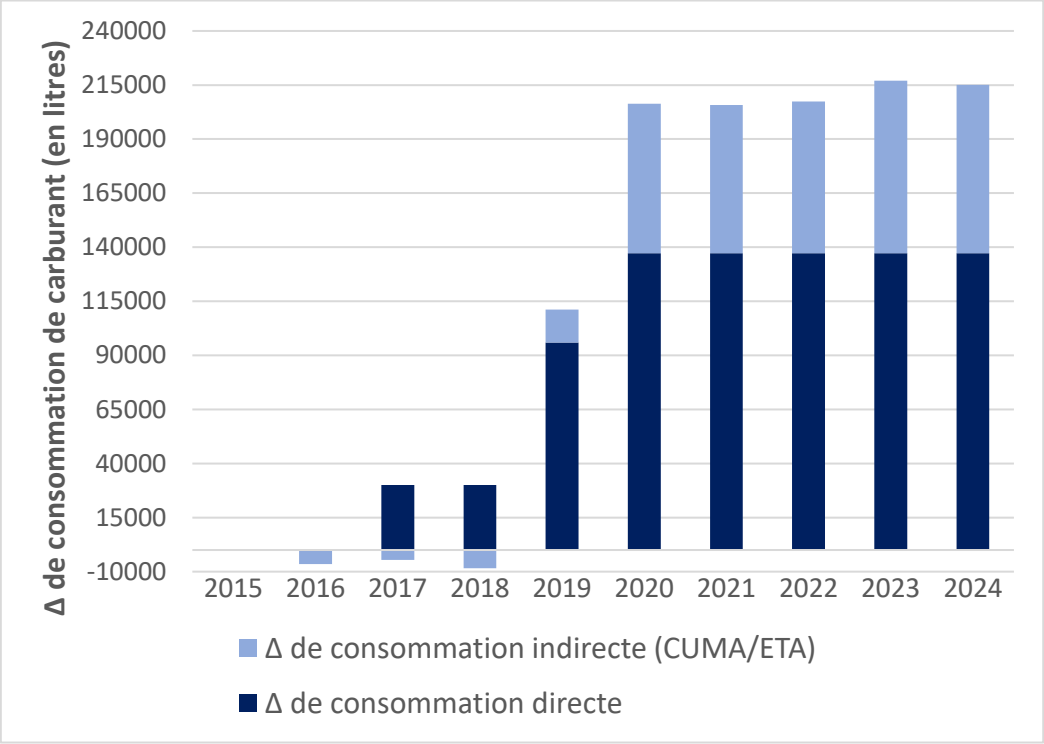


Figure 139 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* de consommation directe et indirecte de carburant pour les 19 méthaniseurs du bassin rennais

Ces consommations directes d'énergie (électricité, carburant) et indirectes (consommation de carburant en CUMA, production et acheminement des panneaux et autres équipements) interrogent quant au bilan énergétique global de la méthanisation agricole.

2.2. Un bilan énergétique positif pour l'injection, mais négatif pour la cogénération

2.2.1. Un bilan d'énergie fondé sur la méthodologie du bilan PLANET

Nos précédents résultats révèlent que la méthanisation produit de l'énergie d'une part, mais conduit aussi à en consommer d'autre part, tant de manière directe (consommation électrique, carburant) que de manière indirecte, en induisant par exemple une plus forte consommation de carburant au sein des CUMA. Les consommations d'énergie indirectes sont en fait multiples au sein des exploitations agricoles, puisque tous les intrants utilisés ont nécessité une certaine quantité d'énergie pour être extraits ou fabriqués et transportés. L'objet de cette partie est donc d'évaluer le différentiel de production, mais aussi de consommation indirecte d'énergie entre la situation *avec* et la situation *sans méthaniseur*. En d'autres termes, il s'agit de dresser le bilan énergétique dans ces deux situations et donc d'établir le différentiel énergétique *avec-sans méthaniseur.*

Les premières recherches portant sur les bilans énergétiques ont émergé dans les années 1970 (J.-P. Deleage et al., 1978; J. P. Deleage et al., 1979; Carillon, 1981). Les discussions ont d'abord porté sur la faisabilité de l'analyse énergétique des systèmes de production (Bel et al., 1977). La question de l'unité à utiliser pour rendre compte des diverses formes d'énergie produite et consommée au sein d'un système de production était au centre des réflexions. Bel *et alii* indiquaient alors que « *l'analyse énergétique repose sur l'hypothèse qu'il est possible de convertir en une unité homogène l'ensemble des diverses formes d'énergie qui interviennent dans les systèmes productifs : combustibles fossiles, énergie mécanique ou thermique, énergie libérée par la matière à travers l'alimentation humaine et animale. Ces formes d'énergie sont ramenées à un étalon de mesure commun, la kilocalorie. »* (Bel et al., 1977, p. 9). La plus grande partie de la production agricole finale était en effet à l'époque destinée à l'alimentation humaine et comptabilisée en calories. Progressivement, des tables ont été établies afin de connaître combien de calories végétales sont nécessaires pour produire une calorie animale, par type de production (viande, œuf, etc.). La question de l'énergie dépensée par le travail humain ainsi que la manière de la comptabiliser ont aussi beaucoup animé les débats. Bel *et alii* ont néanmoins tranché en 1977 qu'il faut « *dépassionner* » ce débat puisque « *quels que soient les modes d'estimation, l'importance de l'énergie-travail humain est très faible puisqu'elle est le plus souvent inférieure à 1% de l'ensemble des intrants énergétiques dans les études disponibles. »* (Bel et al., 1977, p. 12).

C'est au cours des années 1990 que s'est structurée en France une véritable méthodologie de bilan énergétique à l'échelle des exploitations agricoles. À cette époque, le CEIPAL (Centre d'études et d'échanges internationaux paysans et d'actions locales), une ONG basée en Rhône-Alpes, s'interroge quant à la durabilité de certaines pratiques d'élevage telles que l'utilisation de rations à base de maïs et de soja importé, comparativement à une ration à l'herbe. L'ONG souhaite établir des références énergétiques pour chaque intrant agricole afin de comparer les

pratiques. Cette ONG s'associe alors à un ensemble d'acteurs du développement et de la recherche dans l'objectif d'établir et d'utiliser une méthode actualisée de bilan énergétique à l'échelle de l'exploitation agricole (Ferrière et al., 1997; Risoud, 1999; Risoud & Chopinet, 1999). Le groupe PLANET est ainsi formé et regroupe des agents de l'Institut de l'élevage, de l'Enesad, du Cadapas, du Ceta Thiérache et de Solagro. À la fin des années 1990, cette recherche-action est financée par l'ADEME afin d'établir un ensemble de données au niveau d'exploitations agricoles françaises aux orientations productives différentes. C'est ainsi qu'en 2002, 140 exploitations agricoles sont analysées selon la méthode du bilan PLANET pour l'ADEME (Risoud, 2002). Suite à cette analyse, cette méthode de recherche-action prend un aspect officiel et devient un outil de la politique agricole sous l'impulsion du ministère de l'Agriculture. Le ministère commandite la création d'un outil diagnostic appelé Dia'Terre, dont l'élaboration repose sur les données du tableur PLANET. Le diagnostic Dia'Terre devient ensuite obligatoire pour les exploitations agricoles qui souhaitent être subventionnées dans le cadre des plans de performance énergétique (PPE) des exploitations agricoles durant la période 2009-2013. Avec la fin des soutiens des PPE en 2013, une baisse importante des diagnostics Dia'Terre transmis à l'ADEME est néanmoins observée. L'agence décide alors de cesser la maintenance informatique du programme en 2017. Aujourd'hui, les diagnostics pratiqués et encouragés par l'obtention de soutiens agricoles sont multicritères et tentent d'évaluer non seulement les dépenses énergétiques, mais aussi les émissions de gaz à effet de serre (GES), les consommations et la qualité de l'eau, les consommations de produits phytosanitaires, etc. L'outil Cap'2ER, développé par l'IDELE, constitue aujourd'hui l'un des outils les plus utilisés en Bretagne pour l'obtention de certains soutiens agricoles régionaux, tels que ceux du dispositif Agri Bas Carbone.

Pradel et Boffety (2012) ont dressé un bilan des diagnostics existants aujourd'hui à l'échelle des exploitations agricoles et soulignent que la plupart constituent : des diagnostics agro-environnementaux globaux (Cap'2ER de l'Idele et DIALECTE de Solagro en France, KUL en Allemagne) qui évaluent l'impact de l'exploitation sur l'environnement (azote, pressions polluantes, émissions de GES, etc.), des diagnostics de durabilité, tels que la méthode IDEA, ou encore des analyses de cycle de vie (ACV) qui évaluent « *l'impact environnemental d'un système en dressant l'inventaire des émissions polluantes, des matières premières et de l'énergie sur l'ensemble du cycle de vie de ce dernier* » (Pradel & Boffety, 2012, p. 17). Dans le cas des évaluations de la méthanisation agricole, les ACV sont le plus souvent conduites du point de vue d'unités de méthanisation entièrement modélisées (Esnouf *et al.*, 2021) ou d'un unique méthaniseur existant (Lamnatou *et al.*, 2019), mais peu d'études ont privilégié l'échelle territoriale pour englober l'ensemble des processus agricoles réellement observés.

Ainsi, si les bilans environnementaux et de durabilité existants à l'échelle des exploitations agricoles sont nombreux, le bilan PLANET reste l'unique bilan énergétique existant en France à l'échelle des exploitations agricoles. Peu de travaux précis portant sur le bilan énergétique des

méthaniseurs ont été conduits à ce jour à l'échelle d'un ensemble de méthaniseurs présents sur un petit territoire. C'est pourquoi nous avons appliqué la méthodologie du bilan PLANET, en réutilisant les coefficients de conversion énergétiques disponibles, à l'ensemble des 19 méthaniseurs présents au sein du bassin rennais. Le bilan énergétique *avec-sans méthanisation* à l'échelle des exploitations agricoles du bassin rennais a donc été dressé en quantifiant les entrées et les sorties d'énergie.

Les différentiels *avec-sans méthaniseurs* dressés dans le chapitre 6 ont été à nouveau mobilisés. Le bilan s'appuie sur les coefficients de conversion énergétique de la méthode PLANET dont les tables sont publiées (Risoud, 2002). Les différentiels, exprimés en valeurs physiques (tonnes, litres, m^3, kWh, etc.) ont ainsi été convertis en valeurs énergétiques, en se fondant principalement sur les correspondances établies et publiées par Risoud (2002). L'unité homogène choisie pour conduire ce bilan est le joule, car il s'agit de l'unité du système international (SI). Les valeurs ont été converties en mégajoules, qui correspondent à 10^6 joules, car les flux d'énergie sont importants.

En entrée, seules les énergies non renouvelables consommées pour la production agricole et énergétique sont considérées, et en sortie l'énergie alimentaire produite ainsi que l'énergie produite par méthanisation. Les énergies qui entrent dans le processus de production agricole et énergétique comprennent : i) les énergies directes, telles que le carburant ou l'électricité consommée, mais aussi ii) les énergies indirectes qui correspondent aux énergies dépensées pour extraire, élaborer et transporter les intrants (semences, engrais, produits phytosanitaires, aliments du bétail, etc.) ainsi que celles dépensées pour fabriquer les équipements et les bâtiments. Les coefficients de conversion énergétiques publiés par Risoud (2002) prennent en compte l'extraction des matières premières de chaque bien, jusqu'à sa mise à disposition dans les exploitations agricoles. En cela, le bilan énergétique ressemble aux analyses d'ACV, mais pour le seul critère 'énergie'.
Cette méthodologie a pu être éprouvée à de nombreuses reprises et la démarche reste encore valide aujourd'hui. Les coefficients d'équivalence publiés par Risoud concernent néanmoins uniquement les flux agricoles les plus courants. Aucune valeur concernant la méthanisation n'est disponible dans cette base de données. De nombreuses études ont cependant été conduites depuis lors sur les principaux matériaux utilisés dans les technologies de la méthanisation et permettent d'estimer la dépense énergétique nécessaire à la fabrication de ces dernières.

2.2.2. L'expression des différentiels d'énergie produite dans les deux situations

Dresser un bilan énergétique revient à calculer la différence entre la somme des énergies 'sortantes', c'est-à-dire produites, et la somme des énergies dites 'entrantes' ou consommées. L'énergie 'sortante' concerne les productions à vocation alimentaire, ainsi que la production d'énergie par méthanisation (électricité, chaleur, méthane).

L'énergie produite à travers les productions à vocation alimentaire correspond donc à l'énergie contenue dans les productions telles que les animaux vifs, le lait et les céréales. L'ensemble des différentiels *avec-sans méthaniseur* des productions, exprimés en valeurs physiques, sont déjà connus. Les valeurs énergétiques de chaque production sont quant à elles fournies par Risoud (2002) et présentées dans le tableau suivant.

Production	Valeur	Unité
Vache type lait	9,08	MJ/kg poids vif
Veau type lait	6,11	MJ/kg poids vif
Porcs et truies	13,6	MJ/kg poids vif
Lait	3,06	MJ/litre de lait
Blé	15,82	MJ/kg brut
Orge	15,93	MJ/kg brut
Colza	25,22	MJ/kg brut
Maïs grain	16,21	MJ/kg brut
Maïs fourrage	18,7	MJ/kg brut
Paille	15,93	MJ/kg brut

Tableau 27 : Valeurs énergétiques utilisées pour exprimer l'énergie produite au travers des produits agricoles des deux situations *(Source : Risoud, 2002)*

Le différentiel de produits animaux avait néanmoins été exprimé en poids carcasse dans le cadre de l'évaluation d'impact. La conversion de ce différentiel poids carcasse en différentiel poids vif a été réalisée en utilisant les rendements d'abattage (rapport entre le poids de la carcasse et le poids vif) publiés par l'Idele et l'IFIP : 54% pour les vaches de réforme, 58% pour les veaux et 77% pour les porcins (Badouard & Berthelot, 2012; Idele, 2022).

L'énergie produite par méthanisation, exprimée en MWh, a simplement été convertie en mégajoules avec le rapport de conversion suivant : 1 MWh = 3600 MJ.

Les différentiels d'énergie qui seraient importés (gaz fossile) ou produits (électricité nucléaire) en l'absence de méthanisation ont quant à eux été exprimés grâce aux données publiées par Risoud (2002). Ces données, elles-mêmes tirées des travaux de Combes (1998), comprennent la dépense énergétique nécessaire à l'extraction, le transport, la distribution et l'entretien des réseaux. Pour l'électricité nucléaire, la valeur de 9,6 MJ/kWh (soit 9600 MJ/MWh) a été utilisée et pour le gaz naturel la valeur de 33,8 MJ/m^3.

2.2.3. L'expression des différentiels d'énergie consommée dans les deux situations

L'ensemble des coefficients de conversion énergétique utilisés pour exprimer les différentiels d'énergie consommée dans les deux situations sont listés en annexe 23.

Les différentiels de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement agricoles sont exprimés en valeurs énergétiques à partir des données publiées par Risoud (2002). Par exemple, la dépense énergétique appliquée à un engrais azoté (autre que de l'urée) s'élève à 52,62 MJ par kilogramme d'azote, ou encore la dépense énergétique d'un carburant (type gazole) s'élève à 40,7 MJ par litre.
Pour l'ensemble des équipements et matériels de culture, les valeurs sont données en fonction de la masse du matériel. Le coefficient de conversion utilisé est de 91,9 MJ/kg et considère la dépense énergétique due à la production des matériaux, à la fabrication de l'équipement, à son acheminement et aux réparations. La plupart des masses des équipements sont fournies par Risoud (2002) en fonction de la puissance ou de la largeur de ces derniers. Les tracteurs de 200 chevaux ont une masse donnée à 7 tonnes et ceux de 160 chevaux à 6,25 tonnes par exemple. Les masses des tracteurs et équipements plus récents et plus puissants ont quant à elles été estimées grâce aux données en ligne des constructeurs : par exemple, la masse d'un tracteur de dernière génération de 250 chevaux est estimée à 9,5 tonnes. Les utilisateurs du bilan PLANET lissaient ensuite ces valeurs énergétiques selon l'amortissement comptable, par exemple en divisant par 7 ans la valeur énergétique d'un tracteur. Dans le cas de notre étude, c'est la durée d'usage des différents équipements, et non pas l'amortissement comptable, qui a été utilisée : 7 ans pour la majorité des équipements, 5 ans pour les tracteurs les plus récents et 30 ans pour les bâtiments.

L'expression en valeurs énergétiques des différentiels d'équipements et de consommations liés à la méthanisation a reposé en partie sur les données de la méthode PLANET, mais a aussi nécessité de recourir à des données issues de sources complémentaires et à des calculs.
Risoud (2002) fournit les dépenses énergétiques de matériaux de base, entrant dans la conception d'un grand nombre d'équipements, présentés en annexe 24. Ces données constituent la base de calcul d'un grand nombre d'équipements dont la composition en matériaux est connue. La dépense énergétique liée à la construction des méthaniseurs a ainsi pu être calculée. Les calculs se fondent sur les entretiens conduits auprès des constructeurs, ainsi que sur des observations de terrain qui ont permis de poser des hypothèses de calcul réalistes. L'ensemble des calculs réalisés pour estimer la valeur énergétique des méthaniseurs et autres équipements associés sont présentés en annexe 24. Ces calculs considèrent les matériaux principaux présents en grande quantité et, en l'absence de données plus précises concernant la composition des méthaniseurs, négligent les matériaux présents en quantités plus limitées.

Les valeurs de dépense énergétique utilisées dans le cadre de cette recherche sont présentées par type de méthaniseur dans le tableau suivant. Ces valeurs ont ensuite été réparties sur 15 ans, une période qui correspond à la durée d'usage minimum des méthaniseurs, garantie par les prix bonifiés[75].

	150 kW	**70-75 Nm³/h**	**80 Nm³/h**	**140 Nm³/h**
Ferrailles (MJ)	1 080 000	1 170 000	1 170 000	1 260 000
Béton (MJ) *(valeur béton – valeur ciment)*	326 700	555 400	555 400	700 800
Ciment (MJ)	501 000	922 000	922 000	1 275 000
Aire bétonnée (MJ)	1 068 000	2 136 000	2 314 000	2 848 000
TOTAL (MJ/méthaniseur) **:**	**2 975 700**	**4 783 400**	**4 961 400**	**6 083 800**
Répartition linéaire sur 15 ans (MJ/méthaniseur/an) **:**	**198 380**	**318 893**	**330 760**	**405 587**

Tableau 28 : Dépenses énergétiques estimées par type de méthaniseur

Le même type de décomposition et de calculs est conduit pour évaluer la dépense énergétique des panneaux photovoltaïques de 200kW$_c$ couramment utilisés dans le bassin rennais. Les calculs sont conduits sur la base des données récoltées auprès d'agriculteurs (devis), mais aussi au cours d'un séminaire sur l'Agriphotovoltaïsme organisé par l'INRAE en novembre 2024 et de données en ligne récoltées auprès des développeurs de panneaux photovoltaïques. Des panneaux de 200 kW$_c$ sont composés d'environ 500 panneaux de 400 W$_c$. Un panneau pèse environ 20kg, l'ensemble des panneaux pèsent donc 10 tonnes. Chaque panneau est constitué d'environ 70 à 75% de verre, de 10% d'aluminium, de 5 à 10% de plastiques, de 5% de silicium et d'autres matériaux en plus petite quantité tels que du cuivre, de l'argent, de l'étain, du plomb, etc. Ces dernières sont négligées dans le calcul global en l'absence de données précises quant à leur masse exacte. Toutes les valeurs de dépense énergétique de ces matériaux ne sont pas publiées par Risoud (2002). Néanmoins, de nombreux travaux ont été conduits pour évaluer ces données et sont publiés. Le tableau suivant détaille les valeurs de dépense énergétique utilisées par type de matériau et la source bibliographique dont est extraite la donnée. La valeur de dépense énergétique estimée pour les panneaux photovoltaïques construits dans le bassin rennais est de 491 000 MJ. Pour les mêmes raisons que pour les méthaniseurs, cette valeur de dépense énergétique a été répartie sur 15 années.

[75] En cohérence avec les calculs économiques (chapitre 6) qui ont reposé sur une dépréciation des coûts d'investissement également sur une durée plancher de 15 ans.

Matériaux	Valeur (MJ/kg)	Sources
Verre	12	(Chowdhury et al., 2025; Tuna Kayılı et al., 2016)
Aluminium	65	(Risoud, 2002)
Plastiques	81	(Risoud, 2002)
Silicium	522 (90-200 kWh/kg avec une médiane à 145 kWh/kg)	(Maldonado, 2020)
TOTAL (MJ/panneau) :	**491000**	-

Tableau 29 : Valeurs de dépense énergétique des matériaux de panneaux photovoltaïques

La méthanisation implique aussi des investissements dans de nouveaux équipements, en particulier des chargeurs télescopiques ainsi que de nouvelles tonnes à lisier de plus grande capacité (minimum 20m^3) accompagnée d'un pendillard. Comme pour les tracteurs, la valeur de dépense énergétique utilisée est fonction de la masse des équipements (91,9 MJ/kg). Les informations fournies publiquement par les constructeurs ont permis d'estimer les masses de ces équipements. Une tonne à lisier de 20m^3 avec pendillard présente une masse moyenne de 15 000kg avec un Poids Total Autorisé en Charge (PTAC) de 30 000 kg. Un chargeur télescopique a été évalué à 6250 kg avec les valeurs de référence fournies par Risoud (2002).

Comme pour les cultures à vocation alimentaire, les dépenses énergétiques des cultures à vocation énergétique ont été ramenées par hectare. Les valeurs de Risoud (2002) ont été mobilisées. La valeur de dépense énergétique des CIVE (seigle) correspond à la somme de cette valeur pour les semences - évaluée par Risoud à 1200 MJ/ha pour les graminées - avec la valeur de dépense énergétique des ensilages estimée 3810 MJ/ha (valeur des ensilages d'herbe). Pour le maïs, les quantités d'engrais ont été traitées à part. La valeur de dépense énergétique correspond donc à la somme suivante : semences de maïs (32,4 MJ/ha) + travail au semis (390 MJ/ha) + pesticides (414 MJ/ha) + ensilages de maïs (4860 MJ/ha).

L'ensemble des différentiels *avec-sans méthaniseur* exprimés en valeurs physiques peuvent ainsi être exprimés en mégajoules grâce à l'utilisation des valeurs de dépense énergétique déterminées. Seules quelques dépenses énergétiques sont négligées en raison de l'absence de données précises quant à leur nature et leur composition. Sont notamment négligées les dépenses énergétiques liées aux consommables des robots de traite, aux réparations et maintenances effectuées sur les méthaniseurs ou encore aux déplacements des agents de maintenance. Ces déplacements sont toutefois négligeables et ces équipements sont utilisés en quantités limitées ou mobilisent de petites quantités de matériaux. Ainsi, les négliger dans ce calcul ne modifie pas les ordres de grandeur obtenus dans le bilan final.

2.2.4. Un bilan d'énergie plutôt négatif pour la cogénération mais très positif pour l'injection

Le bilan d'énergie global consiste à réaliser la différence entre les valeurs énergétiques des différentiels *avec-sans méthaniseur* des productions (énergie produite, y compris à travers les productions agricoles), et les valeurs énergétiques des différentiels *avec-sans méthaniseur* des consommations, équipements et bâtiments (énergie directe et indirecte consommée).

La figure 140 présente les différentiels *avec-sans méthaniseur* d'énergie produite, en considérant d'une part l'énergie produite par méthanisation et d'autre part l'énergie produite à travers les productions agricoles (animaux, lait, céréales). Avant l'arrivée des premiers méthaniseurs, en 2016, le différentiel d'énergie agricole produite apparaît négatif. Ceci s'explique par la différence de production agricole qui commençait déjà à être observée, avant l'installation des méthaniseurs, entre la situation *avec* et la situation *sans*. Comme l'indiquent nos enquêtes, alors que les agriculteurs prévoyant d'acheter un méthaniseur préparaient les investissements dans l'énergie et ne cherchaient plus autant l'accroissement de la production agricole, les agriculteurs sans méthaniseur ont maintenu un accroissement continu des rendements laitiers (octrois de volumes de lait supplémentaires par les laiteries).

Nos résultats révèlent qu'entre 2017 et 2018, lorsque seuls des méthaniseurs en cogénération étaient en fonctionnement, les pertes d'énergie enregistrées sur les productions agricoles étaient 1,5 à 2,5 fois plus importantes que l'énergie produite par méthanisation. L'énergie produite par méthanisation était donc insuffisante pour compenser les pertes de production agricole liées à son développement.

En revanche, depuis 2019 et l'installation progressive des méthaniseurs en injection, les quantités d'énergie produites sont beaucoup plus importantes, en raison de la puissance de ces unités et de leur plus grande efficacité énergétique (pertes de chaleur plus importantes en cogénération (Cour des comptes, 2025)). La quantité d'énergie produite par méthanisation a pu être jusqu'à 20 fois supérieure (année 2020) à la quantité d'énergie perdue sur les productions agricoles. Ce pic correspond à la période au cours de laquelle un grand nombre de méthaniseurs en injection a été installé. Ce rapport tend néanmoins à diminuer au cours des dernières années avec, en 2024, une quantité d'énergie produite par méthanisation 5,5 fois supérieure à la quantité d'énergie perdue en productions agricoles. Cette tendance s'explique par la diminution progressive des surfaces dédiées à la production de biomasse à vocation alimentaire (blé et colza) - à la faveur des surfaces en cultures à vocation énergétique - et à l'accroissement continu de la production de lait par vache dans la situation *sans méthaniseur*.

Bien que ce bilan soit illustratif de la concurrence à l'œuvre entre les productions à vocation alimentaire et énergétique, il convient de souligner que la production agricole ne se limite pas à une simple source d'énergie. Les productions animales par exemple – qui correspondent à une seconde transformation de la biomasse végétale – constituent avant tout des sources de protéines pour l'alimentation humaine.

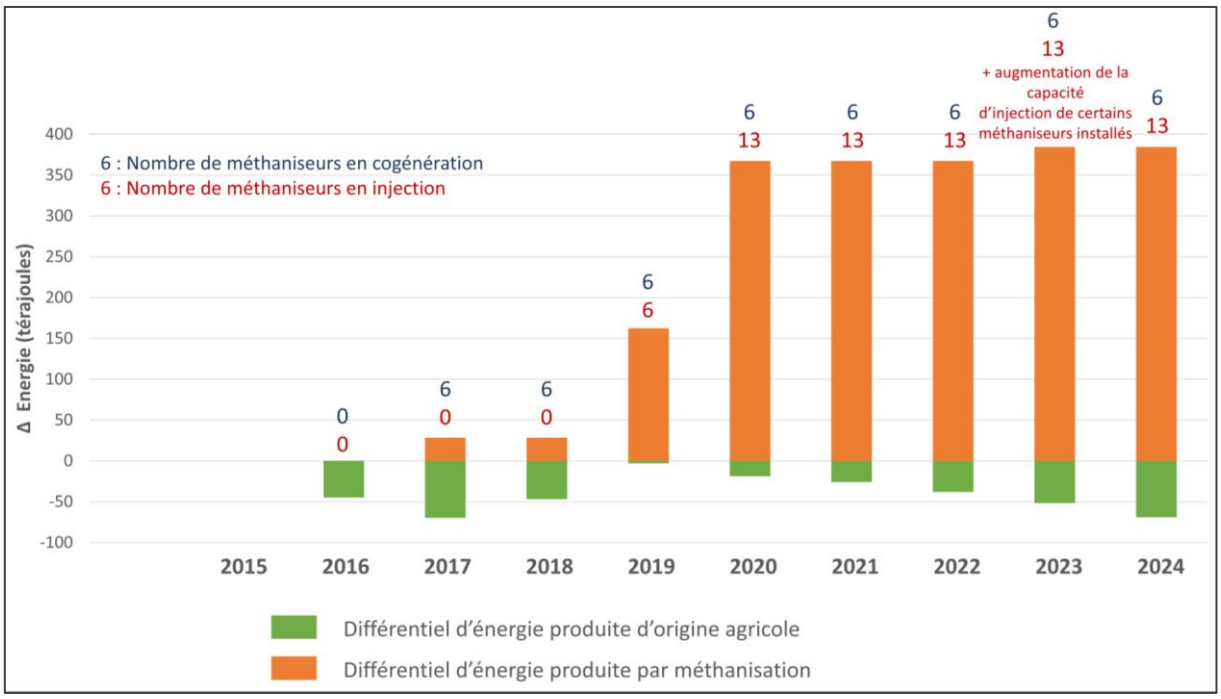


Figure 140 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* d'énergie produite par méthanisation et d'origine agricole

La figure 141 représente quant à elle les différentiels *avec-sans méthaniseur* de dépenses énergétiques directes et indirectes (fabrication et acheminement des consommations intermédiaires, des équipements et des bâtiments). Cette évaluation ne considère que les différentiels de dépense énergétique réalisée à l'échelle des exploitations agricoles étudiées dans le bassin rennais, mais ne prend pas en compte les différentiels de consommation d'énergie aval sur la transformation et la collecte des productions agricoles (comme la différence d'énergie consommée à l'échelle des laiteries par exemple). Un bilan rigoureux devrait prendre en compte ces différentiels énergétiques indirects aval, mais par manque de données précises sur ces postes, le bilan proposé ne tient compte que des principaux postes de dépenses énergétiques et constitue uniquement une première approximation.

La figure 141 révèle, d'une part, que les moindres productions agricoles entraînent aussi des économies de consommation d'énergie sur les postes associés. Ces économies sont d'autant plus importantes depuis l'installation des méthaniseurs en injection en 2019 et l'accroissement de leur nombre en 2021. Ces économies se situent en particulier au niveau des systèmes de culture : les moindres intrants (semences, produits phytosanitaires, engrais) et travaux de cultures associés entraînent de moindres dépenses énergétiques. Des économies d'énergie sont aussi réalisées sur les travaux d'élevage et sur les matériels et bâtiments, dont les investissements sont plus réduits pour la production agricole dans la situation *avec méthaniseur*.

La figure 141 révèle d'autre part que la méthanisation conduit à d'importantes dépenses énergétiques. Le poste de dépense énergétique principal concerne la consommation d'électricité induite par le fonctionnement des épurateurs (60% à 70% des dépenses). L'électricité consommée est en effet à l'origine de consommations indirectes conséquentes liées à sa production et à son acheminement. Le deuxième poste de dépense énergétique concerne les cultures à vocation énergétique, qui représentent plus de 15% des dépenses. La mise en place de ces dernières (travaux de culture, semences), l'utilisation de produits phytosanitaires ainsi que les travaux d'ensilage sont très gourmands en énergie. Le poste suivant, qui représente 5% des dépenses, concerne la fabrication et la construction des méthaniseurs (dont la dépense énergétique est répartie de manière linéaire sur 15 ans), qui reposent sur la mobilisation de gros volumes de matériaux. Les dépenses énergétiques relatives à l'utilisation directe de carburant ainsi qu'à l'épandage des digestats représentent chacune près de 4% des dépenses. Enfin, l'achat de biomasse (co-produits) et d'équipements complémentaires (tonnes à lisier, tracteur télescopique) est aussi source de dépenses énergétiques supplémentaires. Le dernier poste de dépense conséquent concerne l'énergie dépensée en carburant indirectement consommé au sein des CUMA et ETA. Comparativement à ces principaux postes de dépense, la dépense énergétique liée à la fabrication des panneaux photovoltaïques (répartie sur 15 ans) apparait plus limitée.

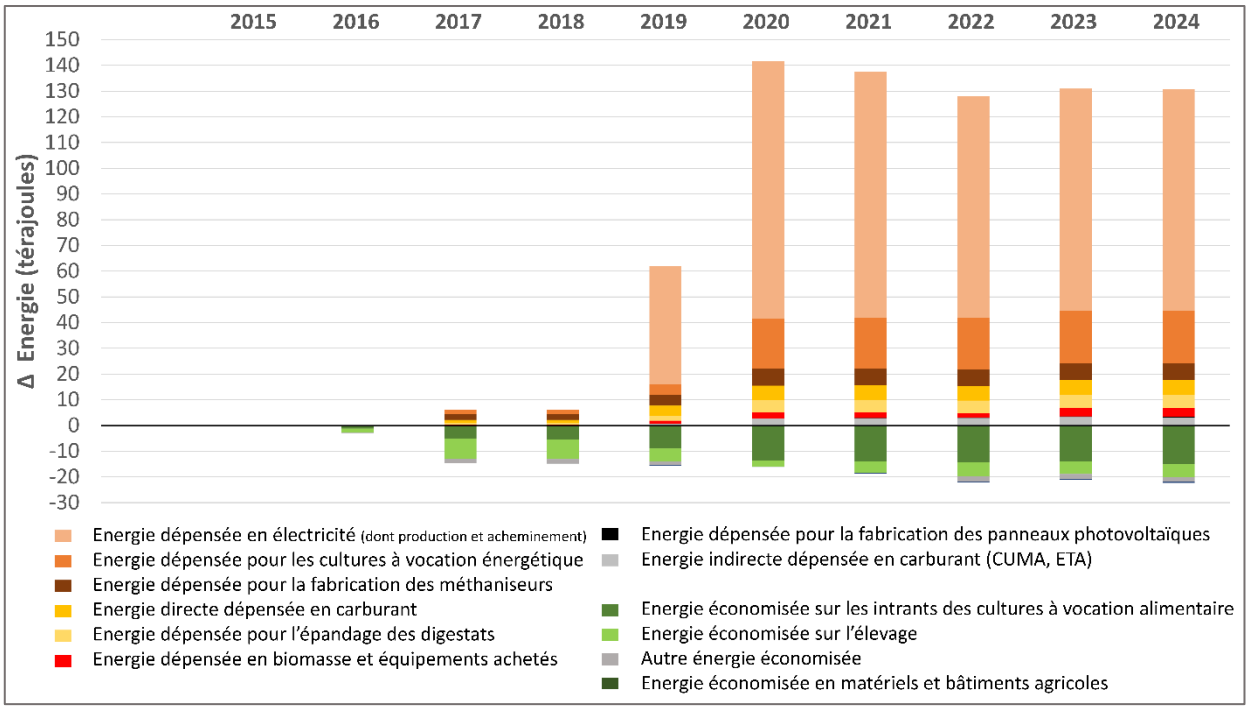


Figure 141 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* d'énergie directe et indirecte dépensée

Le bilan énergétique global peut être dressé en réalisant la différence entre les différentiels d'énergie produite (*énergie sortante)* et les différentiels d'énergie consommée (*énergie entrante*) (données présentées en annexe 25).

La figure 142 illustre d'une part, l'énergie brute produite par les méthaniseurs chaque année, sous forme d'électricité, de chaleur et de gaz, et d'autre part, le solde énergétique global.
Trois principales dynamiques sont observées. Avant même l'arrivée des premiers méthaniseurs, le solde apparaît négatif en 2016. Comme l'ont montré les résultats précédents, ce résultat s'explique à la lumière des différences de dynamique d'investissement observées dans la situation de groupe *avec méthaniseur* et la situation *sans*. Alors que les agriculteurs *avec méthaniseur* se préparaient à l'investissement pour la production d'énergie, les agriculteurs *sans méthaniseur* étaient déjà engagés dans un processus d'accroissement de la production laitière.
Entre 2017 et 2018, les premiers méthaniseurs sont installés, mais il s'agit uniquement de méthaniseurs en cogénération. Ces derniers génèrent déjà d'importants bouleversements des systèmes de production, avec une réduction de la production agricole. Ces méthaniseurs produisent des quantités d'énergie relativement limitées, pour des coûts énergétiques liés à la méthanisation conséquents. Cette dynamique explique que le solde énergétique soit négatif à cette période avec la cogénération.
À partir de 2019, les premiers méthaniseurs en injection sont installés et leur nombre croît à nouveau en 2020, tandis que la capacité d'injection de certains méthaniseurs installés est accrue en 2022. Ces méthaniseurs en injection sont beaucoup plus puissants et produisent de plus grosses quantités d'énergie. Ces derniers conduisent à des modifications de plus grande ampleur au sein des systèmes de production et à réduire la production agricole comparativement à la situation *sans*, ainsi qu'à d'importantes dépenses énergétiques (*cf.* figure 139). Néanmoins, les quantités conséquentes d'énergie produites compensent ces dépenses. Entre 2020 et 2022, au début de la période de fonctionnement des méthaniseurs en injection, le solde énergétique représentait près de 60% de l'énergie produite par méthanisation. Depuis 2023, la poursuite de l'accroissement de la production agricole dans la situation *sans méthanisation* conduit à un solde énergétique inférieur à 60% voire 55% de l'énergie produite par méthanisation. En d'autres termes, cela signifie que sur la totalité de l'énergie produite par les méthaniseurs, 40% à 45% de cette valeur sont dépensés par ailleurs pour garantir cette production d'énergie.

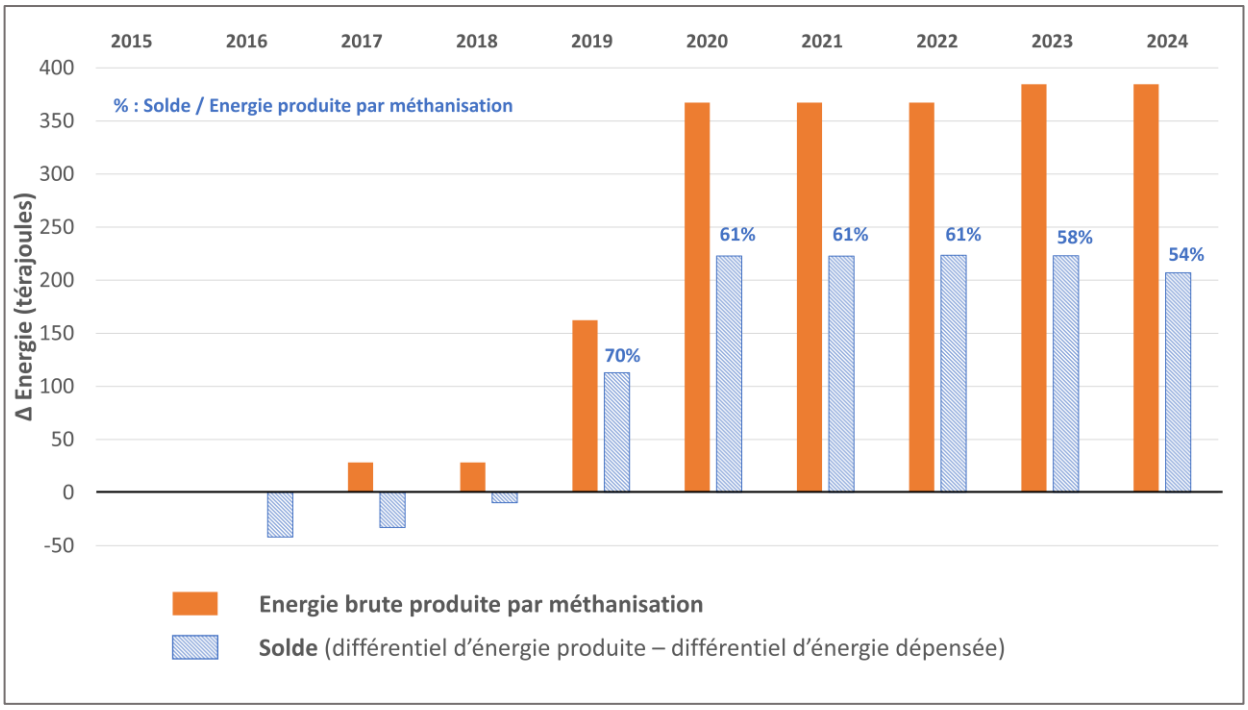


Figure 142 : Bilan énergétique *avec-sans méthaniseur*

Ce solde énergétique – qui correspond à l'énergie nette réellement gagnée dans le processus de méthanisation – très positif depuis l'installation des méthaniseurs en injection, peut alors être comparé à l'énergie nette gagnée lors de l'extraction et de l'acheminement du gaz naturel. Néanmoins, cette comparaison implique de connaître l'énergie dite *grise* ou indirecte qui aurait été dépensée pour extraire et acheminer la même quantité d'énergie avec du gaz naturel en l'absence de méthaniseurs.

Il est possible d'estimer cette énergie indirecte en s'appuyant sur les valeurs d'EROI, *Energy Returned on Energy Invested* ou Taux de retour énergétique, qui correspond au rapport suivant :

EROI = Energie produite / Energie dépensée

Ainsi, si l'EROI est négatif, l'énergie ne vaut pas la peine d'être produite, car une quantité d'énergie trop importante est dépensée au cours de son processus d'extraction et/ou de fabrication, mais plus la valeur d'EROI est élevée, plus l'énergie est produite à moindre coût énergétique.

Une valeur d'EROI pour le gaz naturel extrait en Norvège - premier fournisseur de gaz pour la France (SDES, 2025) - acheminé par pipeline est publiée par Grandell *et al.* (2011). Les auteurs indiquent que cette valeur d'EROI a diminué continuellement entre les années 1990 et 2010, date de l'étude. Cette tendance s'explique en particulier par la raréfaction de la ressource qui conduit, malgré l'amélioration des techniques de forage, à consommer de plus grandes quantités d'énergie pour extraire la même quantité de produits pétroliers tels que le gaz naturel (Grandell et al., 2011). La valeur d'EROI à la tête du puits (extraction, production, traitement local, sans l'acheminement par pipeline) publiée au début des années 2010 pour le gaz norvégien s'élève

à 40. Cette valeur est relativement élevée, car la Norvège extrait un gaz conventionnel, facilement atteignable par simple forage. Les auteurs soulignent, d'après les statistiques norvégiennes, que l'acheminement par pipeline ajoute entre 5 et 10% aux coûts énergétiques déjà enregistrés à la tête du puits. La valeur d'EROI (acheminement compris) dans les années 2010 devait donc être comprise entre 36 et 38. Néanmoins, cette valeur a encore dû baisser entre 2011 et 2025.
Le second fournisseur de gaz en France sont les États-Unis. Le gaz naturel extrait est essentiellement un gaz de schiste (Howarth, 2024), plus difficilement exploité qu'un gaz conventionnel extrait par forage. La valeur d'EROI publiée par Moeller et Murphy (2016) pour un gaz de schiste extrait et traité en tête de puits (gisement Marcellus), et transporté aux États-Unis s'élève à 24,9. Néanmoins, cette valeur ne prend pas en compte toute l'énergie dépensée pour liquéfier ce gaz, le transporter par bateau méthanier, le gazéifier à nouveau et l'acheminer en France. Aucune valeur précise d'EROI global n'a été déterminée pour un gaz états-uniens transporté en France, mais ce système de transport laisse à penser que l'EROI global pourrait être bien inférieur à 20.
Ces résultats indiquent que la dépense énergétique observée pour extraire et acheminer du gaz naturel dépend fortement du type de gaz naturel extrait (conventionnel ou gaz de schiste) et donc des méthodes d'extraction, mais aussi du type d'acheminement (pipeline, méthaniers).

Ces valeurs d'EROI sont approximatives et non mises à jour en 2024 et pour le cas spécifique de la France. Elles constituent néanmoins des ordres de grandeur pour les comparer avec les valeurs d'EROI obtenues dans le cas de la méthanisation agricole. Depuis 2020 et l'arrivée des méthaniseurs en injection, l'EROI obtenu dans le cadre de nos travaux - que l'on calcule en réalisant le rapport entre le différentiel d'énergie produite et le différentiel d'énergie dépensée - est compris entre 2 et 5 selon les années. Ces valeurs ne prennent toutefois pas en compte le coût énergétique lié au démantèlement éventuel des méthaniseurs à la fin de leur cycle de vie.
Les ordres de grandeur d'EROI obtenus dans la littérature laissent penser que l'EROI obtenu par méthanisation au sein de l'échantillon d'étude pourrait être équivalent à celui de l'EROI d'un gaz de schiste extrait aux États-Unis et acheminé en France, mais moins bon que l'EROI d'un gaz conventionnel extrait en Norvège et acheminé par pipeline.

Ces valeurs d'EROI obtenues dans le cas des méthaniseurs du bassin rennais devraient néanmoins être comparées aux valeurs d'EROI d'autres sources d'énergies renouvelables. Les énergies hydroélectrique et éolienne sont parmi les principales sources d'énergies renouvelables en France (SDES, 2025).
Kubiszewski *et al.* (2010) ont réalisé une méta-analyse concernant l'EROI des éoliennes à partir de 119 cas d'étude dans divers pays du monde et étudiés entre 1977 et 2007. Les auteurs indiquent un EROI moyen de 19,8 pour cette technologie renouvelable, en incluant la fabrication, le transport des matériaux, la construction, l'exploitation et le démantèlement des installations dans les calculs. Walmsley *et al.* (2017) ont quant à eux évalué la valeur d'EROI

de plusieurs parcs éoliens terrestres en Nouvelle-Zélande. Ces derniers obtiennent une valeur moyenne de 34,4, avec toutefois de fortes variabilités d'un parc à l'autre en fonction des caractéristiques technologiques des équipements. Les auteurs confirment néanmoins que cette valeur est supérieure aux valeurs couramment enregistrées en Europe (plutôt près de 20) en raison des facteurs de charge[76] supérieurs au niveau des parcs néo-zélandais.
Concernant l'hydroélectricité, autre technologie renouvelable importante en France, la durée de vie très longue de ces installations (jusqu'à plus de 100 ans) conduit à de hautes valeurs d'EROI. Atlason & Unnthorsson (2014) ont réalisé ce calcul pour une grande centrale hydroélectrique (690 MW). Ces derniers obtiennent une valeur d'EROI de 110 en prenant en compte la construction, l'exploitation et la gestion de la fin de vie de l'équipement (démantèlement). Une méta-analyse de Hall *et al.* (2014) confirme que les installations hydroélectriques enregistrent les plus hautes valeurs d'EROI, comprises dans leur étude en moyenne à 84, sur 17 cas d'étude.

En comparaison, les valeurs d'EROI obtenues pour les méthaniseurs du bassin rennais sont 4 à plus de 10 fois inférieurs, selon l'énergie renouvelable étudiée et ses caractéristiques.

[76] Le facteur de charge indique combien une installation produit réellement d'énergie par rapport à ce qu'elle pourrait produire au maximum, par exemple avec un vent continu dans le cas des éoliennes.

3. Une réduction des émissions de gaz à effet de serre uniquement dans le cas de l'injection

Si la diminution de la dépendance aux importations d'énergie apparaît comme l'un des objectifs essentiels de la politique de soutien à la méthanisation (présentée au sein de la Loi pour la Transition Energétique et la Croissance Verte), la réduction des émissions de gaz à effet de serre apparaît comme un autre objectif important présenté dans la Stratégie Nationale Bas Carbone (Ministères Aménagement du territoire et Transition écologique, 2024). L'évaluation de la politique de soutien à la méthanisation doit donc aussi reposer sur le bilan d'émission de la méthanisation en matière de gaz à effet de serre. Nous n'avons pas conduit de travaux sur ce sujet dans le cadre de cette recherche, mais les ressources bibliographiques qui existent à ce sujet sont très éclairantes.

Dans l'état actuel des connaissances, Malet *et al.* (2022; 2023) semble constituer l'une des seules équipes qui a évalué, en France, la contribution de la méthanisation à cet objectif. Les auteurs ont en particulier mené une étude dans le contexte français, sur 30 méthaniseurs en cogénération (Malet et al., 2023). Cette recherche révèle que dans le contexte français, les méthaniseurs en cogénération ne contribuent pas à réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre (GES). Cela s'explique par la compensation des combustions fossiles par un stockage important de carbone dans les sols dans la situation *sans méthaniseur*. Néanmoins, les auteurs ont aussi montré que ces résultats sont propres au contexte français, dans lequel la production d'électricité nucléaire dans la situation *sans méthaniseur* est déjà peu carbonée. De plus, les auteurs soulignent aussi une variabilité de ces résultats en fonction de l'efficacité du stockage de carbone dans les sols dans la situation *sans méthaniseur* et de l'efficacité de gestion de la méthanisation dans l'autre situation. Cette recherche a en particulier mis en évidence l'importance du recouvrement des digestats, du contrôle des fuites et de la récupération maximale de la chaleur produite pour limiter au mieux les émissions de GES. Malet (2022) révèle aussi des résultats très différents dans le cas de la méthanisation en injection. Cette recherche indique que « *la production et l'injection directe dans le réseau de gaz de biométhane permettrait d'abattre les émissions de GES de 10,8 Mt CO2 eq /an à l'échelle française, soit 2,6% des émissions nationales »* (Malet, 2022, p. ii). La différence entre la cogénération et l'injection est principalement liée au contexte français pris comme référence dans la situation *sans méthaniseur :* alors que le facteur d'émission de GES est limité pour la production d'électricité nucléaire, le facteur d'émission du gaz naturel est quatre fois plus important (Malet et al., 2023, p. 9).

Dans le cas de la méthanisation en injection en France, Boros (2025a ; 2025b) obtient des résultats identiques. L'autrice évalue les performances agro-environnementales des systèmes de culture avec méthanisation en injection avec les modèles PROLEG et SysMetha, selon plusieurs scénarios de changements climatiques. Cette étude se fonde sur la modélisation de

systèmes de culture associés à un méthaniseur archétypique observé sur un terrain de recherche dans le bassin parisien, en région de grande culture. Les modèles utilisés permettent d'évaluer un ensemble de paramètres dans le scénario *avec* et *sans méthaniseur*, tels que le stock de carbone dans les sols, la fertilisation azotée, l'IFT, les émissions ammoniacales, la lixiviation, mais aussi les émissions de gaz à effet de serre. Sur ce dernier paramètre, l'autrice démontre une amélioration du bilan de GES par rapport au scénario *sans méthanisation*. Ce résultat s'explique à nouveau par la substitution du biométhane au gaz fossile importé, ainsi qu'à des émissions ammoniacales plus réduites au champ (Boros, 2025a ; Boros, 2025b).

Ces résultats rejoignent le bilan énergétique dressé dans la partie précédente. Si la méthanisation en cogénération apparaît comme peu efficiente à la fois pour se substituer aux énergies fossiles et pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, la méthanisation en injection semble quant à elle plus performante sur ces critères. En ce sens, les deux principaux objectifs actuels de la politique de soutien à la méthanisation (substitution aux énergies fossiles/réduction de la dépendance aux importations et réduction des émissions de GES) sont atteints pour les méthaniseurs du bassin rennais depuis 2018 et le tournant vers l'injection.

Conclusion du chapitre 7

Sur le plan environnemental, la politique de soutien à la méthanisation agricole présente un bilan en demi-teinte.

Nos travaux révèlent une diminution importante des espèces cultivées en interculture, avec une prédominance du seigle, une CIVE d'hiver, implanté à la place d'une gamme plus large d'espèces utilisées comme couverts hivernaux. Les changements induits par les méthaniseurs sur les itinéraires techniques entraînent aussi un accroissement important des surfaces en maïs, qui occupe une place croissante dans les assolements, au détriment du blé et du colza. Une réduction de la biodiversité cultivée est ainsi enregistrée dans la situation *avec méthaniseur* et se renforce depuis 2019 et 2020, date à laquelle les méthaniseurs en injection ont été installés dans le bassin rennais. Ainsi, sur ce seul critère agronomique, les méthaniseurs en injection – plus puissants et donc plus exigeants en termes de production de biomasse – semblent avoir des effets négatifs plus importants sur les systèmes de culture, en particulier sur la biodiversité cultivée. Parallèlement, l'utilisation des digestats pourrait aussi avoir des effets négatifs sur la biodiversité des sols à long terme, d'après la littérature scientifique.

En matière de bilan énergétique, nos travaux révèlent que la méthanisation en cogénération n'apparaît pas efficiente pour se substituer aux énergies fossiles. Entre 2017 et 2018, lorsque seuls des méthaniseurs en cogénération étaient installés dans le bassin rennais, le bilan énergétique a montré un solde négatif. La production d'énergie relativement limitée de la cogénération, les pertes d'énergie sur les productions agricoles et les fortes dépenses en énergie fossile directe et indirecte enregistrées ne permettaient pas de maintenir un solde positif. En revanche, la méthanisation en injection apparaît comme plus performante sur ces critères. Depuis 2019 et le développement de l'injection, ce solde est très positif : la méthanisation en injection permet donc de limiter les importations et la dépendance aux énergies fossiles. La comparaison des EROI *avec-sans méthaniseur* de l'échantillon et ceux publiés pour le gaz naturel suggère toutefois que la production d'énergie par méthanisation en injection pourrait contribuer à une dépense en énergie *grise* équivalente ou proche de celle observée dans le cas de l'extraction du gaz de schiste états-unien. L'EROI enregistré pour les méthaniseurs du bassin rennais est toutefois bien inférieur à ceux évalués pour d'autres énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne ou encore hydroélectrique.

En matière de contribution à la décarbonation[77], la littérature scientifique révèle des dynamiques similaires : alors que la cogénération semble moins contribuer à la réduction des émissions de GES comparativement à la situation sans méthaniseur avec une production

[77] Ensemble des mesures visant à réduire ou éliminer complètement les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées aux énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz) dans toutes les activités économiques (Duval, 2024).

d'électricité nucléaire (déjà peu carbonée), les méthaniseurs en injection semblent quant à eux performants sur ce critère, en se substituant à l'extraction de gaz fossile.
Ainsi, sur les critères de décarbonation et de bilan énergétique, les résultats obtenus sont à l'opposé de ceux observés sur les critères agronomiques et écologiques : plus le méthaniseur est puissant et injecte du gaz dans le réseau, plus il est performant pour se substituer aux énergies fossiles et réduire les émissions de GES, mais plus ses impacts sont négatifs sur les agroécosystèmes et leur biodiversité.

Les effets environnementaux de la politique de soutien à la méthanisation agricole doivent donc être nuancés. L'un des objectifs principaux de cette politique reste la substitution aux importations de gaz fossile, qui semble atteint avec le développement de la méthanisation en injection. Les méthaniseurs du bassin rennais ont permis de réaliser près de 25 millions d'euros d'économies sur les importations de gaz fossile. Nos travaux révèlent que la méthanisation en injection enregistre ainsi un bilan énergétique très positif, qui se double d'une réduction des émissions de GES. Ces résultats ne doivent toutefois pas masquer un impact conséquent sur les agroécosystèmes, en particulier en matière de biodiversité cultivée et de biodiversité des sols. La question du prix à payer pour atteindre ces économies se pose aussi. Entre 2015 et 2024, les 19 méthaniseurs du bassin rennais ont induit une dépense publique de près de 130€ par MWh produit (*cf.* chapitre 6). Nos résultats rejoignent ceux publiés par la Cour des comptes, qui indique que la méthanisation constitue l'énergie renouvelable la plus soutenue (Cour des comptes, 2025). Ces résultats interrogent quant à l'efficience et à l'avenir de cette politique de soutien en France.

Chapitre 8 – Le développement de la méthanisation agricole se poursuit

Les effets de la méthanisation, observés tant au niveau de l'agriculture bretonne que sur l'économie nationale, sont essentiellement imputables à la politique nationale de soutien à la production de biogaz. Les aides à l'investissement octroyées au travers de l'ADEME, ainsi que les prix très bonifiés de l'énergie, offrent des soutiens significatifs aux agriculteurs détenteurs d'un méthaniseur. La politique agricole bretonne a toutefois aussi soutenu un certain temps la méthanisation agricole, avant de diminuer drastiquement ses soutiens en 2019. Se pose alors la question de l'articulation entre la politique énergétique nationale et cette politique agricole régionale. Par ailleurs, le niveau de contribution du budget public pose la question de l'avenir de cette politique de soutien, mais aussi du déploiement futur et de la pérennisation des méthaniseurs agricole en France, alors qu'ils requièrent aujourd'hui d'importants soutiens publics.

1. Une très forte contribution de l'État pour l'énergie, sans commune mesure avec le soutien agricole

Les résultats obtenus en matière de contribution de l'État, dans le cadre de nos travaux conduits à l'Ouest du bassin rennais (*cf.* chapitre 6), sont représentatifs du bilan dressé à l'échelle nationale et communiqué par le sénat en 2021 et par la Cour des comptes en 2025.

Le rapport sénatorial n°872 intitulé « *Rapport d'information sur "La méthanisation dans le mix énergétique : enjeux et impacts"* » révèle qu'entre 2010 et 2021, l'ADEME a versé près de 3,125 milliards d'euros en subventions à l'investissement pour 1175 projets soutenus, soit 2,7 millions d'euros par méthaniseur en moyenne (Sénat, 2021).
La Cour des comptes indique quant à elle qu'au titre des tarifs d'achat de l'énergie, l'État a dépensé entre 2011 et 2022 un montant de 2,6 milliards d'euros, soit environ 2 millions d'euros par méthaniseur (avec 1308 unités de méthanisation recensées au 1er janvier 2022 (ADEME & Observ'ER, 2022)). De plus, les « *engagements pris au titre des tarifs d'achat contractualisés à fin 2022 (pour des contrats de 15 à 20 ans) représenteraient encore entre 12,7 Md€ et 16,2 Md€ à décaisser pour l'État d'ici 2037 pour le biométhane injecté et entre 2,2 Md€ et 3,9 Md€ pour la production d'électricité en cogénération d'ici 2042.* » (Cour des comptes, 2025, p. 15).
Ainsi, les chiffres communiqués par la Cour des comptes et le Sénat révèlent qu'en 11 ans, les détenteurs d'un méthaniseur ont perçu en moyenne 2,7 millions d'euros en aides à l'investissement et environ 2 millions d'euros sous forme de prix bonifiés. Cela correspond à un montant d'aide moyen de 430 000 euros annuels par méthaniseur au niveau national. Nos travaux, menés dans l'Ouest du bassin rennais, évaluent à 3,5 millions d'euros le montant de subventions totales (investissement et prix bonifiés) par méthaniseur sur les 10 années de l'évaluation. Cela correspond à un montant de 350 000 euros par méthaniseur agricole et par an

dans l'échantillon étudié. Ces résultats coïncident donc avec les données publiées à l'échelle nationale. Les ordres de grandeur sont identiques et les éventuelles disparités avec la moyenne nationale, ou avec d'autres régions françaises, reposent notamment sur le type et la dimension des méthaniseurs majoritaires, ainsi que sur la date de leur mise en fonctionnement. Les méthaniseurs de Bretagne présentent en effet pour le moment des dimensions relativement limitées comparativement à ceux présents dans des régions françaises de grande culture (Garambois et al., 2022).

Cette recherche révèle que l'État dépense près de 130€ par mégawatt heure produit à l'Ouest du bassin rennais. À l'échelle nationale, la Cour des comptes estime que, selon les scénarios retenus pour les années à venir, le coût pour l'État du soutien à la méthanisation – sur toute la période des prix garantis – est compris entre 97 et 131 € par MWh produit (Cour des comptes, 2025). « *Rapporté au MWh d'énergie produite, le soutien apporté au biogaz s'inscrit parmi les plus onéreux »* estime la Cour (Cour des comptes, 2025, p. 80). Comparativement, l'État dépense en effet entre 19 et 65€ par MWh pour le solaire (post-moratoire), entre 5 et 41€ pour l'éolien terrestre, entre 38 et 98€ par MWh pour l'éolien en mer et entre 7 et 30€ par MWh pour l'hydraulique.
En 2023 en France, 9,1 TWh de biométhane ont été injecté dans le réseau de gaz naturel (SDES, 2024b) alors que la consommation de gaz naturel a représenté près de 341 TWh (SDES, 2024a). Alors que le biométhane apparaît comme très soutenu par la puissance publique, il ne représente à ce jour que 2,6% de la consommation de gaz nationale. Ces résultats interrogent quant aux niveaux de soutien public à mobiliser pour parvenir à un niveau de substitution du biométhane au gaz naturel conséquent.

Comparativement, le budget de la PAC était de 9,29 milliards d'euros en France en 2024 (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2023a), pour 416 346 exploitations agricoles recensées (Chambres d'agriculture, 2025). Cela correspond à un montant moyen de 22 313 € par exploitation agricole. Les soutiens perçus par les détenteurs de méthaniseur sont donc sans commune mesure avec les soutiens agricoles versés dans le cadre de la PAC. Le montant des aides à la production d'énergie comparativement à celui des aides agricoles, ainsi que les effets de la méthanisation sur la durabilité agricole, soulèvent des interrogations concernant l'efficience des subsides publics et la pertinence de leur allocation.

Ces soutiens ont aussi été accompagnés initialement par des dispositifs régionaux. Si ces dispositifs nationaux ont relativement peu évolué, à part en ciblant leur appui sur l'injection, la politique de soutien à la méthanisation agricole de la Région Bretagne a, de son côté, connu des évolutions importantes.

2. En Région Bretagne : un coup d'arrêt aux soutiens à la méthanisation depuis 2019, à rebours de la politique nationale [78]

En 2007, les conseils régionaux de Bretagne et des Pays de la Loire créent, en partenariat avec l'ADEME, le « *Plan biogaz Bretagne – Pays de la Loire* » pour soutenir le développement de la méthanisation dans ces deux régions. L'Association d'initiatives locales pour l'énergie et l'environnement (AILE) est chargée de l'animation de ce plan et constitue un référent technique en Bretagne. L'association est chargée d'accompagner les porteurs de projet de méthanisation des premiers renseignements jusqu'à la mise en fonctionnement de l'unité (OEB, 2019).
Parallèlement, entre 2014 et 2020, la région Bretagne finance les méthaniseurs à travers les fonds européens alloués dans le cadre du FEDER. La région octroie alors des subventions à l'investissement dans le cadre d'appels à projets, en finançant prioritairement les projets dits « collectifs », c'est-à-dire en copropriété. La région veille aussi à sélectionner des projets qui limitent les transports de biomasse peu méthanogène (comme les lisiers par exemple), ainsi que l'usage de cultures principales comme le maïs pour privilégier les CIVE (Région Bretagne, s. d.).
En 2019, la région Bretagne, l'État, l'ADEME, GRDF, GRTgaz et le Pôle Énergie Bretagne signent le Pacte Biogazier breton. Ce pacte constitue une stratégie collective pour développer le 'gaz renouvelable' dans le mix énergétique breton, avec l'objectif de multiplier par plus de 6 la production de gaz renouvelable en Bretagne à l'horizon 2030 (Région Bretagne, 2019).

Les entretiens conduits auprès de représentants des collectivités bretonnes révèlent que près de 8 millions d'euros ont été alloués à la méthanisation par la Région Bretagne durant la période 2006-2020 pour 110 projets de méthanisation soutenus. Mais une rupture s'opère à partir de 2019 entre la politique régionale et la politique nationale de soutien à la méthanisation agricole. Il semble qu'à cette date, les effets du développement de la méthanisation, tant sur les pratiques agricoles qu'en matière d'inégalités, ainsi que le niveau de ressources budgétaires mobilisées, aient été jugés non conformes aux objectifs de durabilité et d'équité que s'est donnés la Région. Le budget régional alloué à la production de biogaz est alors largement repensé : le conseil régional ralentit son soutien à ce type de projet, et s'oriente à rebours des dispositifs de soutien nationaux. Aujourd'hui, le plan Biogaz Bretagne-Pays de la Loire ne finance plus que les études de faisabilité, quel que soit le type de méthaniseur envisagé (biodigesteur passif, micro-méthaniseur, cogénération, injection), ainsi que les investissements pour des productions de biogaz inférieures à 30Nm^3/h, ce qui correspond majoritairement à des biodigesteurs passifs, avec des montants d'aide qui ne dépassent pas 40 000€ par projet (AILE, 2021).

[78] Cette sous-partie est adaptée de l'article : Réguer, I., & Garambois, N. (2025). La méthanisation agricole en Bretagne : Différenciation socio-spatiale et politiques publiques. *Annales de Géographie*, n°766, p. 23-25. © Dunod Éditeur.

La région Bretagne a préféré recentrer les soutiens régionaux pour « *poursuivre la transition agroécologique »* (Région Bretagne, 2024). La région s'est plutôt donné comme priorité de soutenir l'installation des jeunes agriculteurs et de faciliter la transmission des exploitations agricoles. Elle s'est dotée pour cela du fonds *Agri Invest,* qui représente environ 50% du budget régional agricole d'après les entretiens. Ce fonds soutient les investissements agricoles qui contribuent i) à réduire l'impact des exploitations sur le climat, l'eau et la biodiversité, ii) à moderniser les bâtiments agricoles pour améliorer le bien-être animal et les conditions de travail ou iii) à favoriser la diversification et les copropriétés (investissements collectifs). Le deuxième fond de soutien de cette politique régionale est le fond *Agri Install*, qui représente quant à lui environ 25% du budget agricole. Ce fonds, cofinancé par l'Union européenne, vise à aider l'installation des jeunes agriculteurs (Région Bretagne, 2024). Le reste du budget est alloué à divers fonds tels que *Breizh Bocage* par exemple, qui vise à maintenir et développer les haies et leur biodiversité.

Le décalage entre les soutiens nationaux à la méthanisation - très incitatifs pour les exploitants disposant d'une forte capacité de production de biomasse et d'investissement - et les objectifs régionaux de développement agricole est important. Cette dynamique renvoie à celle observée il y a une dizaine d'années dans certains Länder en Allemagne, lorsque le développement de la méthanisation battait son plein. Par exemple, dans le Bade-Wurtemberg, les effets de la politique fédérale de soutien à la production de biogaz, s'inscrivaient à rebours des objectifs et dispositifs mis en place par ce Land dans le cadre de sa politique agricole. Alors que les soutiens à l'agriculture biologique, à la diversification des rotations et des assolements, ou encore au développement des produits régionaux, constituaient la clef de voute de la politique de ce Land, les effets de la politique énergétique fédérale s'inscrivaient à rebours de cette dynamique (Vue & Garambois, 2017).

Parallèlement à la réorientation récente de la politique agricole, le conseil régional a lancé en 2019 un appel d'offres, remporté par Solagro, afin de réaliser un état des lieux de la méthanisation en Bretagne. Le rapport final, publié en septembre 2025 apporte des éléments de réponse à 10 interrogations soulevées dans le cadre de « *controverses* », concernant le risque « *de concurrence avec l'alimentation humaine ou animale* », les digestats afin de savoir s'ils sont « *un atout pour la fertilisation des cultures »*, l'énergie afin de déterminer si « *la méthanisation produit (…) plus d'énergie qu'elle n'en consomme »* ou encore concernant « *le bilan de gaz à effet de serre »* des méthaniseurs (Région Bretagne, 2025, p.4). Une partie des résultats fournis par cette étude ne sont toutefois pas en adéquation avec les résultats de nos travaux. Par exemple, concernant la concurrence avec la production alimentaire, le rapport se veut rassurant, en indiquant que « *90% des déclarations annuelles analysées mettent moins de*

15% de cultures énergétiques », qui constituent le seuil maximum imposé par la loi[79] et traduit par décret [80]. Le rapport relativise aussi les surfaces de maïs dédiées à du maïs énergétique en Bretagne en indiquant qu'il ne représente que « *1800 ha »* en 2021 soit « *0,1% de la SAU régionale »* (Région Bretagne, 2025, p.8). Nos travaux montrent au contraire que - même dans le respect du seuil des 15% - l'introduction de maïs à vocation énergétique conduit à accroître les surfaces en maïs, au détriment d'autres cultures à vocation alimentaire et avec pour conséquence une réduction de la biodiversité cultivée. Concernant le bilan énergétique des méthaniseurs, l'étude se place du point de vue de l'installation en elle-même, autrement dit uniquement du méthaniseur, en évaluant le taux de retour énergétique (TRE ou EROI en anglais). Le TRE obtenu est de 5,7 en moyenne pour la cogénération et de 3,4 pour l'injection en Bretagne. Si ces résultats sont dans le même ordre de grandeur que ceux de notre étude, ils n'ont pas été calculés de la même manière. Alors que ces résultats se centrent sur l'énergie directe produite et consommée par le méthaniseur uniquement (sans intégrer l'énergie indirecte dépensée pour produire la biomasse végétale par exemple), nos travaux ont permis de calculer, à l'échelle territoriale, l'EROI selon la formule suivante : énergie produite *avec-sans méthaniseur* / énergie consommée *avec-sans méthaniseur* dans le bassin rennais. L'étude de la région Bretagne ne mentionne pas, à titre comparatif, le TRE d'autres installations renouvelables (jusqu'à plus de 10 fois supérieur) et indique uniquement que la méthanisation produit plus d'énergie qu'elle n'en dépense.

Les discordances sont multiples entre nos résultats et les résultats de ce rapport et ne seront pas toutes détaillées ici. Ces résultats contradictoires peuvent s'expliquer par des différences méthodologiques. La méthode mobilisée dans le cadre de cette étude commanditée par la région Bretagne est fondée essentiellement sur i) des enquêtes en ligne auprès des agriculteurs bretons disposant d'un méthaniseur ii) 10 études de cas sur des méthaniseurs agricoles bretons et iii) les données administratives disponibles (DREAL, etc). Ces travaux se centrent donc essentiellement sur les agriculteurs avec méthaniseur, sans les replacer dans leur contexte local. L'approche adoptée ne permet pas de replacer les méthaniseurs dans un contexte territorial, et donc d'en comparer les effets par rapport à d'autres systèmes de production et d'évaluer leur impact socio-économique et environnemental de manière globale. Cette démarche ne permet pas de comparer des trajectoires *avec* et *sans méthaniseur*, mais uniquement d'évaluer, à l'échelle des exploitations concernées par la méthanisation, la situation *avec* et *avant méthaniseur*.

Les entretiens complémentaires réalisés dans le cadre de notre recherche auprès de représentants de la région indiquent que l'un des constats marquants de cette étude repose sur

[79] Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, JO du 18 août 2015.

[80] Décret n° 2016-929 du 7 juillet 2016 pris pour l'application de l'article L. 541-39 du code de l'environnement, JO du 8 juillet 2016.

le manque de données centralisées disponibles. Pour la région Bretagne, l'un des apprentissages de cette évaluation repose sur l'importance de la présence, *a minima* à l'échelle régionale, d'un observatoire de la méthanisation permettant de collecter et de centraliser toutes les données concernant la production de biogaz et l'utilisation de biomasse qui en découle. Ce constat semble aussi émerger à l'échelle nationale dans le rapport de la Cour des comptes, qui révèle que l'ADEME a débuté une étude relative à « *l'identification des indicateurs et données, définition du cadrage et […]collecte des données pour l'observation Méthanisation* » (Cour des comptes, 2025, p. 174).

3. Quel devenir de la méthanisation agricole en France ?

Bien que certaines régions comme la région Bretagne limitent depuis quelques années leur soutien au développement de la méthanisation agricole, l'Etat contribue encore fortement. Comme nous l'avons vu, les agriculteurs détenant un méthaniseur disposent d'un accès garanti à des prix bonifiés pour une période de 15 à 20 ans. Des questions émergent toutefois concernant le devenir de ces méthaniseurs à l'issue de la période de prix garanti, et quant au niveau de soutien que l'Etat sera en mesure de maintenir à l'avenir.

3.1. Les objectifs de la politique de soutien à la méthanisation à l'horizon 2030

En 2015, et sous l'impulsion de l'Union européenne qui a obligé ses États membres à publier un plan national pour l'énergie et le climat intégré à 10 ans, la France s'est dotée de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV). Cette loi fixe le cadre de la politique énergétique française qui se décline en un plan d'action à long terme, projetant les objectifs nationaux jusqu'en 2050, à travers la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), et en une programmation sur 10 ans, au travers de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE). Ces deux plans d'action, qui constituent les fondements de la politique énergétique française, fixent notamment les objectifs que la France se donne pour la filière biogaz.

La SNBC ainsi que la PPE en vigueur (dite PPE2 dont la programmation a recouvert les périodes 2019-2023 et 2024-2028) ont pour principal objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre liés aux énergies fossiles et d'augmenter la part d'énergies renouvelables (CGDD, 2023) afin d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020; Ministères Aménagement du territoire et Transition écologique, 2024). Il s'agit donc avant tout d'objectifs d'indépendance énergétique et de décarbonation. Les objectifs spécifiques de la filière biogaz affichés au sein de la PPE relèvent principalement d'objectifs de production (niveaux de production et d'injection de gaz à atteindre).

L'ensemble de ces objectifs de production ont été rassemblés et sont représentés graphiquement au sein de la figure 143. Cette figure représente l'évolution réelle du nombre des méthaniseurs en injection en France et de leur capacité totale d'injection entre 2011 et 2025, ainsi que leur évolution prévisionnelle si les objectifs des PPE sont atteints pour la période 2025 à 2030.
Si des méthaniseurs en injection ont été installés dès les années 2010, leur nombre a particulièrement crû à partir de 2018 et l'entrée en vigueur du droit à l'injection. Entre 2018 et 2024, le nombre de méthaniseurs a été multiplié par 9,6 avec un pic d'installations en 2020 et 2021, durant lequel près de 150 méthaniseurs en injection ont été installés chaque année. Fin 2024, 731 méthaniseurs en injection étaient dénombrés pour une capacité annuelle d'injection de 13,9 TWh (Bock et al., 2025). Bien que ces chiffres concernent l'intégralité des méthaniseurs en injection (agricoles ou non), ils restent suffisamment significatifs puisque plus des trois

quarts de ces derniers sont des méthaniseurs agricoles. Ces tendances se sont maintenues en 2025 puisque la capacité d'injection totale atteint aujourd'hui plus de 15TWh/an, dont plus de 12 TWh sont imputables aux unités de méthanisation agricoles (ODRE, 2025). La PPE 2024-2028 fixait un objectif de production de biogaz compris entre 14 et 22 TWh à l'horizon 2028, cet objectif est donc déjà atteint. Cette production doit atteindre 7% de la consommation de gaz en 2030 (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020). Pour l'horizon 2030, la PPE3 en préparation énonce pour le moment un objectif de production de 44TWh par an (ministère chargé de l'Energie, 2024) avec une prévision d'environ 1300 à 1500 méthaniseurs installés (GRDF, 2025). Ces derniers objectifs impliquent toutefois d'au moins doubler la capacité d'injection atteinte en 2028, en l'espace de deux ans.

Dans le cadre de cette politique énergétique, le développement de la méthanisation en injection devrait se poursuivre de manière significative.

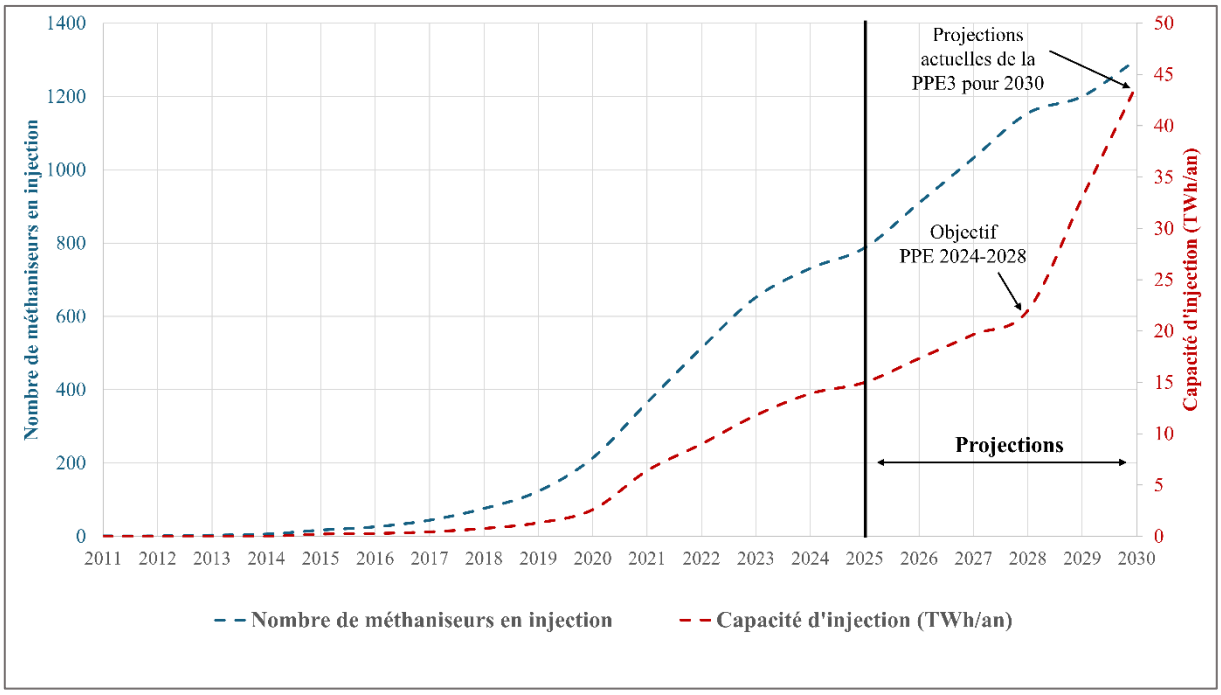


Figure 143 : Evolution réelle et projetée du nombre de méthaniseurs en injection et de leur capacité totale d'injection entre 2011 et 2030 *(Réalisation : Réguer, 2025) (Sources : SDES, 2021 à 2025 ; ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020 ; ministère chargé de l'Énergie, 2024)*

3.2. Au sein du bassin rennais et du bassin du Gouessant : le développement de la méthanisation en injection se poursuit d'ores et déjà

Comme nous l'avons vu (*cf.* Chapitre 5), les deux petites régions bretonnes étudiées dans le cadre de cette recherche présentent des dynamiques de développement de la méthanisation différentes. À l'Est du bassin du Gouessant, seuls des méthaniseurs en cogénération étaient en fonctionnement jusqu'en 2024. À l'Ouest du bassin rennais au contraire, les méthaniseurs en injection sont majoritaires et déjà bien implantés. Se pose alors la question de l'avenir de la méthanisation dans ces petites régions au profil différent, et de la forme que prendra ce développement.

3.2.1. Un accroissement des capacités d'injection des méthaniseurs du bassin rennais

À l'Ouest du bassin rennais, la présence du bassin de consommation de gaz de la métropole rennaise a favorisé le développement des méthaniseurs en injection dès 2019. La capacité du réseau et la densité des conduites de gaz y sont en effet suffisantes pour permettre le raccordement des méthaniseurs en injection. Entre 2019 et 2023, le nombre de méthaniseurs en injection n'a cessé de croître, avec une production potentielle d'énergie (méthane) qui a été multipliée par un facteur 12 (AILE, 2023).

En revanche, le nombre d'installations a diminué depuis 2022 et peu de nouveaux méthaniseurs sont en projet de construction depuis 2023. Il se pourrait que dans les conditions actuelles un seuil ait été atteint. Il est en effet probable que les exploitations réunissant les conditions nécessaires à l'investissement dans un méthaniseur en injection – tant en matière de capacité d'investissement, que de production de biomasse et de localisation vis-à-vis du réseau de gaz – aient déjà investi pour installer une unité. Les entretiens conduits, tant auprès d'agriculteurs que de développeurs, confirment cette tendance. Ces derniers prévoient plutôt un accroissement des capacités d'injection sur les méthaniseurs déjà installés, plutôt que de nouvelles installations. Certains agriculteurs enquêtés détenant un méthaniseur en injection visent en effet un accroissement de la capacité d'injection, en atteignant le maximum de la capacité du compresseur (hausse d'environ 10 à 20 Nm^3/h pour un méthaniseur fonctionnant à 70 Nm^3/h par exemple), ou en achetant un second moteur. D'après les développeurs, l'achat d'un second moteur pourrait concerner 15 à 20 % des méthaniseurs en injection existants en Bretagne. En revanche, plus aucun projet de cogénération n'est envisagé, tant par les agriculteurs que par les développeurs. Les dispositifs de soutien fléchés vers l'injection depuis 2019 ont en effet entraîné un coup d'arrêt sur les installations en cogénération.

Ainsi, le développement de la méthanisation se poursuit à l'Ouest du bassin rennais. Bien que peu de nouveaux méthaniseurs soient en projet de construction, les capacités d'injection des méthaniseurs déjà construits vont probablement croître dans les années à venir.

3.2.2. Rebours de gaz et agrandissements : les déterminants du développement de l'injection dans le bassin du Gouessant

À l'Est du bassin du Gouessant, seuls des méthaniseurs en cogénération étaient en fonctionnement jusqu'en 2023. La méthanisation agricole en injection n'était pas possible, car un méthaniseur industriel de grande capacité (800 Nm^3/h) saturait déjà le réseau local.
Néanmoins, de nouveaux projets d'installation de méthaniseurs en injection ont émergé ces dernières années. La capacité du réseau de gaz a en effet pu être accrue dans ce bassin en 2022 avec l'installation d'un rebours de gaz à Meslin, commune située au cœur de la petite région. Pour rappel, un rebours de gaz est un compresseur adaptatif qui permet d'utiliser tout le biogaz produit, y compris quand la consommation locale est très faible. Le compresseur fait passer le gaz du réseau de distribution vers le réseau de transport quand la consommation est faible, ce qui permet d'utiliser l'intégralité de la production, y compris lorsque la demande locale est limitée. Trois rebours de ce type ont été mis en place par les gestionnaires de réseau en Bretagne depuis l'instauration du droit à l'injection par la loi EGalim de 2018 : à Noyal-Pontivy dans le Morbihan en 2019, à Breteil dans le bassin rennais en 2023 et à Meslin (NaTran, 2025).

Parallèlement à la désaturation du réseau de gaz, de nouvelles dynamiques de différenciation sont observées au sein de cette petite région. En Bretagne, une installation agricole est comptabilisée pour deux départs en retraite environ (Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2024). Cette dynamique est particulièrement observée dans le bassin du Gouessant. Les départs en retraite contribuent à libérer du foncier, accessible à ceux qui ont les moyens de reprendre des terres. Ce contexte est particulièrement favorable aux jeunes qui, à la faveur des aides à l'installation, sont en mesure de racheter une ou plusieurs petites exploitations. C'est notamment le cas des exploitations agricoles mettant en œuvre le système de production qui, avec les rachats effectués par les jeunes actifs, atteignent 140 à 160 hectares, 225 à 255 truies en Label Rouge, sans fabrication d'aliment (SP *NE8-bis*), alors que leurs parents disposaient de moins de 80 hectares (*SP NE8*). De manière moins systématique, des dynamiques de succession et d'agrandissements ont pu être observées au sein d'exploitations mettant en œuvre le système *NE4*, avec initialement 150 à 200 hectares et 350 à 450 truies, qui peuvent désormais atteindre plus de 250 hectares avec le même nombre de truies. Ces jeunes actifs recherchent un accroissement des surfaces agricoles, afin de se relier plus fortement au sol et de limiter les exports de fumure organique. Dans un premier temps, ces derniers se maintiennent sans fabrication d'aliment pour les porcs, et les surfaces supplémentaires sont avant tout utilisées pour épandre les effluents d'élevage et produire des cultures de vente. De jeunes actifs se retrouvent ainsi à la tête d'exploitations porcines situées à proximité d'un réseau de gaz désaturé, présentant des surfaces agricoles plus importantes que ce dont disposaient leurs parents (facteur 2 à 3) et ne produisant pas d'aliments pour leur cheptel porcin.

Dans ce contexte, trois nouveaux projets de méthanisation agricole en injection ont émergé récemment à l'Est du bassin du Gouessant et ont, d'après les entretiens réalisés, été acceptés

(prêts bancaires validés). D'après nos entretiens, ces projets concernent des investissements individuels et des méthaniseurs compris entre 65 et 80 Nm^3/h, disposant ainsi d'un potentiel de production d'énergie plus de trois fois supérieur à celui d'une unité en cogénération de 250kW_e. Ces projets concernent néanmoins divers types d'exploitations : une grande exploitation laitière et deux exploitations porcines (*NE4* et *NE8-bis)*. Bien que différents, ils apportent plusieurs enseignements. D'une part, ces projets ne sont, pour le moment, pas portés par les plus grandes exploitations porcines du bassin du Gouessant (comme les SP NE 1, 2 et 3). En effet, ces dernières ne souhaitent pas se tourner vers la production d'énergie en raison de l'incorporation de céréales, produites sur l'exploitation, qu'elles réalisent pour nourrir leur cheptel, qui limitent fortement les possibilités de production de cultures à vocation énergétique. Les exploitations porcines en pleine croissance et sans fabrication d'aliments (*SP NE4* ou *SP NE8-bis*) pourraient en revanche être en mesure de se tourner vers de tels projets. Enfin, les très grandes exploitations laitières qui n'ont pas investi dans la méthanisation en cogénération dans les années 2010 pourraient elles aussi envisager désormais de tels investissements, mais pour un méthaniseur en injection.
Ces évolutions peuvent influencer les rapports socio-économiques entre agriculteurs. Les exploitants avec peu de moyens se retrouvent, d'une part, face à des éleveurs porcins bien établis, qui produisent eux-mêmes l'alimentation de leur cheptel (SP NE1, 2 et 3). D'autre part, ils côtoient maintenant de jeunes repreneurs, installés sur de plus grandes surfaces, dont les revenus pourraient être soutenus par la production d'énergie (SP NE8-bis et 4).

L'installation de nouveaux rebours de gaz est déjà prévue en Bretagne dans les communes de Loudéac (Côtes-d'Armor) et Saint Thegonnec (proximité de Morlaix, nord Finistère) en 2026, et de Quévert (proximité de Dinan, Côtes-d'Armor) en 2027 (ODRE, 2025). Le *droit à l'injection* proposé par la loi EGalim en 2018, qui a impulsé le déploiement de ces rebours de gaz, pourrait ainsi être à l'origine de nouveaux projets de méthanisation en injection et de nouveaux processus de différenciation socio-économique dans les années à venir.

L'étude de ces deux petites régions agricoles aux profils différents offre ainsi un panorama des devenirs possibles de la méthanisation agricole en Bretagne. Que ce soit au travers d'un accroissement des capacités d'injection des unités existantes, ou bien par le développement de méthaniseurs en injection dans les micro-régions au réseau de gaz auparavant saturé, le développement de la méthanisation agricole en Bretagne peut se poursuivre. Les dispositifs nationaux de soutien fléchés vers l'injection, ainsi que les fortes capacités de production d'énergie et donc de revenus que garantissent ces méthaniseurs, continuent de sécuriser les investissements des agriculteurs déjà parmi les mieux dotés. L'installation des rebours de gaz ouvre en outre de nouvelles opportunités pour des agriculteurs qui ont des moyens conséquents, mais qui n'avaient pas la possibilité, jusqu'à présent, de se relier au réseau.

3.3. Vers un développement de soutiens extra-budgétaires pour pérenniser la production d'énergie par méthanisation

Les méthaniseurs agricoles, tels que ceux étudiés en Bretagne, ont été pensés, d'après nos entretiens, pour être rentabilisés au bout de 12 à 15 années de fonctionnement selon les unités. Cette période correspond aux 15 années de prix garantis en 'guichet ouvert', souvent prolongée et amenée à 20 ans dans la plupart des cas. Les premiers méthaniseurs installés dans les années 2010 vont toutefois arriver au terme des 15 à 20 années de prix garantis, alors que leur production pourrait se poursuivre. L'objectif politique devient alors d'inciter les agriculteurs à poursuivre la production au-delà de cette période de prix garantis.
Le dispositif de 'guichet ouvert' n'est accessible qu'aux méthaniseurs produisant moins de 25GWh par an. Les méthaniseurs industriels de plus grande puissance sont quant à eux soumis à concurrence et doivent répondre à des appels d'offres pour bénéficier de tarifs spéciaux.
Face à la forte contribution du budget de l'État et à l'approche du terme des 15 ou 20 années de prix garantis pour les premiers méthaniseurs installés[81], ainsi qu'à l'émergence de nouveaux projets de méthaniseurs industriels, de nouveaux dispositifs de soutien - non cumulables avec le dispositif de prix garantis - ont été envisagés.

La loi Climat et Résilience de 2021 introduit un nouveau mécanisme de financements, complétée par le décret du 25 avril 2022[82]. L'objectif affiché est alors de « *favoriser la production de biogaz injecté dans les réseaux de gaz naturel* » par des soutiens extra-budgétaires, c'est-à-dire non financés par le budget de l'État. Pour cela, deux outils sont déployés : les Certificats de Production de Biogaz (CPB) et des *Biogas Purchase Agreement* (BPA).
Le mécanisme des CPB oblige les fournisseurs d'énergie à restituer des certificats (CPB) à l'État chaque année, proportionnellement au volume de gaz qu'ils commercialisent. Pour cela, ils doivent soit acheter ces certificats aux producteurs de biogaz (comme les agriculteurs), soit directement en produire eux-mêmes (production industrielle de biométhane). Les producteurs de biogaz commercialisent donc indépendamment la molécule physique de biogaz d'une part, et les CPB d'autre part. Cela conduit ces producteurs à disposer à la fois de revenus liés à la vente du gaz, mais aussi de revenus supplémentaires liés à la vente des certificats. Le décret précise les niveaux d'obligation de restitution des certificats, qui sont fixés à 0,0041 certificat par MWh pour 2026 et devront atteindre 0,0415 CPB par MWh en 2028 [83]. Le coût des

[81] D'ici 2031 pour les premiers méthaniseurs installés dans le bassin rennais.

[82] Décret n° 2022-640 du 25 avril 2022 relatif aux certificats de production de biogaz, JO du 26 avril 2022.

[83] Décret n° 2024-718 du 6 juillet 2024 relatif à l'obligation de restitution de certificats de production de biogaz, JO du 7 juillet 2024.

certificats sera intégré par les fournisseurs et sera donc « *porté par les consommateurs de gaz naturel de l'assiette d'obligation. Le surcoût des CPB, par rapport à une absence d'obligation de restitution, est estimé à 5% du coût de fourniture en 2028 (...) »* (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2023).

Un BPA constitue quant à lui un accord contractuel entre un producteur de biométhane et un fournisseur ou bien directement un consommateur industriel. Ces contrats de droit privé définissent les modalités d'achat ainsi que le prix de vente et la durée d'engagement (souvent 5 à 15 ans). Ces contrats constituent une voie de commercialisation du méthane pour les producteurs ne pouvant pas ou plus bénéficier des contrats d'obligation d'achat en 'guichet ouvert' (GRDF, 2025). Ce type de contrat peut être intéressant pour les industries consommatrices de gaz, car il sécurise ainsi un prix d'achat du gaz stable et prévisible pour plusieurs années, alors que ce marché peut s'avérer volatil (exemple de l'envolée des prix en 2022). Ces industriels peuvent en outre faire valoir ce contrat dans leur stratégie de décarbonation pour répondre aux obligations et demandes sociétales croissantes (investisseurs, consommateurs).

Bien que les CPB et les BPA soient juridiquement indépendants, ces derniers s'articulent souvent puisque ces certificats (CPB) peuvent rendre les contrats d'achats (BPA) plus acceptables économiquement pour les acheteurs.

Les engagements déjà pris par l'État au titre des obligations d'achat contractualisées à fin 2022 (dans le cadre du 'guichet ouvert') représenteraient toutefois encore entre 12,7 et 16,2 milliards d'euros pour l'injection et pas moins de 3,9 milliards pour la cogénération d'ici 2042, auxquels il faudrait ajouter 7 milliards d'euros pour les nouveaux contrats d'injection signés d'ici à 2028. (Cour des comptes, 2025, p. 15). Les mécanismes extra-budgétaires émergent donc pour pérenniser le développement de la méthanisation, tout en limitant, à plus long terme, ces soutiens de l'État. Ces dispositifs, tant budgétaires qu'extra-budgétaires, sécurisent et pérennisent les investissements dans la méthanisation. Dans ce contexte, l'impact de la méthanisation agricole en matière d'inégalités, d'effets sur l'emploi et sur la biodiversité ou encore de concurrence avec la production alimentaire, devrait se poursuivre.

Conclusion de la partie III

Cette partie a permis d'évaluer partiellement la politique de soutien à la méthanisation agricole à l'aune des objectifs qu'elle se fixe.
Cette politique semble atteindre ses objectifs d'indépendance énergétique et de décarbonation principaux. Elle est centrée aujourd'hui sur l'injection de biométhane, qui est substituable aux énergies fossiles et contribue à limiter les coûts et la dépendance aux importations de gaz naturel et à réduire les émissions nationales de gaz à effet de serre. Toutefois, la réalisation de ces objectifs s'accompagne de coûts importants, tant sur le plan environnemental que sur les plans socio-économiques.

Sur le plan environnemental, nos travaux révèlent des effets accrus des méthaniseurs en injection sur les systèmes de production par rapport aux méthaniseurs en cogénération. Notre recherche révèle que les méthaniseurs en injection, plus puissants que ceux en cogénération, contribuent de manière plus efficiente à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et présentent un bilan énergétique positif, mais affectent plus fortement les agroécosystèmes et en particulier leur biodiversité.

En matière d'effets socio-économiques directs, tel qu'elle se déploie aujourd'hui au sein des petites régions étudiées, cette politique conduit à renforcer les inégalités entre agriculteurs, soulève des questions d'équité d'accès aux soutiens publics et de concurrence avec la production alimentaire. Parallèlement, l'impact de cette politique sur l'économie nationale est significatif. Le développement de la méthanisation ne se traduit pas d'emplois directs, mais principalement d'emplois indirects qualifiés au sein des entreprises de l'énergie, au détriment d'emplois au sein des entreprises de l'amont et l'aval des filières agricoles et à la faveur d'une forte contribution du budget de l'État. Nos travaux confirment que la contribution publique à la méthanisation par mégawatt heure produit est conséquente. L'indépendance gazière recherchée s'accompagne de coûts conséquents pour l'Etat français puisque la méthanisation constitue l'énergie renouvelable la plus soutenue par les pouvoirs publics. Cette forte intervention publique explique en partie pourquoi cette politique de soutien est à l'origine d'une contribution limitée à la création de valeur ajoutée nette globale et au revenu national net.

Face à ces effets, la région Bretagne a choisi, depuis plusieurs années, et à rebours de la politique nationale, de limiter son soutien à la méthanisation agricole. Cette dernière n'est néanmoins pas parvenue à modifier significativement cette dynamique, car les dispositifs nationaux demeurent très sécurisants et incitatifs. Outre les contrats d'obligation d'achat, des dispositifs extra-budgétaires émergent et contribuent à pérenniser le développement de la méthanisation. Les contrats d'obligation d'achat signés par l'État engagent néanmoins significativement le budget public pour plusieurs années encore. Ce contexte explique que le développement de la méthanisation, et en particulier de l'injection, se poursuive au sein des petites régions bretonnes et plus généralement en France.

Conclusion

L'approche comparative, multi-scalaire et systémique adoptée dans le cadre de cette recherche, apporte un éclairage nouveau sur les effets de la méthanisation sur les exploitations agricoles de Bretagne. En établissant un lien entre les caractéristiques techniques et économiques des systèmes de production, il a été possible de mettre en lumière la différenciation technico-économique, ainsi que les processus d'inégalités qui en découlent. L'articulation de cette approche à l'échelle régionale avec une évaluation d'impact de la méthanisation agricole sur l'économie nationale constitue une nouveauté parmi les travaux portant sur la méthanisation. Cette combinaison d'approches et d'échelles d'analyses apporte ainsi de nouveaux éléments pour évaluer la politique de soutien à la méthanisation agricole à l'aune de ses effets sur la durabilité de l'agriculture bretonne et sur l'économie nationale.

À l'échelle de la Bretagne, nos travaux montrent que cette politique de soutien se révèle être inégalitaire et engendrer de profonds effets techniques et environnementaux.
La dimension comparative adoptée révèle que la méthanisation agricole s'inscrit au sein de petites régions situées sur des sols à haut potentiel de production de biomasse. Parmi ces petites régions à haut potentiel agronomique, les méthaniseurs se retrouvent en grande majorité au sein des plus grandes exploitations agricoles, à dominante laitières, et parmi les mieux dotées en capital. Cette recherche démontre que la méthanisation agricole a des effets techniques significatifs, qui le sont d'autant plus à mesure que le niveau de production d'énergie augmente. Ces effets relèvent de l'accroissement des surfaces en maïs au détriment du blé et du colza, d'une incorporation de CIVE - majoritairement du seigle - en interculture, d'une simplification des rotations et d'une diminution de la biodiversité cultivée. Dans ce cadre, les pratiques agronomiques sont principalement guidées par le potentiel méthanogène des cultures, ainsi que par leur potentiel de rendement. Cette recherche confirme que l'utilisation des digestats permet de réaliser d'importantes économies d'engrais azotés de synthèse. Mais les effets de leur utilisation à long terme sur les sols restent peu prévisibles, et soulèvent des interrogations au sein même des agriculteurs détenteurs de méthaniseur enquêtés.
La politique de soutien à la méthanisation se révèle également avoir des effets économiques considérables. Les soutiens octroyés conduisent à un accroissement important des revenus des détenteurs de méthaniseur. Néanmoins, en étant saisis par les plus grandes exploitations, ces dispositifs conduisent à creuser les inégalités entre agriculteurs. En outre, lorsque des agriculteurs tiers fournissent de la biomasse aux agriculteurs qui disposent d'un méthaniseur, ils ne reçoivent pas une juste part de la valeur générée par la biomasse méthanogène apportée. Cette politique nationale et les dispositifs de soutien à la méthanisation qu'elle inclut, bien que formellement destinés à l'ensemble des agriculteurs, bénéficient en pratique à une fraction

restreinte d'entre eux, disposant de ressources importantes. À cette échelle régionale et micro-régionale, cette politique de soutien à la méthanisation présente des limites tant sur les plans techniques et environnementaux, que sur le plan économique et social, en venant renforcer les inégalités entre agriculteurs et en soulevant des enjeux d'équité d'accès aux soutiens publics.

Cette politique de soutien se traduit aussi d'un impact considérable sur l'économie nationale, et en particulier sur le budget de l'État. Notre évaluation économique d'impact a permis de mesurer les effets économiques du développement des 19 méthaniseurs du bassin rennais (99% de l'énergie produite par méthanisation dans ce bassin) sur l'ensemble de l'économie nationale. Cette recherche révèle que, malgré le développement d'unités dont certains éléments sont fabriqués en France (épurateur, rebours de gaz), ainsi que les fortes économies réalisées sur les importations de gaz fossile, le développement de la méthanisation agricole ne contribue pas à l'accroissement de la richesse nationale. Ces résultats s'expliquent, d'une part, par la concurrence entraînée par cette politique de soutien entre la production d'énergie et la production agricole. La production de biogaz induit une moindre production agricole, qui se répercute indirectement sur la production de valeur en amont (intrants) et en aval (collecte, transformation) des filières agricoles. D'autre part, ces résultats s'expliquent à l'aune du niveau considérable de contribution du budget de l'État. En France, la filière biogaz constitue l'énergie renouvelable la plus soutenue par unité d'énergie produite. À l'échelle de notre évaluation, pour chaque euro public dépensé par l'État et les collectivités pour développer la méthanisation agricole, entre 16 et 42 centimes sont perdus pour l'économie nationale. Cette politique de soutien ne contribue pas ou peu à créer des emplois directs au sein des petites régions bretonnes étudiées. En revanche, ces forts soutiens contribuent principalement à créer des emplois très qualifiés au sein des entreprises de l'énergie, parallèlement à une moindre création d'emplois en amont et en aval des filières agricoles.

Cette thèse s'est également intéressée à évaluer l'efficacité de cette politique au regard des objectifs qu'elle se fixe. Les objectifs principaux de la politique énergétique française sont l'augmentation de la production d'une énergie en substitution aux importations d'énergie fossile, et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le bilan énergétique conduit révèle que, si la cogénération ne parvient pas à limiter les importations d'énergie fossile, l'injection, plus soutenue depuis 2018, est sur ce point plus performante. Dans l'état actuel des connaissances et dans le contexte français, la méthanisation en injection apparaît aussi plus performante que la cogénération pour réduire les émissions de GES. Sur ces seuls critères, la politique de soutien à la méthanisation en injection apparaît ainsi, depuis 2018, comme une mesure favorable à la décarbonation. Ces résultats sont toutefois essentiellement liés au coût énergétique élevé de l'extraction de gaz fossile, qui prévaudrait en l'absence de cette politique de soutien à la méthanisation. Cette recherche montre toutefois que si les méthaniseurs en injection, plus puissants, sont plus performants sur ces derniers critères, ils sont aussi à l'origine de plus gros bouleversements sur les agroécosystèmes et sur la biodiversité cultivée. Au plan environnemental, cette politique ne peut donc être évaluée sur ces seuls critères de substitution

aux énergies fossiles et de réduction des émissions de GES. Le taux de retour énergétique (EROI) des méthaniseurs en injection du bassin rennais est par ailleurs proche de celui d'un gaz de schiste états-unien et bien inférieur à celui d'autres énergies renouvelables, alors que la méthanisation entre en concurrence avec la production alimentaire, creuse les inégalités entre agriculteurs et mobilise très fortement le budget de l'État.

L'atteinte de ces objectifs d'indépendance énergétique et de décarbonation s'accompagne donc de coûts significatifs, tant sur l'agriculture que sur l'économie nationale. En considérant la durabilité dans ses trois dimensions – environnementale, mais aussi sociale et économique – la politique de soutien à la méthanisation agricole n'apparaît pas comme un vecteur de durabilité de l'agriculture bretonne. Nos travaux ont révélé que la méthanisation ne s'inscrit pas en rupture avec le modèle agricole prédominant depuis le 20ème siècle, mais vient plutôt le prolonger. Ce modèle agricole est en effet caractérisé par une recherche continue d'accroissement de la productivité physique du travail et par un recours aux nouvelles technologies et à du matériel toujours plus performant. Il est en outre atteint en priorité par ceux qui en ont les moyens, puisque ces caractéristiques supposent de forts investissements. Si la méthanisation ne conduit plus forcément à rechercher un accroissement constant de la production agricole par actif, les objectifs de productivité se déportent vers la production d'énergie, impliquent un recours à des équipements très performants, accessibles uniquement aux agriculteurs les mieux dotés. En cela, la méthanisation agricole n'est pas en rupture avec la logique du modèle agricole prédominant et ne porte pas de manière inhérente un pouvoir de 'transition agricole'.

Face aux effets observés en matière de durabilité, la région Bretagne a limité ses soutiens à la méthanisation agricole dès 2020 et s'est ainsi inscrite à rebours des dispositifs nationaux. Néanmoins, ces changements régionaux n'ont pu infléchir significativement les dynamiques observées, car les soutiens nationaux restent conséquents et très incitatifs. Dans ce contexte, le développement de la méthanisation agricole, et plus spécifiquement de l'injection, se poursuit en Bretagne et en France. Sans remaniement de cette politique nationale de soutien à la méthanisation agricole, les effets observés tant en matière de durabilité sur l'agriculture bretonne, que sur l'économie nationale, devraient donc se poursuivre.

Des interrogations sont susceptibles d'émerger quant à la généralisation possible des résultats de cette recherche régionale. Dans l'état actuel des connaissances, une grande partie de ces conclusions rejoignent celles de travaux effectués en *Agriculture Comparée* dans d'autres régions françaises (Pirard & Schruijer, 2020; Amouroux et al., 2021; Garambois et al., 2022; Moufle & Poisson, 2024). Bien que des subtilités régionales émergent en matière d'effets techniques et agronomiques (irrigation, types de CIVE utilisées, biomasse mobilisée…), l'accroissement des surfaces en maïs, la simplification des rotations et l'impact socio-économique de la méthanisation, et plus spécifiquement ses effets en matière d'inégalités, constituent un dénominateur commun. Cette recherche rejoint aussi les résultats de travaux conduits par Cadiou (2023), qui démontre que les enjeux de durabilité et d'agroécologie n'ont

pas occupé de place majeure dans la construction de la politique de soutien à la méthanisation. Cette construction explique, d'après l'autrice, que la méthanisation ne constitue pas un levier systématique vers la durabilité agricole. Sur les plans techniques, agronomiques et environnementaux, notre recherche rejoint aussi les travaux de Boros (2025; 2025). L'autrice révèle des dynamiques similaires en matière d'accroissement des surfaces en maïs au détriment des surfaces en blé et en colza et d'implantation de CIVE, tant dans les régions de grandes cultures, qu'à l'échelle de la France entière. Bien que les travaux portant sur les effets socio-économiques de la méthanisation soient plus rares, nos résultats rejoignent tout de même les observations des économistes Grouiez *et al.* (2020) qui montrent, dès 2020, dans quelle mesure la méthanisation renforce les revenus des détenteurs d'unité, ainsi que celles des sociologues Jutteau *et al.* (2024), qui démontrent que les détenteurs de méthaniseurs jouissent d'une posture socio-économique privilégiée. Des recherches complémentaires dans d'autres régions françaises, et en mobilisant cette même articulation avec une évaluation économique d'impact, permettraient de tirer des conclusions plus fines quant à ce qui relève d'impacts généraux de la méthanisation, mais aussi d'apporter des nuances quant aux spécificités régionales afin de saisir la méthanisation agricole dans toute sa complexité.

Des recherches complémentaires quant aux effets indirects de la méthanisation pourraient ainsi éclairer des dynamiques récentes, émergeant dans d'autres régions françaises et qui ne sont pas encore observées en Bretagne. Les travaux de Grouiez et Berthe (2020; 2022; 2023) révèlent en effet que la filière méthanisation connaît depuis quelques années une reconfiguration, avec l'émergence de nouveaux acteurs dits 'industriels', en particulier dans le Grand-Est. Des énergéticiens, tels que TotalEnergies ou Engie, cherchent à s'inscrire dans cette filière à la faveur de capacités d'investissement considérables et d'une capacité à répartir les coûts sur un plus grand volume de méthane produit (économies d'échelle) (Debref, Grouiez, et al., 2023). Ce modèle repose néanmoins sur de la biomasse agricole et des contractualisations avec des agriculteurs. C'est pourquoi les auteurs soulignent qu'il « *n'est pas certain qu'à l'avenir, la filière de méthanisation agricole (au sens de production de biogaz à partir de substrats agricoles) reste une filière contrôlée par les agriculteurs.* » (Debref, Grouiez, et al., 2023). Ces dynamiques soulèvent de nouvelles interrogations quant à leurs effets sur l'économie nationale, c'est-à-dire quant à la nouvelle répartition de la valeur et des revenus entre les divers agents économiques et des dépendances induites entre agents.

Notre recherche montre que la politique énergétique en soutien à la méthanisation est une politique qui vise la substitution aux importations d'énergie fossile, en particulier de gaz naturel. Mais ces travaux soulèvent, *in fine*, la question du coût économique, social et écologique de cette substitution. À quel prix souhaite-t-on garantir la substitution aux énergies fossiles, l'indépendance énergétique et la décarbonation de la France ? Ces conclusions interrogent ainsi quant au coût d'opportunité de la dépense publique, autrement dit : à quoi renonce-t-on en affectant une telle part du budget de l'État au soutien à la méthanisation ? Si

ces questions relèvent de débats qu'il conviendrait de trancher dans un cadre dialectique et démocratique, elles ouvrent une voie de réflexion scientifique quant aux trajectoires de décarbonation existantes et aux paradigmes afférents.

Si la réduction de notre dépendance au gaz naturel et des émissions nationales de gaz à effet de serre apparaît comme une nécessité, la voie à emprunter et à soutenir pour atteindre ces objectifs et garantir la transition énergétique ne peut se réduire à la méthanisation agricole. Pour rappel, pour l'Agence Internationale pour les Energies Renouvelables la transition énergétique consiste en « *la transformation du secteur énergétique mondial, qui doit passer des sources fossiles à des sources zéro carbone d'ici la seconde moitié de ce siècle* »[84] et repose sur « *l'utilisation des technologies renouvelables* » qui doivent permettre « *au monde de passer rapidement à un système énergétique à faible émission de carbone à un coût de plus en plus abordable* »[85] (IRENA, 2025b, 2025a). Cette définition, qui prévaut aujourd'hui aux échelles nationales, signifie que la transition énergétique doit reposer sur l'innovation, les nouvelles technologies et des investissements pour assurer une substitution des énergies renouvelables aux énergies fossiles. La méthanisation agricole, en tant que technologie dite renouvelable, s'inscrit donc parfaitement dans cette définition de transition énergétique.
Pourtant, Fressoz explique que, dans une perspective historique, il n'y a en fait jamais eu de transitions strictes d'un mode de production d'énergie à un autre – par exemple du charbon vers le pétrole – mais plutôt des « *additions successives de nouvelles sources d'énergie primaire »* (Fressoz, 2014, p. 1). En effet, si la part relative de charbon, par exemple, a diminué dans la consommation d'énergie primaire au 20ème siècle relativement au pétrole, sa consommation absolue a quant à elle bien augmenté. L'auteur déclare ainsi que cette vision de la transition énergétique « *est simplement fausse : elle ne rend pas compte de l'histoire matérielle de notre société qui est fondamentalement cumulative »* (Fressoz, 2014, p. 1). Cela suggère que la définition de transition énergétique portée par l'IRENA repose sur un biais cognitif qui laisse penser qu'adopter un mode de production d'énergie basée sur les énergies renouvelables permettrait d'abandonner le mode de production carboné actuel, ce qui semble en réalité illusoire. Si la situation *avec méthaniseur* en injection apparaît plus performante que la situation *sans* pour réduire les émissions de GES et le recours aux énergies fossiles, il n'en reste pas moins que cette situation repose sur une consommation qui reste conséquente d'énergie fossile.

Il semble que la définition de transition énergétique donnée précédemment s'inscrive en réalité dans un *paradigme* prédominant. Bien que la notion de *paradigme* soit polysémique, elle a pu

[84] "*The success of the energy transition depends on a transformation of the global energy sector from fossil-based to zero-carbon sources by the second half of this century*". Traduction : Réguer I., 2025.

[85] "*Putting renewable technologies to use is allowing the world to rapidly shift to a low-carbon energy system at an increasingly affordable cost (…).*". Traduction : Réguer I., 2025.

être employée par Kühn comme étant « *un modèle ou un schéma accepté* » (1972, p. 45). Willet précise qu'un *paradigme* est « *ce qui fonde et maintient le consensus entre des spécialistes quant au choix légitime des problèmes concrets à résoudre, aux méthodologies à utiliser et aux manières de trouver des solutions concrètes* » (1996, p. 4). En ce sens, envisager les nouvelles technologies renouvelables - telles que la méthanisation agricole - comme la solution légitime pour résoudre les problèmes climatiques actuels apparaît comme le paradigme prédominant de la transition énergétique. Mais Kühn précise que « *les paradigmes gagnent leur rôle privilégié parce qu'ils réussissent mieux que leurs concurrents à résoudre quelques problèmes que le groupe de spécialistes est arrivé à considérer comme aigus. Réussir mieux, ce n'est pourtant pas réussir totalement dans tel problème unique, ni même réussir bien dans un grand nombre de problèmes* » (1972, p. 46). Cette mention n'est pas sans rappeler dans quelle mesure la méthanisation en injection parvient à 'réussir mieux' dans la réduction de la dépendance aux énergies fossiles et des émissions de GES, mais ne parvient pas à 'réussir' dans un grand nombre d'enjeux sociaux, économiques et écologiques. Willet met en garde quant au fait qu'un *paradigme* « *est rarement remis en question par les spécialistes qui en sont les adeptes* » et peut « *[empêcher] le scientifique d'envisager les problèmes sur lesquels il travaille à partir d'un autre point de vue* » (Willet, 1996, page 4). Il incombe donc à la recherche scientifique de ne pas s'enfermer dans un paradigme – c'est-à-dire une solution certes existante, mais imparfaite – au risque d'empêcher l'exploration et l'évaluation d'autres trajectoires. Il revient alors aux travaux de recherche d'envisager la *transition énergétique* à travers toutes les voies possibles.

La *transition énergétique* peut en effet aussi être envisagée, non pas comme l'ensemble des investissements permettant de produire une énergie moins carbonée, mais comme l'ensemble des processus permettant de consommer moins d'énergie. Autrement dit, la *sobriété énergétique* apparaît aussi comme une voie permettant de répondre aux enjeux climatiques et de souveraineté énergétique actuels. La notion de *sobriété* a émergé en France, en particulier dans le milieu associatif et académique, dans le courant des années 2000 et 2010. Le terme de *sobriété*[86] est apparu pour la première fois dans le 6ème rapport du GIEC en 2023. Le GIEC la définit comme étant « *l'ensemble de mesures et de pratiques quotidiennes qui permettent d'éviter la demande d'énergie, de matériaux, de terres et d'eau tout en assurant le bien-être de tous les êtres humains dans les limites de la planète*[87] » (Calvin et al., 2023, p. 29). La *sobriété énergétique* apparaît alors comme une autre voie de décarbonation.

Dans l'agriculture, la recherche de sobriété énergétique des exploitations agricoles pourrait constituer une autre voie de transition à soutenir. Des exploitations agricoles dites 'économes

[86] « *Sufficiency* ». Traduction : Réguer I., 2025.

[87] « *A set of measures and daily practices that avoid demand for energy, materials, land, and water while delivering human well-being for all within planetary boundaries.* ». Traduction : Réguer I., 2025.

et autonomes' existent déjà dans plusieurs régions de France. Certains agriculteurs sont en effet engagés dans des pratiques les plus économes en intrants, afin de gagner en autonomie socio-économique et de limiter leur impact environnemental (Journet, 2004, 2006 ; Garambois, 2011 ; Devienne et al., 2018 ; Morsel, 2024). Ces éléments ouvrent des perspectives de recherche prometteuses. Une évaluation comparée des performances agroécologiques et énergétiques de diverses voies de développement agricole - notamment des voies économes et autonomes, par rapport aux voies de production d'énergie - rapportée à leur impact sur l'économie nationale et au niveau de soutien public qu'elles exigent constitue une piste féconde. Une telle démarche permettrait non seulement d'enrichir le débat démocratique, mais aussi de mieux orienter les choix en matière de politiques publiques. Cette perspective invite à élargir le champ de la réflexion scientifique en matière de dépendance aux énergies fossiles et de décarbonation, en veillant à ne pas s'enfermer dans un paradigme unique.

Plus largement, la sobriété énergétique de tous les secteurs confondus permettrait de limiter la demande nationale et donc la dépendance aux énergies fossiles et les émissions de GES. La France a pourtant attendu 2022 pour se doter d'une politique de sobriété énergétique clairement structurée, marquant une reconnaissance tardive, mais désormais explicite, de cet enjeu dans la stratégie énergétique nationale. Le gouvernement a en effet annoncé en 2022 le lancement d'un plan national visant des réductions significatives de consommation d'énergie pour 2024 (-10%) et 2050 (-40%) (Gouvernement, 2022). Avant le lancement de ce plan d'action, des politiques sectorielles d'efficacité énergétique existaient, mais aucune politique et stratégie transversale visant la sobriété n'avait été formulée. La réduction globale, tous secteurs confondus, de la demande en électricité et en gaz constitue pourtant une autre voie à soutenir pour limiter la dépendance française aux énergies fossiles. Une diminution de la demande en énergie passe notamment par une réduction des besoins structurels, qui peut reposer sur des politiques ambitieuses de rénovation énergétique des bâtiments (obligatoire ou incitative), sur un renforcement des normes thermiques ou encore sur la lutte contre les passoires énergétiques. De telles mesures sont en outre susceptibles d'améliorer la qualité de vie de populations parmi les plus démunies. Ce type de politique passe aussi par la transformation des mobilités, avec le développement des transports collectifs et l'encouragement des mobilités dites 'douces' ou 'actives' (cyclisme, marche, etc.). Les premiers résultats de ce plan d'action visant la sobriété montrent une mobilisation effective (campagnes de sensibilisation) et une réduction combinée de gaz et d'électricité de 12% en 2022-2023 par rapport à 2018-2019 (Ministère de la Transition énergétique, 2023). Les bilans à plus long terme restent toutefois mitigés. En effet, les derniers bilans énergétiques montrent que la consommation finale d'énergie en France en 2024 varie peu (-0,1 %), malgré la promotion récente de la sobriété, combinée à un contexte de prix de l'énergie élevés (SDES, 2025c).

En définitive, la réalisation des objectifs de sobriété énergétique appelle encore un renforcement substantiel des dispositifs réglementaires et institutionnels structurant la politique énergétique

française. Une reconfiguration de celle-ci, reposant plus fortement sur des impératifs de sobriété énergétique, offrirait ainsi un levier pertinent pour une mobilisation plus efficiente des fonds publics, garante d'une plus grande équité d'accès et *a priori* compatible avec les exigences de durabilité agricole.

Bibliographie

ADEME, & Observ'ER. (2022). Chiffres clefs du parc d'unités de méthanisation en France au 1er janvier 2022. ADEME.

Agence de l'eau Loire-Bretagne. (2009). *Sdage 2010-2015—Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Loire-Bretagne.* (p. 252). Agence de l'eau Loire-Bretagne.

Agreste. (2013). Résultats du Recensement Agricole 2010. Incertitude sur le devenir des exploitations bretonnes. (p. 4). DRAAF Bretagne.

Agreste. (2023). Synthèses conjoncturelles Lait. En 2022, des prix du lait de vache record dans un contexte de disponibilités limitées et de coûts de production élevés. (408; p. 8). Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

Agreste. (2024). Statistique agricole annuelle par région administrative : Séries 2010—2023. Agreste—Statistique agricole annuelle—SSP/ Ministère en charge de l'agriculture [Jeu de données].

Agreste. (2025). Synthèses Conjoncturelles. Commerce extérieur agroalimentaire. (435; p. 13). Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire.

AILE. (2021). Plan Biogaz—Les aides financières en méthanisation. AILE. https://aile.asso.fr/biogaz/votre-projet/les-aides-financieres/

AILE. (2024). Chiffres clefs de la méthanisation en Bretagne—Etat des lieux au 1er Janvier 2024. Association d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement.

AILE. (2025). Chiffres clefs de la méthanisation en Bretagne—Etat des lieux au 1er Janvier 2025. Association d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement.

Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture* (2ème). Westview Press.

Amouroux, R., Atlan, M., Boussarie, N., Chereil de la Rivière, P., Coulibaly, C., Darmau, J., De Lamberterie, R., Del Cuvillo Mezquita, C., Duverne, L., Fourvel, A., Hammami, H., Kerjose, E., Li, K., Luton, M., Postic, T., Septours, R., & Vepierre, L. (2021). *Diagnostic agroéconomique du Pays de Sarrebourg (57) et de l'Alsace bossue (67)* (p. 127). AgroParisTech.

Anzalone, G., Jutteau, P., Lacquement, G., & Mazaud, C. (2025, juillet 1). Webinaire Coopérations et controverses autour de la méthanisation dans les territoires ruraux.

Asdonk, Th., Bergmann, D., Bordas, J., Carillon, R., Cépède, M., Coquery, M., Dudman, R. A., Dumont, R., Howald, O., Malassis, L., Rauscher, M., van Riemsdijk, J. F., van Stuijvenberg, M., & Vanzetti, C. (1954). *Économie rurale*. N°19, 1954. La petite région agricole. Contribution à l'étude et la réorientation de l'économie agricole d'une petite région. 19(1). https://www.persee.fr/issue/ecoru_0013-0559_1954_num_19_1

Atlason, R. S., & Unnthorsson, R. (2014). Energy return on investment of hydroelectric power generation calculated using a standardised methodology. *Renewable Energy*, *66*, 364-370. https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.12.029

Badouard, B., & Berthelot, N. (2012). Le rendement des porcs charcutiers en France aujourd'hui : Quelles conséquences sur les résultats de gestion ? IFIP. 44, 243-244.

Barret, R., Baudron, F., Berrou, M., Bonaventure, A., Bouvet Agnelli, F., Bulot, B., Cavan, N., Cazergue, B., Chatin, M., De Jerphanion, P., De La Teyssonniere, A., Denis, X., Devalliere, E., Fourcade, F., Goin, M., Herman, D., Hénaff, M., Jardi, X., Kouchner, C., … Vignerot, C. (2012). *Diagnostic agro-économique du bassin versant du Gouessant. Département des Côtes-d'Armor.* (p. 91). AgroParisTech.

Barthélémy, D., & Boinon, J.-P. (2001). La gestion des quotas dans quatre pays membres de l'Union européenne : Objectifs marchands versus objectifs non marchands. *INRA Sciences sociales. Recherches en économie et sociologie rurale.*, *1-2/01*, 5.

Baştabak, B., & Koçar, G. (2020). A review of the biogas digestate in agricultural framework. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22(5), 1318-1327. https://doi.org/10.1007/s10163-020-01056-9

Bazin, G., Kroll, J.-C., & Viel, J. M. (1981). La politique des plans de développement en France. Des principes avancés à la réalité des faits. *Économie rurale*, *141*(1), 11-16. https://doi.org/10.3406/ecoru.1981.2752

Beaujeu-Garnier, J. (1971). *La géographie : Méthode et perspectives*. Masson.

Bel, F., Le Pape, Y., & Mollard, A. (1977). *Analyse énergétique de la production agricole. Concepts et méthodes*. INRA-IREP.

Berglund, M., & Börjesson, P. (2006). Assessment of energy performance in the life-cycle of biogas production. *Biomass and Bioenergy*, 30(3), 254-266. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.11.011

Berthe, A., Fautras, M., Grouiez, P., Issehnane, S., & Hugonnet, M. (2020). Revenus issus de la méthanisation agricole dans un contexte de développement de l'injection. *Centre d'Etudes et de Prospectives*, 153, 4 p.

Berthe, A., Grouiez, P., & Fautras, M. (2022). Heterogeneity of Agricultural Biogas Plants in France: A Sectoral System of Innovation Perspective. *Journal of Innovation Economics & Management*, 2022/2(38), 11-34. https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0116

Blanchet, A., & Gotman, A. (2007). *L'enquête et ses méthodes : L'entretien* (p. 125). Nathan. https://hal-univ-paris8.archives-ouvertes.fr/hal-00996693

Bock, R., Macé, C., Dupuis, S., Brullé, Y., Apolit Saget-Borgetto, R., Amin, A., Kari, C., & Belghit, M. (2025). *Panorama des gaz renouvelables 2024* (p. 48). Gaz et Territoires, GRDF, NaTran, SER, Terega.

Bodilis, A.-M., Trochard, R., Lechat, G., Airiaud, A., Lambert, L., & Hruschka, S. (2015). Impact de l'introduction d'unités de méthanisation à la ferme sur le bilan humique des sols. Analyse sur 10 exploitations agricoles de la région Pays de la Loire. *Fourrages*, 223, 233-239.

Bonin, H. (2020). *Le Crédit agricole (1951-2001). De la banque des campagnes à la banque universelle*. Librairie Droz. https://doi.org/10.3917/droz.bonin.2020.03

Bono, P., & Touzard, J.-M. (1999). La contribution de l'agriculture à l'emploi régional. *Économie rurale*, 253(1), 71-79. https://doi.org/10.3406/ecoru.1999.5118

Boros, L. (2025a). Caractérisation des systèmes de culture associés à la méthanisation sans élevage et évaluation de leurs performances agro-environnementales sous différents scénarios climatiques [Thèse de doctorat]. Université Paris-Saclay.

Boros, L. (2025b, décembre 1). Caractérisation des systèmes de culture associés à la méthanisation sans élevage et évaluation de leurs performances agro-environnementales sous différents scénarios climatiques [Diaporama de soutenance de thèse]. https://hal.inrae.fr/hal-05404868

Boros, L., Levavasseur, F., Carozzi, M., Carton, S., Martin, P., & Houot, S. (2024, mars 26). Changements de systèmes de culture associés à la méthanisation sans élevage en France. Journée Recherche Innovation Biogaz Méthanisation - JRI 2024. https://hal.inrae.fr/hal-04559651

Boros, L., Carozzi, M., Carton, S., Houot, S., Martin, P., & Levavasseur, F. (2025). Changes in cropping systems associated with biogas plants in French cereal-growing areas. *Agricultural Systems*, 228, 104387. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104387

Boros, L., Martin, L., Carozzi, M., Houot, S., Martin, P., & Levavasseur, F. (2025). Land cover changes following biogas development across different farm types: A nationwide study in France. *Global Change Biology - Bioenergy*, 17(10), e70073. https://doi.org/10.1111/gcbb.70073

Bouamra-Mechemache, Z., Jongeneel, R., & Requillart, V. V. (2008, août 26). *Removing EU milk quotas, soft landing versus hard landing*. XIIth Congress of the European Association of Agricultural Economists, Gand, Belgique. https://hal.inrae.fr/hal-02757218

Bourdin, S. (2020). Concertation, localisation, financements. Analyse des déterminants du déploiement de la méthanisation dans le Grand-Ouest français. *Economie rurale*, n° 373(3), 61-77.

Bridier, M. (1990). De l'« évaluation » des projets à leur « analyse économique ». Par qui ? Pour qui ? Pour quoi faire ? *Revue française d'administration publique*, 54(1), 273-281. https://doi.org/10.3406/rfap.1990.2351

Bridier, M., & Michaïlof, S. (avec Bussery, A.). (1987a). *Guide pratique d'analyse de projets : Evaluation et choix des projets d'investissements* (4ème). Economica.

Bridier, M., & Michaïlof, S. (avec Bussery, A.). (1987b). *Guide pratique d'analyse de projets : Evaluation et choix des projets d'investissements* (5ème). Economica.

Brunet, R. (1972). Pour une théorie de la géographie régionale. Travaux de l'Institut de Géographie de Reims, 11(1), 3-14. https://doi.org/10.3406/tigr.1972.949

Cadiou, J. (2023). Le déploiement de la politique de méthanisation agricole en France : Implications pour la transition agroécologique [Thèse de doctorat, université Paris-Saclay]. https://theses.fr/2023UPASB029

Cadiou, J., Aubert, P.-M., & Meynard, J.-M. (2023). The importance of considering agricultural dynamics when discussing agro-environmental sustainability in futures studies of biogas. *Futures*, 153, 103218. https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103218

Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., … Péan, C. (2023). *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. (First). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Canévet, C. (1984). Le « modèle agricole breton » dans la crise. Norois, 124(1), 631-645. https://doi.org/10.3406/noroi.1984.4211

Canévet, C. (1992). *Le modèle agricole breton : Histoire et géographie d'une révolution agro-alimentaire.* Presses universitaires de Rennes.

Carillon, R. (1981). L'agriculture et l'énergie. *Revue d'économie industrielle*, 18(1), 110-123. https://doi.org/10.3406/rei.1981.1099

Carton, S., & Levavasseur, F. (2022). Performances agronomiques et environnementales de la méthanisation agricole dans un contexte de grandes cultures céréalières (sans élevage) et recommandations de bonnes pratiques. AgroParisTech, INRAE.

CCNUCC. (2015). L'Accord de Paris | Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris

CGDD. (2023). Méthanisation : Où en est-on en France ? Commissariat général au développement durable. notre-environnement. https://www.notre-environnement.gouv.fr/

Chambres d'Agriculture. (2025). Les Chiffres clés 2024 de l'agriculture française. https://chambres-agriculture.fr/actualites/actualite/les-chiffres-cles-2024-de-lagriculture-francaise

Chambre d'Agriculture de Bretagne. (2024). Agriculture et agroalimentaire de Bretagne en Clair. (ABC Les chiffres. Edition 2024.). Chambre d'Agriculture de Bretagne.

Chambre d'Agriculture de Bretagne. (2025a). Filière lait en Bretagne en Chiffres clés. https://bretagne.chambres-agriculture.fr/detail-dossier/la-filiere-lait-en-bretagne-chiffres-cles

Chambre d'Agriculture de Bretagne. (2025b). Les nouveautés du 7e Programme d'Actions Régional Directive Nitrates (PAR7). https://bretagne.chambres-agriculture.fr/detail-actu/les-nouveautes-du-7e-programme-dactions-regional-directive-nitrates-par7

Chervel, M. (1992). La méthode des effets trente ans après. *Revue Tiers Monde*, 33(132), 873-891. https://doi.org/10.3406/tiers.1992.4735

Chervel, M. (1995). *L'évaluation économique des projets. Calculs économiques publics et planification*. Publisud.

Chervel, M. (avec Delanoë Guirec 19-, Salama Pierre, Agence française de développement, Association internationale de techniciens, experts et chercheurs, & CERNEA). (2008). Mondialisation des marchandises et marchandisation du monde : Matériau de pensée économique pour le nouveau siècle. Publisud.

Chéry, P. (2016). Bases et techniques de la pédologie. La texture. [Cours de 1ère année.].

Chowdhury, T., Dehghanimadvar, M., L. Chang, N., & Corkish, R. (2025). Review of issues and opportunities for glass supply for photovoltaic production at multiterawatt (TW) scale. *Sustainable Energy & Fuels*, 9(6), 1414-1431. https://doi.org/10.1039/D4SE01567C

Clément, D. (s. d.). Energies renouvelables. In Universalis. Encyclopædia Universalis. Consulté 12 avril 2020, à l'adresse http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/energies-renouvelables/

Clerc, D. (2020). *Déchiffrer l'économie* (19ème édition). La Découverte.

CNIEL. (2024). L'économie laitière en chiffres. Edition 2024. (p.204).

Cochet, H. (2011). *L'agriculture comparée.* Editions Quæ. https://doi.org/10.3917/quae.coche.2011.01

Cochet, H., & Devienne, S. (2006). Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : Une démarche à l'échelle régionale. *Cahiers Agricultures*, 15(6). https://doi.org/10.1684/agr.2006.0028

Cochet, H., Devienne, S., & Dufumier, M. (2007). L'agriculture comparée, une discipline de synthèse ? *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, 297-298, 99-112. https://doi.org/10.4000/economierurale.2043

Cochet, H., Ducourtieux, O., Dufumier, M., & Peyre, Y. (2009). Quelle contribution de l'irrigation à un projet régional ? Evaluation économique d'un projet d'irrigation dans les côteaux du Béarn (p. 121). AgroParisTech.

Combes, A. (1998). Elaboration d'un référentiel pour le calcul des bilans énergétiques en agriculture. [Mémoire de DESS-ERE]. (p. 50). Univ. Bourgogne/ENESSAD.

Comité de bassin Loire-Bretagne. (2004). Etat des lieux du bassin Loire-Bretagne. Volume 1 : Caractérisation du bassin et registre des zones protégées. (p. 244). DIREN de bassin Loire-Bretagne et Agence de l'eau Loire-Bretagne.

Comité de bassin Loire-Bretagne. (2015). Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Loire-Bretagne. Sdage 2016-2021. (p. 360). Agence de l'eau Loire-Bretagne, DREAL de basin Loire-Bretagne.

Comité de bassin Loire-Bretagne. (2022). Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Loire-Bretagne. Sdage 2022-2027. Tome 1 : Orientations fondamentales. (p. 196). Agence de l'eau Loire-Bretagne, DREAL de basin Loire-Bretagne, Office français de la biodiversité.

Comité National Routier. (2025). Prix PEG EEX mensuel. https://www.cnr.fr/espaces/13/indicateurs/88

Commissariat général au développement durable. (2019). *Le cadre réglementaire concernant l'azote et le phosphore*. [en ligne] https://www.notre-environnement.gouv.fr/

Commissariat général au développement. (2022). Chiffres clés de l'énergie—Edition 2022. Gaz naturel. Ministère de la Transition énergétique. Chiffres clés de l'énergie - Édition 2022. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie-2022/14-gaz-naturel.php

Commission européenne (1997). Energie pour l'avenir : les sources d'énergie renouvelable. Livre blanc établissant une stratégie et un plan d'action communautaires. *(COM (1997) 0599)*. EUR-Lex. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=LEGISSUM:l27023

Commission européenne. (2021, juillet 14). Le pacte vert pour l'Europe. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr

Commission européenne. (2022). Actions REPowerEU. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/fs_22_3133

Conseil d'Etat. (2020). *Conduire et partager l'évaluation des politiques publiques. Etude annuelle 2020.* Conseil d'Etat.

Cour des comptes. (2002). *La préservation de la ressource en eau face aux pollutions d'origine agricole : Le cas de la Bretagne.* (p. 292). Cour des comptes.

Cour des comptes. (2025). *Le soutien au développement du biogaz* (p. 259). Cour des comptes. https://www.ccomptes.fr/fr/publications/le-soutien-au-developpement-du-biogaz

Debref, R., Dziebowski, A., Guillon, E., & Le Roux, Y. (2023). La méthanisation est un levier pour l'agro-socio-écologie. In A. Dziebowski, E. Guillon, & P. Hamman, *Idées reçues sur la méthanisation agricole* (p. 39-45). Le Cavalier Bleu.

Debref, R., Grouiez, P., & Vivien, F.-D. (2023). « La filière de la méthanisation agricole, c'est une affaire d'agriculteurs. ». In *Idées reçues sur la méthanisation agricole* (p. 23-30). Le Cavalier Bleu. https://doi.org/10.3917/lcb.dzieb.2023.01.0023

Deffontaines, J.-P. (1973). Analyse du paysage et étude régionale des systèmes de production agricole. *Economie rurale*, 98, 3-13.

Delarue, J., & Cochet, H. (2011). Proposition méthodologique pour l'évaluation des projets de développement agricole. L'évaluation systémique d'impact. *Économie rurale*. Agricultures, alimentations, territoires, 323, Article 323. https://doi.org/10.4000/economierurale.3034

Deleage, J. P., Julien, J. M., Sauget-Naudin, N., & Souchon, C. (1979). Eco-energetics analysis of an agricultural system: The French case in 1970. *Agro-Ecosystems*, 5(4), 345-365. https://doi.org/10.1016/0304-3746(79)90036-2

Deleage, J.-P., Sauget-Naudin, N., & Souchon, C. (1978). L'analyse éco-énergétique des écosystèmes ruraux. *Économie rurale*, 127(1), 27-30. https://doi.org/10.3406/ecoru.1978.2587

Devienne, S. (2019a). Méthode d'analyse-diagnostic agraire [Cours de 3ème année.].

Devienne, S. (2019b). La révolution agricole en France au 20ème et 21ème siècle [Cours de 3ème année.].

Devienne, S., & Garambois, N. (2013). Dynamiques de l'élevage porcin dans le Pays de Saint-Brieuc (Côtes-d'Armor) et perspectives du développement de systèmes porcins conduits sur litière. (p. 72). AgroParisTech.

Devienne, S., & Garambois, N. (2014). *L'efficacité économique et environnementale de la production de porc sur paille (en Bretagne).* Commissariat général au développement durable. Etudes & documents n°102, 14p.

Devienne, S., & Wybrecht, B. (2002). Analyser le fonctionnement d'une exploitation. In *Mémento de l'agronome* (p. 321-344). CIRAD - GRET - Ministère des Afaires étrangères.

Devienne, S., Garambois, N., Depeyrot, J.-N., Perrot, C., & Dieulot, R. (2018). Les exploitations d'élevage économes et autonomes en intrants, créatrices de valeur ajoutée. *Centre d'Etudes et de Prospectives*, 126.

Devienne, S., Garambois, N., Vertes, F., Akkal-Corfini, N., Pernaudeau, V., & Durand, P. (2020). *Evaluation économique et environnementale du passage à des systèmes de production économes en intrants dans le bassin versant du Blavet.* (p.142). AgroParisTech, INRAE.

DRAAF Bretagne. (2021, décembre 10). Agreste Études N°4 2021- Recensement agricole 2020—La Bretagne perd un quart de ses exploitations en dix ans, mais conserve sa surface agricole. DRAAF Bretagne | Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Bretagne. [En ligne] https://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/agreste-etudes-no4-2021-recensement-agricole-2020-la-bretagne-perd-un-quart-de-a2611.html

DRAAF Bretagne. (2024, juillet 15). Les apports d'azote augmentent très légèrement en Bretagne en 2023. DRAAF Bretagne | Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Bretagne. [En ligne] https://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/les-apports-d-azote-augmentent-tres-legerement-en-bretagne-en-2023-a3430.html

DRAAF Bretagne. (2024, septembre 13). Mémento de la statistique agricole en Bretagne, édition 2024. DRAAF Bretagne | Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Bretagne. [En ligne] https://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/memento-de-la-statistique-agricole-en-bretagne-edition-2024-a3475.html

DREAL Bretagne. (2016). Directive nitrates. 5ème programme d'actions en Bretagne. (p. 16). DREAL Bretagne.

DREAL Bretagne. (2018). Directive Nitrates—6ème programme d'actions en Bretagne.

DREAL Bretagne. (2024). Bilan du 6e Programme d'Action Régional Nitrates de Bretagne (p. 91). DREAL Bretagne.

Dubrulle, J., Cochet, H., & Chotteau, P. (2023). Soixante-dix ans d'accroissement de la productivité physique du travail en élevage bovin allaitant : Le cas du bassin charolais. *Économie rurale*, 386(4), 87-109. https://doi.org/10.4000/economierurale.12111

Duflo, E., & Kremer, M. (2003). *Use of randomization in the evaluation of development effectiveness.* Washington D.-C. World Bank Operations Evaluation Department, 37.

Dufumier, M. (1996a). *Les projets de développement agricole : Manuel d'expertise*. Karthala/CTA.

Dufumier, M. (1996b). Systèmes agraires et politiques agricoles. In M. Sébillotte (Éd.), *Politiques agricoles/Agricultural policy*. Recherches-système en agriculture et développement rural, actes du Symposium International Montpellier, nov. 1994 (p. 926-931).

Duval, A. (2024, novembre). Décarbonation (ISSN : 2492-7775) [Terme]. Géoconfluences. Glossaire ; École normale supérieure de Lyon. https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/decarbonation

Dziebowski, A., Guillon, E., & Hamman, P. (2023). *Idées reçues sur la méthanisation agricole*. Le Cavalier Bleu.

Esnouf, A., Brockmann, D., & Cresson, R. (2021). Analyse du cycle de vie du biométhane issu de ressources agricoles. Rapport d'ACV. (p. 170). INRAE Transfert.

Faivre-Dupaigre, B., & Fourmann, E. (2025). *Grandeur et décadence de l'analyse économique des projets. L'analyse économique à jeter aux orties ?*, 348, 43.

Ferrière, J.-M., Fauveau, C., Chabanet, G., Stoll, J., Hoffmann, M., Risoud, B., Farruggia, A., & Forin, G. (1997). L'analyse énergétique à l'échelle de l'exploitation agricole. Méthode, apports et limites. *Association Francophone pour les Prairies et Fourrages*. https://afpf-asso.fr/article/numero-non-thematique-57?a=1288

Fouquet, A. (2009). L'Évaluation des politiques publiques. Concepts et enjeux. In S. Trosa (Éd.), *Évaluer les politiques publiques pour améliorer l'action publique : Une perspective internationale* (p. 21-33). Institut de la gestion publique et du développement économique. https://doi.org/10.4000/books.igpde.1278

Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoeft, M., Simmons, S., Allen, P., Altieri, M., Flora, C., & Poincelot, R. (2003). Agroecology: The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22, 99-118. https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10

Fressoz, J.-B. (2014). *Pour une histoire désorientée de l'énergie.* 25èmes Journées Scientifiques de l'Environnement - L'économie verte en question, Feb. 2014, Créteil, France. https://hal.science/hal-00956441

Friedrich, B., Schink, B., & Thauer, R. (2012). *Bioenergy: Chances and Limits—Executive Summary and Recommendations.* Leopoldina - Nationale Akademie der Wissenschaften. https://www.leopoldina.org/en/publications/detailview/publication/bioenergie-moeglichkeiten-und-grenzen-20122013/

Garambois, N. (2011). Des prairies et des hommes : Agroécologie, création de richesse et emploi en élevage bovin. Paris, AgroParisTech, 595 p.

Garambois, N., & Devienne, S. (2012). Les systèmes herbagers économes du Bocage vendéen : Une alternative pour un développement agricole durable ? *Innovations Agronomiques*, 22, 117. https://doi.org/10.17180/v49b-r274

Garambois, N. (2019). Méthode d'analyse-diagnostic agraire [Cours de 3ème année.].

Garambois, N., Réguer, I., Pirard, N., & Schruijer, F. (2022). Transition énergétique et durabilité de l'agriculture : Les limites et paradoxes du développement de la méthanisation agricole. Etude comparée en Bretagne et Grand Est. *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement*, 55. https://doi.org/10.4000/tem.9710

GIEC. (2011). Sources d'énergies renouvelables et atténuation du changement climatique—Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/

Gittinger, J. P. (1985). *Analyse économique des projets agricoles* (2ème). Economica: The World Bank.

Gliessman, S. (2018). Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 599-600. https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329

Gouvernement. (2022). Dossier de presse—Plan de sobriété énergétique (p. 50). Gouvernement.

Grandell, L., Hall, C. A. S., & Höök, M. (2011). Energy Return on Investment for Norwegian Oil and Gas from 1991 to 2008. *Sustainability*, 3(11), 2050-2070. https://doi.org/10.3390/su3112050

GRDF. (2024). Projet Méthanisation. La dynamique du marché. projet-methanisation. https://projet-methanisation.grdf.fr/

GRDF. (2025). Biomethane Purchase Agreements (BPA) : Types, avantages. projet-methanisation. https://projet-methanisation.grdf.fr/la-methanisation/la-vente-du-biomethane/les-biomethane-purchase-agreements-bpa

Griffon, M. (2014). L'agroécologie, un nouvel horizon pour l'agriculture. Études, décembre (12), 31-39. https://doi.org/10.3917/etu.4211.0031

Griffon, M. (2017). Éléments théoriques en agroécologie : L'intensivité écologique. *OCL,* 24(3), Article 3. https://doi.org/10.1051/ocl/2017016

Grouiez, P., Berthe, A., Fautras, M., Issehnane, S., & Hugonnet, M. (2020). Revenus issus de la méthanisation agricole dans un contexte de développement de l'injection. Analyse. *Centre d'Etudes et de Prospectives*. 153, 4.

Grouiez, P., Debref, R., Vivien, F.-D., & Befort, N. (2023). The complex relationships between non-food agriculture and the sustainable bioeconomy: The French case. *Ecological Economics*, 214, 107974. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107974

Hall, C. A. S., Lambert, J. G., & Balogh, S. B. (2014). EROI of different fuels and the implications for society. *Energy Policy*, *64*, 141-152. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.049

Haut-commissariat à la stratégie et au plan. (2025). *Le taux d'actualisation dans l'évaluation des projets d'investissement public*. https://www.strategie-plan.gouv.fr/le-taux-dactualisation-dans-levaluation-des-projets-dinvestissement-public

Hecht, S. B. (1995). The evolution of agroecological thought. In M. A. Altieri, *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture* (2ème). Westview Press.

Howarth, R. W. (2024). The greenhouse gas footprint of liquefied natural gas (LNG) exported from the United States. *Energy Science & Engineering*, 12(11), 4843-4859. https://doi.org/10.1002/ese3.1934

Idele. (2022). Les chiffres clés du GEB. Bovins 2022. Productions lait et viande. (p. 12). Idele.

IEA. (s.d.). Data & Statistics. International Energy Agency. https://www.iea.org/data-and-statistics

INSEE. (2024). L'évolution des surplus d'azote et de phosphore − Transformations de l'agriculture et des consommations alimentaires. [En ligne] https://www.insee.fr/fr/statistiques/7728891?sommaire=7728903

INSEE. (s. d.). Définition—Tableau d'entrées-sorties / TES / TES. Consulté 17 juin 2025, à l'adresse https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1417

Institut Agro. (s. d.). Cartes des sols de Bretagne 2.0. Programme Sols de Bretagne. Consulté 23 juin 2025, à l'adresse https://geosas.fr/solsdebretagne/

IRENA. (2025a). Outlook. [En ligne] https://www.irena.org/Energy-Transition/Outlook

IRENA. (2025b). Technology. [En ligne] https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology

Jacquet, F. (1993). La réforme de 1992, un tournant dans l'histoire de la politique agricole commune. In Déméter 93 : *Économie et stratégies agricoles* (p. 13-73). Armand Colin.

Journet, M. (2004). Des systèmes herbagers économes : Une alternative aux systèmes intensifs bretons. *Fourrages*, 73, 63-88.

Journet, M., Alard, V., & Béranger, C. (Éds.). (2006). *À la recherche d'une agriculture durable—Etude de systèmes herbagers économes en Bretagne.* Quae. Editions INRA. https://www.quae.com/produit/563/9782759214877/a-la-recherche-d-une-agriculture-durable

Jutteau, P., Anzalone, G., Lacquement, G., & Mazaud, C. (2024). The social profile of biogas farmers in their respective territories: Research, design and methodology. In T. Meyer & F. Weber (Éds.), *Energy geographies: Negociating the French-German interface*. (p. 219-242). Springer Nature Switzerland.

Knoepfel, P., Larrue, C., Varone, F., & Hill, M. (2007). Evaluating policy effects. In *Public Policy Analysis* (p. 221-250). Bristol University Press. https://doi.org/10.46692/9781847422309.015

Kroll, J. C. (1987). *Politique agricole et relations internationales : Les enjeux en France et dans la C.E.E. depuis 1945.* Syros.

Kroll, J.-C., & Pouch, T. (2012). Régulation versus dérégulation des marchés agricoles : La construction sociale d'un clivage économique. *L'Homme & la Société*, 183184(1), 181-206. https://doi.org/10.3917/lhs.183.0181

Kroll, J.-C., & Trouvé, A. (2012). Faut-il encore réguler les marchés agricoles ? L'exemple des quotas laitiers. *Économie appliquée*, *65*(4), 141-171. https://doi.org/10.3406/ecoap.2012.3622

Kroll, J.-C., Trouvé, A., & Deruaz, M. (2011). *Quelle perspective de régulation après la sortie des quotas ? Faut-il encore une politique laitière européenne* (p. 42) [Rapport financé par le Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt]. Centre d'Economie et de Sociologie appliquées à l'Agriculture et aux Espaces Ruraux. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31129.42086

Kubiszewski, I., Cleveland, C. J., & Endres, P. K. (2010). Meta-analysis of net energy return for wind power systems. *Renewable Energy*, *35*(1), 218-225. https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.01.012

Kühn, T. S. (1972). *La Structure des révolutions scientifiques*. Flammarion, Paris, 284 p.

Laboubee, C., Couturier, C., Bonhomme, S., Damiano, A., Hruschka, S., Tignon, E., Paillard, E., Lelievre, P., Vrignaud, G., Dumas Larfeil, C., & Durox, C. (2020). Methalae : Comment la méthanisation peut être un levier pour l'agroécologie ? *Innovations Agronomiques*, 79, 373-390.

Lambaré, P., Dervillé, M., & You, G. (2018). Quelles conditions d'accès au marché des éleveurs après les quotas laitiers ?. *Économie rurale*, 364(2), 55-71. https://doi.org/10.4000/economierurale.5525

Lamnatou, C., Nicolaï, R., Chemisana, D., Cristofari, C., & Cancellieri, D. (2019). Biogas production by means of an anaerobic-digestion plant in France: LCA of greenhouse-gas emissions and other environmental indicators. *The Science of the Total Environment*, *670*, 1226-1239. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.211

Landais, E. (1992). Principes de modélisation des systèmes d'élevage. Approches graphiques. *Les Cahiers de la Recherche Développement*, 32, Article 32.

Lapierre, O., & Brette, C. (1981). Utilisation du lisier de porc dans une zone à forte densité de production porcine. *Logement et environnement*, 59-68.

Launay, C., Houot, S., Frédéric, S., Girault, R., Levavasseur, F., Marsac, S., & Constantin, J. (2022). Incorporating energy cover crops for biogas production into agricultural systems: Benefits and environmental impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(4), 57. https://doi.org/10.1007/s13593-022-00790-8

Le Guen, G., & Damiano, A. (2013). Le développement de la méthanisation dans l'Ouest de la France. *Sciences Eaux & Territoires*, 3, 30. https://doi.org/10.3917/set.012.0030

Les services de l'État en Ille-et-Vilaine. (2022). Agriculture | Aide à la trésorerie des exploitations d'élevage porcin. Les services de l'État en Ille-et-Vilaine. [En ligne] https://www.ille-et-vilaine.gouv.fr/Actualites/Espace-presse/Archives/2022/Agriculture-Aide-a-la-tresorerie-des-exploitations-d-elevage-porcin

Leroux, P. (1987). Les Plans d'Amélioration Matérielle : Première année d'application en France. *Économie rurale*, 182(1), 69-74. https://doi.org/10.3406/ecoru.1987.3870

Leroy, A.-H. (2017). *Diagnostic agro-économique dans une région de la Pénéplaine Bretonne nord [Mémoire de fin d'étude]* (p.70). AgroParisTech.

Lesselingue, L. (2016). *La Cooperl, 50 ans d'audace et de passion* (Cooperl, Éd.; Cooperl)

Levavasseur, F., Martin, L., Boros, L., Cadiou, J., Carozzi, M., Martin, P., & Houot, S. (2023). Land cover changes with the development of anaerobic digestion for biogas production in France. *GCB Bioenergy*, 15(5), 630-641. https://doi.org/10.1111/gcbb.13042

Lhoste, P. (1984). Le diagnostic sur le système d'élevage. *Cahiers de la Recherche-Développement*. https://agritrop.cirad.fr/447501/

Little, I. M. D., & Mirrlees, J. A. (1969). *Manuel d'analyse des projets industriels dans les pays en développement. Vol. 2, L'analyse coûts-avantages du point de vue de la collectivité*. OCDE. Paris.

Lüker-Jans, N., Simmering, D., & Otte, A. (2017). The impact of biogas plants on regional dynamics of permanent grassland and maize area. The example of Hesse, Germany (2005–2010). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 241, 24-38. https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.02.023

Maldonado, S. (2020). The Importance of New "Sand-to-Silicon" Processes for the Rapid Future Increase of Photovoltaics. *ACS Energy Letters*, 5(11), 3628-3632. https://doi.org/10.1021/acsenergylett.0c02100

Malet, N. (2022). Retour au sol ou méthanisation agricole : Quelle est la stratégie de gestion de la biomasse la plus efficace pour atténuer les émissions de CO2 ? [Thèse de doctorat, Bordeaux]. https://theses.fr/2022BORD0361

Malet, N., Pellerin, S., Girault, R., & Nesme, T. (2023). Does anaerobic digestion really help to reduce greenhouse gas emissions? A nuanced case study based on 30 cogeneration plants in France. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135578. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135578

Marché du Porc. (s. d.). Marché du Porc de Plérin. Consulté 20 juin 2025, à l'adresse https://www.marche-porc-francais.com/

Maredia, M. K., Byerlee, D., & Anderson, J. R. (2000). *Ex Post Evaluation of Economic Impacts of Agricultural Research Programs: A Tour of Good Practice.* https://hdl.handle.net/10947/503

Mazoyer, M. (1987). Dynamique des systèmes agraires. Rapport de synthèse présenté au Comité des systèmes agraires.

Mazoyer, M., & Roudart, L. (2002). *Histoire des agricultures du monde : Du néolithique à la crise contemporaine*. Éditions du Seuil.

Michau, J., Laurent, Q., Jordan-Meille, L., Salducci, X., Morel, C., Nesme, T., & Plat, B. (2019). Meth@+ Modéliser le développement d'un système innovant de méthanisation collective et à hautes performances environnementales à l'échelle d'un micro-territoire. *Innovations Agronomiques* 71, 275-293. https://doi.org/10.15454/GF5DVN

Ministère chargé de l'Energie. (2024). Stratégie française pour l'énergie et le climat. Programmation pluriannuelle de l'énergie (2025-2030, 2031-2035). Projet de PPE3 soumis à concertation. (p.173).

Ministère de l'Agriculture. (2025). Liste des Organisations de Producteurs Lait janvier 2025. Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. (2022). La PAC en un coup d'œil. La Politique Agricole Commune 2015-2022. (p. 84). Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (2023a). Infographie - La PAC 2023-2027 : Montant annuel par pays. https://agriculture.gouv.fr/infographie-la-politique-agricole-commune-2021-2027-montant-annuel-par-pays

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (2023b). Toutes les mesures de la PAC 2023-2027. Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. https://agriculture.gouv.fr/la-nouvelle-pac-2023-2027

Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche. (2010). Note de service DGPAAT/SDPM/N2010-3025. Dispositif d'aide à la mise aux normes des bâtiments d'élevage porcin en vue de l'application des normes relatives au bien-être des truies gestantes pour l'année 2010. (p. 27). Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche.

Ministère de l'Aménagement du territoire, & ministère de la Transition écologique. (2024). Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) | Ministère de l'Aménagement du territoire et de la décentralisation et ministère de la Transition écologique, de la biodiversité, de la forêt, de la mer et de la pêche. https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-bas-carbone-snbc

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. (2017). Loi de transition énergétique pour la croissance verte. https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/loi-transition-energetique-croissance-verte

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. (2023, novembre 1). Projet de décret relatif à l'obligation de restitution de certificats de production de biogaz. Consultations publiques. https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/projet-de-decret-relatif-a-l-obligation-de-a2934.html

Ministère de la Transition écologique et solidaire. (2020). Stratégie française pour l'Energie et le Climat—Programmation Pluriannuelle de l'Energie : 2019-2023, 2024-2028. Ministère de la transition écologique et solidaire, 400 p.

Ministère de la Transition énergétique. (2023). Dossier de presse—Sobriété énergétique, un an après, on continue. (p. 24). Ministère de la Transition énergétique.

Ministère de l'Ecologie, & ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. (2013). Le Plan Energie Méthanisation Autonomie Azote. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.

Moeller, D., & Murphy, D. (2016). Net Energy Analysis of Gas Production from the Marcellus Shale. *Biophysical Economics and Resource Quality*, 1(1), 1-13.

Moletta, R. (2015). *La méthanisation* (3e édition). Éd. Tec & doc.

Möller, K. (2015). Effects of anaerobic digestion on soil carbon and nitrogen turnover, N emissions, and soil biological activity. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 1021-1041. https://doi.org/10.1007/s13593-015-0284-3

Möller, K., & Müller, T. (2012). Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences*, 12(3), 242-257. https://doi.org/10.1002/elsc.201100085

Morsel, N. (2024). Les systèmes agro-pastoraux économes : Élevage et agroécologie en régions de moyenne montagne et de piémont méditerranéen [Thèse, Université Paris-Saclay]. https://pastel.hal.science/tel-04539425

Moufle, A., & Poisson, O. (2024). Entre expansion des grandes cultures et développement de la production d'énergie : La disparition des exploitations laitières. Impact de la méthanisation sur le développement agricole de l'Est du Pays de Chaumont. [Mémoire de fin d'étude]. AgroParisTech.

NaTran. (2025). *Méthanisation : Le rôle clé des rebours | natrangroupe.com*. https://www.natrangroupe.com/medias/actualites/rebours-methanisation-article-pedagogique-natran

ODRE. (2025). Observatoire du biométhane. Nouvelle version. Open Data Réseaux Énergies (ODRÉ). [En ligne] https://odre.opendatasoft.com/pages/observatoire-biomethane-v2/implantation-des-sites#implantation-des-sites-rebours

OEB. (2017). Gisement de biomasse en Bretagne : Les effluents d'élevage. *OEB - Observatoire de l'environnement en Bretagne.* [En ligne] https://bretagne-environnement.fr/donnees-gisement-biomasse-bretagne-effluents-elevage

OEB. (2019). Le plan biogaz en Bretagne-Pays de la Loire | Observatoire de l'environnement en Bretagne. [En ligne] https://bretagne-environnement.fr/plan-biogaz-bretagne-pays-loire-article

OEB. (2025). Le climat breton. *Observatoire de l'Environnement en Bretagne*. [En ligne] https://bretagne-environnement.fr/collection-cartographique/climat-breton

Palle, A. (2019). L'Union européenne de la transition à la sécurité énergétique ? *Revue internationale et stratégique*, *113*(1), 155-165. https://doi.org/10.3917/ris.113.0155

Pham, H. V., & Berriet-Solliec, M. (2018). La politique de développement rural en France. Premières analyses des programmes de développement rural dans les régions françaises métropolitaines sur la période 2014-2020. *Économie rurale*, 363(1), 141-159. https://doi.org/10.4000/economierurale.5450

Pirard, N., & Schruijer, F. (2020). « L'essor des usages non alimentaires des productions agricoles, un levier ou un frein pour la transition agroécologique ? » Diagnostic agraire en Champagne Crayeuse Auboise. [Mémoire de fin d'étude]. AgroParisTech.

Pöschl, M., Ward, S., & Owende, P. (2010). Evaluation of energy efficiency of various biogas production and utilization pathways. *Applied Energy*, 87(11), 3305-3321. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.05.011

Pradel, M., & Boffety, D. (2012). Quels indicateurs et solutions technologiques adaptés pour évaluer finement les performances énergétiques des exploitations agricoles ? *Sciences Eaux Territoires*, Numéro 7(2), 16-28.

Ramognino, N. (2013). Des réflexions sur quelques controverses à propos de l'analyse qualitative en sociologie. *SociologieS*. https://doi.org/10.4000/sociologies.4276

Reboul, C. (1976). Mode de production et systèmes de culture et d'élevage. *Economie rurale*, 112, 55-65.

Recous, S., Ferchaud, F., & Houot, S. (2016). La valorisation énergétique des biomasses peut-elle changer l'équilibre des cycles biogéochimiques dans les sols cultivés ? *Innovations Agronomiques*, 54, 41. https://doi.org/10.15454/1.5137734096127456E12

Région Bretagne. (s. d.). Transition verte. Région Bretagne. Consulté 19 juillet 2023, à l'adresse https://www.bretagne.bzh/br/aides/fiches/transition-verte/

Région Bretagne. (2019, octobre 2). Communiqué · Une stratégie collective au service de la transition énergétique. Région Bretagne. https://www.bretagne.bzh/presse/communiques-dossiers/une-strategie-collective-au-service-de-la-transition-energetique/

Région Bretagne. (2024). L'agriculture bretonne, unique et plurielle. Région Bretagne. https://www.bretagne.bzh/actions/economie-emploi/agriculture-agroalimentaire/

Région Bretagne. (2025). *Méthanisation en Bretagne. Etat des lieux, perspectives & recommandations sous l'angle de 10 controverses.* (p.56). Région Bretagne, Solagro, ACE méthanisation, ESA.

Réguer, I. (2020). La méthanisation agricole et l'impact des politiques énergétiques en France : Le cas du nord-ouest du Bassin versant de la Vilaine [Mémoire de Master 2]. AgroParisTech.

Réguer, I. (2024). Anaerobic digestion and sustainability of agriculture in brittany: Research at the crossroads of geography and agro-economics for assessing the impact of french energy policies. In T. Meyer & F. Weber (Éds.), *Energy geographies: Negotiating the French-German Interface.* (p. 219-242). Springer Nature Switzerland.

Réguer, I., & Garambois, N. (2025). La méthanisation agricole en Bretagne : Différenciation socio-spatiale et politiques publiques. *Annales de Géographie*, *766*.

Risoud, B. (1999). Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles. *Économie rurale*, 252(1), 16-27. https://doi.org/10.3406/ecoru.1999.5096

Risoud, B. (2002). Analyse énergétique d'exploitations agricoles et pouvoir de réchauffement global. Méthode et résultats sur 140 fermes françaises. [Rapport Technique] Etude pour l'ADEME 9975030.

Risoud, B., & Chopinet, B. (1999). Efficacité énergétique et diversité des systèmes de production agricole—Application à des exploitations bourguignonnes. *Ingénieries eau-agriculture-territoires*, 20, 17-25.

RTE. (2025). Bilan électrique 2024. Les prix de l'électricité. Réseau de Transport d'Electricité (RTE).

SDES. (2020). Chiffres clés des énergies renouvelables. Edition 2020. DataLab. (p. 92). Service des Données et études Statistiques (SDES). Ministère de la transition écologique et solidaire.

SDES. (2024a). Chiffres clés de l'énergie. Édition 2024. Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports. Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-de-lenergie-edition-2024

SDES. (2024b). Chiffres clés des énergies renouvelables. Édition 2024. Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports - Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-des-energies-renouvelables-edition-2023

SDES. (2025a). Chiffres clés de l'énergie. Édition 2025. Statistique publique de l'énergie, des transports, du logement et de l'environnement. Service des Données et Etudes Statistiques (SDES). https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie/fr/

SDES. (2025b). Chiffres clés des énergies renouvelables. Édition 2025. Statistique publique de l'énergie, des transports, du logement et de l'environnement. Service des Données et Etudes Statistiques (SDES). https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energies-renouvelables/fr/

SDES. (2025c, avril 28). Bilan énergétique de la France en 2024. Données provisoires. Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-energetique-de-la-france-en-2024-donnees-provisoires-0

Sébillotte, M. (1977). Jachère, système de culture, système de production, méthodologie d'étude. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 24(2), 241-264. https://doi.org/10.3406/jatba.1977.3287

Sénat. (2021). Rapport d'information sur « la méthanisation dans le mix énergétique : Enjeux et impacts ». Par M. Daniel Salmon. Session extraordinaire de 2020-2021. Enregistré à la Présidence du Sénat le 29 septembre 2021. (872; p. 225). Sénat.

SINOE. (2025). Carte des unités de méthanisation et de biogaz. SINOE. ADEME. https://eci-sig.ademe.fr/adws/app/bb11ce07-5cc9-11eb-a8fe-7dd6c4f9bb1d/index.html

SSP-FranceAgriMer. (2024). La production de lait par vache en Bretagne. Prix moyen payé aux producteurs (en euro/1000litres).

Teffène, O., Rieu, M., Dagorn, J., Mainsant, P., Marouby, H., & Porin, F. (1998). Trente ans d'évolution du secteur porcin en France. De l'autarcie à la compétitivité internationale. *Journées Rech. Porcine en France*, 30, 133-152.

Thomsen, I., Olesen, J., Møller, H., Sørensen, P., & Christensen, B. (2013). Carbon dynamics and retention in soil after anaerobic digestion of dairy cattle feed and faeces. *Soil Biology and Biochemistry*, 58, 82-87. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.11.006

Trouvé, A. (2019). La Politique Agricole Commune. [Cours de 3ème année.].

Trouvé, A., Dervillé, M., Mercier Gouin, D., Pouch, T., Briot, X., Fink-Kesslera, A., Kroll, J.-C., Lambaré, P., Rat-Aspert, O., & Jongeneel, R. (2016). *Étude sur les mesures contre les déséquilibres de marché : Quelles perspectives pour l'après quotas dans le secteur laitier européen ?* (p. 293). Marché référencé SSP-DGPAAT-2014-027, rapport pour le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. https://agriculture.gouv.fr/etude-sur-les-mesures-contre-les-desequilibres-de-marche-quelles-perspectives-pour-lapres-quotas

Tuna Kayılı, M., Veer, F., & Çelebi, G. (2016). Assessment of the energy savings and CO2 emissions reduction of glass structures through alternative demolition scenarios. *Glass Structures & Engineering*, 1(2), 435-449. https://doi.org/10.1007/s40940-016-0024-3

UNDESA. (1992). Action 21—Chapitre 8. United Nations Department of Economic and Social Affairs. https://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/action8.htm

Vellas, P. (1958). La conférence de Stresa et la politique agricole européenne. *Politique étrangère*, 23(5), 480-487. https://doi.org/10.3406/polit.1958.2433

Vergara, F., & Lakes, T. (2019). Maizification of the Landscape for Biogas Production? [Working paper]. Humboldt-Universität Zu Berlin, 27. https://doi.org/10.18452/20977

Voisin, A. (1957). *La productivité de l'herbe*. Edition originale de 1957. Editions France Agricole, Paris, 439 p.

Vue, S., & Garambois, N. (2017). Politique énergétique allemande et agriculture au Jura souabe : Denrées agricoles ou méthane ? *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, 362, Article 362. https://doi.org/10.4000/economierurale.5363

Walmsley, T. G., Walmsley, M. R. W., & Atkins, M. J. (2017). Energy Return on energy and carbon investment of wind energy farms: A case study of New Zealand. *Journal of Cleaner Production*, *167*, 885-895. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.040

WCED. (1987). Our Common Future—Brundtland's Report—World Commision on Environment and Development (p. 383). United Nations.

Wentzel, S., Schmidt, R., Piepho, H.-P., Semmler-Busch, U., & Joergensen, R. G. (2015). Response of soil fertility indices to long-term application of biogas and raw slurry under organic farming. *Applied Soil Ecology*, 96, 99-107. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.06.015

Willett, G. (1996). Paradigme, théorie, modèle, schéma : Qu'est-ce donc ? Communication et organisation. *Revue scientifique francophone en Communication organisationnelle*, 10, Article 10. https://doi.org/10.4000/communicationorganisation.1873

Yara France (Réalisateur). (2022, juin 28). La fabrication de l'ammonitrate en France [Enregistrement vidéo]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=H48dn1R8GwI

Zhu, T., Curtis, J., & Clancy, M. (2019). Promoting agricultural biogas and biomethane production: Lessons from cross-country studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 114, 109332. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109332

Textes de droit

Droit de l'Union européenne

Directives

- Directive 91/676/CEE du Conseil, du 12 décembre 1991, concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles, JOCE L 375 du 31 décembre 1991.
- Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, JOUE L 327 du 22 décembre 2000.
- Directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, JOUE L 140 du 5 juin 2009.
- Directive (UE) 2023/2413 du Parlement européen et du Conseil du 18 octobre 2023 modifiant la directive (UE) 2018/2001, JOUE L 2023/2413 du 31 octobre 2023.

Règlements

- Règlement (CE) n° 1257/1999 du Conseil du 17 mai 1999 relatif au soutien au développement rural par le FEOGA, JOCE L 160 du 26 juin 1999.

Décisions

- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la Commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs, JOUE L 43 du 21 février 2017.

Droit interne français

Lois

- Loi n° 60-808 du 5 août 1960 d'orientation agricole, JO du 7 août 1960.
- Loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique, JO du 14 juillet 2005.
- Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, JO du 5 août 2009.
- Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, JO du 18 août 2015.
- Loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 relative à la transparence et à la lutte contre la corruption, JO du 10 décembre 2016.

- Loi n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire, JO du 1er novembre 2018.

Décrets

- Décret n° 2011-190 du 16 février 2011 relatif aux modalités de production et de commercialisation agricoles de biogaz, d'électricité et de chaleur par la méthanisation, JO du 19 février 2011.
- Décret n° 2016-929 du 7 juillet 2016 pris pour l'application de l'article L. 541-39 du code de l'environnement, JO du 8 juillet 2016.
- Décret n° 2022-640 du 25 avril 2022 relatif aux certificats de production de biogaz, JO du 26 avril 2022.
- Décret n° 2024-718 du 6 juillet 2024 relatif à l'obligation de restitution de certificats de production de biogaz, JO du 7 juillet 2024.

Arrêtés

- Arrêté du 25 octobre 1982 relatif à l'élevage, à la garde et à la détention des animaux, JO du 10 novembre 1982.
- Arrêté du 4 mars 1996 relatif aux programmes d'action à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, JO du 3 avril 1996.
- Arrêté du 16 janvier 2003 établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs, JO du 22 janvier 2003.
- Arrêté du 7 février 2005 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les élevages de bovins, de volailles et/ou de gibier à plumes et de porcs soumis à autorisation au titre du livre V du code de l'environnement, JO du 1 juin 2005.
- Arrêté du 10 novembre 2009 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation soumises à déclaration sous la rubrique n° 2781-1, JO du 26 novembre 2009.
- Arrêté du 10 novembre 2009 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation en application du titre Ier du livre V du code de l'environnement, JO du 26 novembre 2009.
- Arrêté du 12 août 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2781-1 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, JO du 21 août 2010.

- Arrêté du 19 mai 2011 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent le biogaz, JO du 21 mai 2011.
- Arrêté du 23 novembre 2011 fixant la part du montant des valorisations financières des garanties d'origine venant en réduction des charges de service public portant sur l'achat de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel donnant droit à compensation, JO du 24 novembre 2011.
- Arrêté du 27 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n°s 2101 et 3660 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, JO du 31 décembre 2013.
- Arrêté du 13 décembre 2016 fixant les conditions d'achat pour l'électricité produite par les installations utilisant à titre principal le biogaz produit par méthanisation de déchets non dangereux et de matière végétale brute implantées sur le territoire métropolitain continental d'une puissance installée strictement inférieure à 500 kW telles que visés au 4° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie, JO du 14 décembre 2016.
- Arrêté du 10 juin 2023 fixant les conditions d'achat du biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel, JO du 13 juin 2023.

Circulaires

- Circulaire du 11 septembre 2003 relative au programme d'action nitrates, BO du ministère de l'Agriculture.

Table des illustrations

Figure 1 : Production primaire d'énergies renouvelables par filière en 2024. Réalisation : Réguer, 2025. Source des données : SDES, 2025. 22
Figure 2 : Evolution de la consommation primaire de biogaz. Source : SDES, 2025. 22
Figure 3 : Localisation des méthaniseurs en Bretagne en 2015, 2019 et 2025 26
Figure 4 : Évolution du nombre de méthaniseurs et de la production potentielle d'énergie associée en Bretagne entre 2010 et 2023 (d'après : AILE, 2024) 27
Figure 5 : Proportion de sols limoneux en surface et localisation des méthaniseurs en 2025. 29
Figure 6 : Carte indiquant la densité des vaches laitières en 2020 en Bretagne (Source : DRAAF, 2021) 40
Figure 7 : Carte indiquant la densité de porcins en Bretagne (Source : DRAAF, 2022) 40
Figure 8 : Carte de localisation des méthaniseurs de Bretagne et des deux petites régions d'étude. 41
Figure 9 : Proportion de sols limoneux en surface, localisation des méthaniseurs et des petites régions d'étude. 42
Figure 10 : Représentation schématique de la méthodologie employée, des disciplines mobilisées et des objectifs recherchés. 44
Figure 11 : Concept de système de production, avec et sans système de méthaniseur. Réalisation : Réguer, 2025. Adapté de : Garambois, 2019 et Devienne, 2019a. 51
Figure 12 : Méthode de modélisation des copropriétés de méthaniseur et des systèmes de production associés 52
Figure 13 : Représentation schématique de la valeur ajoutée nette et du revenu agricole (adapté d'après : Cochet, 2011) 54
Figure 14 : Décomposition de la valeur ajoutée nette par actif et du revenu agricole par actif familial. 55
Figure 15 : Représentation graphique de la valeur ajoutée nette ou du revenu agricole par actif en fonction de la surface par actif 55
Figure 16 : Représentation schématique de l'articulation entre le diagnostic agraire et l'évaluation économique d'impact 66
Figure 17 : Diagrammes ombrothermiques au niveau des stations de Rennes et de Quintenic (Source : Météo-France, Réalisation : Réguer I., 2025) 75
Figure 18 : Carte du réseau hydrographique et du matériau parental des sols de la petite région d'étude située au nord-ouest du bassin versant de la Vilaine 77
Figure 19 : Toposéquence du motif paysager à interfluves larges à l'Ouest du bassin rennais 78
Figure 20 : Paysages ouverts en cœur d'interfluve large, à Chavagne et à Iffendic. Photos : Réguer I., 2025, 2020. 79

Figure 21 : Paysage au niveau de la vallée du Meu, à Gaël. Photo : Réguer I., 2020. 80
Figure 22 : Toposéquence d'un motif paysager à interfluve étroit à l'Ouest du bassin rennais 81
Figure 23 : Paysage vallonné, interfluve étroit, à Langouet. Photo : Réguer I., 2020 82
Figure 24 : Comparaison des unités paysagères par photos aériennes 83
Figure 25 : Carte du réseau hydrographique et du matériau parental des sols de la petite région d'étude située à l'est du bassin versant du Gouessant (Réalisation : Réguer I., 2025) 85
Figure 26 : Paysage ouvert, relief aplani, en cœur d'interfluve large. Photo : Réguer I., 2024. 87
Figure 27 : Versant d'un affluent du Gouessant, à Andel. Photo : Réguer I., 2024. 87
Figure 28 : Rotations culturales typiques dans les deux petites régions d'étude durant les années 1945-1950. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 90
Figure 29 : Rotations culturales typiques dans les deux petites régions d'étude durant les années 1960. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 98
Figure 30 : Evolution type du fonctionnement des grandes exploitations des interfluves larges à l'Ouest du bassin rennais jusqu'aux années 1970. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 102
Figure 31 : Evolution type du fonctionnement des grandes exploitations des interfluves larges à l'Est du bassin du Gouessant jusqu'aux années 1970. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 103
Figure 32 : Différenciation schématique des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais entre 1945 et 1960. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 106
Figure 33 : Différenciation schématique des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant entre 1945 et 1960. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 108
Figure 34 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin rennais jusqu'à 1984. 111
Figure 35 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin rennais jusqu'à 1990. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 114
Figure 36 : Arbre de différenciation simplifié des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais entre 1945 et 1990. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 116
Figure 37 : Mouvement des 7 bandes de truies et de porcelets au sein des différents bâtiments spécialisés. Extrait de Réguer, 2020. 120
Figure 38 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin du Gouessant jusqu'aux années 1980. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 121
Figure 39 : Arbre de différenciation simplifié des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant entre 1945 et 1990. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 124

Figure 40 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin rennais jusqu'aux années 2000. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 131
Figure 41 : Arbre de différenciation des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais entre 1980 et 2006. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 134
Figure 42 : Evolutions types du fonctionnement des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin du Gouessant jusqu'aux années 2000. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 138
Figure 43 : Arbre de différenciation des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant entre les années 1980 et 2000. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 143
Figure 44 : Évolution du prix du lait en monnaie constante entre 1990 et 2020 (Source : série IPPAP, INSEE, 2024) 151
Figure 45 : Indice des prix du lait, des céréales et des tourteaux en monnaie constante (Source : séries IPPAP, IPAMPA, INSEE, 2025) 152
Figure 46 : Évolution du nombre de vaches laitières et de la production de lait livré par vache et par an en Bretagne entre 2010 et 2024 (Source : Agreste, 2025 ; Réalisation : Réguer I., 2025) 155
Figure 47 : Evolutions types de l'assolement, des rotations et du système d'élevage des plus grandes exploitations des interfluves larges du bassin rennais jusqu'aux années 2020. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 158
Figure 48 : Arbre de différenciation des systèmes de production entre les années 1990 et 2020 à l'Ouest du bassin rennais. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 159
Figure 49 : Évolution des prix réels du lait conventionnel et du lait biologique en monnaie constante en France métropolitaine entre 2017 et 2024. (Sources : Enquête Mensuelle Laitière SSP/FranceAgriMer, 2025) 160
Figure 50 : Robot d'alimentation. Photo : Réguer I., 2024. 162
Figure 51 : Indice des prix de la viande porcine, de l'alimentation porcine, des céréales et de l'électricité en monnaie constante. (Source : séries IPPAP, IPAMPA, INSEE, 2025) 167
Figure 52 : Evolutions types de l'assolement, des rotations et du système d'élevage des plus grandes exploitations porcines en coeur d'interfluve large du bassin du Gouessant jusqu'aux années 2020. Sources : enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 170
Figure 53 : Arbre de différenciation des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais jusqu'à la période actuelle. Sources : Enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 171
Figure 54 : Caractérisation des exploitations mettant en œuvre le système de production SP2-bis 175
Figure 55 : Caractérisation des exploitations mettant en œuvre le système de production SP3 180

Figure 56 : Caractérisation des exploitations mettant en œuvre le système de production SP6 185
Figure 57 : Caractérisation des exploitations en agriculture biologique mettant en œuvre le système de production SP12.AB 189
Figure 58 : Caractérisation des exploitations mettant en œuvre le système de production SP10 192
Figure 59 : Caractérisation des exploitations en élevage bovin allaitant mettant en œuvre le système de production SP15 196
Figure 60 : Caractérisation des exploitations porcines mettant en œuvre le système de production SP13 200
Figure 61 : Arbre de différenciation des systèmes de production jusqu'à la période actuelle à l'Est du bassin du Gouessant. Sources : Enquêtes. Réalisation : Réguer I., 2025. 202
Figure 62 : Organisation de la conduite du cheptel porcin en 21 bandes. 205
Figure 63 : Caractérisation des exploitations porcines mettant en œuvre le système de production SPNE1 208
Figure 64 : Caractérisation des exploitations porcines mettant en œuvre le système de production SPNE4 213
Figure 65 : Truies conduites sur paille dans un bâtiment récent à l'Est du bassin du Gouessant. Photo : Réguer, I., 2023. 217
Figure 66 : Caractérisation des exploitations porcines mettant en œuvre le système de production SPNE8 219
Figure 67 : Caractérisation des exploitations laitières mettant en œuvre le système de production SPVL1 224
Figure 68 : Composition détaillée du produit brut, des consommations intermédiaires et de capital fixe dans une petite sélection de systèmes de production du bassin rennais 231
Figure 69 : Composition détaillée du produit brut, des consommations intermédiaires et de capital fixe dans une petite sélection de systèmes de production du bassin du Gouessant 231
Figure 70 : Revenu agricole net médian par actif familial et part des subventions pour une petite sélection de systèmes de production à l'Ouest du bassin renais. 235
Figure 71 : Revenu agricole net médian par actif familial et part des subventions pour une petite sélection de systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant. 235
Figure 72 : Comparaison des niveaux de soutien de la PAC par hectare à l'Ouest du bassin rennais. 237
Figure 73 : Comparaison des niveaux de soutien de la PAC par hectare à l'Est du bassin du Gouessant. 238
Figure 74 : Représentations graphiques utilisées pour représenter les résultats économiques des systèmes de production 239

Figure 75 : Revenu agricole, avant impôts et après prélèvement de la MSA, par actif familial en fonction de la superficie par actif familial des systèmes de production à l'Ouest du bassin rennais 243
Figure 76 : Revenu agricole, avant impôts et après prélèvement de la MSA, par actif familial en fonction de la superficie par actif familial des systèmes de production à l'Est du bassin du Gouessant 247
Figure 77 : Effet de variations du prix du lait sur le revenu agricole net par actif familial à l'Ouest du bassin rennais. 249
Figure 78 : Effet de variations du prix du lait sur le revenu agricole net par actif familial à l'Est du bassin du Gouessant 250
Figure 79 : Différenciation socio-technique simplifiée, localisation et date d'installation des méthaniseurs, à l'Ouest du bassin rennais. 258
Figure 80 : Différenciation socio-technique simplifiée, localisation et date d'installation des méthaniseurs, à l'Est du bassin du Gouessant 259
Figure 81 : Micro-méthaniseur. Photo : Réguer I., 2023. 261
Figure 82 : Biodigesteur passif. Photo : Réguer I., 2023 262
Figure 83 : Séchoir connecté au méthaniseur. Photo : Réguer, I., 2023. 265
Figure 84 : Biomasse mobilisée pour plusieurs méthaniseurs en fonction de l'énergie produite par unité de surface totale et par unité de surface dédiée à l'énergie. *(Adapté de : Réguer & Garambois, sources : enquêtes)* 267
Figure 85 : Modifications des rotations observées avec l'implantation des CIVE d'hiver et d'été (*Réalisation : Réguer, 2025 ; sources : enquêtes)* 272
Figure 86 : Comparaison des modifications des systèmes de culture avec l'installation d'un méthaniseur en individuel et en copropriété (*Réalisation : Réguer, 2025 ; sources : enquêtes)* 274
Figure 87 : Évolution du calendrier de travail avec l'installation d'un méthaniseur pour quelques rotations pratiquées dans le cadre du SP2-bis 276
Figure 88 : Fonctionnement d'un enfouisseur à disques. Photo : Réguer I., 2024. 280
Figure 89 : Méthaniseur en cogénération à l'Ouest du bassin rennais. Photo : Réguer I., 2024. 283
Figure 90 : Fonctionnement des méthaniseurs de 150 kW (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*) 284
Figure 91 : Fonctionnement du système de production SP1 avec méthaniseur en cogénération de 150 kW à l'Ouest du bassin rennais 286
Figure 92 : Fonctionnement d'un méthaniseur en cogénération de 250 kW (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*) 287
Figure 93 : Fonctionnement du système de production SPVL1 sans et avec un méthaniseur de 250 kW à l'Est du bassin du Gouessant 290

Figure 94 : Méthaniseur en injection de 75 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais. Photo : Réguer I., 2024. 291
Figure 95 : Fonctionnement d'un méthaniseur en injection de 80 Nm^3/h (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*) 292
Figure 96 : Fonctionnement du système de production SP3 sans et avec un méthaniseur de 80 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais 294
Figure 97 : Fonctionnement d'un méthaniseur de 75 Nm^3/h détenu en copropriété à deux exploitations (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*) 298
Figure 98 : Fonctionnement du système de production SP2-bis sans et avec un méthaniseur de 75 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais 299
Figure 99 : Fonctionnement du système de production SP13 sans et avec un méthaniseur de 75 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais 300
Figure 100 : Fonctionnement d'un méthaniseur de 70 Nm^3/h détenu en copropriété à trois exploitations (*Réalisation : Réguer I., 2025 ; sources : enquêtes*) 302
Figure 101 : Fonctionnement du système de production SP4-bis sans et avec un méthaniseur de 70 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais 303
Figure 102 : Fonctionnement du système de production SP6 sans et avec un méthaniseur de 70 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais 304
Figure 103 : Fonctionnement global et organisation entre les exploitations détentrices d'un méthaniseur de 140 Nm^3/h et les exploitations tierces fournisseuses de biomasse. *(Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.)* 307
Figure 104 : Fonctionnement du système de production SP4 sans et avec un méthaniseur de 140 Nm^3/h à l'Ouest du bassin rennais 308
Figure 105 : Fonctionnement du système de production SP15 sans et avec un méthaniseur de 140 Nm3/h à l'Ouest du bassin rennais 309
Figure 106 : Revenus bruts médians pour des systèmes de production avec et sans méthaniseur à l'Est du bassin du Gouessant et à l'Ouest du bassin rennais 312
Figure 107 : Décomposition des consommations intermédiaires et des dépréciations de capital fixe par mégawatt heure produit en fonction du type de méthaniseur. 315
Figure 108 : Valeur ajoutée nette par actif liée à l'agriculture et à la méthanisation, et niveau des subventions à l'énergie 317
Figure 109 : Comparaison des revenus bruts médians entre les agriculteurs avec méthaniseur et sans méthaniseur à l'Ouest du bassin rennais et à l'Est du bassin du Gouessant 319
Figure 110 : Modélisation spatialisée des flux de matière entre les exploitations détenant un méthaniseur en copropriété et les exploitations tierces apporteuses de biomasse *(Réguer et Garambois, 2025).* 320
Figure 111 : Décomposition de la valeur de la production d'énergie aux prix bonifiés de l'énergie et contribution de la biomasse extérieure achetée en volume et en méthane produit (adapté de : Réguer et Garambois, 2025). 322

Figure 112 : Représentation schématique de l'échantillon initial en 2015 329
Figure 113 : Représentation schématique de l'ensemble des méthaniseurs archétypiques du bassin rennais et des systèmes de production associés en 2024 330
Figure 114 : Représentation schématique de l'ensemble des systèmes de production de l'échantillon *sans méthaniseur* en 2024. 331
Figure 115 : Représentation schématique de trajectoires de développement *avec* et *sans méthanisation* pour le système de production SP3 333
Figure 116 : Représentation schématique des trajectoires de développement *avec* et *sans méthaniseur* pour le système de production SP1 336
Figure 117 : Représentation schématique de la situation de groupe en 2015, en 2024 *avec méthaniseur* et en 2024 *sans méthaniseur* 340
Figure 118 : Schéma simplifié des principaux flux et des agents économiques concernés par la méthanisation agricole 343
Figure 119 : Schéma d'organisation de la filière gaz en France 352
Figure 120 : Schéma d'organisation de la filière électricité en France 354
Figure 121 : Schéma d'agents et modification des flux de matière *avec-sans méthanisation* 358
Figure 122 : Représentation schématique des transferts de richesse depuis les agriculteurs qui investissent vers les différentes catégories d'agents économiques qui participent à la mise en place de ce méthaniseur. *Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes.* 377
Figure 123 : Différentiels annuels *avec-sans méthaniseur* de production d'énergie (en GWh) 380
Figure 124 : Différentiel global *avec-sans méthaniseur* des surfaces en culture principale entre 2015 et 2024 381
Figure 125 : Différentiels annuels *avec-sans méthaniseur* des principales productions végétales affectées par le développement de la méthanisation 382
Figure 126 : Différentiels annuels *avec-sans méthaniseur* des principales productions animales affectées par le développement de la méthanisation 384
Figure 127 : 13 Différentiels annuels *avec-sans méthanisation* de productions finales et de valeurs ajoutées indirectes aval exprimés aux prix de référence. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes. 385
Figure 128 : Différentiels *avec-sans méthanisation* de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement exprimés aux prix de référence. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes. 388
Figure 129 : Différentiels *avec-sans méthanisation* de consommations intermédiaires et de dépenses d'investissement liés à la production d'énergie sur les exploitations aux prix de référence. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes. 391

Figure 130 : Différentiel *avec-sans méthanisation* de valeur ajoutée nette globale exprimée aux prix de référence et indices des prix spot de l'énergie. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes. 393
Figure 131 : Différentiel avec-sans méthanisation de revenus cumulés perçus par les différentes catégories d'agents économiques directement et indirectement concernés sur la période 2015-2024. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes. 396
Figure 132 : Différentiel avec-sans méthanisation du nombre d'heures de travail et d'équivalent temps plein associé en CUMA pour l'échantillon étudié. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes. 399
Figure 133 : Différentiels annuels de subventions totales versées entre 2015 et 2024. 403
Figure 134 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* de subventions par hectare versées par l'Etat et les collectivités pour la méthanisation et pour l'agriculture entre 2015 et 2024. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes. 404
Figure 135 : Bilan des revenus cumulés versés et perdus par l'Etat et les collectivités entre 2015 et 2024 pour l'agriculture et pour l'énergie avec le développement de la méthanisation. Réalisation : Réguer I., 2025. Sources : enquêtes. 405
Figure 136 : Evolution de la place des couverts, des dérobées fourragères et des CIVE dans les rotations (en pourcentage total des intercultures) dans la situation de groupe *avec méthanisation* 413
Figure 137 : Différentiel *avec-sans méthanisation* des surfaces en couverts et dérobées 413
Figure 138 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* des surfaces totales en maïs 413
Figure 139 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* de consommation directe et indirecte de carburant pour les 19 méthaniseurs du bassin rennais 415
Figure 140 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* d'énergie produite par méthanisation et d'origine agricole 424
Figure 141 : Différentiel *avec-sans méthaniseur* d'énergie directe et indirecte dépensée 425
Figure 142 : Bilan énergétique *avec-sans méthaniseur* 427
Figure 143 : Evolution réelle et projetée du nombre de méthaniseurs en injection et de leur capacité totale d'injection entre 2011 et 2030 *(Réalisation : Réguer, 2025) (Sources : SDES, 2021 à 2025 ; ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020 ; ministère chargé de l'Énergie, 2024)* 441

Table des tableaux

Tableau 1 : Nombre d'exploitations agricoles et de méthaniseurs au sein des deux petites régions agricoles. Extrait de : Réguer & Garambois (2025) 43
Tableau 2 : Emboîtement des échelles d'analyse et sous-questions de recherche associées (adapté de : Cochet, 2011 ; Réguer, 2024) 45
Tableau 3 : Comparaison des principales catégories d'exploitations agricoles dans les années 1945-1950. 95
Tableau 4 : Principales caractéristiques des systèmes de production bovins laitiers avec deux robots de traite et des rendements de 10000 à 10500 litres par lactation 176
Tableau 5 : Caractéristiques principales des systèmes de production bovins laitiers avec plus de 120 vaches, grandes salles de traite et des rendements de 9000 à 9500 litres par lactation 181
Tableau 6 : Caractéristiques principales des systèmes bovins laitiers avec 60 à 80 vaches, des rendements de 9000 à 10000 litres par lactation et un robot de traite 186
Tableau 7 : Principales caractéristiques des systèmes de production avec moins de 90 vaches, moins de 8500 litres par lactation et salle de traite à l'Ouest du bassin rennais 193
Tableau 8 : Principales caractéristiques des systèmes de production avec bovins de race allaitante à l'Ouest du bassin rennais 197
Tableau 9 : Caractérisation des systèmes de production porcins naisseur-engraisseur à l'Ouest du bassin rennais 201
Tableau 10 : Principales caractéristiques des plus grandes exploitations porcines avec fabrique d'aliments et station de traitement du lisier à l'Est du bassin du Gouessant 209
Tableau 11 : Principales caractéristiques des systèmes de production porcins avec 300 à 450 truies à l'Est du bassin du Gouessant 214
Tableau 12 : Principales caractéristiques des systèmes de production avec moins de 300 truies à l'Est du bassin du Gouessant 220
Tableau 13 : Caractérisation simplifiée des systèmes de production bovins laitiers à l'Est du bassin du Gouessant 225
Tableau 14 : Prix utilisés dans le cadre des calculs économiques menés pour chaque système de production 228
Tableau 15 : Type d'unité de méthanisation, niveau d'investissement associé et système de production dans lequel elle s'insère. Adapté de : Réguer & Garambois, 2025 260
Tableau 16 : Pouvoir méthanogène des principaux types de biomasse utilisés dans les deux régions. 266
Tableau 17 : Tableau comparé des effets d'un labour par rapport aux techniques culturales simplifiées dans les exploitations avec méthaniseur 278

Tableau 18 : Prix bonifiés de rachat de l'énergie produite par méthanisation pratiqués au sein du bassin rennais et du bassin du Gouessant. 310
Tableau 19 : Evolution des principales caractéristiques du système de production SP3 *avec méthaniseur* entre 2015 et 2024 335
Tableau 20 : Evolution des principales caractéristiques du système de production SP3 *sans méthaniseur* entre 2015 et 2024 335
Tableau 21 : Evolution des principales caractéristiques du système de production SP1 *avec méthaniseur* 338
Tableau 22 : Evolution des principales caractéristiques du système de production SP1 *sans méthaniseur* 338
Tableau 23 : Transformations laitières en Bretagne (Source : enquête mensuelle laitière SSP/FranceAgriMer, 2023). 346
Tableau 24 : Décomposition simplifiée des coûts pour l'économie nationale d'un méthaniseur en injection modèle 'avec prestataires locaux'. Sources : enquêtes. 366
Tableau 25 : Coût réel pour l'économie nationale des différents types de méthaniseurs (en pourcentage du prix de marché). Sources : enquêtes. 368
Tableau 26 : Coefficients de coût pour l'économie nationale des consommations intermédiaires et dépenses d'investissement (en % du prix de marché). Sources : enquêtes. 371
Tableau 27 : Valeurs énergétiques utilisées pour exprimer l'énergie produite au travers des produits agricoles des deux situations *(Source : Risoud, 2002)* 419
Tableau 28 : Dépenses énergétiques estimées par type de méthaniseur 421
Tableau 29 : Valeurs de dépense énergétique des matériaux de panneaux photovoltaïques 422

Table des matières

INTRODUCTION **10**

PARTIE I. LE DEVELOPPEMENT DE LA METHANISATION AGRICOLE : CONTEXTE POLITIQUE, ENJEUX TERRITORIAUX ET DEMARCHE DE RECHERCHE **17**

Chapitre 1. La politique de soutien à la méthanisation agricole, des effets peu connus sur l'agriculture bretonne et l'économie nationale **17**

1. Un développement croissant de la méthanisation en France sous l'impulsion d'une politique de soutien sécurisante **17**
2. La Bretagne : entre enjeux agricoles, environnementaux et énergétiques **23**
3. Impact de la politique de soutien à la méthanisation sur la durabilité de l'agriculture : des effets peu étudiés **31**
4. La politique de soutien à la méthanisation agricole : quel impact sur l'économie nationale ? **34**

Chapitre 2. Agriculture Comparée et évaluation de projets : des approches systémiques et comparatives pour évaluer la politique de soutien à la méthanisation **37**

1. L'Agriculture Comparée, une approche micro-régionale utilisée pour comprendre le développement agricole engendré par la méthanisation **38**
1.1. L'Agriculture Comparée, une approche transdisciplinaire pour étudier les processus de transformation de l'agriculture 38
1.2. L'approche micro-régionale, échelle d'étude privilégiée pour étudier les dynamiques agraires induites par la méthanisation 38

2. L'analyse-diagnostic des systèmes agraires : une démarche de terrain, systémique, comparative, qui mobilise un emboîtement d'échelles d'analyse **45**
2.1. Une démarche pour caractériser les transformations agricoles induites par la méthanisation 45
2.1.1. De la petite région agricole à la parcelle : une démarche systémique permise par un emboîtement d'échelles d'analyse, pour caractériser les systèmes agraires 45
2.1.2. La reconstitution des dynamiques agraires conduit à l'identification des différentes exploitations actuelles, avec et sans méthaniseur 47
2.1.3. Caractérisation du fonctionnement technico-économique des systèmes de production : pour une comparaison des exploitations avec et sans méthaniseur 48
a) Une modélisation du fonctionnement des exploitations fondée sur un petit jeu d'entretiens 49
b) La modélisation des résultats économiques de chaque système de production se fonde sur leur modélisation technique 53
2.2. Une démarche de terrain itérative qui repose sur des échantillonnages raisonnés ou exhaustifs et des entretiens semi-directifs détaillés 58
2.2.1. Échantillonnages raisonné ou exhaustif : un enjeu pour décrire toute la diversité des exploitations agricoles, avec et sans méthaniseur 58
2.2.2. Des entretiens semi-directifs inscrits dans une démarche itérative 60

3. L'évaluation économique : une démarche qui s'articule avec les résultats du diagnostic agraire pour évaluer l'impact de la méthanisation sur l'économie **62**
3.1. L'évaluation des politiques publiques : une diversité de méthodes 62

3.2. Les principes de l'évaluation de projet : une comparaison de deux trajectoires *avec* et *sans projet*, sur un pas de temps et une économie donnés 63
3.2.1. L'évaluation de projet, une comparaison de trajectoires avec-sans méthaniseur 63
3.2.2. Déterminer le pas de temps de l'évaluation et l'économie considérée 64
3.3. Articulation entre deux méthodes : les résultats du diagnostic agraire comme base de l'évaluation économique 64
3.4. Deux méthodes d'évaluation économique aux fondements théoriques différents 67
3.4.1. La méthode aux prix de référence : pour dresser le bilan des gains et des pertes liés au développement de la méthanisation pour l'économie nationale 67
3.4.2. La méthode des effets : pour comprendre la nouvelle répartition des revenus engendrée par la méthanisation et son impact sur le budget de l'État et l'emploi 68
3.4.3. Ces méthodes sont-elles encore valides et sous quelles conditions ? 69

PARTIE II. LA METHANISATION AGRICOLE : UN DEVELOPPEMENT AU SEIN DES PLUS GRANDES EXPLOITATIONS, A DOMINANTES LAITIERES 73

Chapitre 3. Des petites régions agricoles à fort potentiel productif, historiquement marquées par la présence d'exploitations de grande taille 73

1. Bassin rennais et bassin du Gouessant : deux petites régions agricoles à fort potentiel de production de biomasse 73
1.1. Un climat assurant une production de biomasse végétale importante, sans irrigation 73
1.2. Des petites régions marquées par un relief aplani, sur lesquels se sont maintenus les limons éoliens 76
1.2.1. L'Ouest du bassin rennais : une prédominance de larges interfluves, avec une très large proportion de terres labourables 76
1.2.2. L'est du bassin du Gouessant : des interfluves larges, avec des parts en terres labourables à haut potentiel agronomique légèrement plus limitées 84

2. Des petites régions marquées par un fort processus de spécialisation agricole et par d'importants gains de productivité physique du travail 89
2.1. Dans les années 1950 et 1960 : premiers mouvements de spécialisation et moto-mécanisation, les premières étapes de la révolution agricole du XXème siècle 89
2.1.1. A l'après-guerre, des exploitations paysannes de polyculture-polyélevage intensives en travail 89
a) Une agriculture à traction attelée reposant sur la combinaison de l'élevage laitier et de l'élevage porcin 89
b) Une différenciation sociale préexistante et des exploitations de taille plus importante dans le bassin rennais 92
2.1.2. Dès les années 1960 : un engagement rapide dans la révolution agricole du 20ème siècle 96
a) Une politique agricole volontariste : vers une recherche d'accroissement de la productivité physique du travail 96
b) Moto-mécanisation, intensification fourragère et mouvements de spécialisation 98
c) Les premiers mouvements de spécialisation s'accompagnent d'un renforcement de la différenciation sociale 104
2.2. L'achèvement de la spécialisation des exploitations au cours des années 1970 et 1980 109
2.2.1. À l'Ouest du bassin rennais : une spécialisation dans l'élevage bovin laitier, catalysée par l'introduction du maïs fourrage 109
a) L'introduction du maïs fourrage, conjointement aux travaux de drainage, permet un nouveau saut de production laitière 109
b) Face à la surproduction laitière : instauration des quotas laitiers, sans stopper l'accroissement de la production par vache 112

c) Introduction du maïs fourrager et capacités d'agrandissement, facteurs de différenciation avant et après les quotas 112
2.2.2. A l'Est du bassin du Gouessant : l'achèvement de la spécialisation dans l'élevage porcin 117
a) Le marché du porc : un marché non régulé et volatil, face auquel les agriculteurs tentent de se structurer 117
b) Un accroissement de la productivité du travail fondée sur l'augmentation du nombre de truies par actif et l'amélioration des performances techniques 117
c) Une différenciation fondée sur les surfaces en terres labourables à haut potentiel de production et les capacités d'investissement 122
2.3. À partir des années 1990 : abandon progressif des prix garantis et émergence d'enjeux environnementaux 125
2.3.1. La réforme Mac Sharry et la Directive Nitrate marquent le début de profonds changements des politiques agricole et environnementale 125
a) Les réformes de la PAC en 1992 et 1999 : vers une baisse des prix garantis, compensée par des aides directes couplées à l'hectare 125
b) Face aux pollutions de l'eau : émergence de politiques environnementales encadrant les pratiques 126
c) Depuis les années 2000 : de nouvelles exigences en matière de bien-être animal et de qualité de la viande 129
2.3.2. De forts agrandissements dans les grandes exploitations laitières du bassin rennais 129
a) Une accélération des agrandissements à l'Ouest du bassin rennais, dans un contexte de diminution des prix garantis et d'aides couplées à l'hectare 129
b) Une différenciation qui se poursuit au rythme des agrandissements 132
2.3.3. À l'Est du bassin du Gouessant : différentes stratégies pour répondre aux exigences de la gestion de l'azote et du phosphore organique 135
a) Façonnage, prêteurs de terre, traitement des lisiers : l'enjeu principal des éleveurs devient la gestion des effluents d'élevage 135
b) La politique environnementale et les investissements non productifs qu'elle implique accentuent la différenciation sociale 139

Chapitre 4. Des dynamiques agraires contemporaines marquées par la dérégulation de la PAC 147

1. La PAC depuis 2003 : poursuite du démantèlement des prix garantis, découplage des aides, et mesures environnementales peu contraignantes 147

2. Pour les élevages laitiers bretons : des dynamiques structurées par l'arrêt des quotas, des crises laitières et la robotisation de la traite 150
2.1. Arrêt des quotas laitiers et évolution défavorable des prix du lait jusqu'en 2020 150
2.1.1. Augmentation des droits à produire et arrêt des quotas laitiers 150
2.1.2. Une réduction du nombre d'exploitations et des difficultés à rémunérer la main-d'œuvre salariée 153
2.1.3. Pour les exploitations qui ont passé ces crises : une allocation des volumes de lait qui s'assouplit, des agrandissements et une robotisation de la traite 154
2.1.4. À l'Ouest du bassin rennais : des agrandissements notables avec l'augmentation des droits à produire et l'arrêt des quotas, pour les agriculteurs qui en ont les moyens 156
2.2. Une évolution très favorable des prix du lait conventionnel depuis 2020 160

3. Pour les élevages porcins bretons : des dynamiques marquées par le maintien de normes environnementales et la flambée des prix de l'énergie 163
3.1. Dans les années 2000 : des mesures environnementales et pour le bien-être des animaux d'élevage qui se renforcent 163
3.2. Une flambée des prix de l'énergie et une forte érosion de la valeur ajoutée 166

3.3. À l'Est du bassin du Gouessant : pour les élevages qui en ont les moyens, agrandissements et augmentation du nombre de porcelets sevrés par truie 168

4. Des inégalités marquées entre les exploitations agricoles actuelles des deux petites régions 172

4.1. À l'Ouest du bassin rennais : une différenciation fonction de la dimension des élevages, des rendements laitiers et de la robotisation 172

4.1.1. Les grands élevages laitiers des interfluves larges, avec deux robots de traite et 10500 litres de lait par lactation 172

4.1.2. Les grands élevages laitiers en cœur d'interfluve large, avec de grandes salles de traite et entre 9000 et 9500 litres par vache et par lactation 177

4.1.3. Les élevages laitiers de taille moyenne avec des troupeaux de 60 à 80 vaches, un robot de traite et des rendements laitiers de 9000 litres à 10000 litres par lactation 182

4.1.4. Les élevages laitiers des versants et fonds de vallée, avec moins de 100 vaches, une salle de traite et des rendements inférieurs à 8500 litres par lactation 187

4.1.5. Les élevages bovins allaitants ou d'engraissement de jeunes bovins de race allaitante 194

4.1.6. Les élevages porcins en système 'naisseur-engraisseur' du bassin rennais 198

4.2. Dans le bassin du Gouessant, des élevages porcins très hétérogènes, mais une constante : gérer l'azote organique et accroître la productivité physique du travail 203

4.2.1. Les plus grands élevages porcins avec plus de 520 truies, fabrique intégrale ou partielle d'aliments et station de traitement du lisier 203

4.2.2. Les élevages porcins avec 300 à 450 truies, le plus souvent hors-sol pour l'alimentation et avec de fortes performances zootechniques 210

4.2.3. Les élevages porcins de moins de 300 truies, hors-sol pour l'alimentation, avec prêteurs de terre ou export de fumier 215

4.2.4. Les élevages laitiers : rendements laitiers élevés et robots de traite, mais de profonds contrastes de gamme de cheptels 221

5. Une différenciation technique marquée entre agriculteurs, qui se traduit d'importantes inégalités socio-économiques 227

5.1. De forts niveaux de capitalisation qui se traduisent d'importants niveaux d'endettement dans les grandes exploitations, en particulier porcines 229

5.1.1. Consommations intermédiaires et de capital fixe : l'érosion du produit brut est plus forte dans les grandes exploitations 229

5.1.2. Un niveau de capital immobilisé par actif supérieur dans les exploitations porcines 232

5.2. Des revenus par actif conséquents dans les plus grandes exploitations localisées en cœur d'interfluve 233

5.2.1. Des inégalités de revenus et de soutiens par actif 233

5.2.2. La comparaison des résultats économiques par la représentation graphique du revenu agricole par actif familial en fonction de la surface 238

5.2.3. À l'Ouest du bassin rennais : des revenus considérables dans les plus grandes exploitations laitières 240

5.2.4. À l'est du bassin du Gouessant : de grands éleveurs porcins aux revenus plus importants que les plus grands éleveurs laitiers 244

5.3. Les fluctuations du prix du lait : entre fragilisation des petites exploitations et consolidation des revenus élevés 248

Chapitre 5. La méthanisation agricole : de profonds effets agronomiques et socio-économiques pour les exploitations agricoles 254

1. Une diversité de méthaniseurs et de biomasse mobilisée, mais une constante : des investissements réalisés par les plus grandes exploitations 254

1.1. La méthanisation agricole s'inscrit depuis une quinzaine d'années dans les plus grandes exploitations laitières des deux régions étudiées 254

1.1.1. Dans le bassin rennais, des méthaniseurs en cogénération et en injection dans de grandes exploitations, à dominantes laitières 255
1.1.2. Dans le bassin du Gouessant : une méthanisation exclusivement en cogénération, portée par de grandes exploitations laitières 256
1.2. La micro-méthanisation et la biodigestion passive : des alternatives plus adaptées aux exploitations, laitières et porcines, de plus petite dimension ? 261
1.3. En cogénération et en injection : un lien inhérent entre quantité d'énergie produite et biomasse utilisée 264
1.3.1. Des capacités de production d'énergie variables selon le type de méthaniseur 264
1.3.2. Le rapport entre capacité de production d'énergie et surface agricole disponible détermine la biomasse mobilisée 266
1.3.3. Des volumes de biomasse utilisés très variables, soumis à différents régimes de contrôle 269

2. Un besoin en biomasse qui conditionne le niveau de modification des systèmes de production avec méthaniseur 271
2.1. Des effets techniques et organisationnels systématiques de la méthanisation 271
2.1.1. Un fort besoin en biomasse végétale : augmentation des surfaces en maïs et introduction de CIVE 271
a) L'introduction de CIVE en interculture : une biomasse facilement mobilisable 271
b) Un accroissement systématique des surfaces en maïs, dont l'ampleur dépend de la surface disponible rapportée à l'énergie produite 275
c) *In fine*, de nouveaux calendriers de culture qui bouleversent les calendriers de travail 275
2.1.2. Faire face à la charge de travail accrue : nouveaux équipements, sous-traitance et techniques culturales simplifiées 277
2.1.3. Le digestat : une substitution aux engrais de synthèse 279
2.1.4. L'installation de panneaux photovoltaïques pour couvrir en partie la consommation d'énergie électrique des méthaniseurs 281
2.2. Un bouleversement plus profond des systèmes de production lorsque d'importantes quantités de biomasse sont requises 282
2.2.1. Les méthaniseurs en cogénération et en injection détenus en individuel : une ampleur des modifications fonction de la puissance des unités 282
a) Les méthaniseurs en cogénération de 150 kW du bassin rennais 282
b) Les méthaniseurs en cogénération de 250 kW du bassin du Gouessant 287
c) Les méthaniseurs en injection de 80 Nm^3/h du bassin rennais 291
2.2.2. Les méthaniseurs en copropriété : des caractéristiques et des effets variables selon le montage du projet 295
a) Les méthaniseurs de 75 Nm^3/h détenus en copropriété entre une grande exploitation laitière et une grande exploitation porcine 297
b) Les méthaniseurs de 70 Nm^3/h détenus par trois exploitations laitières de dimensions différentes 301
c) Les très grands méthaniseurs en injection de 140 Nm^3/h détenus en copropriété 305

3. La méthanisation : un accroissement du revenu des agriculteurs, assuré par une forte bonification des prix 310
3.1. La méthanisation : un gage de renforcement des revenus pour les investisseurs 311
3.2. D'importantes économies d'échelle réalisées avec les méthaniseurs à forte capacité de production d'énergie 313
3.3. De forts niveaux de richesse captée au titre de la production d'énergie 316

4. Des effets qui dépassent les exploitations avec méthaniseurs 318
4.1. La méthanisation agricole renforce les inégalités entre agriculteurs 318
4.2. Un impact sur les exploitations tierces fournisseuses de biomasse : une inégale répartition de la richesse 320
4.3. Un impact pour les exploitations voisines : tensions sur les ressources et au sein des CUMA 323

PARTIE III. LA POLITIQUE DE SOUTIEN A LA METHANISATION AGRICOLE : QUEL IMPACT POUR L'ECONOMIE NATIONALE ET L'ENVIRONNEMENT ? 326

Chapitre 6. La méthanisation agricole : des coûts publics conséquents, mais une faible contribution à la richesse nationale 327

1. L'établissement des trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* sur la base des résultats du diagnostic agraire 327
1.1. Une recherche centrée sur les méthaniseurs en cogénération et en injection du bassin rennais 327
1.2. La construction des situations *avec* et *sans méthaniseur* entre 2015 et 2024 pour chaque système de production 332
1.3. La comparaison des deux situations de groupe : le calcul d'un différentiel global *avec-sans méthanisation* 339

2. Préalable à l'application des méthodes d'évaluation économique : l'identification des agents directement et indirectement concernés par la méthanisation 341
2.1. Les différentiels de production et de consommation permettent d'identifier les agents économiques directs et indirects 341
2.2. Un schéma d'agents et des flux de matière pour identifier les gains et les pertes engendrés par la méthanisation pour l'économie nationale 344
2.2.1. Un préalable au bilan des gains et des pertes : la compréhension du fonctionnement précis des filières agricole et agroalimentaire, et de l'énergie 344
a) Les agents économiques agricoles et agroalimentaires concernés par le développement de la méthanisation 344
b) La caractérisation des filières de l'énergie pour en comprendre l'économie 349
2.2.2. Un schéma d'agents pour révéler qualitativement les gains et les pertes pour l'économie nationale 355

3. Quantification en termes monétaires : mise en place des prix de référence 359
3.1. La méthode d'évaluation aux prix de référence : les principes 359
3.1.1. L'établissement des prix de référence 359
3.1.2. Le calcul de la contribution de la méthanisation au revenu national net 361
3.2. L'application de la méthode aux prix de référence dans le cas de l'évaluation économique d'impact de la méthanisation 363
3.2.1. Un système de prix constitué à partir des entretiens approfondis et de données statistiques 363
3.2.2. Un exemple d'établissement des prix de référence : le cas d'un méthaniseur 364
3.2.3. Les prix de référence des consommations intermédiaires et dépenses d'investissements directs 369
3.2.4. L'établissement des prix de référence doit tenir compte des coûts indirects aval 372
3.2.5. La mesure des effets indirects pour le secteur de l'énergie 374

4. La méthode des effets : la ventilation des valeurs ajoutées entre catégories d'agents 375
4.1. La méthode des effets : les principes et l'identification des principales catégories d'agents économiques 375
4.2. L'application de la méthode des effets au cas de l'évaluation économique d'impact de la méthanisation 376
4.2.1. La méthode de ventilation entre catégories d'agents 376
4.2.2. Un exemple de ventilation : le cas de l'investissement dans un méthaniseur en injection 376

5. Quel bilan de contribution de la méthanisation agricole dans le bassin rennais au revenu national ? 379
5.1. La production d'énergie entre en concurrence avec la production alimentaire 379
5.2. Des économies d'importation de gaz et de production d'électricité nucléaire, mais une réduction des gains agricoles et des valeurs ajoutées aval 385
5.3. Des consommations intermédiaires et des dépenses d'investissement renforcées avec la méthanisation 388
5.3.1. Des frais de CUMA, de carburant et de pesticides supérieurs, mais de moindres dépenses agricoles par ailleurs sur les exploitations avec méthaniseur 388
5.3.2. Des dépenses directes d'investissement et des consommations intermédiaires conséquentes du point de vue de l'économie nationale pour la production d'énergie 391
5.4. La méthanisation ne contribue pas à l'accroissement de la valeur ajoutée nette globale pour l'économie nationale 393

6. Comment la méthanisation agit-elle sur la répartition des revenus entre agents économiques et sur l'emploi ? 395
6.1. Une forte contribution du budget de l'Etat pour assurer le développement de la méthanisation agricole 395
6.2. La méthanisation est créatrice d'emplois indirects dans le secteur de l'énergie, mais lèse la main-d'œuvre des secteurs para-agricoles 398
6.2.1. Un bilan d'emploi global positif avec le développement de la méthanisation 398
6.2.2. De plus forts revenus pour la main-d'œuvre du secteur de l'énergie 398
6.2.3. La méthanisation est peu créatrice d'emplois au sein des CUMA locales 399
6.2.4. Un bilan globalement positif, qui masque toutefois de moindres revenus perçus par la main-d'œuvre du secteur para-agricole 400
6.3. La méthanisation ne contribue pas à accroître le revenu national net 402

7. Une très forte contribution du budget de l'Etat pour développer la méthanisation agricole, sans commune mesure avec le budget de la PAC 403

Chapitre 7. Des objectifs environnementaux partiellement atteints, mais des coûts conséquents 409

1. Des interrogations quant à l'impact des digestats sur les sols et une réduction de la biodiversité cultivée 409
1.1. Des économies d'achat d'engrais azotés, mais peu de recul quant à l'impact du digestat à long terme sur les sols 409
1.2. Une production de biomasse à vocation énergétique, au détriment de la biodiversité cultivée 410

2. Des consommations d'énergie importantes, mais un bilan énergétique qui reste positif dans le cas de l'injection 414
2.1. Une consommation accrue d'électricité et de carburant 414
2.2. Un bilan énergétique positif pour l'injection, mais négatif pour la cogénération 416
2.2.1. Un bilan d'énergie fondé sur la méthodologie du bilan PLANET 416
2.2.2. L'expression des différentiels d'énergie produite dans les deux situations 419
2.2.3. L'expression des différentiels d'énergie consommée dans les deux situations 420
2.2.4. Un bilan d'énergie plutôt négatif pour la cogénération mais très positif pour l'injection 423

3. Une réduction des émissions de gaz à effet de serre uniquement dans le cas de l'injection 430

Chapitre 8 – Le développement de la méthanisation agricole se poursuit 434

1. Une très forte contribution de l'État pour l'énergie, sans commune mesure avec le soutien agricole 434

2. En Région Bretagne : un coup d'arrêt aux soutiens à la méthanisation depuis 2019, à rebours de la politique nationale 436

3. Quel devenir de la méthanisation agricole en France ? 440

3.1. Les objectifs de la politique de soutien à la méthanisation à l'horizon 2030 440

3.2. Au sein du bassin rennais et du bassin du Gouessant : le développement de la méthanisation en injection se poursuit d'ores et déjà 442

3.2.1. Un accroissement des capacités d'injection des méthaniseurs du bassin rennais 442

3.2.2. Rebours de gaz et agrandissements : les déterminants du développement de l'injection dans le bassin du Gouessant 443

3.3. Vers un développement de soutiens extra-budgétaires pour pérenniser la production d'énergie par méthanisation 445

CONCLUSION 448

BIBLIOGRAPHIE 457

TABLE DES ILLUSTRATIONS 482

TABLE DES TABLEAUX 490

TABLE DES MATIERES 492

ANNEXES 502

Annexe 1 – Principales questions ayant guidé les entretiens historiques et technico-économiques avec et sans méthaniseur 502

Annexe 2 – 'Fiches systèmes' : principales caractéristiques des systèmes de production de l'Ouest du bassin rennais 506

Annexe 3 - 'Fiches systèmes' : principales caractéristiques des systèmes de production de l'Est du bassin du Gouessant 522

Annexe 4 – Caractéristiques principales de l'*échantillon initial* en 2015 537

Annexe 5 – Caractéristiques de l'*échantillon initial* en 2015, détaillées par système de production 538

Annexe 6 – Systèmes de production et trajectoires simplifiées *avant*, *avec* et *sans méthaniseur* 539

Annexe 7 - Corpus d'enquêtes conduites dans le cadre de l'évaluation économique d'impact de la méthanisation agricole 549

Annexe 8 – Principaux outils informatiques utilisés sur Excel pour réaliser l'évaluation économique d'impact (agrégation de tableaux) 550

Annexe 9 a) – Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Données générales* 552

Annexe 9 b) - Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Echéancier de la situation de groupe 'avec méthaniseur' (en valeurs physiques (volume) ou monnaie courante)* **555**

Annexe 9 c) - Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Echéancier de la situation de groupe 'sans méthaniseur' (en valeurs physiques (volume) ou monnaie courante)* **563**

Annexe 9 d) - Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Echéancier des différentiels 'avec – sans méthaniseur' en valeurs physiques* **571**

Annexe 9 e) - Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Principaux prix de marché utilisés (monnaie constante €$_{2024}$) et sources des données* **579**

Annexe 10 - Exemple de trame d'entretien conduit auprès des représentants de la catégorie d'agents « *Entreprises pour la conception et l'installation d'unités de méthanisation* » **585**

Annexe 11 – Hypothèses posées pour l'établissement des prix de référence des consommations indirectes à partir des comptes de charges de l'INSEE **586**

Annexe 12 – Détail de la décomposition des coûts dans l'exemple de l'établissement du prix de référence d'un méthaniseur en injection avec prestataires locaux **587**

Annexe 13 – Balance commerciale française des principaux produits laitiers pour les années 2015 à 2024 **590**

Annexe 14 – Etablissement des prix de référence des consommations intermédiaires et dépenses d'investissement directes **591**
Intrants cultures 591
Aliments bovins 595
Travaux cheptel bovin 597
Prestations ETA et CUMA 599
Divers 604
Méthanisation 608
Matériels et équipements 610
Bâtiments 613

Annexe 15 – Etablissement des prix de référence des coûts de collecte et de transformation des productions agricoles en produits finis **619**
Céréales 619
Produits laitiers 619
Viande 621

Annexe 16 – Etablissement des coûts liés à la production d'énergie **624**

Annexe 17 – Résultats de l'évaluation économique d'impact du point de l'économie nationale par la méthode des prix de référence *(en monnaie constante aux prix de référence, euros 2024)* **625**

Annexe 18 – Détails concernant l'établissement des coefficients de ventilation : exemple pour un méthaniseur en injection avec prestataires locaux **634**

Annexe 19 – Coefficients de ventilation utilisés dans le cadre de la méthode des effets **636**

Annexe 20 – Ventilation des valeurs ajoutées entre catégories d'agents économiques. ***Exemple de l'année 2020, après l'installation des premiers méthaniseurs en injection (en monnaie constante).*** **654**

Annexe 21 – Résultats de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale par la méthode des effets 662

Annexe 22 – Débits de chantier moyens utilisés pour dresser le bilan d'emplois en CUMA. ***Source : entretiens*****. 663**

Annexe 23 – Coefficients de conversion énergétique et leurs sources, utilisés dans le cadre du bilan énergétique 664

Annexe 24 – Détails du calcul de la dépense énergétique liée à la construction d'un méthaniseur 667

Annexe 25 – Résultats du bilan énergétique ***avec-sans méthaniseur*** **conduit selon la méthode du bilan PLANET 670**

Annexes

Annexe 1 – Principales questions ayant guidé les entretiens historiques et technico-économiques avec et sans méthaniseur

Avertissement : ces listes ne sont pas exhaustives. Les entretiens ont été guidés, de manière itérative, par les hypothèses posées au fur et à mesure du travail de terrain et des échanges réalisés avec les agriculteurs. Néanmoins, ces listes de questions permettent d'entrevoir la démarche générale mise en œuvre et ont constitué un socle de base à l'ensemble des échanges réalisés.

Questions ayant guidé les entretiens auprès des agriculteurs et agricultrices retraité·e·s

- *Discussion sur les grandes périodes de la carrière de l'individu (aide familial chez les parents, installation, éventuels agrandissements ou changements importants, fin de carrière, éventuelle transmission)*

Une fois les grandes périodes de vie identifiées, le même enchaînement de questions a été conduit pour chaque période :

- *Discussion sur l'accès aux ressources :*
  - *Discussion concernant l'évolution du foncier :* surfaces, localisation et potentiel agronomique, type de faire-valoir, évolution au cours du temps et causes.
  - *Discussion concernant la main-d'œuvre :* nombre d'actifs familiaux et salariés.
  - *Discussion concernant le capital :* type de bâtiments, type d'équipements, dates d'obtention de ces équipements, stratégies de financement (emprunt, aides publiques, …).
- *Discussion portant sur les systèmes de culture et fourragers :* assolement, rotations pratiquées, itinéraires techniques, raisons des éventuelles évolutions.
- *Discussion portant sur les systèmes d'élevage :* type de cheptel, races utilisées, conduite des animaux, calendriers fourragers pratiqués, système de traite, raison des éventuelles évolutions.

Questions ayant guidé les entretiens auprès des agriculteurs en activité, ne disposant pas nécessairement d'un méthaniseur

- *Discussion autour de la trajectoire historique de l'exploitation agricole :* Année de l'installation ? Caractéristiques du système de production à cette période ? Principales évolutions (date, nature des changements et causes) ?

- A quelles ressources l'agriculteur a-t-il accès ?
    - *Au niveau du foncier* : Surfaces ? Localisation et potentiel agronomique ? Type de faire-valoir ?
    - *En matière de main-d'œuvre :* Nombre d'actifs familiaux et salariés ?
    - *En matière de capital fixe (hors cheptel) : questions plutôt distillées au cours de l'entretien lors des discussions sur les pratiques agricoles.* Type de bâtiments ? Type d'équipements ? Prix d'achat ? Stratégies de renouvellement du matériel ?
- *Discussion concernant le fonctionnement des systèmes de culture et fourragers* :
    - Quels sont les assolements et les rotations pratiqués ?
    - Quels sont les itinéraires techniques choisis et pourquoi ?
    - Quelle est l'orientation productive des cultures ? (cultures de vente, cultures fourragères, cultures à vocation énergétique)
    - Quels sont les rendements moyens ?
    - A quel prix sont commercialisées les cultures de vente ?
    - Quelles sont les méthodes de récolte et de stockage pratiquées pour les fourrages et pourquoi ? (foin, ensilage, enrubannage)
- *Discussion concernant le fonctionnement du système d'élevage bovin laitier :*
    - Quelle est la composition du cheptel ? Comment les différents lots d'animaux sont-ils conduits et pourquoi ?
    - Quel est le calendrier fourrager propre à chaque lot d'animaux ?
    - *Retracer le schéma zootechnique :* Quel est l'intervalle entre deux vêlages ? L'objectif est-il de le réduire ou de l'augmenter ? Quel est le taux de renouvellement du troupeau ? Quel est l'âge au premier vêlage ? Quelles sont les pratiques de reproduction choisies (saillie naturelle, insémination, insémination sexée) et pourquoi ?
    - Quel est le système de traite choisi et pourquoi ?
    - *Si l'agriculteur est concerné : discussion autour de la robotisation de la traite*. Combien de traite par jour ? Quels sont les éventuels concentrés distribués au robot de traite ? Qu'est-ce que le robot a modifié, ou non, en matière de conduite du cheptel et de charge de travail ?
    - Quels sont les rendements laitiers moyens ? Y-a-t-il des variations saisonnières ? Combien de litres de lait sont-ils livrés annuellement ? Quels sont les taux protéiques et butyreux du lait livré ? Quels sont les prix d'achat moyens pratiqués ? Quelle est la prime moyenne obtenue avec cette qualité du lait livré ?
    - Combien de veaux sont vendus par an ? A quel poids et à quel prix ? Même question pour les vaches de réforme.
- *Discussion concernant le fonctionnement du système d'élevage porcin :*
    - *Retracer le schéma zootechnique :* Quel est le nombre de truies détenues ? Quel est le taux de renouvellement du cheptel ? Comment est assuré le

renouvellement du cheptel (cochettes produites sur l'exploitation ou cochettes achetées) Combien font-elles de mises-bas par an ? Combien de porcelets naissent par mise-bas ? Combien de porcelets sont sevrés par truie ?

- Comment s'organise la conduite du cheptel ? (nombre de bandes, âge au sevrage)
- Quels sont les principaux indicateurs techniques du cheptel ? (indice de consommation, gain moyen quotidien, masse des animaux à la vente)
- Combien de porcs charcutiers sont vendus par an ? A quelle masse et à quel prix ? *Discuter des 'primes' et 'pénalités' obtenues.*
- Comment s'organise l'alimentation du cheptel ? Les aliments sont-ils produits sur l'exploitation ou bien intégralement achetés ?
- Comment s'organise la gestion des effluents d'élevage ? *Questions relatives à la gestion de l'azote organique (station de traitement du lisier, prêteurs de terre, porcs sur paille, ...)*

<u>Questions ayant guidé plus spécifiquement les entretiens auprès des agriculteurs disposant d'un méthaniseur</u>

Les discussions doivent permettre la compréhension fine du système de méthaniseur, ainsi que ses interactions avec les systèmes de culture et le système d'élevage.

- Quels étaient le fonctionnement et l'organisation des systèmes de culture (assolement, rotations, itinéraires techniques, renouvellement de la fertilité,…) et des systèmes d'élevage (nombre d'animaux, conduite du cheptel, calendriers fourragers,…) avant la mise en route du méthaniseur ?
- Quelles sont les caractéristiques du méthaniseur installé ? (cogénération/injection, capacité de production d'énergie, etc.).
- Comment les systèmes de culture et d'élevage ont-ils évolué lors de la mise en route du méthaniseur ? Plus spécifiquement :
  - Quelles cultures à vocation énergétiques ont préférentiellement été utilisées ? Pour quelle raison ? Quels sont leurs rendements moyens ?
  - Comment ont évolué les assolements ? Pourquoi ?
  - Comment ont évolué les rotations ? Pourquoi ?
  - Les itinéraires techniques ont-ils été modifiés ?
  - Comment ont évolué les techniques de renouvellement de la fertilité ?
  - Les systèmes d'élevage ont-ils été modifiés ? Si oui, comment et pour quelle raison ?
- Quelles sont les caractéristiques du digestat produit ? Comment ce dernier est-il géré (stockage, transport, épandages) ? Quels sont les effets de son utilisation ?

- Comment la charge de travail a-t-elle évolué ? Quelles sont les astreintes quotidiennes ? Comment s'organisent à présent les agriculteurs lors des pics de travail ? Ont-ils recours à de la main d'œuvre salariée supplémentaire ? à de la sous-traitance ?
- En cas de copropriété : comment s'organise la gestion du méthaniseur, de la biomasse et du digestat entre les porteurs de projet ?
- La biomasse mobilisée provient-elle exclusivement des exploitations agricoles concernées ou bien est-elle achetée ?
- Quels sont les équipements nécessaires au fonctionnement d'un méthaniseur ? Combien l'ensemble du projet a-t-il coûté ? De nouveaux achats en équipements ont-ils été réalisés suite à la mise en route du méthaniseur ? A quel prix ?
- Quel est le tarif bonifié d'achat de l'énergie auquel peut prétendre l'agriculteur ? Ce prix a-t-il évolué ?
- Comment l'avenir avec le méthaniseur est-il envisagé ? (à l'issue des 15 années de garantie des prix bonifiés ; en termes d'évolution du cheptel) De nouveaux investissements dans l'énergie et une évolution de la capacité de production d'énergie sont-ils envisagés dans les années à venir ?

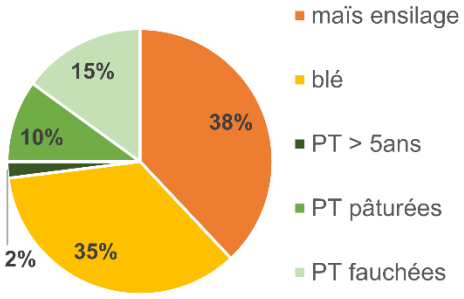
Annexe 2 – 'Fiches systèmes' : principales caractéristiques des systèmes de production de l'Ouest du bassin rennais

- Les grandes exploitations avec des rendements laitiers de plus de 10000 litres par lactation et par vache et deux robots de traite :

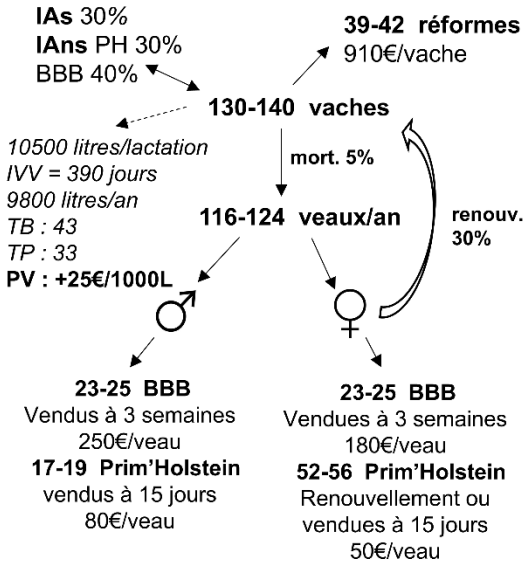
SP2
Cœur d'interfluve large

3 actifs, dont 1 salarié
140-160 ha – 130-150 vaches
9800 litres/an

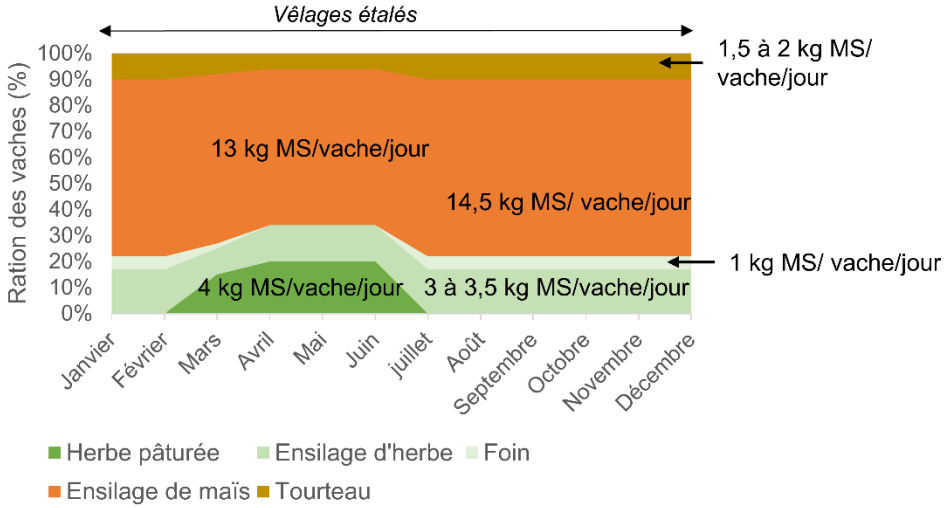
2 robots de traite, Mélangeuse automotrice
Tracteurs 220ch, 160ch, 120ch, 90ch ; Charrue 5 socs, Pulvérisateur 24m, Remorque 18t
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes-matelas (vaches) et stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses)



maïs / blé 65%
maïs / blé / PT_{5ans} 35%



Alimentation des vaches laitières :



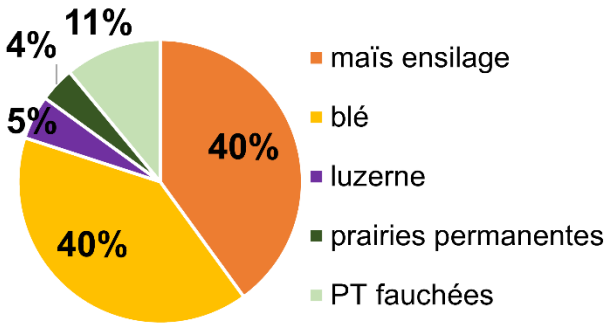
+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-tourteaux : 2,5 kg/jour/vache
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/jour/vache

SP2-bis

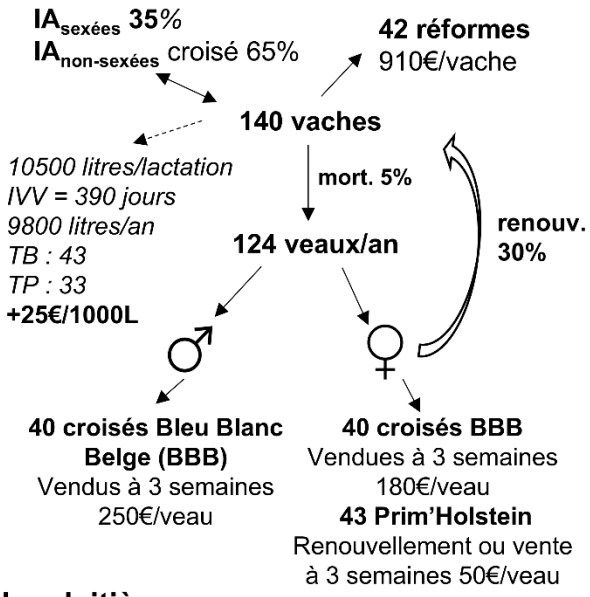
Cœur d'interfluve large et versants

3 actifs, dont 1 salarié
160-190 ha – 130-150 vaches
9800 litres/an

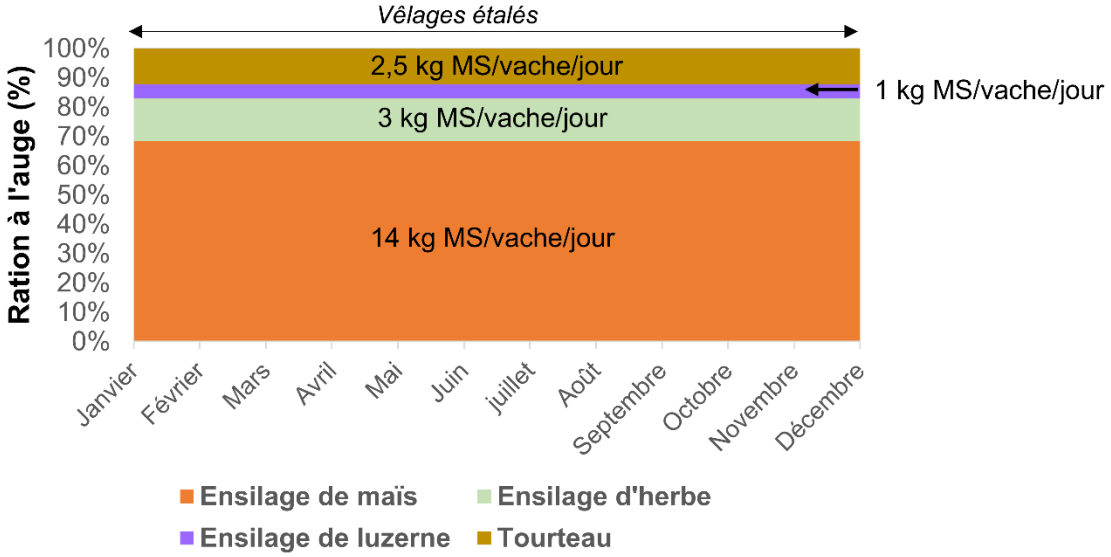
2 robots de traite, Mélangeuse automotrice
Tracteurs 220cv., 160cv., 120cv., 90cv., Charrue 5 socs, Pulvérisateur 24m, Remorque 18 tonnes
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes-matelas (vaches) et stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses)



maïs / blé 44%
maïs / blé / RGI_{6mois} 29%
maïs / blé / PT_{5ans} 15%
maïs / blé / luzerne$_{4ans}$ 8%
prairies permanentes 4%



Alimentation des vaches laitières :



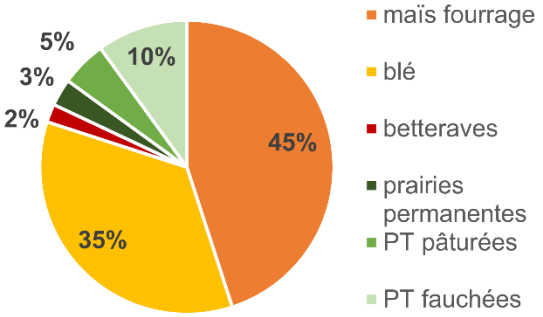
+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-tourteaux : 3 kg/vache/jour
-VL (aliment granulé complet) : 2,5 kg/vache/jour

SP5

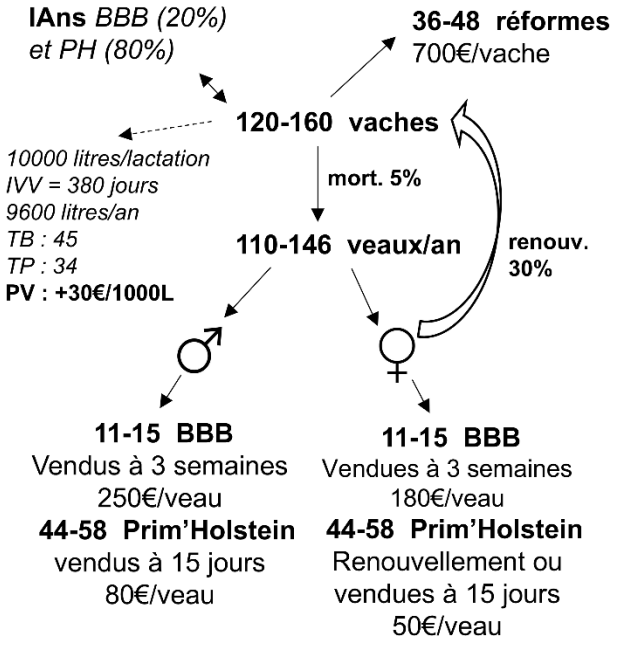
Cœur d'interfluve large et versant

3 actifs, dont 1 salarié
110-150 ha – 120-160 vaches
9600 litres/an

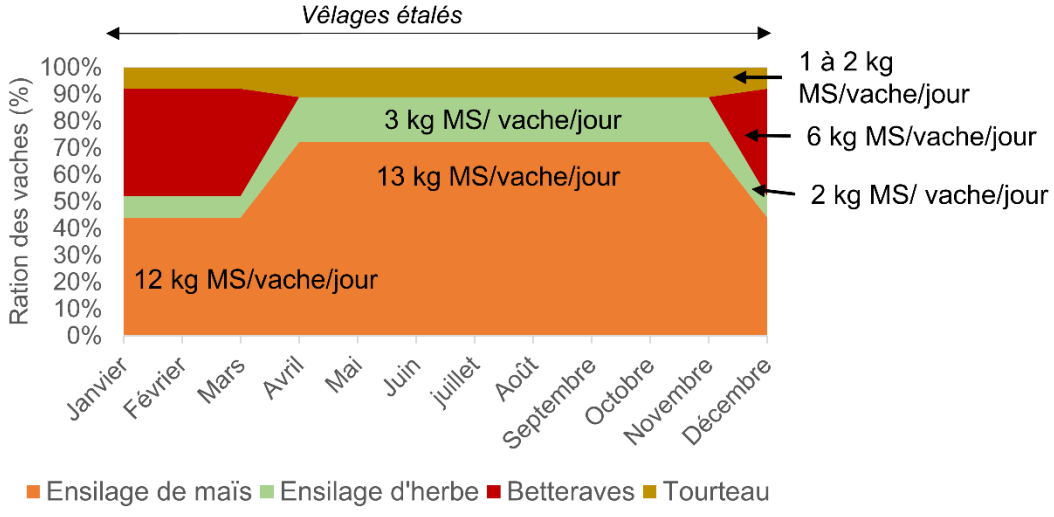
2 robots de traite, Mélangeuse automotrice
Tracteurs 200ch, 130ch, 100ch, 60ch ; Charrue 5 socs, pulvérisateur 24m, semoir à maïs 5 rangs, semoir à blé, distributeur à engrais, tonne à lisier, herse 3m
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes-matelas (vaches) et stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses)



maïs / blé 66%
maïs / PT_{5ans} 18%
maïs / $RGI_{6mois(dérobée)}$ / maïs 9%
betteraves / blé 4%
prairies permanentes 3%



Alimentation des vaches laitières :



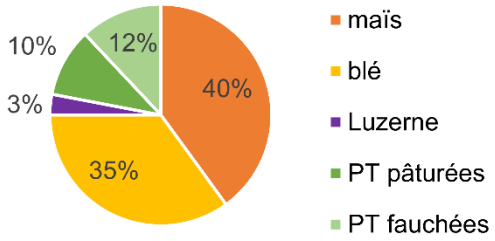
\+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-tourteaux : 1,5 kg/jour/vache
-VL (aliment granulé complet) : 2,75 kg/jour/vache

- Les grandes exploitations avec des rendements laitiers compris entre 9000 et 9500 litres par lactation et grandes salles de traite :

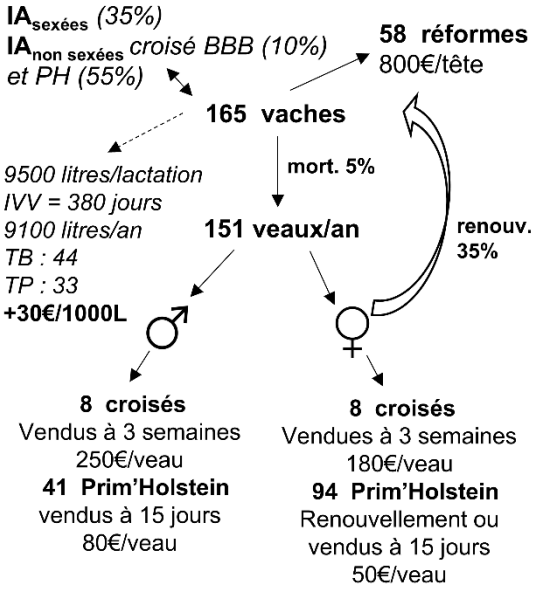
SP3
Cœur d'interfluve large

3 actifs, dont 1 salarié
150-180 ha – 150-180 vaches
9100 litres/an

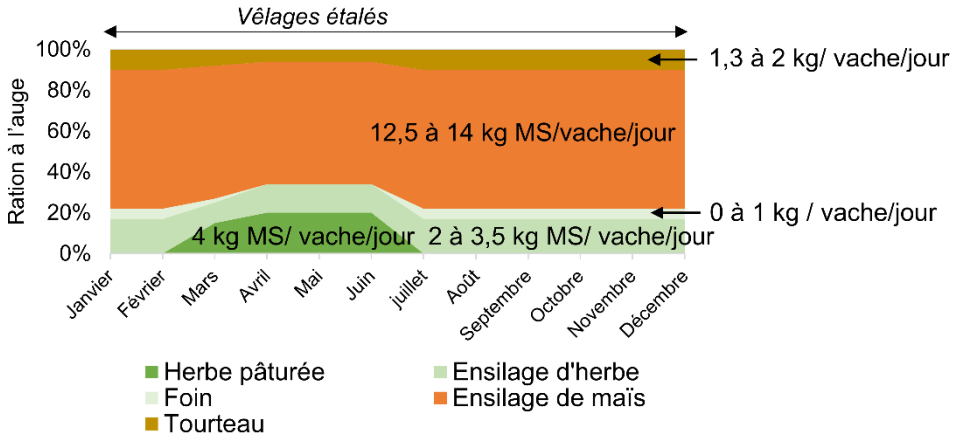
Rototandem 28 postes, Mélangeuse automotrice
Tracteurs 200ch, 110ch, 100ch, 90ch ; Charrue 5 socs, semoir à engrais, cultivateur, herse rotative, remorque 24t, pulvérisateur 24m.
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).



maïs / blé / RGI_{6mois} 40%
maïs / blé 30%
maïs / blé / luzerne $_{4ans}$ 5%
Sur les sols avec une plus faible épaisseur de limons : maïs / PT_{5ans} 25%



Alimentation des vaches laitières :

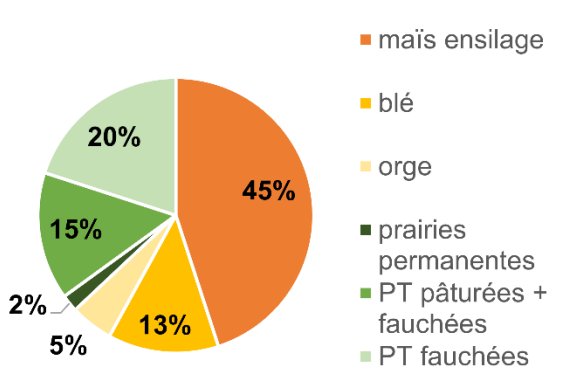


+ **Ration au Distributeur Automatique de Concentrés (DAC)**, en moyenne, durant 320 jours de lactation :
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/vache/jour
-minéraux (500g)

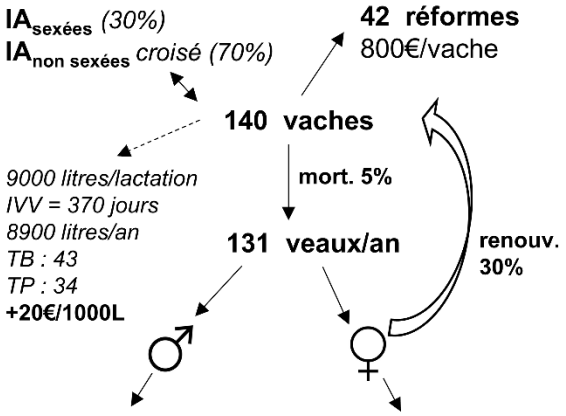
SP4
Cœur d'interfluve large

3 actifs, dont 1 salarié
100-130 ha – 120-160 vaches
8900 litres/an

Salle de traite 2x12 postes, Mélangeuse automotrice
Tracteurs 200ch, 115ch, 100ch, 60ch ; Charrue 5 socs, herse 3m, pulvérisateur 24m, semoir à maïs 5rgs, semoir à céréales 4m
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).

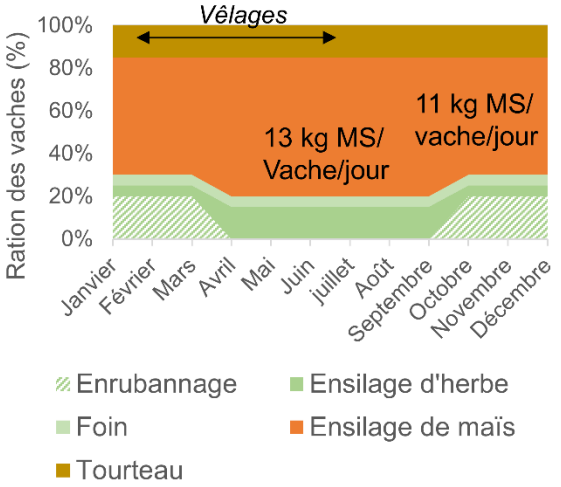


maïs / PT_{5ans} 42%
maïs / maïs / céréale d'hiv./ $RGI_{6mois\ (dérobée)}$ 30%
maïs / céréale d'hiver 16%
maïs / $RGI_{6mois(dérobée)}$ / maïs 10%
prairies permanentes 2%

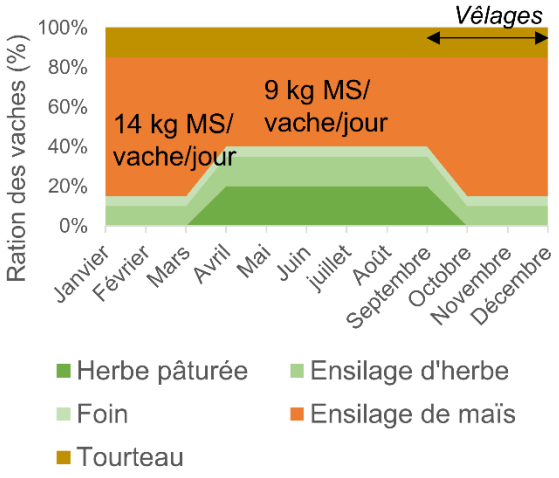


Alimentation des vaches laitières allotées :

Si début de lactation au 'printemps'
(lot 'fort' printemps + lot 'faible' hiver) :



Si début de lactation en 'hiver'
(lot 'fort' hiver + lot 'faible' printemps) :



+ **Ration au Distributeur Automatique de Concentrés (DAC)**, en moyenne, durant 318 jours de lactation :
-VL (aliment granulé complet) : 1,5 kg/jour/vache

SP4-bis

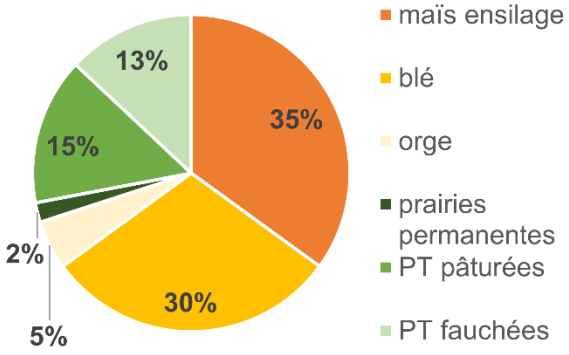
Cœur d'interfluve large et versant

3 actifs, dont 1 salarié
150-200 ha – 120-160 vaches
8500 litres/an

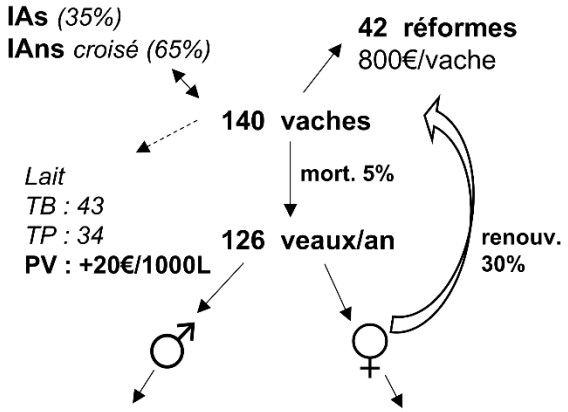
Salle de traite 2x12 postes, Mélangeuse automotrice

Tracteurs 200ch, 115ch, 100ch, 60ch ; Tonne à lisier 15m^3, charrue 5 socs, herse 3m, pulvérisateur 24m, semoir à maïs 5rgs, semoir à céréales 4m

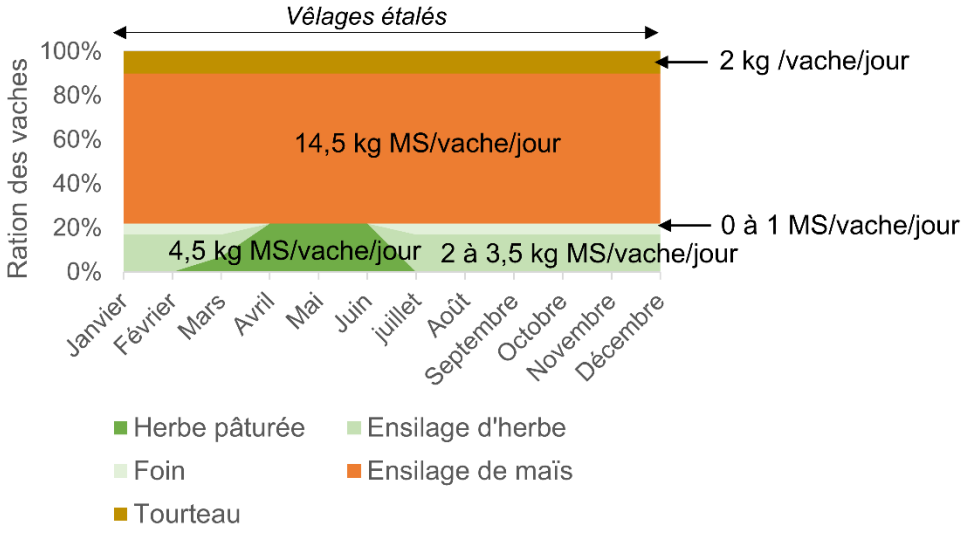
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).



maïs / blé / PT_{5ans} 39%
maïs / blé / $RGI_{6mois\ (dérobée)}$ 39%
maïs / blé / orge 15%
maïs / maïs 5%
prairies permanentes 2%



Alimentation des vaches laitières :



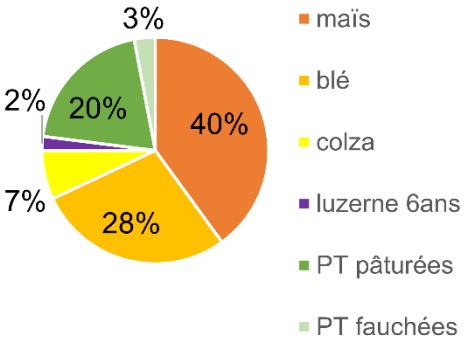
+ Ration au Distributeur Automatique de Concentrés (DAC), en moyenne, durant 325 jours de lactation :
-Tourteaux de soja : 1,5 kg/jour/vache
-VL (aliment granulé complet) : 1,5 kg/jour/vache

- Les exploitations avec 60 à 70 vaches, des rendements laitiers compris entre 9000 et 10000 litres par lactation et un robot de traite :

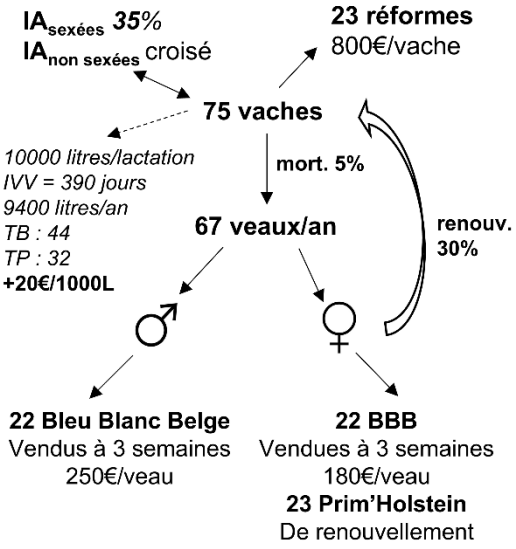
SP6
Cœur d'interfluve large

2 actifs, dont 1 salarié
80-90 ha – 70-80 vaches
9400 litres/an

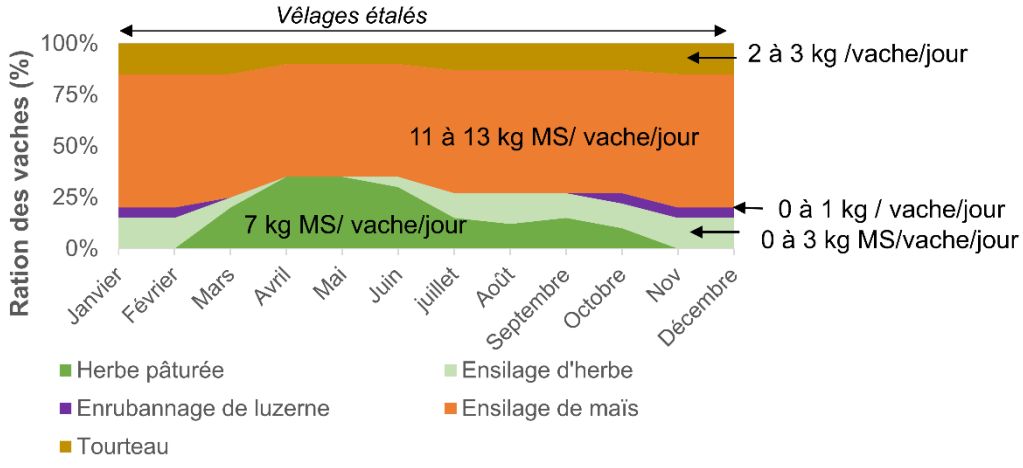
1 robot de traite, Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 150cv., 110cv., 90cv., 65cv.
Charrue 5 socs, Pulvérisateur 24m, Herse rotative 3m, Semoir à céréales, Distributeur à engrais ; Cultivateur ; Remorque 18t
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).



Classement par qualité agronomique décroissante des sols :
maïs / maïs 7%
maïs / blé 11%
maïs / blé / $RGI_{6\ mois}$ 30%
maïs / blé / colza 21%
$[maïs/blé]_{2ans}$ / $luzerne_{6ans}$ 3%
maïs / PT_{5ans} 28%



Alimentation des vaches laitières :



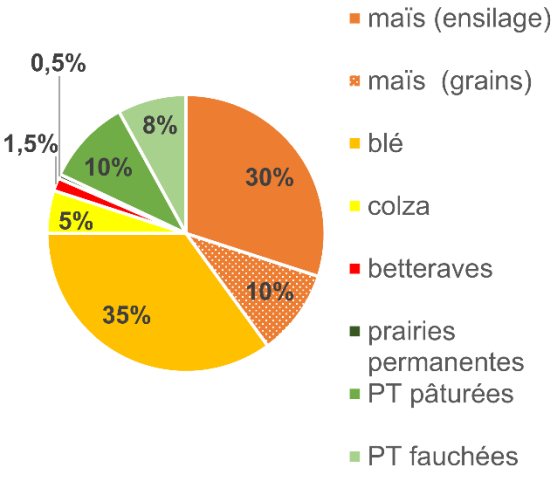
+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-tourteaux : 2,3 kg/vache/jour
-VL (aliment granulé complet) : 2,4 kg/vache/jour
-minéraux

SP7

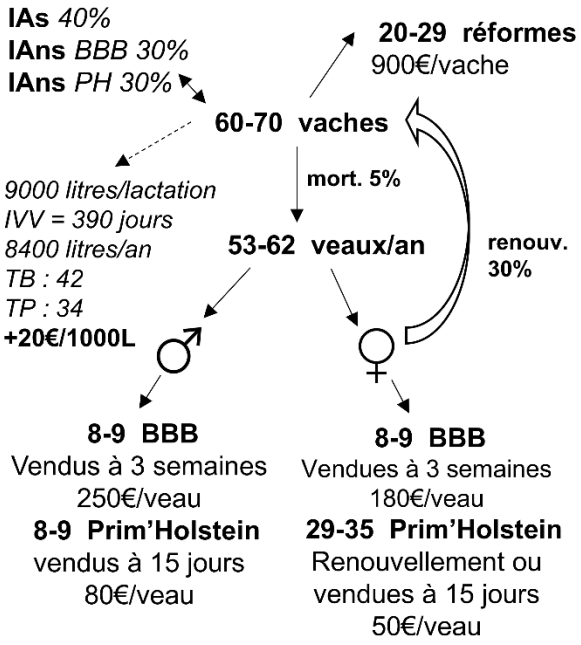
Cœur d'interfluve large ou étroit

2 actifs familiaux
100-120 ha – 60-70 vaches
8400 litres/an
+ 400 places d'engraissement de porcs charcutiers

1 robot de traite, Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 200ch, 125ch, 90ch ; Charrue 7 socs, cultivateur, pulvérisateur 24m, herse-semoir combinés, semoir à engrais, déchaumeur à disques, remorque 14t
Bâtiments :
Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).

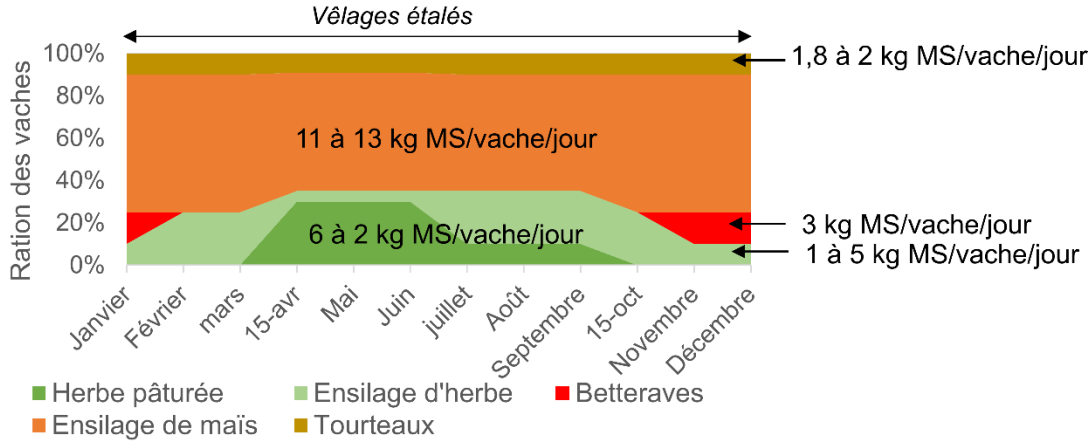


maïs / blé 59,5%
PT_{5ans} / maïs 20%
colza / blé 10%
maïs / blé / betteraves 5%
maïs / maïs 5%
prairies permanentes 0,5%



+ **Porcherie 400 places - Engraissement**
2,5 bandes/an
De 27 kg à 95 kg ; Taux de mortalité 4%
IC = 2,7

Alimentation des vaches laitières :

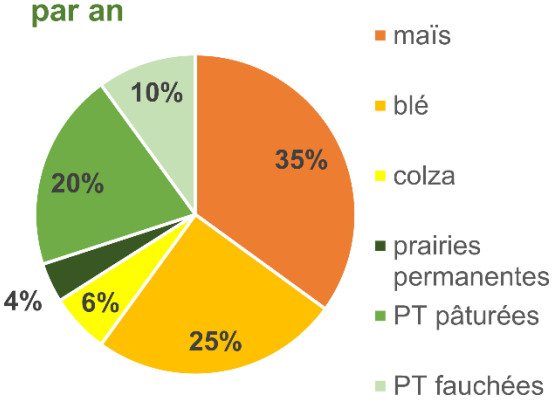


+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-tourteaux : 2 kg/jour/vache
-VL (aliment granulé complet) : 2,3 kg/jour/vache

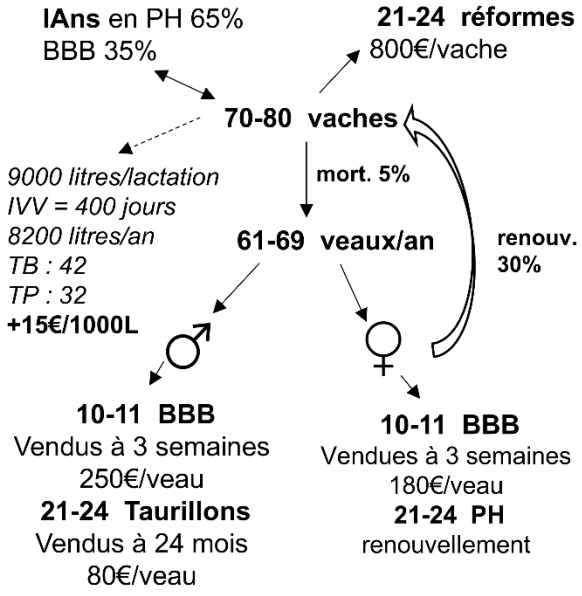
SP8
Interfluve étroit, versant

2 actifs, dont 1 salarié
110-130 ha – 70-80 vaches
8200 litres/an
+ 20-30 taurillons engraissés par an

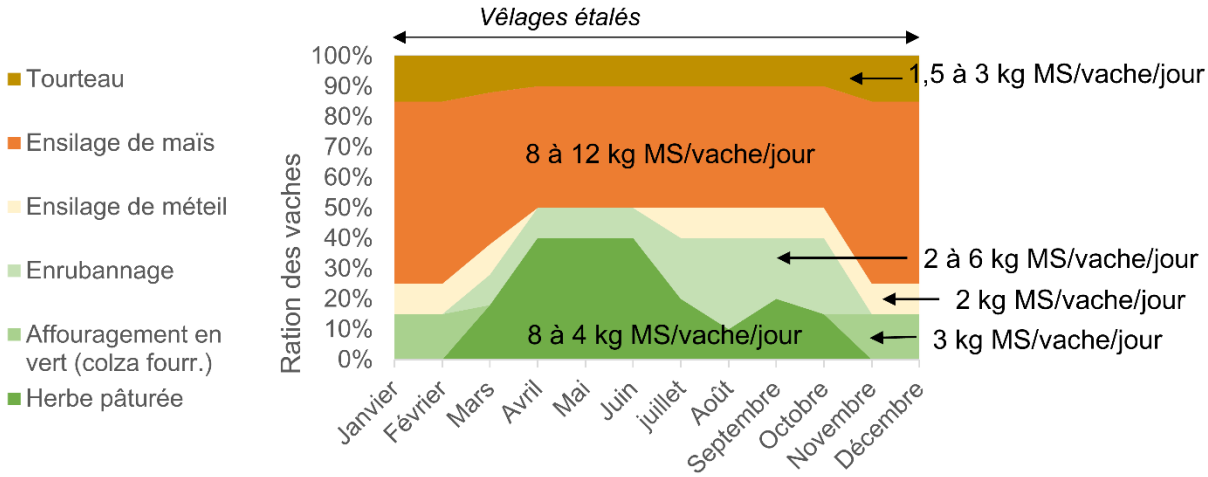
1 robot de traite, Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 150ch, 120ch, 110ch, 85ch ; Charrue 5 socs, Pulvérisateur 24m, Combiné herse-semoir, Cultivateur ; Remorque 18t, Auto-chargeuse
Bâtiments :
Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).



maïs / PT_{5ans} 36%
maïs / maïs / blé / colza / blé 29%
maïs / blé / méteil$_{6mois\ (dérobée)}$ 10%
maïs / blé / $RGI_{6\ mois\ (dérobée)}$ 10%
maïs / blé / colza fourrager$_{(dérobée)}$ 10%
maïs / maïs 1%
prairies permanentes 4%



Alimentation des vaches laitières :



+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
Tourteaux : 2 kg/jour/vache + VL (aliment granulé complet) : 2,3 kg/jour/vache

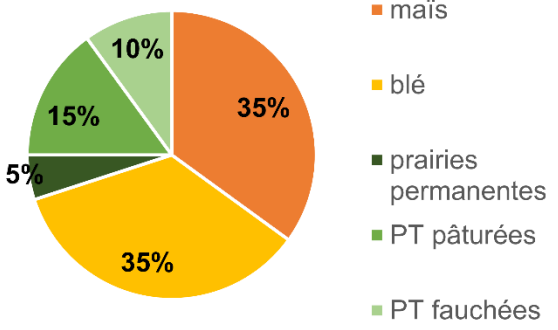
Alimentation des taurillons :

Mois		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Taurillons	Année 1	Lait en poudre + Foin + Paille					Ensilage de maïs (2 à10 kg MS/j) + Foin + Aliment (1,5kg/j)						
	Année 2	Ensilage de maïs (jusqu'à 23 kg MS/j) + Aliment (1,5kg/j)											

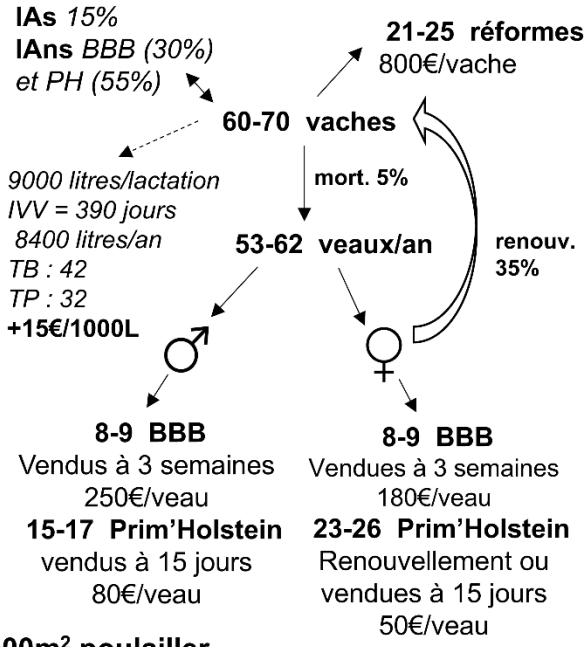
SP9
Interfluve étroit, versant

2 actifs familiaux
90-100 ha – 60-70 vaches
8400 litres/an
+ 1000m² de bâtiment volailles de chair

1 robot de traite, Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 115ch, 95ch, 90ch ; Charrue 5 socs, pulvérisateur 24m, distributeur à engrais 3t, remorque 18t, herse rotative 3m, semoir à céréales, cultivateur.
Bâtiments :
Stabulation caillebotis et logettes matelas (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses).

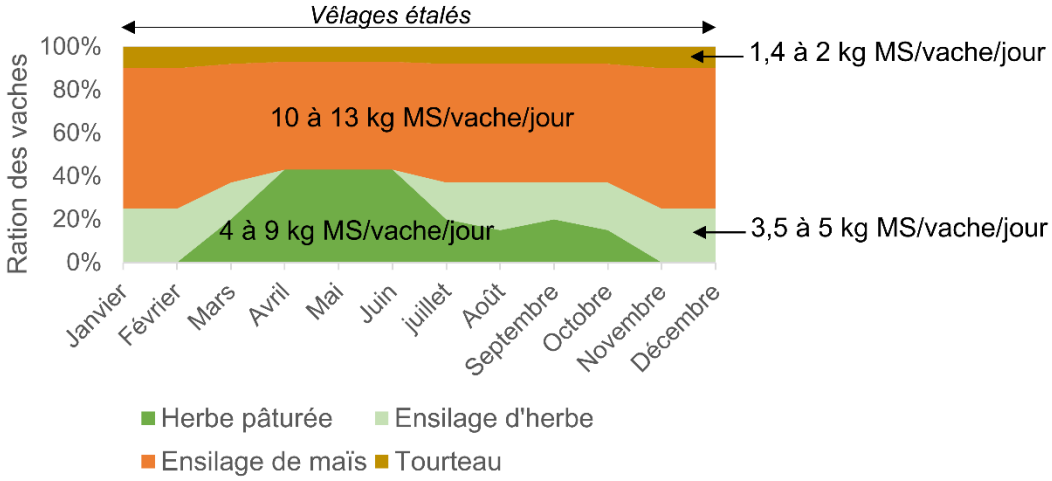


maïs / blé / $RGI_{6mois\ (dérobée)}$ 32%
maïs / PT_{5ans} 35%
maïs / blé 28%
prairies permanentes 5%



+ **2000m² poulailler**
5 bandes/an - 16000 poulets/bande
Taux de mortalité = 2,5% ; Poulets de 47 jours
Marge poussin-aliment = 9€/m²/bande

Alimentation des vaches laitières :



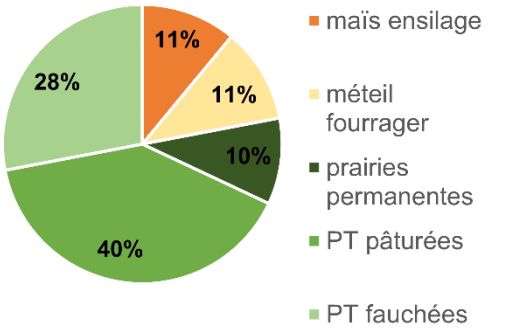
+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-VL (aliment granulé complet) : 1,5 kg/jour/vache

- Les exploitations avec des rendements laitiers de moins de 8500 litres par lactation et une salle de traite :

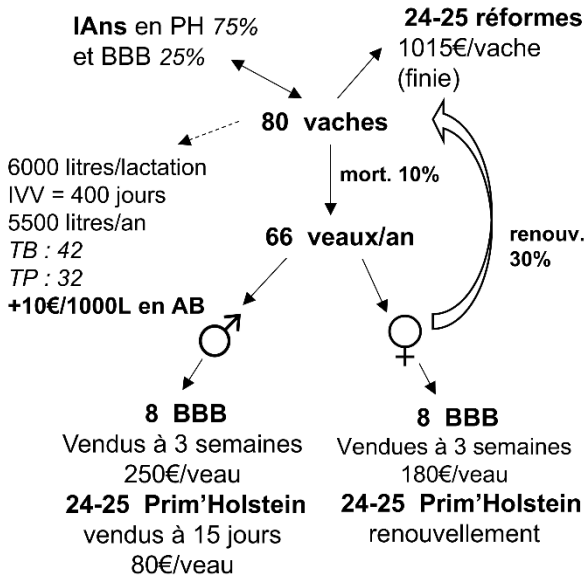
SP12.AB
Interfluves larges et étroit
Versant et fond de vallée

3 actifs, dont 1 salarié
90-110 ha – 70-90 vaches
5500 litres/an

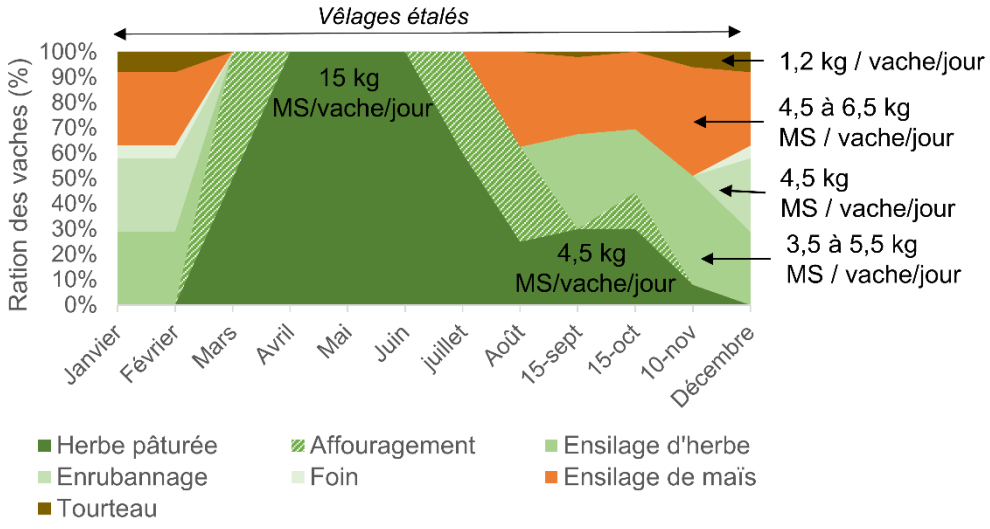
Salle de traite 2x7 postes, Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 110ch, 90ch, 85ch ; Faucheuse, Faneuse, Andaineuse, Auto-chargeuse, Semoir à engrais ; Plateau à paille
Bâtiments :
Stabulation avec logettes paillées (vaches)
Stabulation aire paillée (génisses)



maïs / méteil / PT_{8ans} 47%
maïs / méteil / PT_{5ans} 39%
maïs / $RGI_{6mois\ (dérobée)}$ / méteil / PT_{8ans} / 4%
prairies permanentes 10%



Alimentation des vaches laitières :

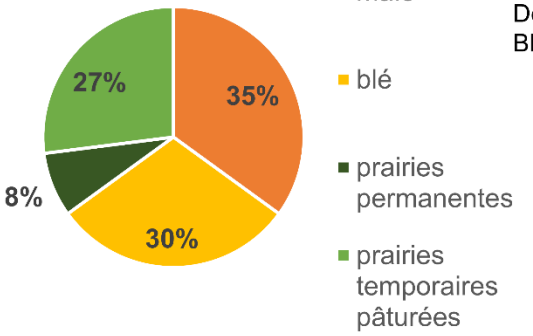


SP10

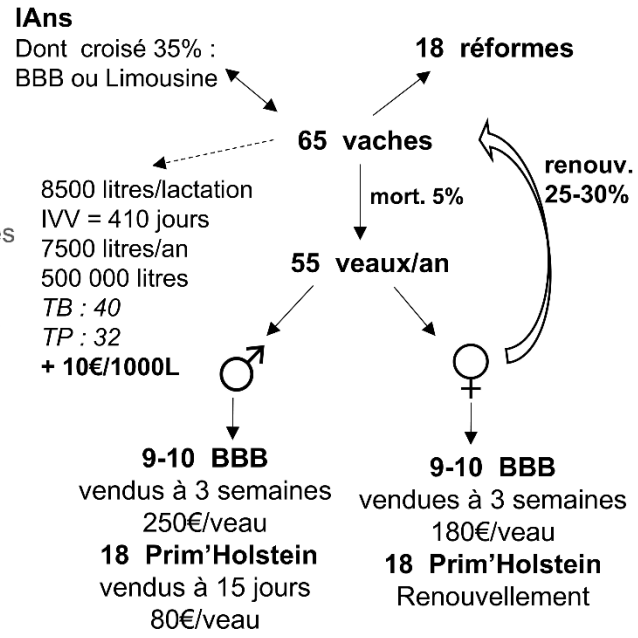
Versant d'interfluve large
(sols limono-argileux)

1,5 actif, dont 1 aide-familiale
60-70 ha – 60-70 vaches
7500 litres/an

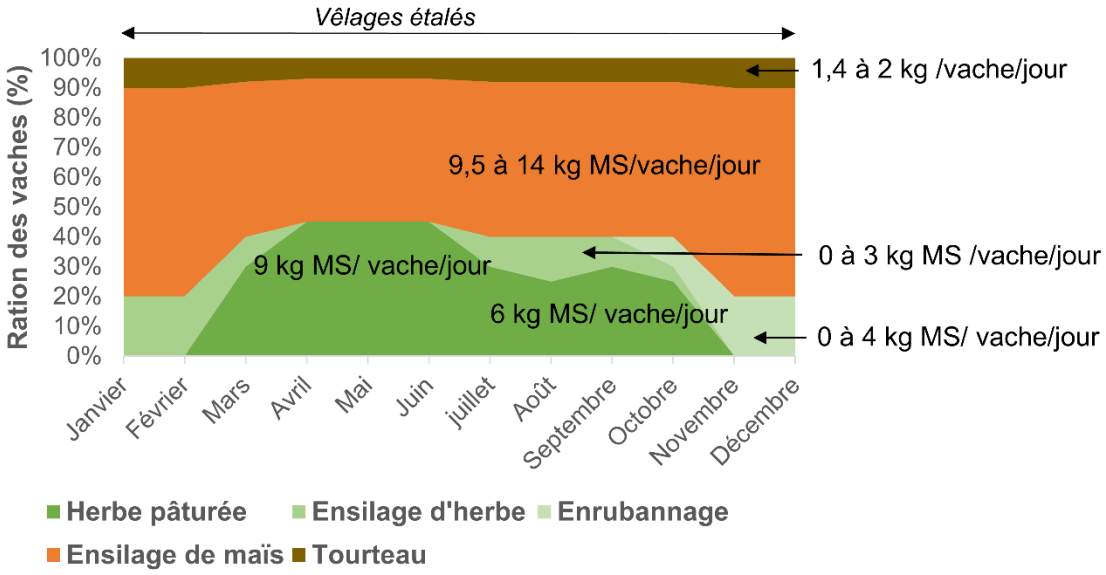
Salle de traite 2x7 postes, Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 110ch, 100ch, 60ch ; Charrue 4 socs ;
Distributeur à engrais ; Cultivateur ; Remorque 9 tonnes
Bâtiments :
Stabulation avec logettes paillées (vaches), stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses)



maïs / blé 42%
maïs / blé / $RGI_{6mois\ (dérobée)}$ 18%
mais / PT_{5ans} 32%
prairies permanentes 8%



Alimentation des vaches laitières :

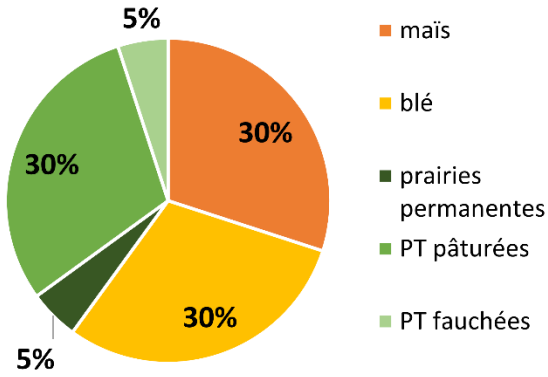


SP11

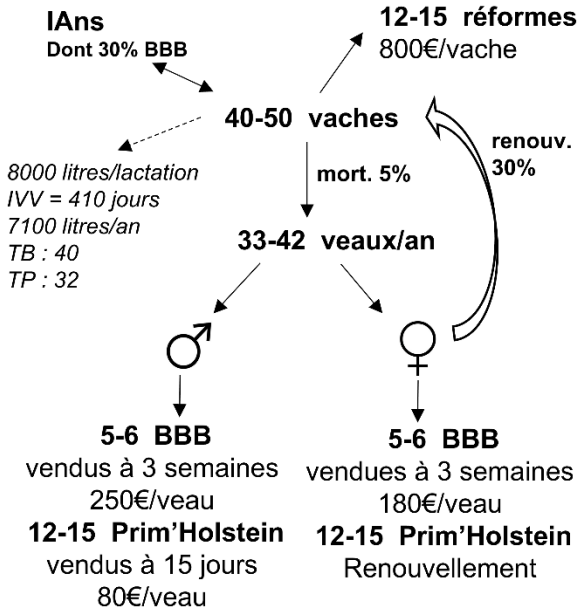
Interfluve large ou étroit, versant

2 actifs familiaux
60-70 ha – 40-50 vaches
7100 litres/an

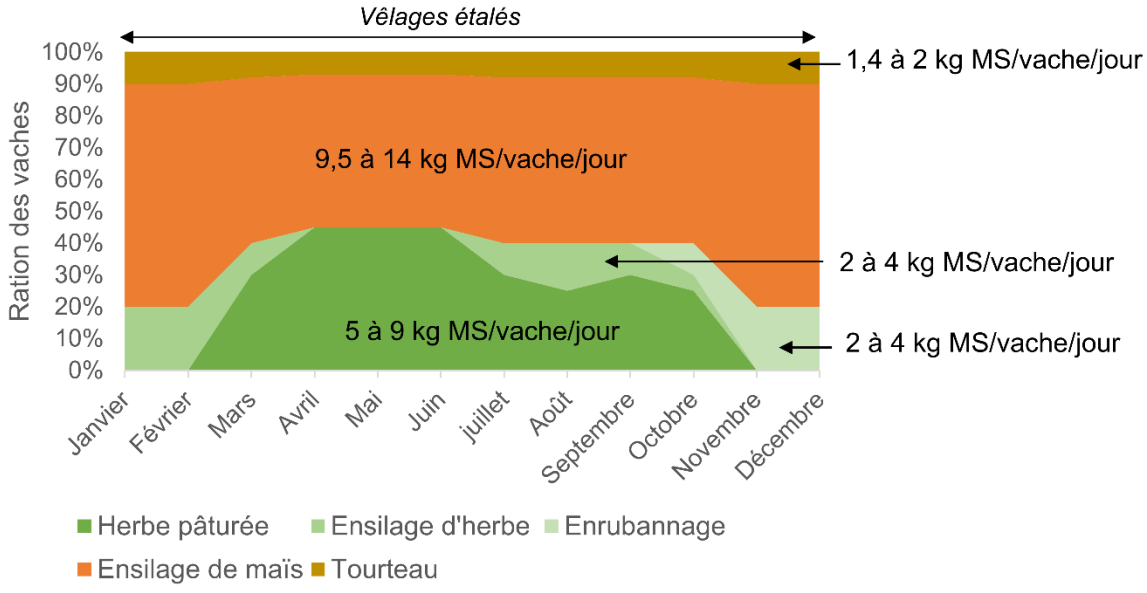
Salle de traite 2x5 postes, Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 110ch, 90ch, 60ch ; Charrue 5 socs ; semoir à blé et à maïs ; Remorque 13t ; Bétaillère
Bâtiments :
Stabulation avec logettes paillées (vaches), stabulation avec aire paillée (génisses).



maïs / blé / PT_{5ans} 49%
maïs / blé 26%
maïs / blé / $RGI_{6mois\ (dérobée)}$ 20%
prairies permanentes 5%



Alimentation des vaches laitières :

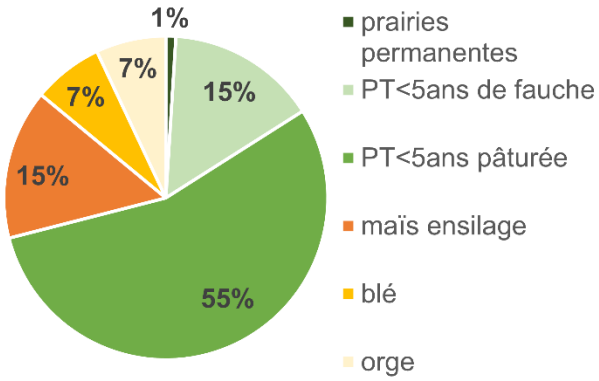


- Les exploitations en élevage bovin allaitant :

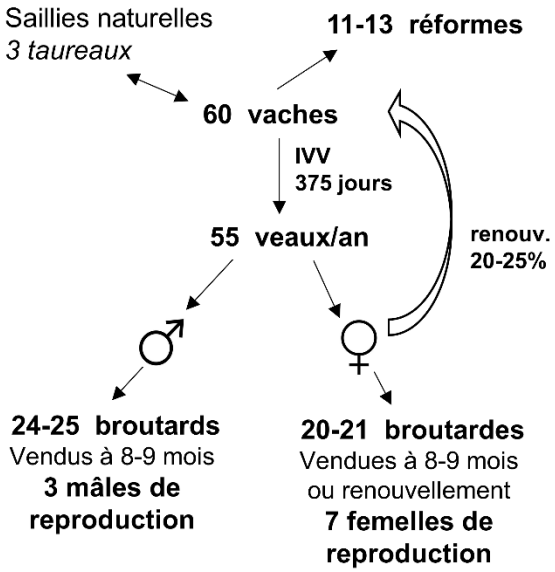
SP15
Interfluves larges et étroit
Versant et fond de vallée

1 actif
55-65 ha – 55-65 vaches allaitantes (race Limousine)

Désileuse-pailleuse et Mélangeuse
Tracteurs 140ch, 60ch ; Faucheuse 4m, Faneuse 9,5m, Andaineuse, Presse, Rouleau, Herse rotative, Faucheuse-Autochargeuse, Gyrobroyeur
Bâtiments :
Stabulation avec aire paillée (vaches)
Stabulation avec aire paillée (génisses)

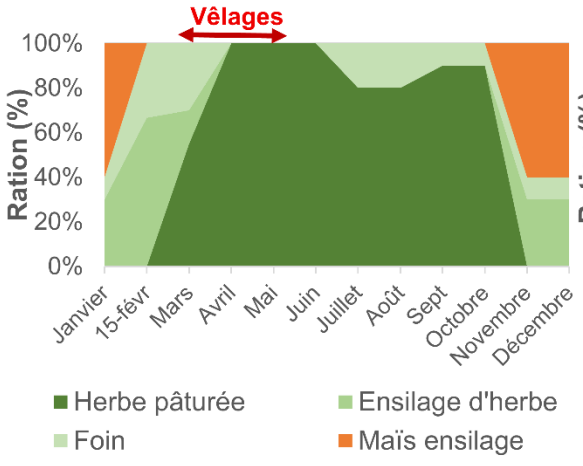


maïs / céréale d'hiver / PT_{5ans} 97%
maïs / maïs / PT_{4ans} 2%
prairies permanentes 1%

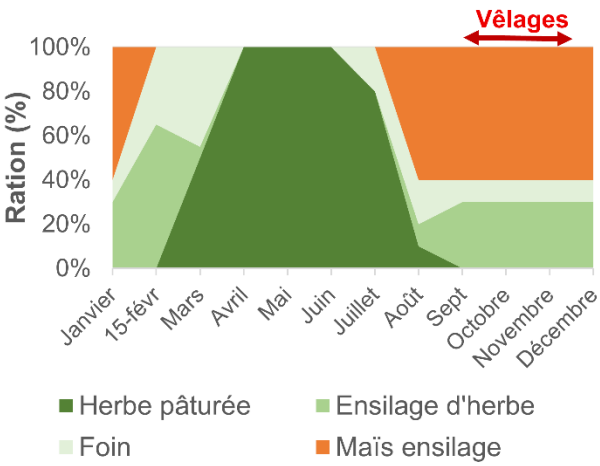


Alimentation des vaches allaitantes :

Lot à vêlages de printemps (50%) :



Lot à vêlages d'automne (50%) :

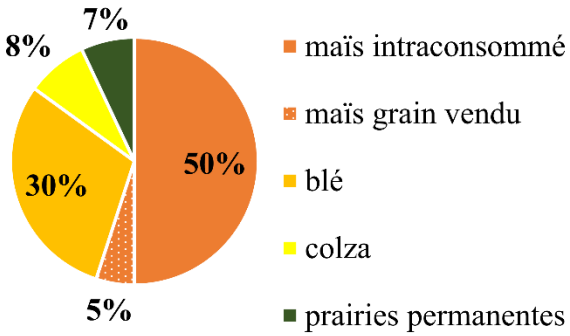


- Les élevages porcins ‘naisseur-engraisseur’ du bassin rennais, sans station de traitement du lisier :

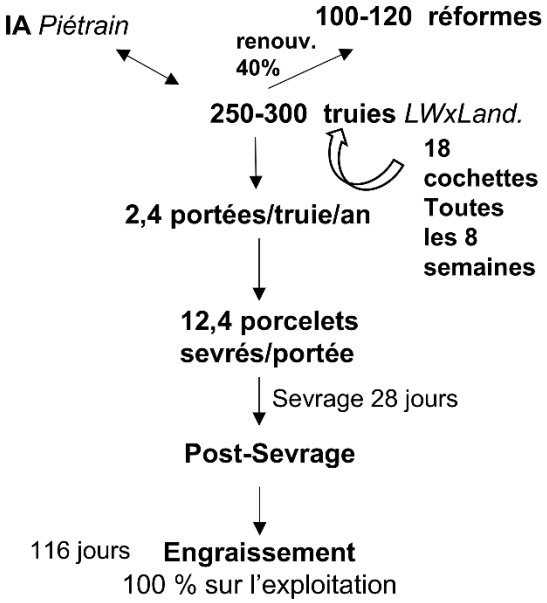
SP13
Cœur d’interfluve large et versants

3 actifs, dont 1 salarié
100-130 ha – 250-300 truies
Conduite en 7 bandes
Prêteur de terre

Fabrique partielle d’aliments
Tracteurs 180ch, 125ch ; Charrue 9 socs, cultivateur 5m, combiné herse-semoir 4,5m, pulvérisateur 24m, Moissonneuse 6,1m en copropriété
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis ; Machine à soupe ou chaîne d’alimentation et granulés



maïs / maïs / blé / colza / blé 40%
maïs / blé 28%
maïs / maïs 25%
prairies permanentes 7%



Alimentation des truies et des porcs :

- **Suivi informatisé de l’alimentation**
- **Alimentation multi-phasée**
- Distribution sous forme de granulés ou de soupe
- Fabrication partielle d’aliments : 50% d’incorporation de maïs + 20% de blé + 30% d’aliments pour 66% de l’engraissement
- Achat d’aliments pour les truies et 33% de l’engraissement (site secondaire)
- Maïs et blé à 100% produits sur l’exploitation
- IC-*global moyen* = 2,7
- 8,5 tonnes d’aliments consommées/truie et sa suite/an

Gestion des effluents d’élevage :

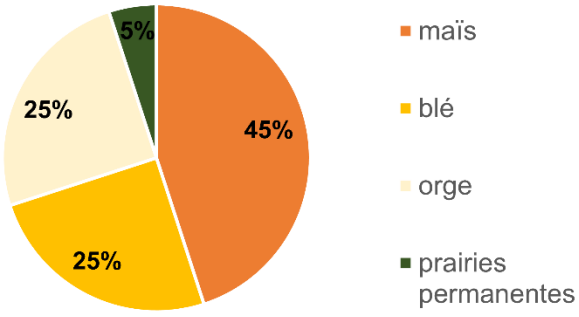
Lisier de porcs et de truies :
épandus avant les semis de maïs principalement

SP14

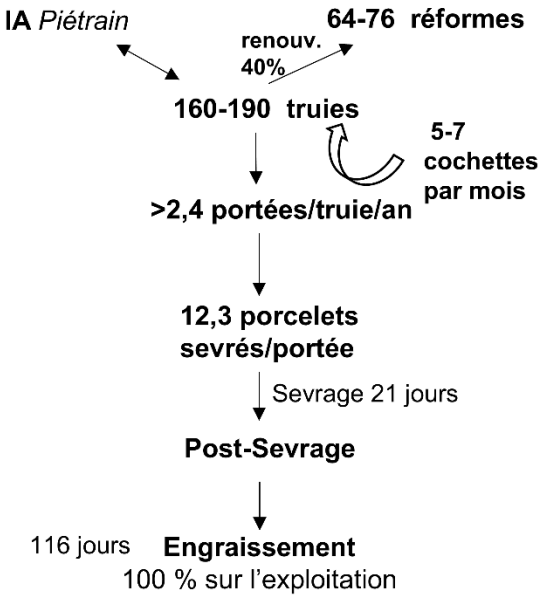
Cœur d'interfluve large et versants

1,5 actif, dont 1 salarié à mi-temps
100-120 ha – 160-190 truies
Achat d'aliments
Epandages à 100% sur l'exploitation
Conduite en 5 bandes

Tracteurs 180ch, 110ch, 90ch ; Herse rotative, semoir à blé, semoir à maïs, cultivateur.
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis ; Machine à soupe



maïs / blé / orge 75%
maïs / maïs 20%
prairies permanentes 5%



Alimentation des truies et des porcs :

- Suivi informatisé de l'alimentation
- Distribution sous forme liquide (machine à soupe)
- Alimentation multi-phasée
- Achat d'aliments à tous les stades
- IC-*global moyen* = 2,6
- 9 tonnes d'aliments consommées/truie et sa suite/an

Gestion des effluents d'élevage :

Lisier de porcs et de truies :
épandus avant les semis de maïs principalement

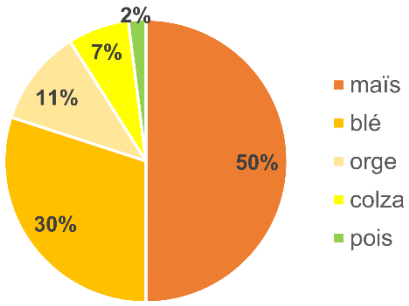
Annexe 3 - 'Fiches systèmes' : principales caractéristiques des systèmes de production de l'Est du bassin du Gouessant

- Les grands élevages avec plus de 520 truies, une fabrique d'aliments et une station de traitement des lisiers

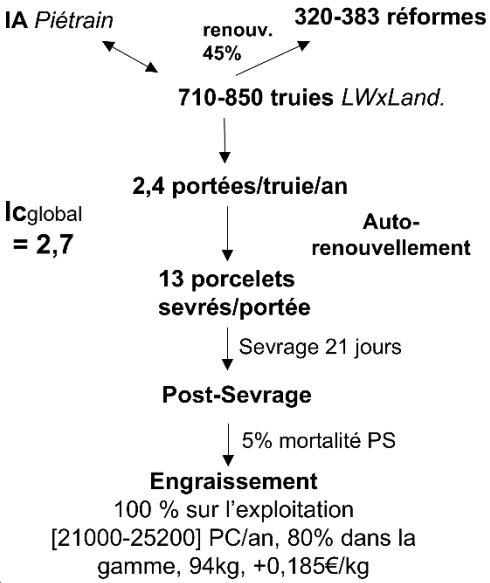
SPNE1
Cœur d'interfluve

10 actifs, dont 8 salariés
250-300 ha – 710-850 truies
Conduite en 21 bandes

Fabrique intégrale d'aliments ; Station de traitement des lisiers (azote et phosphore)
Tracteurs 340cv. 300cv. et 120cv. ; Charrue 6 socs, semoir et herse rotative 4,5m, pulvérisateur 36m, tonne à lisier 20000L enfouisseur et pendillard 24m, semoirs à céréales 4,5m, à maïs 6 rangs, à engrais 36m, chisel, cover-crop 5,5m, remorque 15 tonnes
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis, machine à soupe informatisée, silos tour et broyeur

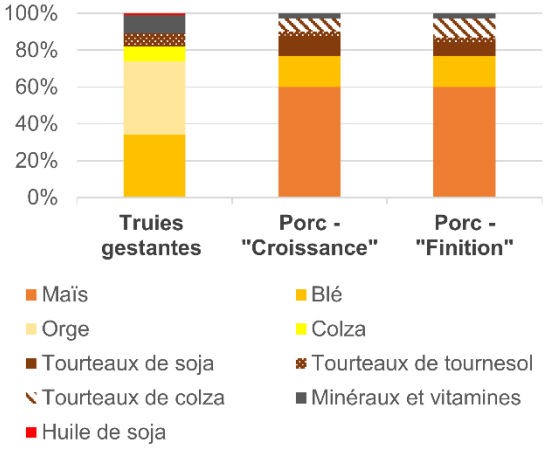


colza / blé / maïs / blé / orge 35%
maïs / maïs 29%
maïs / blé 16%
maïs / blé / orge 12%
pois / blé / maïs / blé 8%



Alimentation des truies et des porcs :

Fabrication intégrale (sauf 1er âge et truies allaitantes)
55% de céréales intraconsommées + 45% de céréales achetées (2,6 tonnes de céréales achetées par truie)
Achat d'aliments complets pour 15% de l'engraissement (sites secondaires)



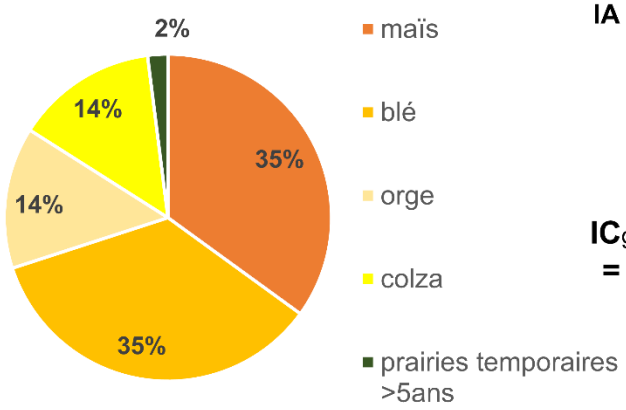
Gestion des effluents d'élevage :

Lisier : Production de [55000-66000] unités d'azote/an
60% traité, le reste : 40m³/ha sur maïs et 55m³/ha sur la moitié des surfaces en blé
Phase liquide en lagune : irrigation du maïs (concentrée en phosphore)
Phase solide : exportée, vendue (concentrée en azote, abattement à 98%)

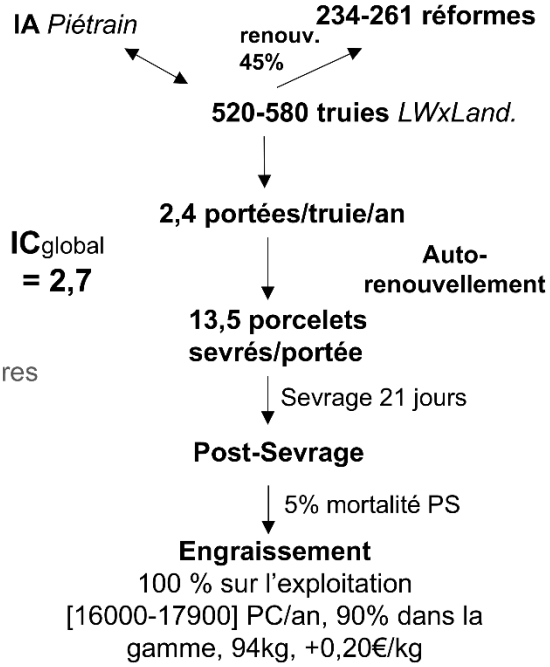
SPNE2
Cœur d'interfluve

6 actifs, dont 4 salariés
310-350 ha – 520-580 truies
Conduite en 5 bandes

Fabrique intégrale d'aliments ; Station de traitement des lisiers (azote et phosphore)
Tracteurs 2x 340cc, 3x 150cc ; Moissonneuse-batteuse 7,6m, 8 becs, rotors ; Charrue 6 socs, semoir et herse rotative 4,5m, pulvérisateur et pendillard 24m, semoirs à céréales 4m, à maïs 6 rangs, à engrais, chisel, cover-crop 4m, remorque 15t
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis, machine à soupe informatisée, silos tour et broyeur

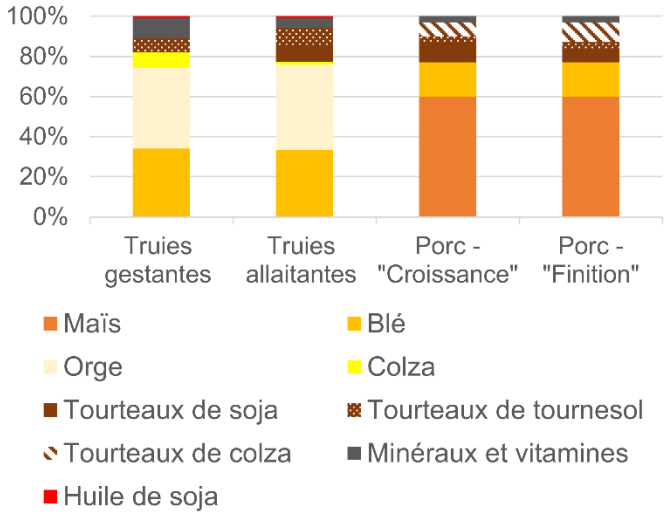


colza / blé / maïs / blé / orge 68%
maïs / blé 14%
maïs / maïs 16%
prairies temporaires de longue durée 2%



Alimentation des truies et des porcs :

Fabrication intégrale (sauf 1er âge)
65% de céréales intraconsommées + 35% de céréales achetées (2,4 tonnes de céréales achetées par truie)



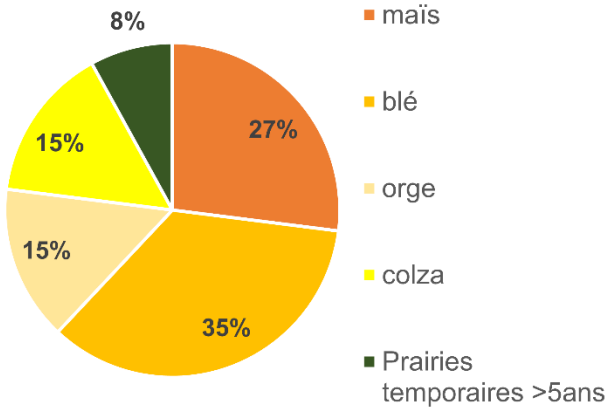
Gestion des effluents d'élevage :

Lisier : Production de 40000-45000 unités d'azote/an
20% traité, le reste : 30m^3/ha sur maïs et 35m^3/ha sur blé et orge
Phase liquide en lagune : irrigation du maïs (concentré en phosphore)
Phase solide : exportée, vendue (concentrée en azote, abattement à 98%)

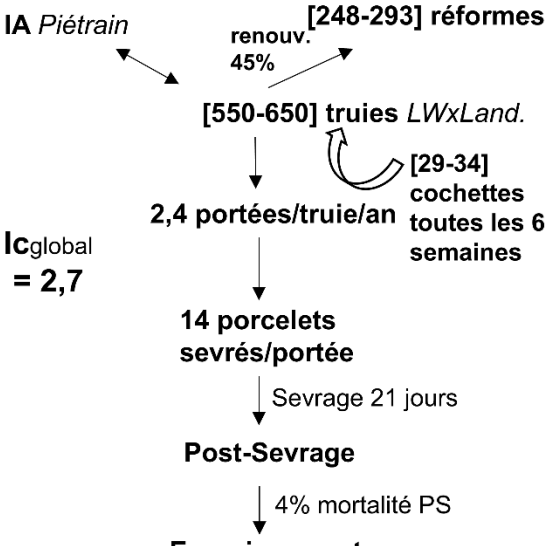
SPNE3
Cœur d'interfluve

5 actifs, dont 3 salariés
120-140 ha – 550-650 truies
Conduite en 5 bandes

Fabrique partielle d'aliments ; Station de traitement des lisiers (azote et phosphore)
Tracteurs 180cc, 130cc, 110cc ; Charrue 5 socs, semoir et herse rotative 4,5m, pulvérisateur 24m, semoirs à céréales 4m, à maïs 6 rangs, à engrais, chisel, cover-crop 4m, remorque 12t
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis, machine à soupe informatisée, silos tour et broyeur



colza / blé / maïs / blé / orge 74%
maïs / blé 11%
maïs / maïs 7%
prairies temporaires de longue durée 8%



Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation achetée multi-phasée pour les truies
- Pour les porcs : 50% d'incorporation de maïs humide + 20% de blé + 30% d'un aliment complémentaire : 2 aliments en PS et 3 en engraissement
- Près de 9,5 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

Gestion des effluents d'élevage :

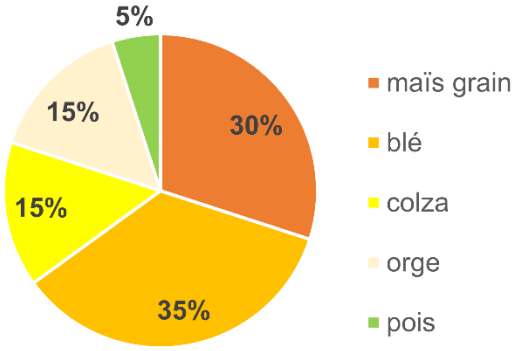
Lisier : Production de [42000-50000] unités d'azote/an
Export d'au moins [33000-39000] unités
80% traité, le reste : 30m^3/ha sur maïs et 25m^3/ha sur blé et orge
Phase liquide en lagune : irrigation du maïs (concentré en phosphore)
Phase solide : exportée, vendue (concentrée en azote, abattement à 98%)

- Les élevages avec 300 à 450 truies, et de fortes performances zootechniques

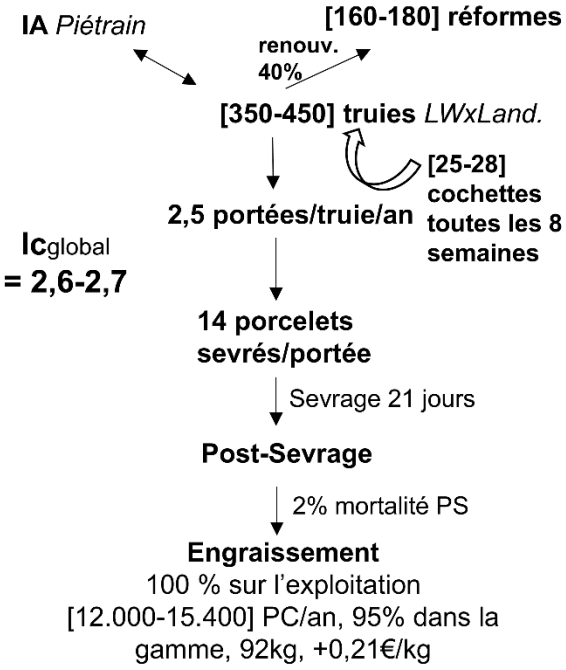
SPNE4
Cœur d'interfluve et versants

4 actifs, dont 2 salariés
150-200 ha – 350-450 truies
Conduite en 5 bandes
1 prêteur de terre

Tracteurs 300cc, 220cc, 190cc 110cc + moissonneuse-batteuse rotors, 6m ; Charrue 6 socs, combiné herse-semoir 3m, pulvérisateur 24m, tonne à lisier et pendillard 24m 18500L, semoirs à céréales 4m, à maïs 5 rangs, à engrais, chisel, cover-crop 4m
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis, machine à soupe informatisée, individualisée pour les truies en gestation.



colza / blé / maïs / blé / orge 75%
pois / blé / maïs 15%
maïs / maïs 10%



Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation achetée multi-phasée
- Pour les truies : 1 aliment « gestante » et 1 aliment « allaitante »
- Pour les porcs : 1 aliment en maternité, 3 aliments en PS et 3 aliments en engraissement
- 9,5-10 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

Gestion des effluents d'élevage :

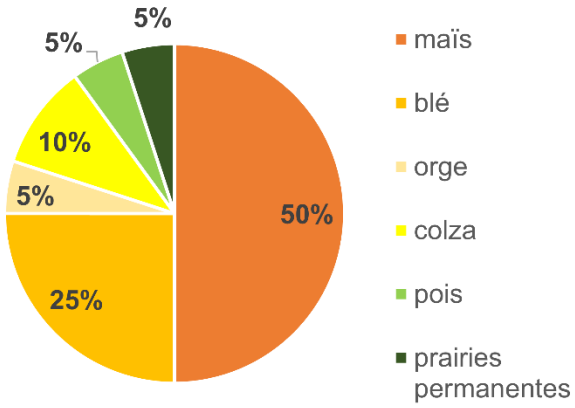
Lisier: enfoui avant les semis de maïs à l'enfouisseur et sur le blé au pendillard
Production de 27000-35000 unités d'azote/an
Epandage de 740-1520 unités chez un prêteur : soit au minimum 4-9 ha de prêts

SPNE5

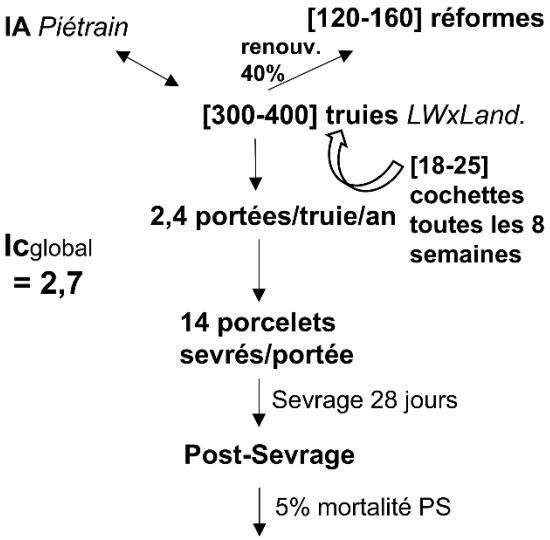
Cœur d'interfluve et versants

4 actifs, dont 3 salariés
120-160 ha – 300-400 truies
Conduite en 7 bandes

Fabrique partielle d'aliments ; Station de traitement des lisiers (azote et phosphore)
Tracteurs 190cv., 130cv., 110cv. ; Charrue 5 socs, semoir et herse rotative 4,5m, pulvérisateur 24m, tonne à lisier et pendillard 22000L, semoirs à céréales 4m, à maïs 6 rangs, à engrais, chisel, cover-crop 4m
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis, machine à soupe informatisée, individualisée pour les truies en gestation.



colza / blé / maïs / maïs / blé 48%
pois / blé / maïs / blé 19%
maïs / maïs / orge 14%
maïs / maïs 14%
Prairies permanentes 5%



Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation achetée multi-phasée pour les truies, alimentation individualisée par puçage
- Pour les porcs : 50% d'incorporation de maïs humide + 50% d'aliments complémentaires : 2 en PS et 3 en engraissement
- 9,3 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

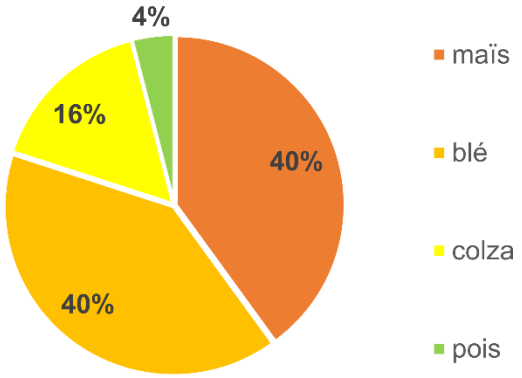
Gestion des effluents d'élevage :

Lisier : intégralement traité
Production de [27000-35000] unités d'azote/an
Phase liquide en lagune : irrigation du maïs
Phase boueuse : enfouie avant maïs, au pendillard sur blé
Phase solide : exportée, vendue
Export d'au moins [17000-21000] unités

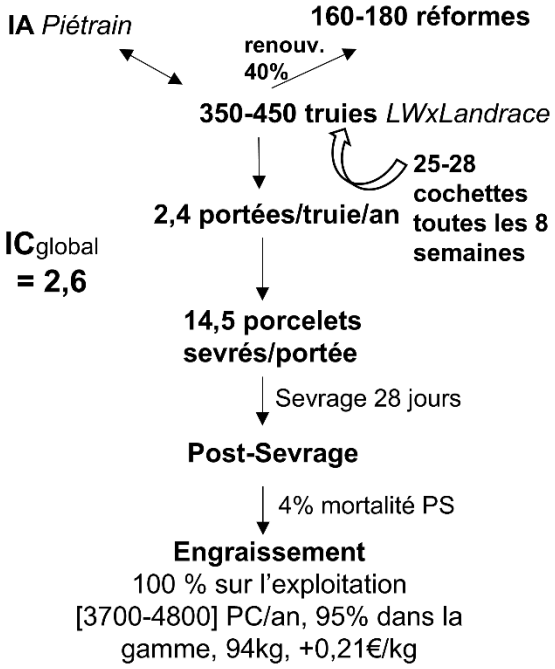
SPNE6
Versants

4 actifs, dont 3 salariés
60-80 ha – 350-450 truies
Achat d'aliments
Conduite en 7 bandes

Station de traitement des lisiers (azote et phosphore)
Tracteurs 190cv, 110cv ; Charrue 5 socs, combiné herse-semoir 3m, pulvérisateur 24m, tonne à lisier et pendillard 15m 12000L, semoirs à céréales 4m, à maïs, à engrais, chisel, cover-crop 4m.
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis et système d'air filtré, machine à soupe informatisée, station de traitement



colza / blé / maïs / maïs / blé 80%
pois / blé / maïs / blé 15%
maïs / blé 5%



Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation achetée multi-phasée
- Pour les truies : 2 aliments « gestante » et 2 aliments « allaitante »
- Pour les porcs : 2 aliments en maternité, 2 aliments en PS et 4 aliments en engraissement
- 9,7 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

Gestion des effluents d'élevage :

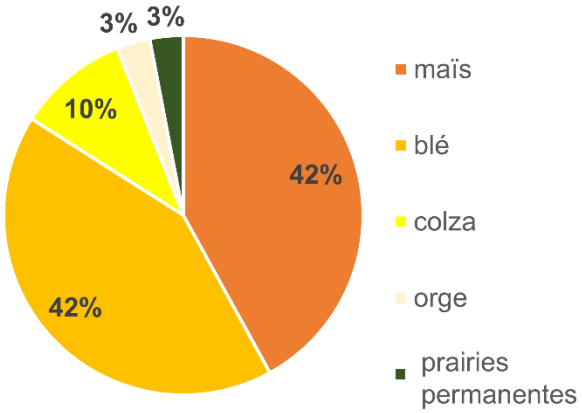
Lisier : intégralement traité
Production de [27000-35000] unités d'azote/an
Phase liquide en lagune : irrigation du maïs
Phase solide : exportée, vendue
Export d'au moins [17000-21000] unités

- Les élevages avec moins de 300 truies, achat d'aliments et prêteur de terre

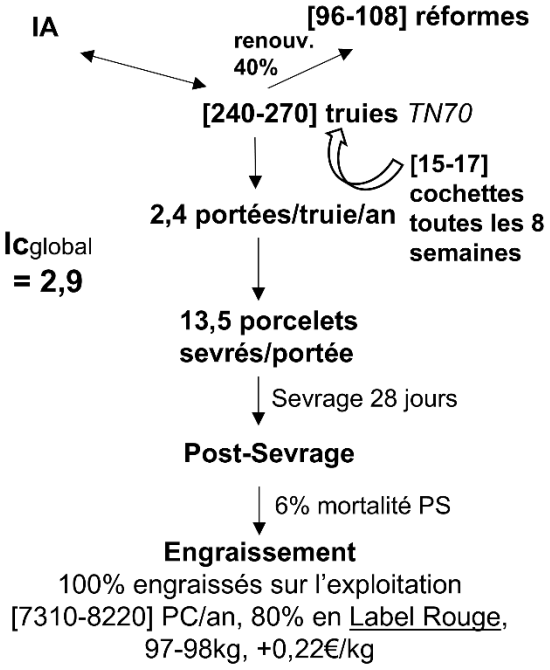
SPNE7
Versants

3 actifs, dont 1 salarié
95-120 ha – 240-270 truies
1 prêteur de terres
Conduite en 7 bandes

Fabrique partielle d'aliments
Tracteurs 200cv, 160cv, 130cv, 70cv ; Charrue 5 socs, combiné herse-semoir 4m, pulvérisateur 15m, tonne à lisier 18500L, semoirs à céréales 4m, à maïs 5 rangs, à engrais, chisel, cover-crop 4m, remorque 18t
Bâtiments : Bâtiments sur caillebotis, machine à soupe informatisée et individualisée en gestantes, broyeur et silo tour



colza / blé / maïs /blé 39%
maïs / blé 37%
maïs / maïs 12%
maïs / blé / orge 9%
prairies permanentes 3%



100% engraissés sur l'exploitation
[7310-8220] PC/an, 80% en Label Rouge, 97-98kg, +0,22€/kg

Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation Label Rouge achetée multi-phasée
- Pour les truies : 1 aliment « gestante » et 1 aliment « allaitante »
- Pour les porcs : 2 aliments en maternité, 2 aliments en PS et 3 aliments en engraissement
- 9 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

Gestion des effluents d'élevage :

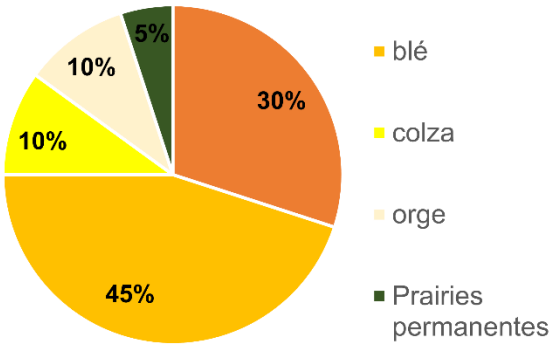
Lisier: Production de [19000-21000] unités d'azote/an
Lisier enfoui avant les semis de maïs à l'enfouisseur et sur le blé au pendillard
Epandage de [400-2400] unités chez un prêteur : soit au minimum [3-14]ha de prêts

SPNE8
Versant

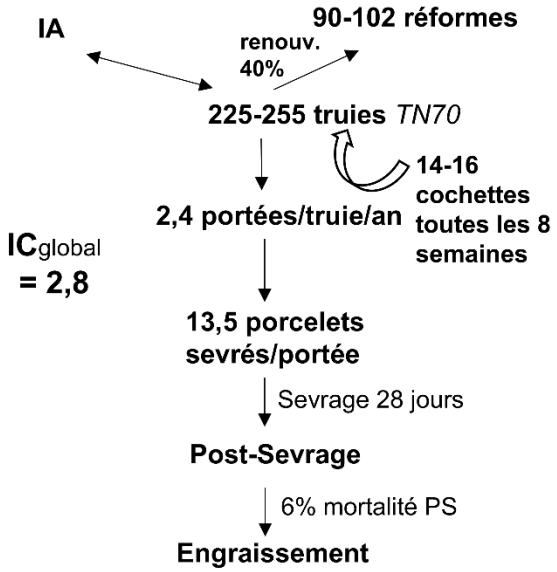
3 actifs, dont 1 salarié
60-80 ha – 225-255 truies
Conduite en 7 bandes
Label Rouge

Tracteurs 150cv, 130cv, 70cv ; Charrue 5 socs, combiné herse-semoir 4m, pulvérisateur 15m, tonne à lisier 12000L, semoirs à céréales 4m, à maïs, à engrais, chisel, cover-crop 4m

Bâtiments : Bâtiments sur caillebotis, truies gestantes sur paille, machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.



maïs / blé 47,5%
colza / blé / maïs / blé / orge 47,5%
prairies permanentes 5%



95% engraissés sur l'exploitation + 5% à façon
[6850-7770] porcs/an, 80% en Label Rouge, 97-98kg, +0,21€/kg

Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation Label Rouge achetée multi-phasée
- Pour les truies : 1 aliment 'gestante' et 1 aliment 'allaitante'
- Pour les porcs : 2 aliments en maternité, 2 aliments en PS et 3 aliments en engraissement
- 9 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

Gestion des effluents d'élevage :

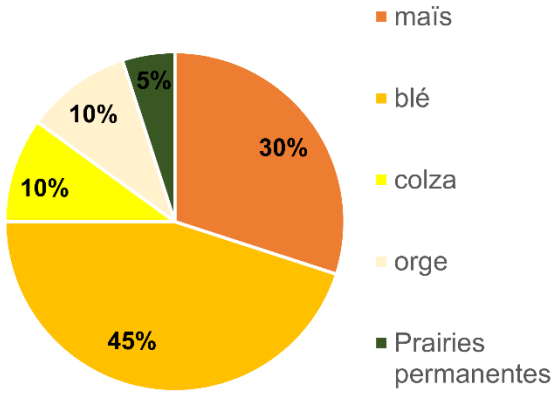
Lisier : enfoui avant les semis de maïs à l'enfouisseur et sur le blé au pendillard
Production de 10000 à 12000 unités d'azote/an (5% des porcs engraissés à façon)
Fumier de truies : entièrement composté et exporté
Besoin en paille : 330 kg/truie/an ; système avec racleur et fumière, paillage 2 à 3 fois par semaine (respectivement été/hiver)
Production de fumier : 185-210 tonnes/an

SPNE8-bis
Versant

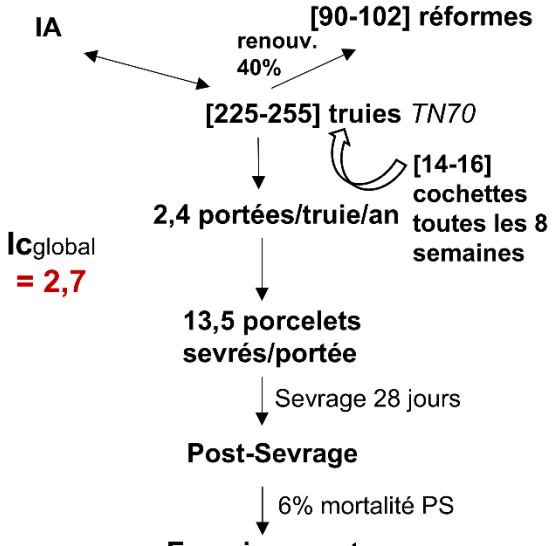
3 actifs, dont 1 salarié
140-160 ha – 225-255 truies
Label Rouge
Conduite en 7 bandes

Tracteurs 200cv, 150cv, 130cv, 70cv ; Charrue 6 socs, combiné herse-semoir 4m, pulvérisateur 24m, tonne à lisier 22000L, semoirs à céréales 4m, à maïs, à engrais, chisel, cover-crop 5m

Bâtiments : Bâtiments sur caillebotis, truies gestantes sur paille, machine à soupe informatisée et individualisée pour les truies gestantes.



maïs / blé 47,5%
colza / blé / maïs / blé / orge 47,5%
prairies permanentes 5%



100% engraissés sur l'exploitation
[6850-7770] PC/an, 80% en Label Rouge, 97-98kg, +0,22€/kg

Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation Label Rouge achetée multi-phasée
- Pour les truies : 1 aliment « gestante » et 1 aliment « allaitante »
- Pour les porcs : 2 aliments en maternité, 3 aliments en PS et 3 aliments en engraissement
- 9,5 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

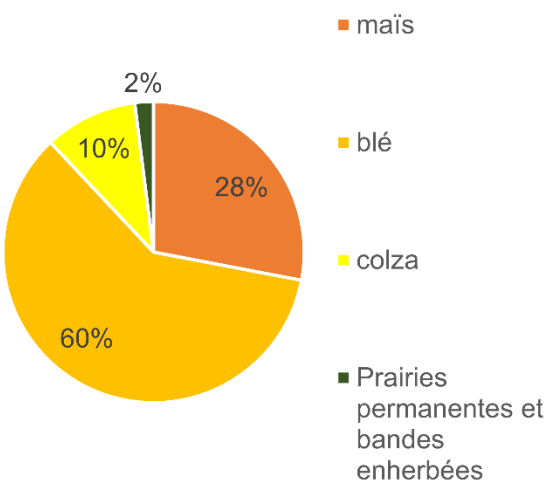
Gestion des effluents d'élevage :

Lisier : enfoui avant les semis de maïs à l'enfouisseur et sur le blé au pendillard
Production de 11000à 12500 unités d'azote/an (100% de l'engraissement sur l'exploitation)
Fumier de truies : entièrement composté et exporté
Besoin en paille : 330 kg/truie/an ; système avec racleur et fumière, paillage 2 à 3 fois par semaine (respectivement été/hiver)
Production de fumier : 185-210 tonnes/an

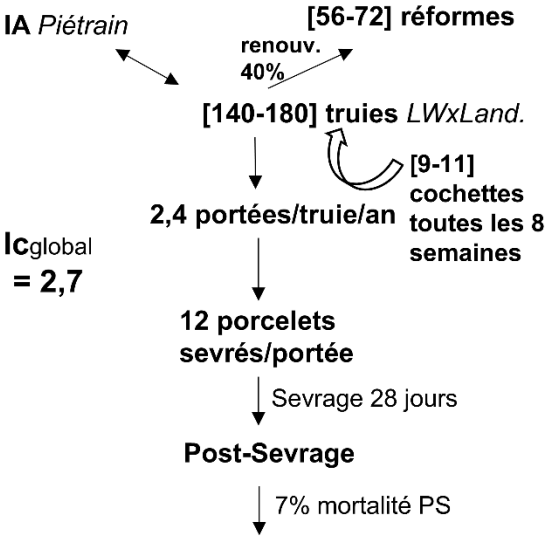
SPNE9
Versant

1,5 actifs, dont 1 salarié à mi-temps
40-60 ha – 140-180 truies
Achat d'aliments
1 à 2 prêteurs de terre
Conduite en 5 bandes

Tracteurs 110cv, 50cv ; Charrue 5 socs, combiné herse-semoir 4m, pulvérisateur 15m, tonne à lisier 12000L, semoirs à céréales 4m, à maïs, à engrais, chisel, cover-crop 4m
Bâtiments : Ensemble des bâtiments sur caillebotis, machine à soupe automatisée



maïs / blé / blé 49%
colza / blé / maïs / blé / blé 49%
prairies permanentes 2%



100 % sur l'exploitation
[3700-4800] PC/an, 70% dans la gamme, 95kg, +0,12€/kg

Alimentation des truies et des porcs :

- Alimentation achetée multi-phasée
- Aliment gestante et allaitante pour les truies
- 3 types d'aliments en post-sevrage et 4 types d'aliments en engraissement
- 8,4 tonnes d'aliments par truie et sa suite par an

Gestion des effluents d'élevage :

Lisier: enfoui avant les semis de maïs à l'enfouisseur et sur le blé au pendillard

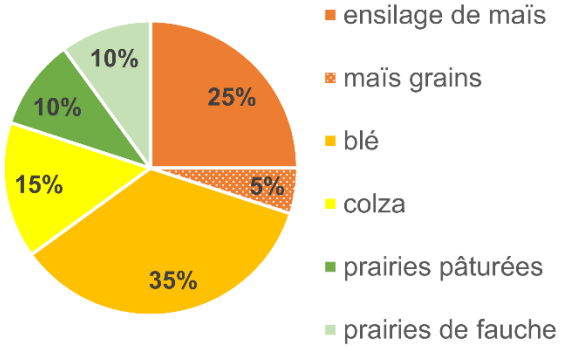
Production de [11000-14000] unités d'azote/an
Epandage de [3700-4000] unités chez un ou deux prêteurs : soit au minimum [22-24]ha de prêts

- Les élevages laitiers à l'Est du bassin du Gouessant :

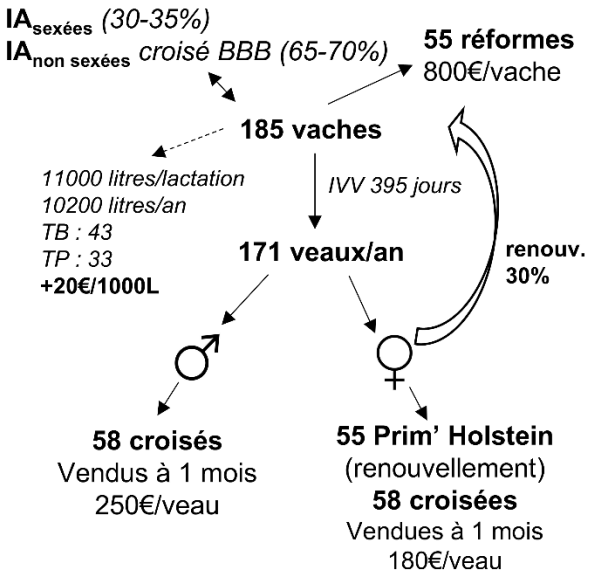
SPVL1
Cœur d'interfluve large

4,5 actifs, dont 2,5 salariés
260-310 ha – 170-200 vaches
10200 litres / an

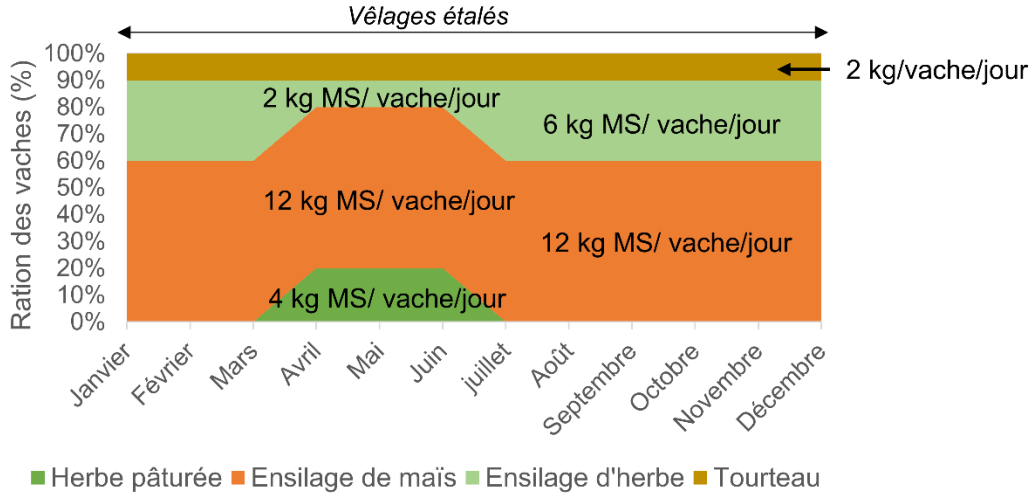
3 robots de traite, 2 robots d'alimentation
Tracteurs 250cv., 180cv., 90cv. ; Charrue 5 socs, pulvérisateur 21m, combiné herse-semoir 4,5m, remorque 18t, tonne à lisier 22.000L, cultivateur 5,3m ; semoir à maïs 6 rangs ; semoir à engrais ; déchaumeur à dents
Bâtiments :
Stabulation caillebotis et logettes-matelas (vaches) et stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses)



colza / blé / maïs / blé 60%
maïs / PT_{5ans} 24%
maïs / blé/ $RGI_{dérobée}$ 10%
maïs / maïs/$RGI_{dérobée}$ 6%



Alimentation des vaches laitières :

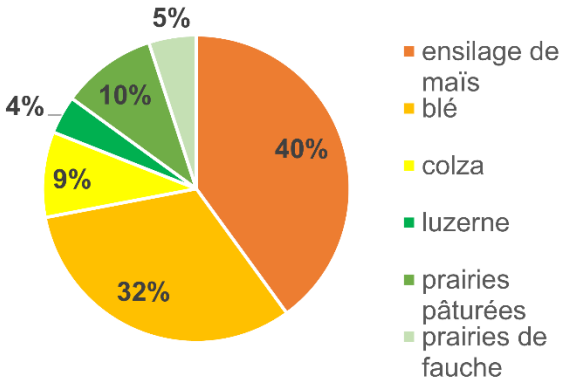


+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 300 jours de lactation :
-tourteaux : 2,5 kg/vache/jour
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/vache/jour
-minéraux

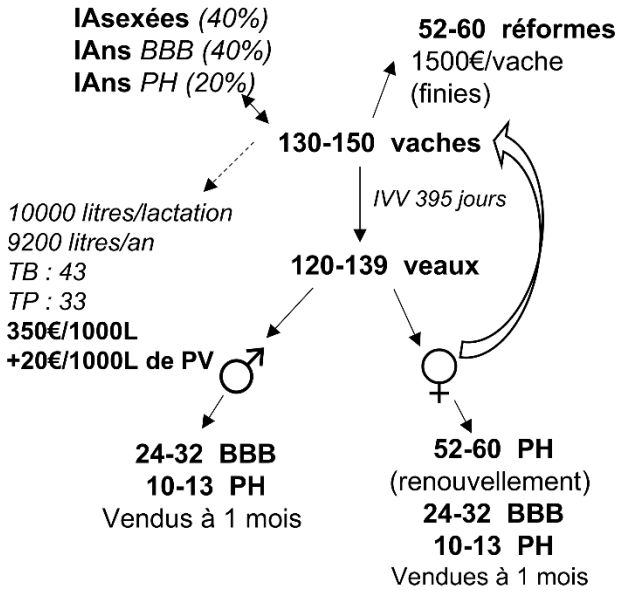
SPVL2
Cœur d'interfluve large

4 actifs, dont 2 salariés
140-160 ha – 130-150 vaches
9200 litres/an

2 robots de traite, mélangeuse automotrice
Tracteurs 260cv, 140cv, 90cv ; Charrue 5 socs, pulvérisateur 24m, combiné herse-semoir 4,5m, remorque 13t et 18t, cultivateur 5,3m ; semoir à maïs 6 rangs ; semoir à engrais ; déchaumeur à dents
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes-matelas (vaches) et stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses)

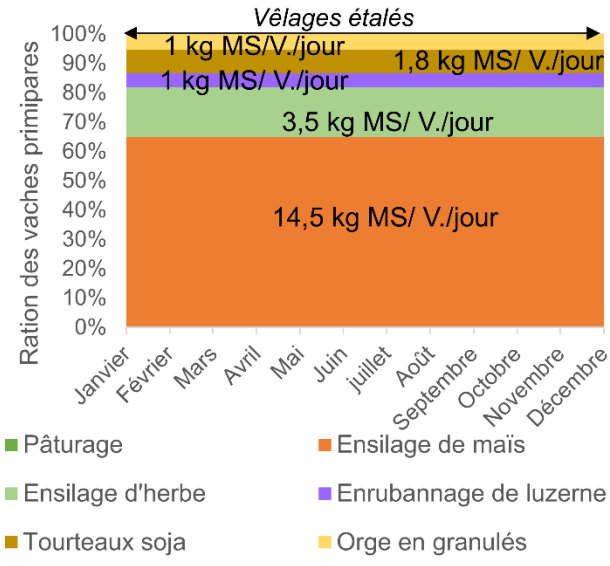


colza / [blé / maïs]$_{2ans}$ 45%
maïs / blé / blé 20%
maïs / PT$_{5ans}$ 20%
maïs / maïs 10%
maïs / luzerne$_{4ans}$ 5%

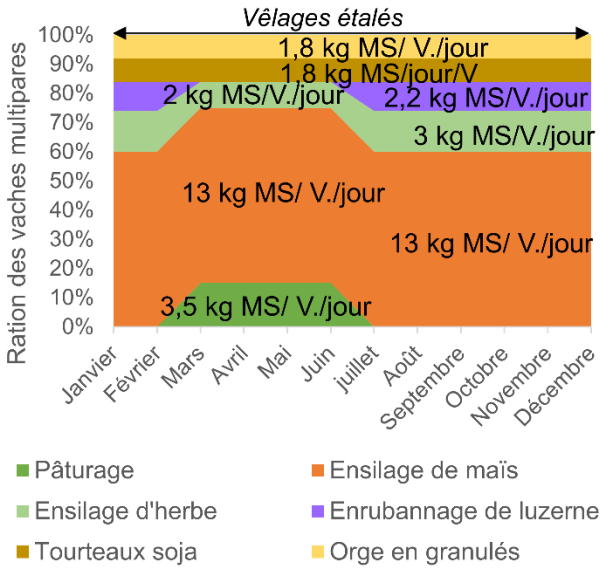


Alimentation des vaches laitières allotées :

Vaches primipares :



Vaches multipares :



+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 335 jours de lactation :
-tourteaux : 1,7 kg/jour/vache
-VL (aliment granulé complet) : 1,7 kg/jour/vache

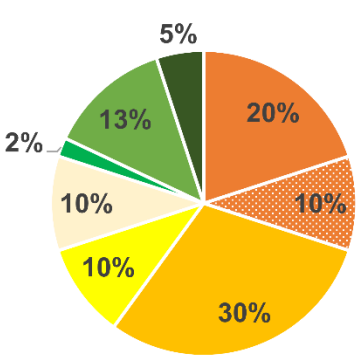
SPVLNE
Versants

4 actifs, dont 1 salarié
140-160 ha – 70 vaches
8700 litres/an
+ 90-140 truies
avec achat d'aliments

1 robot de traite, Désileuse-pailleuse et mélangeuse à pâles

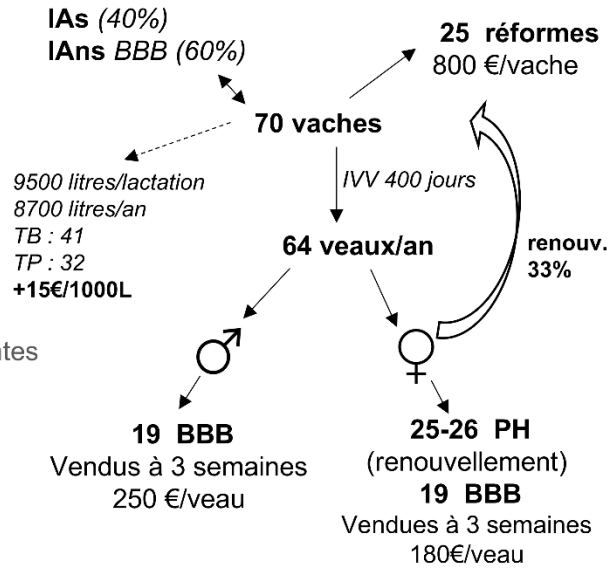
Tracteurs 230cv, 180cv, 120cv, 150cv ; Charrue 5 socs, pulvérisateur 18m, combiné herse-semoir 4,5m, remorque 13t, cultivateur 5,3m ; semoir à maïs 6 rangs ; semoir à engrais ; déchaumeur à dents

Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes-matelas (vaches) et stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses) + Bâtiments porcins sur caillebotis intégraux et machine à soupe automatisée.

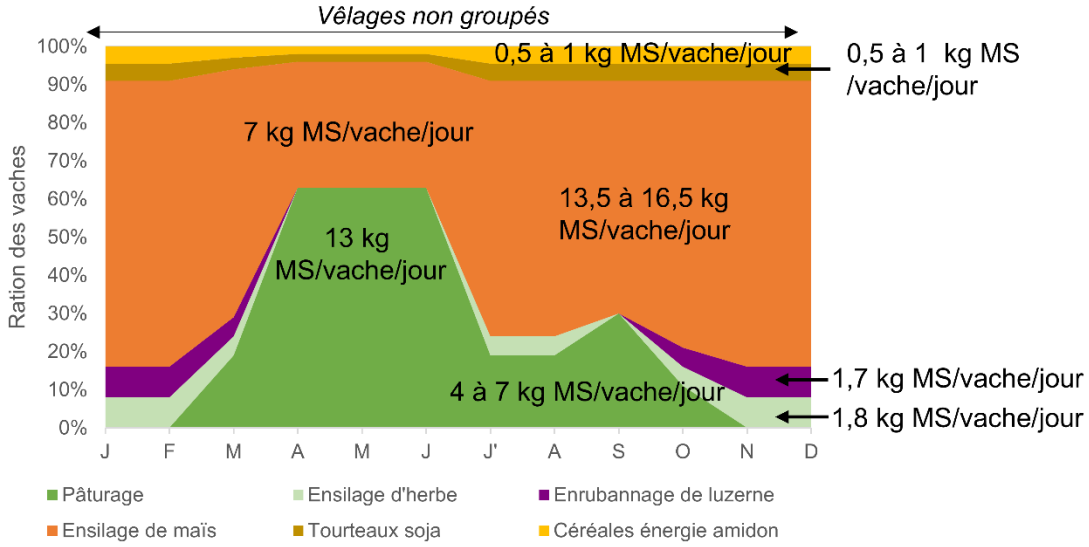


- ensilage de maïs
- maïs grains
- blé
- colza
- orge
- luzerne
- PT5ans pâturées
- prairies permanentes pâturées

maïs/blé/colza/blé/orge 46%
maïs/PT_{5ans} 15%
maïs/blé/$RGI_{6mois(dérobée)}$ 13%
maïs/maïs 11%
mais/blé 5%
maïs/blé/maïs/blé/ luzerne $_{4ans}$ 4%
maïs/blé/orge 1%
prairies permanentes 5%



Alimentation des vaches laitières :



+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 300 jours de lactation :
-tourteaux : 2 kg/jour/vache
-VL (aliment granulé complet) : 1,5 kg/jour/vache

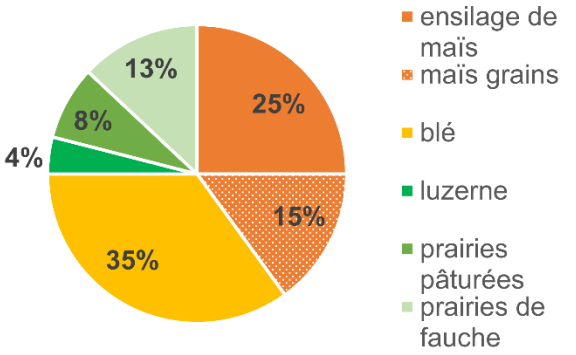
SPVL3
Versants

2 actifs familiaux
110-130 ha
65-75 vaches
9400 litres/an

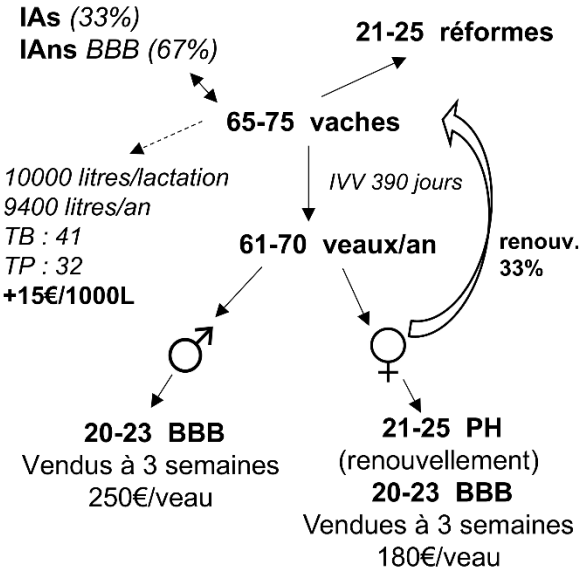
1 robot de traite, Désileuse-pailleuse et mélangeuse à pâles

Tracteurs 180cv, 115cv, 90cv ; Charrue 5 socs, pulvérisateur 24m, combiné herse-semoir 4,5m, remorque 13t, cultivateur 5,3m ; semoir à maïs 6 rangs ; semoir à engrais ; déchaumeur à dents

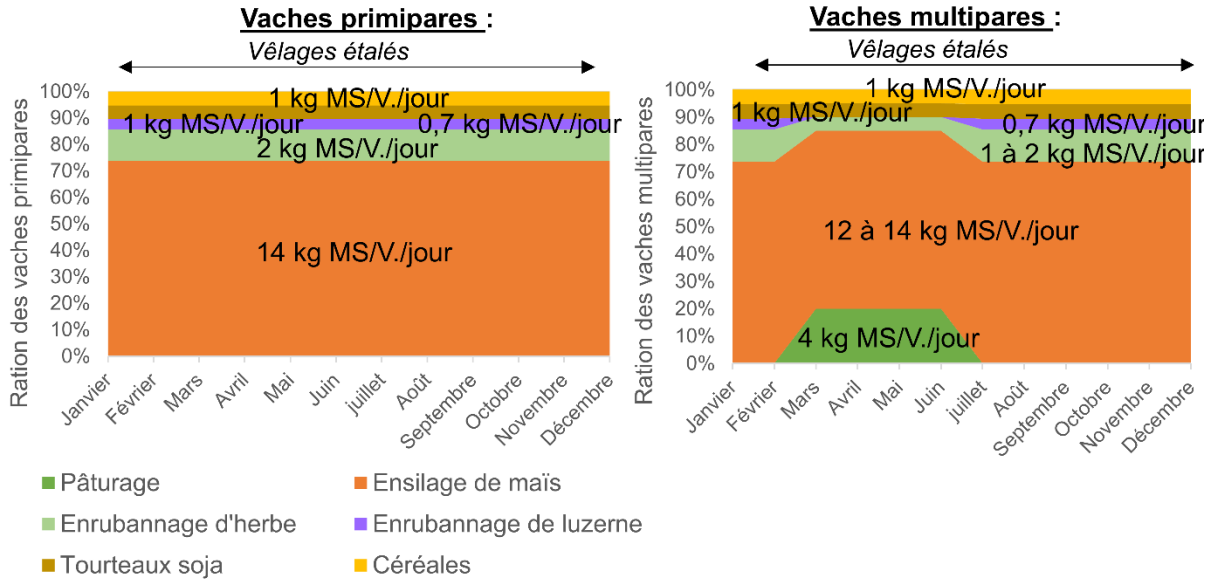
Bâtiments : Stabulation caillebotis et logettes-matelas (vaches) et stabulation litière accumulée avec trottoir (génisses)



maïs / blé 50%
maïs / blé / $RGI_{6mois\ (dérobée)}$ 25%
maïs / maïs 15%
maïs / PT_{5ans} 5%
luzerne 4ans / maïs/blé / maïs/blé 5%



Alimentation des vaches laitières allotées :



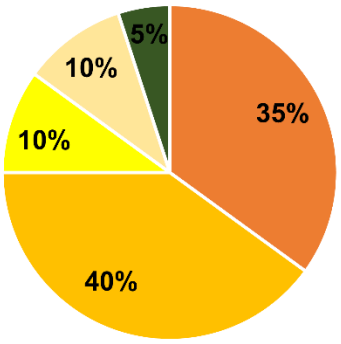
+ **Ration au robot**, en moyenne, durant 330 jours de lactation :
-tourteaux : 1,5 kg/jour/vache
-VL (aliment granulé complet) : 2 kg/jour/vache

- Les élevages de volailles :

SP.Vol.
Versants

1 actif familial
50-70 ha
Poulets de chair - 2500 m²

Tracteur télescopique, pailleuse
Sous-traitance des travaux de culture à 100%
Bâtiments : Bâtiment avec système d'alimentation automatique et ventilation dynamique



2500m² – 20 poulets/m²
Intégration
5,5 lots/an, 5% de mortalité
IC = 1,68 soit 4,2kg d'aliment/animal

Femelles : engraissées jusqu'à 1,9kg, durant 35 jours
Mâles : engraissés jusqu'à 3,3kg, durant 45 jours

colza / blé / maïs / blé / orge 50%
maïs / blé 40%
maïs / maïs 5%
prairies permanentes 5%

Gestion des effluents d'élevage :

Litière = sciure : 9,5 tonnes/lot
Fumier → composté et exporté : 1,8kg/animal soit 470 tonnes/an
Exploitation receveuse de lisier de porcs : 30m³/ha sur céréales et 40m³/ha sur maïs

Annexe 4 – Caractéristiques principales de l'*échantillon initial* en 2015

Echantillon en 2015		
Données générales		
SAU totale	**ha**	4705
Actifs	Nb	92
SFP	ha	3019
SAU/actif	ha/actif	51
Lait produit	millions litres	22
Lait produit par hectare de SFP	L/ha SFP	7386
Energie produite	MWh	0
Assolement		
blé	ha	1440
orge	ha	81
colza	ha	97
maïs fourrage	ha	1020
maïs grains	ha	569
maïs énergie	ha	0
luzerne	ha	18
seigle (cult. principale)	ha	0
betteraves	ha	3
PP	ha	103
PT<5ans pâturées	ha	939
PT<5ans fauchées	ha	438
PT<5ans stabulation	ha	0
RGI dérobée	ha	531
couverts hivernaux	ha	807
CIVE	ha	0
Elevage - Cheptels		
Cheptel bovin laitier		
vaches	Nb	2755
génisses de renouvellement 0 à 1 an	Nb	819
génisses de renouvellement 1 à 2 ans	Nb	809
génisses de renouvellement 2 à 3 ans	Nb	172
veaux 15 jours	Nb	1502
UGB	Nb	3658
UGB par hectare de SFP	Nb/ha SFP	1,21
Cheptel porcin		
truies	Nb	1375
Nb de porcs charcutiers vendus	Nb	34914
Nb en cœur de gamme	Nb	24440
Nb en gamme supérieure	Nb	5237
Nb en gamme inférieure	Nb	5237

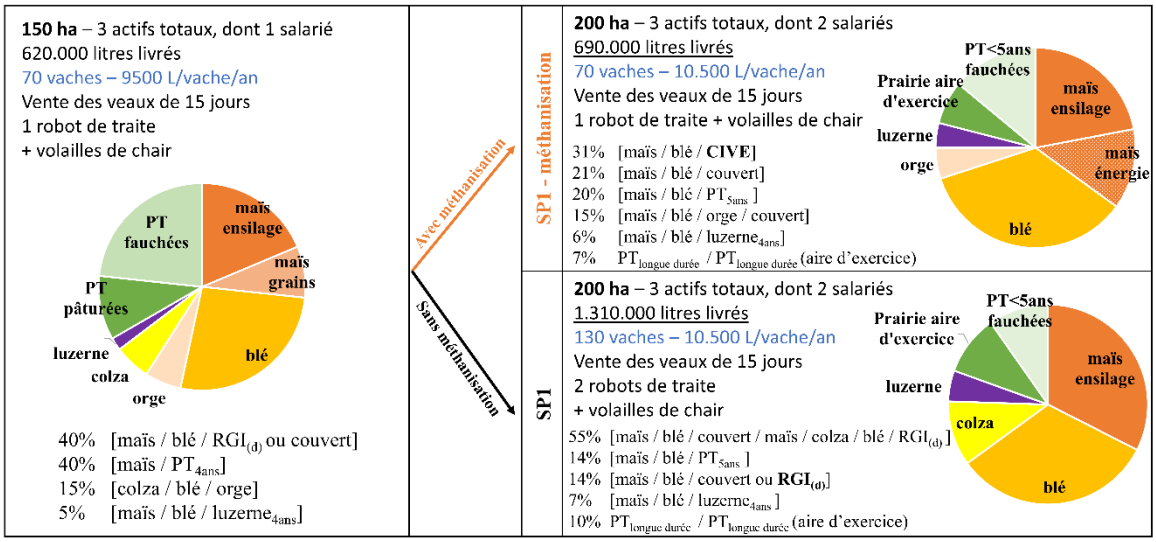
Annexe 5 – Caractéristiques de l'*échantillon initial* en 2015, détaillées par système de production

Echantillon en 2015 (détails par système de production)			
	SP	**Nombre d'exploitations**	
Surface (ha)	SP1	6	900
	SP3	6	900
	SP2-bis	3	540
	SP13	3	345
	SP4-bis	2	350
	SP6 (x2)	4	200
	SP2-bis	2	360
	SP13	2	230
	SP4	2	160
	SP15-Vall	2	120
	SP10	6	360
	SP16	4	240
	TOTAL	**42**	**4705**
Nombre d'actifs	SP1	6	18
	SP3	6	12
	SP2-bis	3	6
	SP13	3	6
	SP4-bis	2	6
	SP6 (x2)	4	8
	SP2-bis	2	4
	SP13	2	4
	SP4	2	6
	SP15-Vall	2	2
	SP10	6	12
	SP16	4	8
	TOTAL	**42**	**92**
Nombre de vaches laitières	SP1	6	420
	SP3	6	660
	SP2-bis	3	315
	SP13	3	0
	SP4-bis	2	220
	SP6 (x2)	4	180
	SP2-bis	2	210
	SP13	2	0
	SP4	2	170
	SP15-Vall	2	0
	SP10	6	360
	SP16	4	220
	TOTAL	**42**	**2755**
Lait produit (millions de litres)	SP1	6	3,7
	SP3	6	5,3
	SP2-bis	3	2,7
	SP13	3	0
	SP4-bis	2	1,8
	SP6 (x2)	4	1,5
	SP2-bis	2	1,8
	SP13	2	0
	SP4	2	1,4
	SP15-Vall	2	0
	SP10	6	2,6
	SP16	4	1,7
	TOTAL	**42**	**22**
Energie produite (MWh/an)	SP1	6	0
	SP3	6	0
	SP2-bis	3	0
	SP13	3	0
	SP4-bis	2	0
	SP6 (x2)	4	0
	SP2-bis	2	0
	SP13	2	0
	SP4	2	0
	SP15-Vall	2	0
	SP10	6	0
	SP16	4	0
	TOTAL	**42**	**0**

Annexe 6 – Systèmes de production et trajectoires simplifiées *avant*, *avec* et *sans méthaniseur*

Système de production 1 : SP1 et SP1 avec méthaniseur de 150 kW

SP1 – Trajectoires *avec* et *sans méthaniseur* en cogénération de 150kW en individuel (6 exploitations)



Avec méthaniseur :

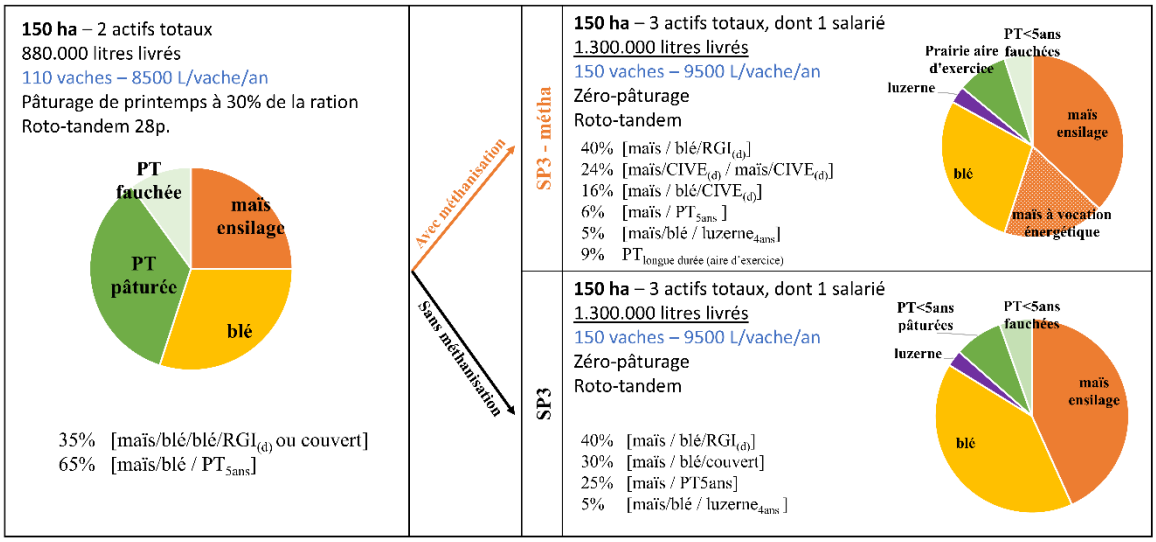
Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Cogénération 150 kW$_e$	6	SP1	Surfaces	ha	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200
			Volume livré	millions litres	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
			Rendements laitiers	L / vache	9500	9500	9500	10000	10000	10000	10000	10500	10500	10500
			Effectif vaches	Nb	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
			Actif totaux	Nb	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
			Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
			Système de traite	-	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	Renouv. 1RT
			Poulets vendus	Nb / an	253800	253800	267900	267900	267900	267900	267900	267900	267900	267900
			Production d'énergie	MWh / an / exploitation	0	0	1315	1315	1315	1315	1315	1315	1315	1315

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP1	6	Surfaces	ha	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200
		Volume livré	millions litres	0,6	0,7	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
		Rendements laitiers	L / vache	9500	9500	10000	10000	10000	10000	10500	10500	10500	10500
		Effectif vaches	Nb	70	75	110	120	130	130	130	130	130	130
		Actif totaux	Nb	3	3	3	3	3	**3**	3	3	3	3
		Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	**1**	1	1	1	1
		Système de traite	-	1RT	1RT	**2RT**	2RT	2RT	2RT	2RT	2RT	2RT	2RT
		Poulets vendus	Nb / an	253800	253800	267900	267900	267900	267900	267900	267900	267900	267900

Système de production 3 : SP3 et SP3 avec méthaniseur de 80 Nm^3/h

SP3 – Trajectoires *avec et sans méthaniseur* en injection de 80 Nm^3/h en individuel (6 exploitations)



Avec méthaniseur :

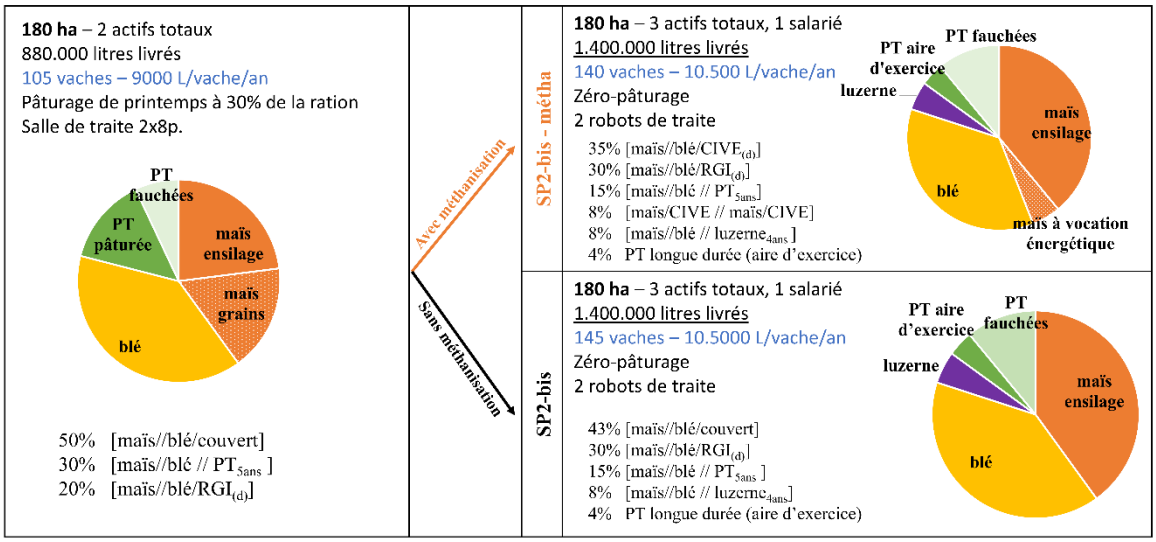
Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Injection Individuel 80 Nm3/h	6	SP3	Surfaces	ha	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
			Volume livré	millions litres	0,9	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
			Rendements laitiers	L / vache	8500	8500	8500	8500	9500	9500	9500	9500	9500	9500
			Effectif vaches	Nb	110	130	130	130	150	150	150	150	150	150
			Actif totaux	Nb	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
			Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
			Système de traite	-	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto
			Production d'énergie	MWh / an / exploitation	0	0	0	0	6200	6200	6200	6200	7000	7000

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP3	6	Surfaces	ha	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
		Volume livré	millions litres	0,9	1,1	1,1	1,26	1,26	1,26	1,3	1,3	1,3	1,3
		Rendements laitiers	L / vache	8500	9000	9000	9000	9000	9000	9500	9500	9500	9500
		Effectif vaches	Nb	110	130	130	150	150	150	150	150	150	150
		Actif totaux	Nb	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
		Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Système de traite	-	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto	Roto

Système de production 2-bis : SP2-bis et SP2-bis avec méthaniseur en copropriété à deux exploitations de 75 Nm^3/h ou en copropriété à quatre exploitations de 140 Nm^3/h

SP2-bis – Trajectoires *avec et sans méthaniseur* en injection de 75 Nm^3/h en copropriété à deux exploitations ou de 140 Nm^3/h en copropriété à quatre exploitations (6 exploitations)



Nota Bene : Même niveau de modification du système de production quelque soit le type de méthaniseur (75 ou 140 Nm^3/h). L'ajustement des apports de biomasse se fait à l'échelle du collectif d'agriculteurs, à travers des achats de biomasse.

Avec méthaniseur :

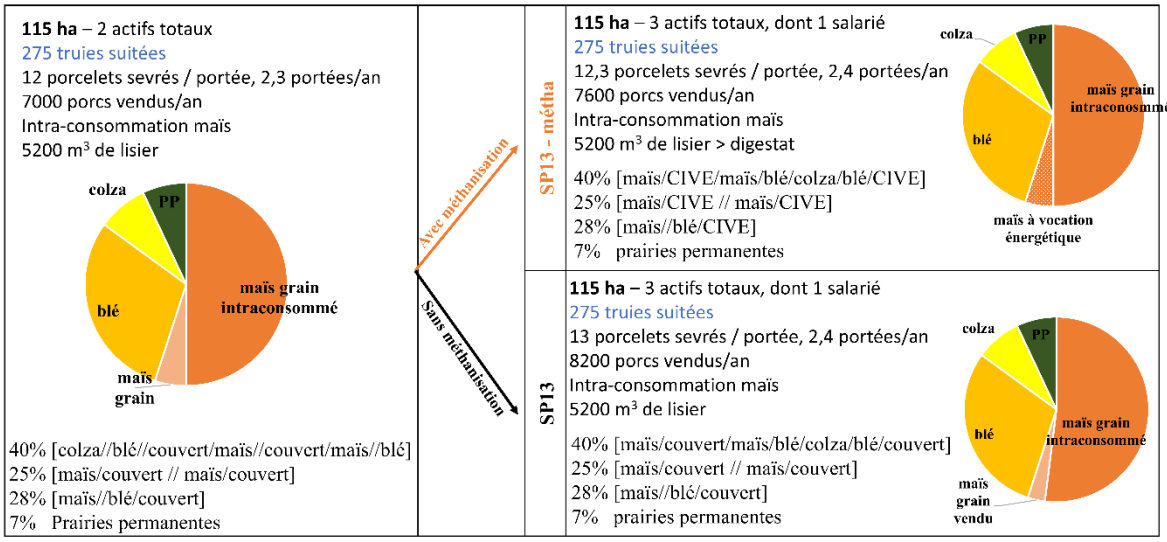
Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Injection Copropriété à 2 75 Nm3/h ou Injection Copropriété à 4 140 Nm3/h	3 + 2	SP2-bis	Surfaces	ha	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
			Volume livré	millions litres	0,88	0,88	0,88	0,93	0,93	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4
			Rendements laitiers	L / vache	9000	9000	9000	9500	9500	10000	10000	10000	10500	10500
			Effectif vaches	Nb	105	105	105	105	105	130	140	140	140	140
			Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
			Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
			Système de traite	-	SdT 2x8	SdT 2x8	SdT 2x8	SdT 2x8	SdT 2x8	2 RT	2 RT	2 RT	2 RT	2 RT
			Production d'énergie	MWh / an / exploitation	0	0	0	0	0	3325	3325	3325	3325	3325

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP2-bis	5	Surfaces	ha	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
		Volume livré	millions litres	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,42
		Rendements laitiers	L / vache	9000	9000	9500	9500	10000	10000	10000	10000	10500	10500
		Effectif vaches	Nb	105	105	130	130	130	140	140	140	145	145
		Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
		Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Système de traite	-	SdT 2x8	SdT 2x8p	2RT	2RT	2RT	2 RT	2 RT	2 RT	2 RT	2 RT

Système de production 13 : SP13 et SP13 avec méthaniseur en copropriété à deux exploitations de 75 Nm^3/h ou en copropriété à quatre exploitations de 140 Nm^3/h

SP13 – Trajectoires *avec et sans méthaniseur* en injection de 75 Nm^3/h en copropriété à deux exploitations ou de 140 Nm^3/h en copropriété à quatre exploitations (6 exploitations)



Nota Bene : Même niveau de modification du système de production quelque soit le type de méthaniseur (75 ou 140 Nm^3/h). L'ajustement des apports de biomasse se fait à l'échelle du collectif d'agriculteurs, à travers des achats de biomasse.

Avec méthaniseur :

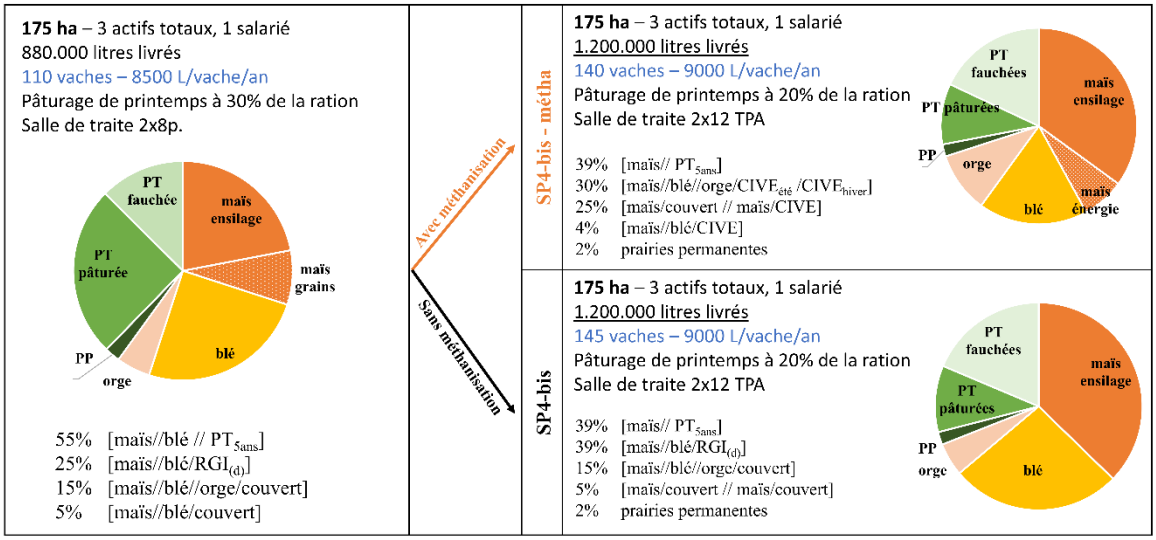
Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Injection Copropriété à 2 75 Nm3/h ou Injection Copropriété à 4 140 Nm3/h	3 + 2	SP13	Surfaces	ha	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
			Effectif Truies	Nb	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
			Porcs charcutiers	Nb	6983	6983	7041	7099	7254	7254	7569	7569	7631	7631
			Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
			Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
			Production d'énergie	MWh / an / exploitation	0	0	0	0	0	3325	3325	3325	3325	3325

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP13	5	Surfaces	ha	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
		Effectif Truies	Nb	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
		Porcs charcutiers	Nb	6983	6983	7041	7099	7569	7755	7838	8026	8151	8151
		Actif totaux	Nb	3491	3491	3520	3550	3784	3878	3919	4013	4076	4076
		Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3
		Production d'énergie	MWh / an / exploitation	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Système de production 4-bis : SP4-bis et SP4-bis avec méthaniseur de 70 Nm^3/h

SP4-bis – Trajectoires *avec et sans méthaniseur* en injection de 70 Nm^3/h en copropriété à trois exploitations (2 exploitations)



Avec méthaniseur :

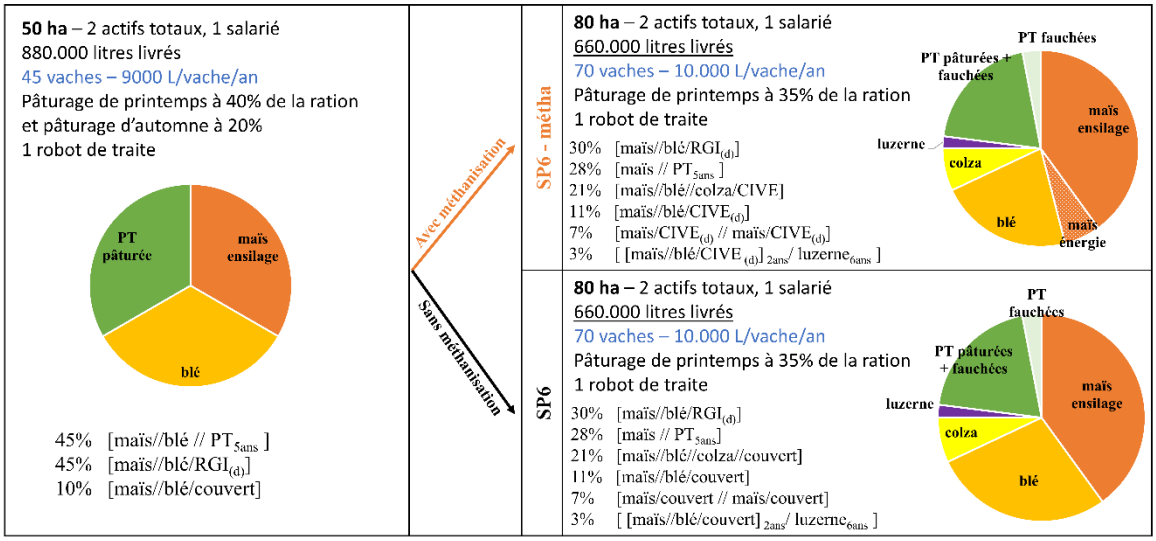
Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Injection Copropriété à 3 en autonomie 70 Nm3/h	2	SP4-bis	Surfaces	ha	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
			Volume livré	millions litres	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
			Rendements laitiers	L / vache	8500	8500	8500	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000
			Effectif vaches	Nb	110	110	130	130	140	140	140	140	140	140
			Actif totaux	Nb	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
			Actif familial	Nb	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
			Système de traite	-	SdT 2x8p.	SdT 2x8p.	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA
			Production d'énergie	MWh / an / exploitation	0	0	0	0	0	2067	2067	2067	2067	2067

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP4-bis	2	Surfaces	ha	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
		Volume livré	millions litres	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
		Rendements laitiers	L / vache	8500	8500	8500	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000
		Effectif vaches	Nb	110	110	130	130	140	140	140	140	145	145
		Actif totaux	Nb	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Actif familial	Nb	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
		Système de traite	-	SdT 2x8p.	SdT 2x8p.	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA

Système de production 6 : SP6 et SP6 avec méthaniseur de 70 Nm^3/h

SP6 – Trajectoires *avec et sans méthaniseur* en injection de 70 Nm³/h en copropriété à trois exploitations (4 exploitations)



Avec méthaniseur :

Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Injection Copropriété à 3 en autonomie 70 Nm3/h	4	SP6	Surfaces	ha	50	50	80	80	80	80	80	80	80	80
			Volume livré	millions litres	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,66	0,66
			Rendements laitiers	L / vache	9000	9000	9000	9000	9500	9500	9500	9500	10000	10000
			Effectif vaches	Nb	45	45	55	65	70	70	70	70	70	70
			Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
			Actif familial	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Système de traite	-	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT
			Production d'énergie	MWh / an / exploitation	0	0	0	0	0	2067	2067	2067	2067	2067

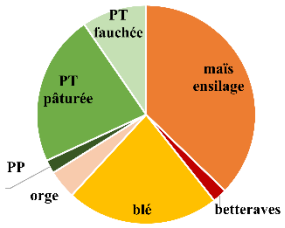
Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP6	4	Surfaces	ha	50	50	80	80	80	80	80	80	80	80
		Volume livré	millions litres	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,66	0,66	0,66	0,66
		Rendements laitiers	L / vache	9000	9000	9000	9000	9500	10000	10000	10000	10000	10000
		Effectif vaches	Nb	45	45	55	65	70	70	70	70	70	70
		Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Actif familial	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Système de traite	-	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT	1 RT

Système de production 4 : SP4 et SP4 avec méthaniseur de 140 Nm^3/h

SP4 – Trajectoires *avec et sans méthaniseur* en injection de 140 Nm³/h en copropriété à quatre exploitations (2 exploitations)

80 ha – 3 actifs totaux, 1 salarié
690.000 litres livrés
85 vaches – 8500 L/vache/an
Pâturage de printemps à 30% de la ration + gestion en deux lots début/fin de lactation
Salle de traite 2x8p.



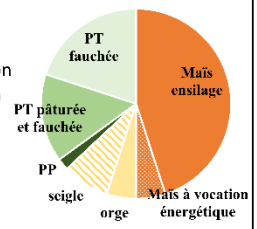
40% [maïs // PT_{5ans}]
25% [maïs//blé/$RGI_{(d)}$]
20% [maïs//couvert/maïs//blé/$RGI_{(d)}$]
10% [maïs//blé//orge/$RGI_{(d)}$]
5% [betteraves//maïs//blé]

Avec méthanisation

Sans méthanisation

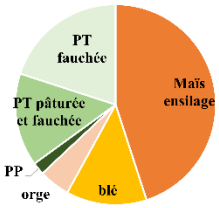
SP4 - métha

110 ha – 3 actifs totaux, 1 salarié
1.150.000 litres livrés
130 vaches – 9000 L/vache/an
Pâturage de printemps à 15% de la ration + pas de pâturage lot début de lactation
Salle de traite 2x12 TPA
42% [maïs/CIVE// PT_{5ans}]
30% [[maïs/$CIVE_{(d)}$] $_{2ans}$ //CH/$RGI_{(d)}$]
16% [maïs//seigle]
10% [maïs/$CIVE_{(d)}$ // maïs/ $CIVE_{(d)}$]
2% prairies permanentes



SP4

110 ha – 3 actifs totaux, 1 salarié
1.150.000 litres livrés
130 vaches – 9000 L/vache/an
Pâturage de printemps à 15% de la ration + pas de pâturage lot début de lactation
Salle de traite 2x12 TPA
42% [maïs// PT_{5ans}]
30% [[maïs/couvert] $_{2ans}$ //CH/$RGI_{(d)}$]
16% [maïs//CH]
10% [maïs/couvert // maïs/ couvert]
2% prairies permanentes



Avec méthaniseur :

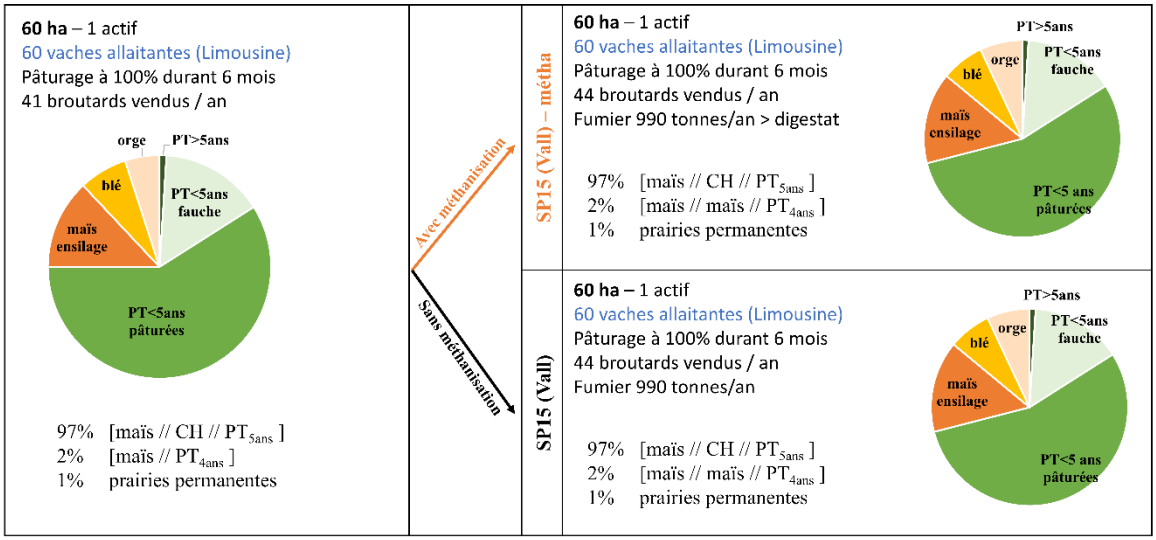
Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Injection Copropriété à 4 avec achats 140 Nm3/h	2	SP4	Surfaces	ha	80	80	110	110	110	110	110	110	110	110
			Volume livré	millions litres	0,7	0,7	0,9	1,06	1,1	1,1	1,1	1,1	1,15	1,15
			Rendements laitiers	L / vache	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	9000	9000
			Effectif vaches	Nb	85	85	110	130	130	130	130	130	130	130
			Actif totaux	Nb	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
			Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
			Système de traite	-	SdT 2x8p.	SdT 2x8p.	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA
			Production d'énergie	MWh / an / exploitation	0	0	0	0	0	3072	3072	3072	3072	3072

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP4	2	Surfaces	ha	80	80	110	110	110	110	110	110	110	110
		Volume livré	millions litres	0,7	0,7	0,9	1,06	1,1	1,1	1,1	1,1	1,15	1,15
		Rendements laitiers	L / vache	8500	8500	8500	8500	8500	8500	9000	9000	9000	9000
		Effectif vaches	Nb	85	85	110	130	130	130	130	130	130	130
		Actif totaux	Nb	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Système de traite	-	SdT 2x8p.	SdT 2x8p.	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA	SdT 2x12 TPA

Système de production 15 : SP15 et SP15 avec méthaniseur de 140 Nm^3/h

SP15 – Trajectoires *avec et sans méthaniseur* en injection de 140 Nm^3/h en copropriété à quatre exploitations (2 exploitations)



Avec méthaniseur :

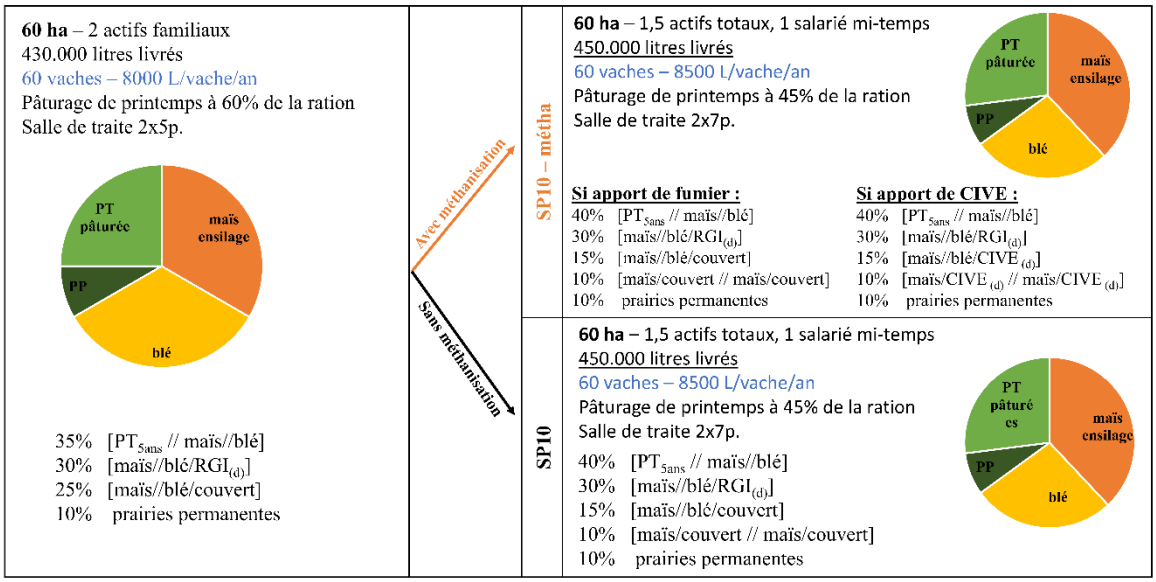
Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Injection Copropriété à 4 avec achats 140 Nm3/h	2	SP15	Surfaces	ha	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
			Vaches allaitantes	Nb	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
			Broutards	Nb vendus/an	41	41	43	43	43	44	44	44	44	44
			Actif totaux	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Actif familial	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Production d'énergie	MWh / an / exploitation	0	0	0	0	0	3072	3072	3072	3072	3072

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP15	2	Surfaces	ha	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		Vaches allaitantes	Nb	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		Broutards	Nb vendus/an	41	41	43	43	43	44	44	44	44	44
		Actif totaux	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Actif familial	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Système de production 10 : SP10 et SP10 avec apport de biomasse à un méthaniseur de 140 Nm^3/h

SP10 – Trajectoires *avec et sans* apport de biomasse pour une unité de 140 Nm^3/h (6 exploitations)



Avec méthaniseur :

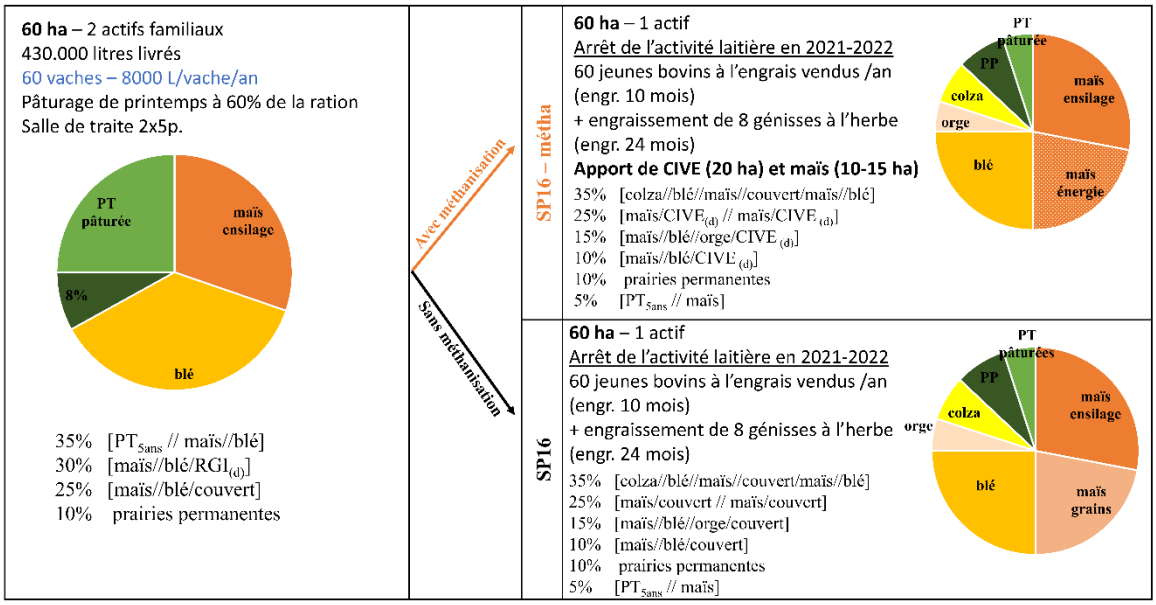
Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Exploitations tierces fournisseuses de biomasse	6	SP10	Surfaces	ha	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
			Volume livré	millions litres	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
			Rendements laitiers	L / vache	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8500	8500	8500	8500
			Effectif vaches	Nb	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
			Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
			Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
			Système de traite	-	SdT 2x5p	SdT 2x5p	SdT 2x5p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP10	6	Surfaces	ha	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		Volume livré	millions litres	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		Rendements laitiers	L / vache	8000	8000	8000	8000	8000	8500	8500	8500	8500	8500
		Effectif vaches	Nb	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
		Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
		Système de traite	-	SdT 2x5p	SdT 2x5p	SdT 2x5p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p

Système de production 16 : SP16 et SP16 avec apport de biomasse à un méthaniseur de 140 Nm^3/h

SP16 – Trajectoires *avec et sans* apport de biomasse pour une unité de 140 Nm^3/h (4 exploitations)



Avec méthaniseur :

Méthaniseur	Nombre	Système de production	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Exploitations tierces fournisseuses de biomasse	**4**	SP16 *Arrêt du lait*	Surfaces	ha	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
			Volume livré	millions litres	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0	0
			Rendements laitiers	L / vache	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	0	0
			Effectif vaches	Nb	55	55	55	55	55	55	50	40	0	0
			Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
			Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
			Système de traite	-	SdT 2x5p	SdT 2x5p	SdT 2x5p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	-	-
			Génisses à l'herbe	Nb / an	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
			Jeunes bovins à l'engrais	Nb / an	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60

Sans méthaniseur :

Système de production	Nombre	Caractéristiques	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SP16 ***Arrêt du lait***	4	Surfaces	ha	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		Volume livré	millions litres	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0	0
		Rendements laitiers	L / vache	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	0	0
		Effectif vaches	Nb	55	55	55	55	55	55	50	40	0	0
		Actif totaux	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
		Actif familial	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
		Système de traite	-	SdT 2x5p	SdT 2x5p	SdT 2x5p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	SdT 2x7p	-	-
		Génisses à l'herbe	Nb / an	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
		Jeunes bovins à l'engrais	Nb / an	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60

Annexe 7 - Corpus d'enquêtes conduites dans le cadre de l'évaluation économique d'impact de la méthanisation agricole

	Agriculture	Nombre d'entretiens	Energie	Nombre d'entretiens
Amont	CUMA et ETA	2	Entreprises de fabrication des épurateurs et moteurs de cogénération	2
	Groupes coopératifs ou privés de vente d'intrants agricoles	3	PME du BTP (terrassement, maçonnerie…) spécialisées dans la méthanisation	1
	Entreprises de vente et réparation d'équipements agricoles (dont équipements de traite) et de véhicules	2	Entreprises de construction d'unités de méthanisation	3
	Services vétérinaires et techniques	1	Groupes coopératifs ou privés de vente d'intrants agricoles (CIVE)	1
	Entreprises de conseil agricole	2		
Aval	Abattoirs	1	Entreprises de gestion et de distribution de gaz et d'électricité	3
	Groupes coopératifs ou privés de collecte et/ou transformation des productions agricoles	4		
			Collectivités territoriales, Administrations de l'État	3
Total		**15**		**13**

Annexe 8 – Principaux outils informatiques utilisés sur Excel pour réaliser l'évaluation économique d'impact (agrégation de tableaux)

- **Fonction INDEX**

La fonction INDEX renvoie une valeur provenant d'un tableau ou d'une plage de données. Utilisée dans une forme matricielle, la fonction renvoie la valeur d'un élément d'un tableau ou d'une matrice, sélectionné à partir des index de numéros de ligne et de colonne.

Syntaxe : **INDEX(matrice; no_lig; [no_col])**
Avec :
matrice : les coordonnées de la plage de cellule ou la matrice
no_lig : le numéro de la ligne dans laquelle la valeur est cherchée
no_col : le numéro de la ligne dans laquelle la valeur est cherchée

Le fonction INDEX permet ainsi de rechercher une valeur particulière dans la cellule d'intersection d'une ligne et d'une colonne spécifiques.

- **Fonction EQUIV**

La fonction EQUIV recherche un élément dans une plage de cellules, puis renvoie la position relative de cet élément dans la plage.

Syntaxe : **EQUIV(valeur_cherchée, matrice_recherche, [type])**
Avec :
valeur_cherchée : la valeur dont on cherche la position
matrice_recherche : la matrice dans laquelle on recherche la position relative de la valeur
type : Nombre -1, 0 ou 1. L'argument *type* indique comment Excel compare l'argument *valeur_cherchée* aux valeurs de l'argument *matrice_recherche*. Si 0 : La fonction EQUIV recherche la première valeur exactement équivalente à celle de l'argument *valeur_cherchée*.

Par exemple, si la plage A1:A3 contient les valeurs 45, 18 et 16, la formule =EQUIV(18;A1:A3;0) renvoie le chiffre 2 étant donné que 18 est le deuxième élément dans la plage.

- **Combinaison de la fonction INDEX et EQUIV : une automatisation des agrégations**

La combinaison des fonctions INDEX et EQUIV, et l'emploi des signes '$' pour bloquer certaines cases ou matrices, permettent de simplifier et d'automatiser le renvoi de valeurs spécifiques d'une matrice de données vers une autre.

Prenons l'exemple suivant :

Matrice 1 :

	Colonne A	*Colonne B*	*Colonne C*
Ligne 1		GMS	Primeur
Ligne 2	pommes	6	1
Ligne 3	poires	2	5
Ligne 4	cerises	3	10

Matrice 2 :

	Colonne A	*Colonne B*	*Colonne C*
Ligne 1		GMS	Primeur
Ligne 2	poires	4	2
Ligne 3	cerises	1	3
Ligne 4	ananas	0	5

On souhaite obtenir : Matrice 3 :

	Colonne A	*Colonne B*	*Colonne C*
Ligne 1		GMS	Primeur
Ligne 2	poires	2 + 4	5 + 2
Ligne 3	cerises	3 + 1	10 + 3

Pour automatiser le remplissage de la matrice 3, la fonction suivante peut être placée en case B1 et étirée jusqu'en ligne 3 et en colonne C :

= INDEX('matrice1'$A$1:$C$4 ; EQUIV('matrice3'$A2 ; 'matrice1'$A$1:$A$4;0) ; EQUIV('matrice3'B$1 ; 'matrice1'$A$1 :$C$1 ;0) + INDEX('matrice2'$A$1:$C$4 ; EQUIV('matrice3'$A2 ; 'matrice2'$A$1:$A$4;0) ; EQUIV('matrice3'B$1 ; 'matrice2'$A$1 :$C$1 ;0)

Cette combinaison de fonction permet d'automatiser le remplissage de très grands tableaux de données.

- **Fonction PRODUITMAT**

La fonction PRODUITMAT retourne le produit de deux matrices (deux tableaux). Le résultat est une matrice comportant le même nombre de lignes que la première matrice et le même nombre de colonnes que la seconde matrice.

Syntaxe : **PRODUITMAT(matrice1, matrice2)**
Avec :
matrice1 et matrice 2 : deux matrices

Cette fonction ne fonction que si le nombre de colonnes dans le premier tableau (matrice1) est identique au nombre de lignes dans du second tableau (matrice2).

Annexe 9 a) – Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Données générales*

	Données générales		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	SAU	**ha**	4705	4705	5185	5185	5185	5185	5185	5185	5185	5185
Avec méthanisation	Actifs	Nb	92	92	92	92	98	104	104	104	101	101
	SFP	ha	3019	3146	3243	3302	3087	3161	3205	3205	3299	3291
	SAU/actif	ha/actif	51	51	56	56	53	50	50	50	51	51
	Lait produit	millions litres	22	23	24	26	28	29	29	30	29	29
	Lait produit par hectare de SFP	L/ha SFP	7386	7390	7497	7732	9034	9151	9163	9217	8806	8858
	Energie produite	MWh	0	0	7889	7889	45089	102015	102015	102015	106815	106815
Sans méthanisation	Actifs	Nb	92	92	92	98	98	101	101	101	101	101
	SFP	ha	3019	2996	3326	3518	3640	3624	3651	3652	3647	3663
	SAU/actif	ha/actif	51	51	56	53	53	52	52	52	51	51
	Lait produit	millions litres	22	24	28	30	32	32	33	34	33	33
	Lait produit par hectare de SFP	L/ha SFP	7386	8005	8427	8637	8702	8953	9139	9182	9054	9041
	Energie	MWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Assolement		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Avec méthanisation	blé	ha	1440	1324	1517	1510	1681	1546	1533	1590	1439	1451
	orge	ha	81	82	151	168	166	171	173	113	127	126
	colza	ha	97	96	99	99	45	45	45	45	84	85
	maïs fourrage	ha	1020	1061	1115	1221	1306	1386	1413	1454	1519	1519
	maïs grains	ha	569	569	563	539	531	420	358	328	288	288
	maïs énergie	ha	0	0	120	120	255	383	419	446	500	500
	luzerne	ha	18	18	18	18	24	24	24	24	126	126
	seigle (cult. principale)	ha	0	0	0	0	0	18	18	18	18	18
	betteraves	ha	3	3	4	5	5	0	0	0	0	0
	PP	ha	103	103	103	103	103	103	103	103	102	101
	PT<5ans pâturées	ha	939	943	974	803	427	396	393	332	297	297
	PT<5ans fauchées	ha	438	508	516	511	430	463	476	502	456	447
	PT<5ans stabulation	ha	0	0	0	84	201	201	201	201	201	201
	RGI dérobée	ha	531	544	544	588	620	618	625	619	626	629
	couverts hivernaux	ha	807	839	775	840	834	150	129	153	145	165
	CIVE	ha	0	0	224	224	521	1382	1382	1382	1520	1520
Sans méthanisation	blé	ha	1440	1555	1805	1684	1682	1688	1675	1762	1620	1715
	orge	ha	81	55	121	138	106	92	95	35	48	49
	colza	ha	97	99	135	135	135	135	135	135	210	211
	maïs fourrage	ha	1020	1089	1323	1448	1517	1551	1708	1695	1761	1761
	maïs grains	ha	569	555	457	414	381	361	361	361	369	369
	maïs énergie	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	luzerne	ha	18	18	18	18	24	24	24	24	138	138
	seigle (cult. principale)	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	betteraves	ha	3	3	4	5	5	0	0	0	0	0
	PP	ha	103	103	103	103	103	103	103	103	102	101
	PT<5ans pâturées	ha	939	719	573	526	468	433	333	319	298	298
	PT<5ans fauchées	ha	438	509	516	571	610	643	516	519	407	407
	PT<5ans stabulation	ha	0	0	132	144	156	156	237	234	234	234
	RGI dérobée	ha	531	589	689	733	789	744	759	788	735	753
	couverts hivernaux	ha	807	851	908	944	929	974	1148	1108	1244	1226
	CIVE	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	Elevage - Cheptels **Cheptel bovin laitier**											
Avec méthanisation	vaches	Nb	2755	2875	3005	3085	3255	3340	3360	3350	3200	3210
	génisses de renouvellement 0 à 1 an	Nb	819	769	879	929	889	947	1005	1008	960	960
	génisses de renouvellement 1 à 2 ans	Nb	809	819	769	879	929	889	947	1005	960	960
	génisses de renouvellement 2 à 3 ans	Nb	172	202	136	128	146	92	74	79	9	9
	veaux 15 jours	Nb	1502	1654	1652	1742	1921	2010	2037	2034	1952	1952
	UGB	Nb	3658	3799	3866	4019	4216	4280	4344	4344	4174	4174
	UGB par hectare de SFP	Nb/ha SFP	1,21	1,21	1,19	1,22	1,37	1,35	1,36	1,36	1,27	1,27
	Cheptel porcin											
	truies	Nb	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375
	Nb de porcs charcutiers vendus	Nb	34914	34914	35205	35496	36268	36268	37844	37844	38155	38155
	Nb en cœur de gamme	Nb	24440	24440	24643	24847	25387	25387	26491	26491	26708	26708
	Nb en gamme supérieure	Nb	5237	5237	5281	5324	5440	5440	5677	5677	5723	5723
	Nb en gamme inférieure	Nb	5237	5237	5281	5324	5440	5440	5677	5677	5723	5723
Sans méthanisation	**Cheptel bovin laitier**											
	vaches	Nb	2755	2905	3320	3580	3690	3730	3720	3710	3585	3595
	génisses de renouvellement 0 à 1 an	Nb	819	896	852	997	1030	1042	1118	1071	1068	1079
	génisses de renouvellement 1 à 2 ans	Nb	809	819	896	852	997	1030	1042	1118	1023	1068
	génisses de renouvellement 2 à 3 ans	Nb	172	202	136	149	142	98	86	87	9	9
	veaux 15 jours	Nb	1502	1552	2003	2149	2207	2271	2251	2298	2204	2195
	UGB	Nb	3658	3867	4300	4589	4779	4808	4806	4799	4639	4669
	UGB par hectare de SFP	Nb/ha SFP	1,21	1,29	1,29	1,30	1,31	1,33	1,32	1,31	1,27	1,27
	Cheptel porcin											
	truies	Nb	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375	1375
	Nb de porcs charcutiers vendus	Nb	34914	34914	35205	35496	38465	38465	39085	39706	39706	39706
	Nb en cœur de gamme	Nb	24440	24440	24643	24847	26925	26925	27360	27794	27794	27794
	Nb en gamme supérieure	Nb	5237	5237	5281	5324	5770	5770	5863	5956	5956	5956
	Nb en gamme inférieure	Nb	5237	5237	5281	5324	5770	5770	5863	5956	5956	5956

Annexe 9 b) - Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Echéancier de la situation de groupe 'avec méthaniseur' (en valeurs physiques (volume) ou monnaie courante)*

Avec méthaniseur	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
VENTES											
blé	t	**11306**	**10284**	**11979**	**11842**	**13210**	**12090**	**11941**	**12439**	**11122**	**11232**
orge	t	454	469	958	1079	1048	1074	1086	666	762	757
colza	t	342	339	351	351	135	135	135	135	258	261
maïs grains	t	1223	1223	1202	1180	1124	1124	652	397	374	374
paille	t	**3119**	**2652**	**3385**	**3031**	**4228**	**4042**	**3855**	**4036**	**3454**	**3503**
lait	10^3 L	**21999**	**22960**	**23974**	**25210**	**27450**	**28838**	**29375**	**29269**	**28708**	**28708**
vaches de réforme	kg	**225550**	**235300**	**247000**	**312325**	**288600**	**319475**	**338000**	**340600**	**364000**	**312000**
veaux de 15 jours	nb	**1502**	**1654**	**1652**	**1742**	**1921**	**2010**	**2037**	**2034**	**1952**	**1952**
volailles	lots	33	33	33	33	33	36	36	36	36	36
énergie électrique	MWh	**0**	**0**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**
énergie biogaz	MWh	**0**	**0**	**0**	**0**	**37200**	**94126**	**94126**	**94126**	**98926**	**98926**
électricité nucléaire	MWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gaz fossile	MWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
truies de réforme	Nb	481	481	481	523	523	523	550	550	550	550
porcs charcutiers cœur de g.	Nb	24440	24440	24643	24847	25387	25387	26491	26491	26708	26708
porcs charcutiers gamme sup.	Nb	5237	5237	5281	5324	5440	5440	5677	5677	5723	5723
porcs charcutiers gamme inf.	Nb	5237	5237	5281	5324	5440	5440	5677	5677	5723	5723
vaches allaitantes de réforme	Nb	24	24	24	28	28	28	28	30	30	30
taureaux de réforme [3-4] ans	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
broutards 9 mois	kg	15400	15400	15400	15400	15400	16100	16100	16100	16100	16100
broutardes 9 mois	kg	4800	4800	4800	4200	4200	4200	4200	3600	3600	3600
femelles de reproduction	Nb	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
mâles de reproduction	Nb	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
jeunes bovins	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	240	240
génisses à l'herbe	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	32	32
CIVE	ha	0	0	0	0	0	42	42	42	125	125
maïs énergie	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	54	54

Avec méthaniseur		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
CI cultures											
Engrais et amendements											
ammonitrate 33,5%	Unité N	268768	258531	280679	272108	254548	195783	183952	186831	163977	164707
ammonitrate soufré 27-12	Unité N	6548	6480	6683	6683	3038	3038	3038	3038	4172	4239
urée	t	316	316	316	316	316	0	0	0	0	0
DAP 18-46 maïs culture	*kg*	*69417*	*74769*	*110280*	*119286*	*110184*	*136395*	*133326*	*134298*	*141404*	*141404*
DAP 18-46 maïs énergie	*kg*	*0*	*0*	*15600*	*15600*	*25500*	*35035*	*38275*	*40705*	*40705*	*40705*
DAP total	kg	69417	74769	125880	134886	135684	171430	171601	175003	182109	182109
potasse	kg	4140	4140	4140	4140	5612	5612	5612	5612	29072	29072
chaulage	t	644	647	647	647	647	636	626	650	477	481
Blé	ha	1440	1324	1517	1510	1663	1529	1516	1573	1421	1434
Semences	€*	108065	96973	105564	106117	120438	111095	109487	121864	114181	115194
Phyto	€*	244835	217855	261730	269258	311920	314221	312597	361371	313843	316803
Triage semence	t	172	151	176	175	202	186	185	187	176	178
Moisson	€*	164784	149419	174490	173559	200934	183465	188412	203435	181431	176932
Semis (CUMA)	€*	588	588	672	532	672	756	616	704	704	672
Orge	ha	81	82	151	168	166	171	173	113	127	126
Semences	€*	6052	5943	10640	11907	11845	12015	12148	8444	9855	9842
Phyto	€*	9882	9952	18232	20536	20476	21176	21316	16304	15860	15752
Moisson	€*	10569	10634	19604	21892	22464	23139	24276	16443	18415	17696
Semis (CUMA)	€*	420	420	420	560	420	420	560	640	640	672
Colza	ha	97	96	99	99	45	45	45	45	84	85
Semences	€*	6205	5822	5876	5747	1751	1711	1678	1701	4180	4220
Phyto	€*	12860	12780	13320	13320	3600	3600	3600	4275	9426	9516
Récolte	€*	12610	12480	12870	12870	6075	6075	6300	6525	12209	11928
Maïs grains	ha	569	567	525	507	484	439	389	359	316	316
Semences	€*	81848	81082	81149	76920	75078	66214	57080	55269	53763	53763
Phyto	€*	47333	47333	46973	45398	45638	39863	34263	38388	31625	31625
Semis	€*	34808	34808	34388	32673	32113	30100	28500	32063	28463	25300
Récolte	€*	81909	81675	76215	73849	73280	67205	63983	61579	55344	53763

€* : euros courants

Maïs fourrage	ha	1020	1002	1038	1130	1215	1295	1322	1363	1420	1420
Semences	€*	146206	151284	161322	170362	180734	199157	203345	219752	242292	242292
Phyto	€*	72543	76263	79280	86839	104445	109917	111816	144304	140636	140636
Semis	€*	59666	62522	78064	85477	91441	110840	113072	130878	136728	121536
Ensilage	€*	163727	170255	178936	195880	209512	244009	248473	276338	286738	286738
Betterave fourragère	ha	3	3	4	5	5	0	0	0	0	0
Semences	€*	765	749	946	1120	1118	0	0	0	0	0
Phyto	€*	612	612	792	936	936	0	0	0	0	0
Semis et Récolte ETA	€*	1190	1190	1540	1820	1820	0	0	0	0	0
Prairies permanentes *(au sens agronomique)*	ha	103	103	103	103	103	103	103	103	102	101
Prairies temporaires (RGA + TB)	ha	1377	1451	1490	1397	1058	1061	1070	1035	954	945
Semences	€*	41730	43939	45210	40000	27314	27392	27671	26621	24122	23852
Ensilage	€*	47701	53960	53445	53715	46418	49548	50798	55868	50870	50060
Enrubannage (prestation)	€*	3570	3570	4133	4933	4933	2220	2220	2442	2420	2420
Luzerne	ha	18	18	18	18	24	24	24	24	126	126
Semences	doses	12	12	12	12	16	16	16	16	85	85
Phyto	€*	1800	1800	1800	1800	1980	1980	1980	2160	14400	14400
Enrubannage (prestation)	€*	0	0	0	0	640	640	640	704	704	704
RGI	ha	531	544	544	588	620	618	625	619	626	629
Semences	€*	44085	45995	45995	48420	50380	50190	50855	50285	50969	51235
Ensilage	€*	48780	50230	50230	54240	57200	57000	57700	58894	59426	59706
Enrubannage (prestation)	€*	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1782	1782	1782
Couverts	ha	807	839	775	840	834	150	129	153	145	165
Semences	€*	56469	58718	54266	58801	58401	10501	9014	10680	10166	11516
Maïs énergie	ha	0	0	120	120	255	640	676	703	757	757
Semences	€*	0	0	16859	16928	36848	55439	60378	68185	80411	80411
Phyto	€*	0	0	10800	10800	25500	35018	38618	50271	52751	52751
Semis	€*	0	0	8400	8400	17850	30772	33652	40289	45144	40128
Ensilage	€*	0	0	19200	19200	45903	105040	112509	129394	144734	143385

CIVE	ha	0	0	224	224	521	3030	3030	3030	3086	3086
Semences	€*	0	0	6720	6720	15630	40716	40716	40716	42381	42381
Triage CIVE	€*	0	0	3494	3494	8128	47275	47275	47275	48141	48141
Ensilage	€*	0	0	44800	44800	104200	288187	288187	329867	345407	345407
Epandages sous-traités											
Epandage de digestat	m^3	0	0	25115	25115	71829	181522	184644	185012	189649	189649
Epandage de lisier	m^3	83756	87356	78677	80088	56860	0	0	0	0	0
Epandage de fumier	t	15320	15320	15320	15320	15320	9800	9340	8420	6554	6554
CUMA											
Location matériel CUMA	€*	227000	227000	261000	261000	267000	295000	312000	312000	318000	318000
Prestation de pressage	€*	19680	19680	21920	21520	21920	22160	21760	21760	21760	21680
Prestation de labour	€*	2168	2168	2215	2215	2215	2436	2436	2784	2784	2784
Prestation de pulvérisation	€*	750	750	810	810	810	870	870	1044	1044	1044
CI élevage											
Bovins											
Tourteaux de soja	t	2874	2963	3074	3420	4443	4733	4864	4982	4816	4816
VL (aliment complet azoté)	t	623	659	713	774	1028	1392	1420	1420	1561	1561
Minéraux	t	484	504	519	532	578	605	615	613	607	607
Poudre de lait	t	6	6	6	9	7	6	8	8	8	8
Aliment génisses 2ème âge	t	85	85	85	130	103	85	116	121	121	121
Maïs fourrage acheté	ha	0	0	0	0	0	96	96	96	96	96
Frais de reproduction	€*	303200	317600	332400	341200	360000	375000	379400	376200	363400	363400
Frais vétérinaire	€*	209804	223275	234043	258247	279546	296052	298623	302429	303600	303600
Frais d'élevage	€*	211650	220050	235750	248350	260150	269500	271000	267000	252920	252920
Achat taureaux reproducteurs	nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Achat de paille	t	652	647	642	650	642	661	632	632	904	898
Achat génisses à l'herbe	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	32	32
Achat jeunes bovins	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	240	240
Aliment d'engraissement génisses démarrage	t	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
Aliment d'engraissement génisses croissance	t	0	0	0	0	0	0	0	0	136	136
Achat de vaches	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Volailles											
Paille broyée	t/lot	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Granulé de paille	t/lot	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Coûts d'enlèvement	€*	198000	198000	198000	198000	198000	216000	216000	216000	216000	216000
Coûts de l'énergie	€*	168000	168000	168000	168000	168000	168000	180000	192000	192000	192000
Coûts de lavage	€*	66000	66000	66000	66000	66000	72000	72000	72000	72000	72000
Porcins											
Aliment truies	t	1719	1719	1719	1719	1650	1650	1650	1650	1650	1650
Aliment cochettes	t	54	54	54	57	57	56	59	59	59	59
Aliment 1er âge	t	190	190	191	193	193	193	201	201	203	203
Aliment 2ème âge	t	531	531	536	540	540	540	564	564	568	568
Aliment PS	t	838	838	845	852	870	870	908	908	916	916
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	t	2187	2187	2205	2223	2272	2272	2371	2371	2390	2390
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	t	1531	1531	1544	1556	1590	1590	1659	1659	1673	1673
Frais de reproduction	€*	75625	75625	75625	75625	75625	75625	75625	75625	75625	75625
Frais vétérinaire	€*	157628	159677	160465	162672	165982	169450	169135	172603	178750	178750
Achat des cochettes	Nb	481	481	481	523	523	523	550	550	550	550
CI DIVERS											
Agriculture											
Carburant	L	475000	475000	517000	535000	535000	535000	535000	535000	535000	535000
Assurance	€*	390834	398567	416787	418424	424975	428250	429888	440942	456500	456500
Eau, Electricité	€*	493000	493000	533000	558000	588000	630000	666000	807500	836000	736000
Comptabilité exploitation	€*	172000	172000	190260	225832	226119	226262	226334	226818	227500	227500
Frais de maintenance robot	€*	43626	43626	46447	50861	53304	155485	163611	165259	171863	171863
Consommables	€*	14400	14400	14400	14400	14400	27400	28400	30400	30400	30400
Maintenance système de traite non robotisé	€*	45500	45500	53500	53500	53500	41000	41000	41000	41000	41000
Entretien du matériel de culture	€*	428000	428000	438000	538000	548000	548000	548000	548000	548000	548000
Entretien du broyeur-mélangeur (FAF)	€*	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Entretien équipements porcin	€*	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
Prestations de conseil	€*	2000	2000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000

Energie											
Assurance méthanisation	€*	0	0	90000	90000	230834	397541	398750	403583	406000	406000
Comptabilité et frais de dossier méthanisation	€*	0	0	12000	12000	70681	167717	168329	170776	172000	172000
Consommation électrique épurateur	MWh	0	0	0	0	4800	10420	9940	8980	8980	8980
Consommation électrique	€*	0	0	30000	30000	174000	283800	269400	661800	661800	661800
Entretien, renouvellement du matériel et consommables	€*	0	0	0	0	468000	668000	728000	728000	728000	728000
Suivi biologique du digestat	€*	0	0	6000	6000	36000	86000	86000	86000	86000	86000
Maintenance process	€*	0	0	120000	120000	240000	520000	520000	520000	520000	520000
Maintenance épurateur	€*	0	0	0	0	150000	395000	395000	395000	395000	395000
Droit d'injection	€*	0	0	0	0	330000	700000	700000	700000	700000	700000
Carburant	L	0	0	30000	30000	96000	138000	138000	138000	138000	138000
Achat de co-produits	€*	0	0	0	0	96000	163625	163625	163625	307625	307625
Achat de maïs	ha	0	0	0	0	32	63	63	36	119	119
Bâtiments, méthanisation et équipements											
Equipements											
Tracteur 250cv	€*	0	0	0	0	0	0	184286	184286	184286	184286
Tracteur 220cv	€*	0	0	0	64286	64286	64286	64286	64286	64286	64286
Tracteur 200cv	€*	26667	26667	26667	26667	26667	26667	26667	26667	26667	26667
Tracteur 180 cv	€*	0	0	0	0	31429	31429	31429	31429	31429	31429
Tracteur 160 cv	€*	0	16667	16667	45238	45238	45238	45238	45238	45238	45238
Tracteur 150 cv	€*	0	0	0	13333	13333	13333	13333	13333	13333	13333
Tracteur 140 cv	€*	62952	62952	62952	62952	62952	62952	62952	71524	71524	71524
Tracteur 120 cv	€*	47333	47333	47333	47333	47333	47333	47333	47333	47333	47333
Tracteur 110 cv	€*	36000	36000	36000	76000	76000	92533	92533	92533	92533	92533
Tracteur 100 cv	€*	27000	27000	27000	27000	27000	27000	27000	27000	27000	27000
Tracteur 90 cv	€*	13200	13200	13200	15333	15333	15333	15333	15333	15333	15333
Tracteur 80 cv	€*	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400
Tracteur 60 cv	€*	2267	2267	2267	2267	2267	2267	2267	2267	2267	2267

Moissonneuse-batteuse	€*	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750
Charrue	€*	23760	23760	23760	23760	23760	23760	23760	23760	23760	23760
Combiné herse-semoir	€*	0	0	5500	5500	5500	5500	35500	35500	35500	35500
Herse	€*	16167	16167	16167	16167	16167	16167	16167	16167	16167	16167
Cultivateur	€*	5733	5733	9033	9033	9033	9033	15890	15890	15890	15890
Pulvérisateur	€*	39733	39733	53733	53733	53733	53733	53733	53733	53733	53733
Semoir à engrais	€*	5500	5500	5500	6033	6033	6033	6033	6033	6033	6033
Semoir à maïs	€*	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Semoir à céréales	€*	3200	3200	3200	3200	4933	4933	4933	4933	4933	4933
Tonne à lisier + pendillard	€*	0	7600	7600	7600	7600	7600	7600	7600	7600	7600
Faucheuse	€*	0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Faneuse	€*	2100	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Andenneuse	€*	4500	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Presse	€*	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Rouleau	€*	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Gyrobroyeur	€*	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Remorque	€*	25750	25750	31750	31750	31750	31750	31750	31750	31750	31750
Chargeur télescopique	€*	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000
Robot de traite	€*	36000	36000	36000	104571	104571	224571	224571	224571	224571	224571
Salle de traite	€*	59000	59000	59000	85667	85667	85667	85667	85667	49667	49667
Rototandem	€*	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
Mélangeuse	€*	102600	107933	107933	107933	107933	94600	94600	94600	97300	97300
Désileuse-pailleuse	€*	39048	39048	39048	39048	39048	39048	39048	39048	39048	39048
Pailleuse	€*	0	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333
Pailleuse automatique	€*	0	0	0	0	0	42500	42500	42500	42500	42500
	€*										

Méthanisation											
Méthaniseur en cogénération 150kWe	€*	0	0	480000	480000	480000	480000	480000	480000	480000	480000
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	€*	0	0	0	0	0	320000	320000	320000	320000	320000
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	€*	0	0	0	0	0	660000	660000	660000	660000	660000
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	€*	0	0	0	0	1320000	1320000	1320000	1320000	1320000	1320000
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	€*	0	0	0	0	0	733333	733333	733333	733333	733333
Séchoir	€*	0	0	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000
Panneaux photovoltaïques	€*	0	0	0	0	0	0	39600	99600	99600	99600
Chargeur télescopique	€*	0	0	0	0	0	137143	205714	205714	205714	205714
Tonne à lisier	€*	0	0	17100	34200	34200	81783	81783	81783	81783	81783
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	68000	68000
Bâtiments											
Bâtiments (stabulations + hangars)	€*	336690	336690	363090	363090	363090	363090	363090	363090	373090	373090
Bâtiments confinés porcins	€*	166250	166250	166250	166250	166250	166250	166250	166250	166250	166250
Poulailler	€*	39900	39900	39900	39900	42150	42150	42150	42150	42150	42150
Fosse	€*	65725	65725	65725	65725	69725	69725	69725	69725	69725	69725
Fumière	€*	19435	19435	19435	19435	19435	19435	19435	19435	19435	19435
DAC	€*	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Broyeur et silo tour (FAF)	€*	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Machine à soupe	€*	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500

Annexe 9 c) - Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Echéancier de la situation de groupe 'sans méthaniseur' (en valeurs physiques (volume) ou monnaie courante)*

Sans méthaniseur	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
VENTES											
blé	t	**11306**	**12318**	**14527**	**13411**	**13291**	**13306**	**13220**	**13965**	**12751**	**13602**
orge	t	454	280	748	869	628	521	532	115	209	217
colza	t	342	351	495	495	495	495	495	495	762	765
maïs grains	t	1223	1121	845	568	351	351	306	261	683	683
paille	t	**3119**	**3613**	**4748**	**4018**	**3793**	**3788**	**3585**	**3979**	**3486**	**3877**
lait	10^3 L	**21999**	**23555**	**28173**	**30494**	**31802**	**32394**	**33372**	**33275**	**32774**	**32774**
vaches de réforme	kg	**225550**	**237250**	**287625**	**327925**	**340925**	**344175**	**359450**	**362050**	**403650**	**351650**
veaux de 15 jours	nb	**1502**	**1552**	**2003**	**2149**	**2207**	**2271**	**2251**	**2298**	**2204**	**2195**
volailles	lots	33	33	33	33	33	36	36	36	36	36
énergie électrique	MWh	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
énergie biogaz	MWh	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
électricité nucléaire	MWh	0	0	7889	7889	7889	7889	7889	7889	7889	7889
gaz fossile	MWh	0	0	0	0	37200	94126	94126	94126	98926	98926
truies de réforme	Nb	481	481	481	523	523	523	550	550	550	550
porcs charcutiers cœur de g.	Nb	24440	24440	24643	24847	26925	26925	27360	27794	27794	27794
porcs charcutiers gamme sup.	Nb	5237	5237	5281	5324	5770	5770	5863	5956	5956	5956
porcs charcutiers gamme inf.	Nb	5237	5237	5281	5324	5770	5770	5863	5956	5956	5956
vaches allaitantes de réforme	Nb	24	24	24	28	28	28	28	30	30	30
taureaux de réforme [3-4] ans	Nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
broutards 9 mois	kg	15400	15400	15400	15400	15400	16100	16100	16100	16100	16100
broutardes 9 mois	kg	4800	4800	4800	4200	4200	4200	4200	3600	3600	3600
femelles de reproduction	Nb	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
mâles de reproduction	Nb	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
jeunes bovins	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	240	240
génisses à l'herbe	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	32	32
CIVE	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
maïs énergie	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CI cultures											
Engrais et amendements											
ammonitrate 33,5%	Unité N	268768	278846	325944	316007	312497	310079	302049	308099	284792	295470
ammonitrate soufré 27-12	Unité N	6548	6683	9113	9113	9113	9113	9113	9113	12677	12744
urée	t	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316
DAP 18-46 maïs culture	*kg*	*69417*	*76797*	*123528*	*132546*	*137352*	*138924*	*158052*	*156864*	*163430*	*163430*
DAP 18-46 maïs énergie	*kg*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
DAP total	kg	69417	76797	123528	132546	137352	138924	158052	156864	163430	163430
potasse	kg	4140	4140	4140	4140	5612	5612	5612	5612	31832	31832
chaulage	t	644	647	647	647	647	636	626	650	477	481
Blé	ha	1440	1555	1805	1684	1682	1688	1675	1762	1620	1715
Semences	€*	108065	113755	125685	118733	121476	120050	118886	134165	128071	135875
Phyto	€*	244835	270803	314261	285490	284476	294648	295724	343226	297497	321782
Triage semence	t	172	192	227	210	204	195	195	203	195	212
Moisson	€*	164784	179428	211863	196196	203445	203472	209944	230086	209329	215992
Semis (CUMA)	€*	588	588	672	532	672	756	616	704	704	672
Orge	ha	81	55	121	138	106	92	95	35	48	49
Semences	€*	6052	3959	8510	9753	7473	6576	6788	2685	3820	3937
Phyto	€*	9882	6712	14632	16936	13276	11316	11540	4960	6000	6172
Moisson	€*	10569	7124	15704	17992	14364	12474	13300	5075	6960	6916
Semis (CUMA)	€*	420	420	420	560	420	420	560	640	640	672
Colza	ha	97	99	135	135	135	135	135	135	210	211
Semences	€*	6205	6055	8587	8400	8316	8129	7969	8082	13630	13670
Phyto	€*	12860	13320	19800	19800	19800	21600	21600	24075	34626	34716
Récolte	€*	12610	12870	17550	17550	18225	18225	18900	19575	30479	29568
Maïs grains	ha	569	555	457	414	381	361	361	361	343	343
Semences	€*	81848	79100	65072	58888	53494	51081	50989	53268	59772	59772
Phyto	€*	47333	47207	42503	41723	40213	38813	34613	38388	35402	35402
Semis	€*	34808	34682	29908	28998	26688	28900	28900	32513	33318	29616
Récolte	€*	81909	80115	67349	61759	59375	56675	60063	61869	63167	61316

€* : euros courants

Maïs fourrage	ha	1020	1089	1323	1448	1517	1551	1708	1695	1761	1761
Semences	€*	146206	155336	192020	203319	210626	223442	245969	256696	281891	281891
Phyto	€*	72543	78747	96704	106174	114169	116696	129986	145548	141477	141477
Semis	€*	59666	63614	71806	78652	81585	96448	105424	117414	123399	109688
Ensilage	€*	163727	174671	212152	232120	243144	256436	282008	304556	315196	315196
Betterave fourragère	ha	3	3	4	5	5	0	0	0	0	0
Semences	€*	765	749	946	1120	1118	0	0	0	0	0
Phyto	€*	612	612	792	936	936	0	0	0	0	0
Semis et Récolte ETA	€*	1190	1190	1540	1820	1820	0	0	0	0	0
Prairies permanentes *(au sens agronomique)*	ha	103	103	103	103	103	103	103	103	102	101
Prairies temporaires (RGA + TB)	ha	1377	1227	1221	1241	1233	1232	1086	1072	939	939
Semences	€*	41730	37242	37138	37836	37503	37403	33017	32597	28637	28637
Ensilage	€*	47701	54035	53848	60502	64316	67176	55796	58966	47808	47808
Enrubannage (prestation)	€*	3570	3570	4133	4933	4933	2960	2200	2420	2420	2420
Luzerne	ha	18	18	18	18	24	24	24	24	138	138
Semences	doses	12	12	12	12	16	16	16	16	93	93
Phyto	€*	1800	1800	1800	1800	1980	1980	1980	2160	15840	15840
Enrubannage (prestation)	€*	0	0	0	0	640	640	640	704	704	704
RGI	ha	531	589	689	733	789	744	759	788	735	753
Semences	€*	44085	48485	57610	60635	65833	61624	62239	64994	61579	62479
Ensilage	€*	48780	54280	63530	67540	72940	68510	69830	75686	70506	72126
Enrubannage (prestation)	€*	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1782	1782	1782
Couverts	ha	807	851	908	944	929	974	1148	1108	1244	1226
Semences	€*	56469	59543	63567	66097	65006	67032	78889	76089	79710	78450
Maïs énergie	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semences	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semis	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ensilage	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CIVE	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semences	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triage CIVE	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ensilage	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epandages sous-traités											
Epandage de digestat	m^3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epandage de lisier	m^3	83756	88166	102227	109038	111774	112094	111753	112033	112983	112983
Epandage de fumier	t	15320	15320	15320	15320	15320	15320	14860	13940	12074	12074
CUMA											
Location matériel CUMA	€*	227000	227000	255000	255000	261000	289000	300000	300000	306000	306000
Prestation de pressage	€*	19680	19680	21920	21520	21920	22160	21760	21760	21760	21680
Prestation de labour	€*	2168	2168	2215	2215	2215	2436	2436	2784	2784	2784
Prestation de pulvérisation	€*	750	750	810	810	810	870	870	1044	1044	1044
CI élevage											
Bovins											
Tourteaux de soja	t	2874	3176	4054	4367	4688	5023	5572	5800	5597	5613
VL (aliment complet azoté)	t	623	719	1139	1269	1469	1516	1622	1622	1742	1742
Minéraux	t	484	516	584	634	679	691	696	692	687	690
Poudre de lait	t	6	6	8	11	10	10	12	11	11	11
Aliment génisses 2ème âge	t	85	85	88	148	136	143	169	160	160	163
Maïs fourrage acheté	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais de reproduction	€*	303200	320900	373800	403600	417400	423400	421800	418600	410000	410000
Frais vétérinaire	€*	209804	225671	263612	302408	316983	326988	326175	330536	334900	334900
Frais d'élevage	€*	211650	222150	261300	286500	294100	298200	296200	292200	280570	280570
Achat taureaux reproducteurs	nb	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Achat de paille	t	652	647	642	650	642	661	632	632	904	898
Achat génisses à l'herbe	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	32	32
Achat jeunes bovins	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	240	240
Aliment d'engraissement génisses démarrage	t	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
Aliment d'engraissement génisses croissance	t	0	0	0	0	0	0	0	0	136	136
Achat de vaches	Nb	0	0	125	0	0	0	0	0	0	0

Volailles											
Paille broyée	t/lot	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Granulé de paille	t/lot	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Coûts d'enlèvement	€*	198000	198000	198000	198000	198000	216000	216000	216000	216000	216000
Coûts de l'énergie	€*	168000	168000	168000	168000	168000	168000	180000	192000	192000	192000
Coûts de lavage	€*	66000	66000	66000	66000	66000	72000	72000	72000	72000	72000
Porcins											
Aliment truies	t	1719	1719	1719	1719	1719	1719	1719	1719	1719	1719
Aliment cochettes	t	54	54	54	57	57	56	59	59	59	59
Aliment 1er âge	t	190	190	191	193	205	205	208	211	211	211
Aliment 2ème âge	t	531	531	536	540	573	573	582	591	591	591
Aliment PS	t	838	838	845	852	923	923	938	953	953	953
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	t	2187	2187	2205	2223	2409	2409	2448	2487	2487	2487
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	t	1531	1531	1544	1556	1687	1687	1714	1741	1741	1741
Frais de reproduction	€*	75625	75625	75625	75625	75625	75625	75625	75625	75625	75625
Frais vétérinaire	€*	157628	159677	160465	162672	165982	169450	169135	172603	178750	178750
Achat des cochettes	Nb	481	481	481	523	523	523	550	550	550	550
CI DIVERS											
Agriculture											
Carburant	L	475000	475000	517000	535000	535000	535000	535000	535000	535000	535000
Assurance	€*	390834	398567	416787	418424	424975	428250	429888	440942	456500	456500
Eau, Electricité	€*	493000	493000	558000	583000	613000	630000	666000	842000	866000	766000
Comptabilité exploitation	€*	172000	172000	190260	225832	226119	226262	226334	226818	227500	227500
Frais de maintenance robot	€*	43626	45867	215924	228114	245101	254030	260441	263826	273456	273456
Consommables	€*	14400	15000	32200	33400	34600	35600	35600	37600	38100	38100
Maintenance système de traite non robotisé	€*	45500	45500	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000
Entretien du matériel de culture	€*	428000	428000	438000	538000	548000	548000	548000	548000	548000	548000
Entretien du broyeur-mélangeur (FAF)	€*	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Entretien équipements porcin	€*	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
Prestations de conseil	€*	2000	2000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000

Energie											
Assurance méthanisation	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comptabilité et frais de dossier méthanisation	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consommation électrique épurateur	MWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consommation électrique	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entretien, renouvellement du matériel et consommables	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suivi biologique du digestat	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maintenance process	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maintenance épurateur	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Droit d'injection	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carburant	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat de co-produits	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat de maïs	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bâtiments, méthanisation et équipements											
Equipements											
Tracteur 250cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 220cv	€*	0	0	0	64286	64286	64286	64286	64286	64286	64286
Tracteur 200cv	€*	26667	26667	26667	198095	198095	198095	352381	352381	352381	352381
Tracteur 180 cv	€*	0	0	0	0	31429	31429	31429	31429	31429	31429
Tracteur 160 cv	€*	0	16667	16667	16667	16667	16667	16667	16667	16667	16667
Tracteur 150 cv	€*	0	0	0	13333	13333	13333	13333	13333	13333	13333
Tracteur 140 cv	€*	62952	62952	62952	62952	62952	62952	62952	55810	55810	55810
Tracteur 120 cv	€*	47333	47333	47333	47333	47333	47333	47333	47333	47333	47333
Tracteur 110 cv	€*	36000	36000	36000	76000	76000	92533	92533	92533	92533	92533
Tracteur 100 cv	€*	27000	27000	27000	27000	27000	27000	27000	27000	27000	27000
Tracteur 90 cv	€*	13200	13200	13200	15333	15333	15333	15333	15333	15333	15333
Tracteur 80 cv	€*	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400
Tracteur 60 cv	€*	2267	2267	2267	2267	2267	2267	2267	2267	2267	2267

Moissonneuse-batteuse	€*	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750	13750
Charrue	€*	23760	23760	23760	23760	23760	23760	23760	23760	23760	23760
Combiné herse-semoir	€*	0	0	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500
Herse	€*	16167	16167	16167	16167	16167	16167	16167	16167	16167	16167
Cultivateur	€*	5733	5733	9033	9033	9033	9033	9033	9033	9033	9033
Pulvérisateur	€*	39733	39733	53733	53733	53733	53733	53733	53733	53733	53733
Semoir à engrais	€*	5500	5500	5500	6033	6033	6033	6033	6033	6033	6033
Semoir à maïs	€*	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Semoir à céréales	€*	3200	3200	3200	3200	4933	4933	4933	4933	4933	4933
Tonne à lisier + pendillard	€*	0	7600	7600	7600	7600	7600	40933	40933	40933	40933
Faucheuse	€*	0	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Faneuse	€*	2100	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Andenneuse	€*	4500	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Presse	€*	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Rouleau	€*	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Gyrobroyeur	€*	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Remorque	€*	25750	25750	31750	31750	31750	31750	31750	31750	31750	31750
Chargeur télescopique	€*	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000
Robot de traite	€*	36000	36000	88000	156571	156571	276571	276571	276571	276571	276571
Salle de traite	€*	59000	59000	59000	85667	85667	85667	85667	85667	49667	49667
Rototandem	€*	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
Mélangeuse	€*	102600	107933	107933	107933	107933	94600	94600	94600	97300	97300
Désileuse-pailleuse	€*	39048	39048	39048	39048	39048	39048	39048	39048	39048	39048
Pailleuse	€*	0	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333
Pailleuse automatique	€*	0	0	0	0	0	42500	42500	42500	42500	42500
	€*										

Méthanisation											
Méthaniseur en cogénération 150kWe	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Séchoir	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Panneaux photovoltaïques	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chargeur télescopique	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tonne à lisier	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bâtiments											
Bâtiments (stabulations + hangars)	€*	336690	336690	363090	363090	363090	363090	363090	363090	373090	373090
Bâtiments confinés porcins	€*	166250	166250	172500	172500	172500	172500	172500	172500	172500	172500
Poulailler	€*	39900	39900	39900	39900	42150	42150	42150	42150	42150	42150
Fosse	€*	65725	65725	65725	65725	69725	69725	69725	69725	69725	69725
Fumière	€*	19435	19435	19435	19435	19435	19435	19435	19435	19435	19435
DAC	€*	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Broyeur et silo tour (FAF)	€*	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Machine à soupe	€*	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500

Annexe 9 d) - Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Echéancier des différentiels 'avec – sans méthaniseur' en valeurs physiques*

Δ avec-sans méthanisation	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
VENTES											
blé	t	**0**	**-2035**	**-2547**	**-1569**	**-81**	**-1217**	**-1279**	**-1526**	**-1629**	**-2371**
orge	t	0	189	210	210	420	553	554	551	553	541
colza	t	0	-12	-144	-144	-360	-360	-360	-360	-504	-504
maïs grains	t	0	102	357	612	773	773	346	136	-309	-309
paille	t	**0**	**-961**	**-1363**	**-987**	**435**	**254**	**269**	**57**	**-32**	**-374**
lait	10^3 L	**0**	**-596**	**-4199**	**-5284**	**-4352**	**-3556**	**-3998**	**-4006**	**-4066**	**-4066**
vaches de réforme	kg	**0**	**-1950**	**0**	**-15600**	**-52325**	**-24700**	**-21450**	**-21450**	**-39650**	**-39650**
veaux de 15 jours	nb	**0**	**102**	**-351**	**-407**	**-286**	**-261**	**-214**	**-264**	**-252**	**-243**
veaux eq. carcasse	kg pc	**0**	**13940**	**-47970**	**-55623**	**-39087**	**-35670**	**-29247**	**-36080**	**-34440**	**-33210**
volailles	lots	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
énergie électrique	MWh	**0**	**0**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**	**7889**
énergie biométhane	MWh	**0**	**0**	**0**	**0**	**37200**	**94126**	**94126**	**94126**	**98926**	**98926**
électricité nucléaire	MWh	0	0	-7889	-7889	-7889	-7889	-7889	-7889	-7889	-7889
gaz fossile	MWh	0	0	0	0	-37200	-94126	-94126	-94126	-98926	-98926
truies réformées	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
porcs charcutiers cœur de gamme	Nb	0	0	0	0	-1538	-1538	-869	-1303	-1086	-1086
eq. carcasse	kg pc	0	0	0	0	-143041	-143041	-80776	-121164	-100970	-100970
porcs charcutiers gamme sup.	Nb	0	0	0	0	-330	-330	-186	-279	-233	-233
eq. carcasse	kg pc	0	0	0	0	-34607	-34607	-19543	-29314	-24428	-24428
porcs charcutiers gamme inf.	Nb	0	0	0	0	-330	-330	-186	-279	-233	-233
eq. carcasse	kg pc	0	0	0	0	-25708	-25708	-14517	-21776	-18147	-18147
total porcs charcutiers	kg pc	0	0	0	0	-203355	-203355	-114836	-172254	-143545	-143545
vaches allaitantes de réforme	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
taureaux de réforme [3-4] ans	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
broutards 9 mois	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
broutardes 9 mois	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
femelles de reproduction	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mâles de reproduction	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jeunes bovins	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
génisses à l'herbe	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CI cultures											
Engrais et amendements											
ammonitrate 33,5%	Unité N	0	-20314	-45265	-43899	-57949	-114295	-118096	-121267	-120321	-130269
ammonitrate 33,5%	**eq tonnes**	**0**	**-61**	**-135**	**-131**	**-173**	**-341**	**-353**	**-362**	**-359**	**-389**
ammonitrate soufré 27-12	Unité N	0	-203	-2430	-2430	-6075	-6075	-6075	-6075	-8505	-8505
ammonitrate soufré 27-13	**eq tonnes**	**0**	**-1**	**-7**	**-7**	**-18**	**-18**	**-18**	**-18**	**-25**	**-25**
urée	**t**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-316**	**-316**	**-316**	**-316**	**-316**
DAP 18-46 maïs culture	*kg*	*0*	*-2028*	*-13248*	*-13260*	*-27168*	*-2529*	*-24726*	*-22566*	*-22026*	*-22026*
DAP 18-46 maïs énergie	*kg*	*0*	*0*	*15600*	*15600*	*25500*	*35035*	*38275*	*40705*	*40705*	*40705*
DAP total	**tonnes**	**0**	**-2**	**2**	**2**	**-2**	**33**	**14**	**18**	**19**	**19**
potasse	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	-2760	-2760
chaulage	t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blé	ha	0	-231	-287	-174	-19	-159	-159	-189	-199	-282
Semences blé	€*	0	-16782	-20122	-12617	-1038	-8956	-9399	-12301	-13890	-20681
Phyto blé	€*	0	-52948	-52531	-16231	27444	19573	16873	18145	16346	-4979
Triage semence blé	t	0	-41	-51	-35	0	-8	-8	-13	-17	-33
Moisson blé	€*	0	-30009	-37373	-22638	-2511	-20007	-21532	-26651	-27898	-39060
Semis (CUMA) blé	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orge	ha	0	27	30	30	60	79	78	78	79	77
Semences orge	€*	0	1983	2129	2154	4371	5439	5359	5759	6035	5905
Phyto orge	€*	0	3240	3600	3600	7200	9860	9776	11344	9860	9580
Moisson orge	€*	0	3510	3900	3900	8100	10665	10976	11368	11455	10780
Semis (CUMA) orge	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colza	ha	0	-3	-36	-36	-90	-90	-90	-90	-126	-126
Semences colza	€*	0	-233	-2712	-2653	-6565	-6417	-6292	-6380	-9450	-9450
Phyto colza	€*	0	-540	-6480	-6480	-16200	-18000	-18000	-19800	-25200	-25200
Récolte colza	€*	0	-390	-4680	-4680	-12150	-12150	-12600	-13050	-18270	-17640
Maïs grains	ha	0	12	68	93	103	78	28	-2	-26	-26
Semences maïs grains	€*	0	1982	16077	18032	21584	15133	6091	2001	-6010	-6010
Phyto maïs grains	€*	0	126	4470	3675	5425	1050	-350	0	-3777	-3777
Semis maïs grains	€*	0	126	4480	3675	5425	1200	-400	-450	-4856	-4316
Récolte maïs grains	€*	0	1560	8866	12090	13905	10530	3920	-290	-7823	-7554

Maïs fourrage	ha	0	-87	-285	-318	-301	-256	-385	-331	-341	-341
Semences maïs fourrage	€*	0	-4052	-30699	-32957	-29892	-24285	-42624	-36943	-39599	-39599
Phyto maïs fourrage	€*	0	-2484	-17424	-19335	-9724	-6779	-18170	-1244	-841	-841
Semis maïs fourrage	€*	0	-1092	6258	6825	9856	14392	7648	13464	13329	11848
Ensilage maïs fourrage	€*	0	-4416	-33216	-36240	-33632	-12427	-33535	-28218	-28458	-28458
Betterave fourragère	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semences	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semis et Récolte ETA	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prairies permanentes *(au sens agronomique)*	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prairies temporaires (RGA + TB)	ha	0	223	269	156	-175	-172	-16	-37	15	6
Semences prairies	€*	0	6697	8073	2164	-10189	-10011	-5346	-5976	-4515	-4785
Ensilage prairies	€*	0	-74	-403	-6787	-17898	-17628	-4998	-3098	3063	2253
Enrubannage (prestation) prairies	€*	0	0	0	0	0	-740	20	22	0	0
Luzerne	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	-12
Semences luzerne	doses	0	0	0	0	0	0	0	0	-8	-8
Phyto luzerne	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	-1440	-1440
Enrubannage (prestation) luzerne	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RGI	ha	0	-45	-145	-145	-169	-126	-134	-169	-109	-124
Semences RGI	€*	0	-2490	-11615	-12215	-15453	-11434	-11384	-14709	-10610	-11244
Ensilage RGI	€*	0	-4050	-13300	-13300	-15740	-11510	-12130	-16792	-11080	-12420
Enrubannage (prestation) RGI	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Couverts	ha	0	-12	-133	-104	-94	-824	-1019	-956	-1099	-1061
Semences couverts	€*	0	-825	-9301	-7296	-6605	-56531	-69874	-65408	-69544	-66934
Maïs énergie	ha	0	0	120	120	255	640	676	703	757	757
Semences maïs énergie	€*	0	0	16859	16928	36848	55439	60378	68185	80411	80411
Phyto maïs énergie	€*	0	0	10800	10800	25500	35018	38618	50271	52751	52751
Semis maïs énergie	€*	0	0	8400	8400	17850	30772	33652	40289	45144	40128
Ensilage maïs énergie	€*	0	0	19200	19200	45903	105040	112509	129394	144734	143385

CIVE	ha	0	0	224	224	521	3030	3030	3030	3086	3086
Semences CIVE	€*	0	0	6720	6720	15630	40716	40716	40716	42381	42381
Triage CIVE	€*	0	0	3494	3494	8128	47275	47275	47275	48141	48141
Ensilage CIVE	€*	0	0	44800	44800	104200	288187	288187	329867	345407	345407
Epandages sous-traités											
Epandage de digestat	m^3	0	0	25115	25115	71829	181522	184644	185012	189649	189649
Epandage de lisier	m^3	0	-810	-23550	-28950	-54914	-112094	-111753	-112033	-112983	-112983
Epandage de fumier	t	0	0	0	0	0	-5520	-5520	-5520	-5520	-5520
CUMA											
Location matériel CUMA	€*	0	0	6000	6000	6000	6000	12000	12000	12000	12000
Prestation de pressage	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestation de labour	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestation de pulvérisation	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CI élevage											
Bovins											
Tourteaux	t	0	-214	-980	-947	-245	-290	-709	-818	-780	-797
VL (aliment complet azoté)	t	0	-60	-425	-495	-441	-124	-202	-202	-181	-181
Minéraux	t	0	-12	-65	-102	-101	-86	-81	-80	-80	-83
Poudre de lait	t	0	0	-2	-2	-3	-4	-4	-3	-3	-3
Aliment génisses 2ème âge	t	0	0	-3	-18	-33	-58	-53	-39	-39	-42
Maïs fourrage acheté	ha	0	0	0	0	0	96	96	96	96	96
Frais de reproduction	€*	0	-3300	-41400	-62400	-57400	-48400	-42400	-42400	-46600	-46600
Frais vétérinaire	€*	0	-2397	-29569	-44161	-37437	-30936	-27552	-28108	-31300	-31300
Frais d'élevage	€*	0	-2100	-25550	-38150	-33950	-28700	-25200	-25200	-27650	-27650
Achat taureaux reproducteurs	nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat de paille	t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat génisses à l'herbe	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat jeunes bovins	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment d'engraissement génisses démarrage	t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment d'engraissement génisses croissance	t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat de vaches	Nb	0	0	-125	0	0	0	0	0	0	0

Volailles											
Paille broyée	t/lot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Granulé de paille	t/lot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coûts d'enlèvement	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coûts de l'énergie	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coûts de lavage	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porcins											
Aliment truies	t	0	0	0	0	-69	-69	-69	-69	-69	-69
Aliment cochettes	t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment 1er âge	t	0	0	0	0	-12	-12	-7	-10	-8	-8
Aliment 2ème âge	t	0	0	0	0	-33	-33	-18	-28	-23	-23
Aliment PS	t	0	0	0	0	-53	-53	-30	-45	-37	-37
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	t	0	0	0	0	-138	-138	-78	-117	-97	-97
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	t	0	0	0	0	-96	-96	-54	-82	-68	-68
Frais de reproduction	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais vétérinaire	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat des cochettes	Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CI DIVERS											
Agriculture											
Carburant	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assurance	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eau, Electricité	€*	0	0	-25000	-25000	-25000	0	0	-34500	-30000	-30000
Comptabilité exploitation	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais de maintenance robot	€*	0	-2241	-169477	-177254	-191797	-98545	-96829	-98567	-101593	-101593
Consommables	€*	0	-600	-17800	-19000	-20200	-8200	-7200	-7200	-7700	-7700
Maintenance système de traite non robotisé	€*	0	0	12500	12500	12500	0	0	0	0	0
Entretien du matériel de culture	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entretien du broyeur-mélangeur (FAF)	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entretien équipements porcin	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestations de conseil	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Energie											
Assurance méthanisation	€*	0	0	90000	90000	230834	397541	398750	403583	406000	406000
Comptabilité et frais de dossier méthanisation	€*	0	0	12000	12000	70681	167717	168329	170776	172000	172000
Consommation électrique épurateur	MWh	0	0	0	0	4800	10420	9940	8980	8980	8980
Consommation électrique totale	€*	0	0	30000	30000	174000	283800	269400	661800	661800	661800
Entretien, renouvellement du matériel et consommables	€*	0	0	0	0	468000	668000	728000	728000	728000	728000
Suivi biologique du digestat	€*	0	0	6000	6000	36000	86000	86000	86000	86000	86000
Maintenance process	€*	0	0	120000	120000	240000	520000	520000	520000	520000	520000
Maintenance épurateur	€*	0	0	0	0	150000	395000	395000	395000	395000	395000
Droit d'injection	€*	0	0	0	0	330000	700000	700000	700000	700000	700000
Carburant méthanisation	L	0	0	30000	30000	96000	138000	138000	138000	138000	138000
Achat de co-produits	€*	0	0	0	0	96000	163625	163625	163625	307625	307625
Achat de maïs	ha	0	0	0	0	32	63	63	36	119	119
Bâtiments, méthanisation et équipements Equipements											
Tracteur 250cv	€*	0	0	0	0	0	0	184286	184286	184286	184286
Tracteur 220cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 200cv	€*	0	0	0	-171429	-171429	-171429	-325714	-325714	-325714	-325714
Tracteur 180 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 160 cv	€*	0	0	0	28571	28571	28571	28571	28571	28571	28571
Tracteur 150 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 140 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	15714	15714	15714
Tracteur 120 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 110 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 100 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 90 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 80 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 60 cv	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Moissonneuse-batteuse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Charrue	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combiné herse-semoir	€*	0	0	0	0	0	0	30000	30000	30000	30000
Herse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultivateur	€*	0	0	0	0	0	0	6857	6857	6857	6857
Pulvérisateur	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à engrais	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à maïs	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à céréales	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tonne à lisier + pendillard	€*	0	0	0	0	0	0	-33333	-33333	-33333	-33333
Faucheuse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faneuse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andenneuse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Presse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rouleau	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gyrobroyeur	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remorque	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chargeur télescopique	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Robot de traite	€*	0	0	-52000	-52000	-52000	-52000	-52000	-52000	-52000	-52000
Salle de traite	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rototandem	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mélangeuse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Désileuse-pailleuse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pailleuse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pailleuse automatique	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Méthanisation											
Méthaniseur en cogénération 150kWe	€*	0	0	480000	480000	480000	480000	480000	480000	480000	480000
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	€*	0	0	0	0	0	320000	320000	320000	320000	320000
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	€*	0	0	0	0	0	660000	660000	660000	660000	660000
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	€*	0	0	0	0	1320000	1320000	1320000	1320000	1320000	1320000
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	€*	0	0	0	0	0	733333	733333	733333	733333	733333
Séchoir	€*	0	0	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000
Panneaux photovoltaïques	€*	0	0	0	0	0	0	39600	99600	99600	99600
Chargeur télescopique méthanisation	€*	0	0	0	0	0	137143	205714	205714	205714	205714
Tonne à lisier	€*	0	0	17100	34200	34200	81783	81783	81783	81783	81783
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	68000	68000
Bâtiments											
Bâtiments (stabulations + hangars)	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bâtiments confinés porcins	€*	0	0	-6250	-6250	-6250	-6250	-6250	-6250	-6250	-6250
Poulailler	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosse	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fumière	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAC	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broyeur et silo tour (FAF)	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Machine à soupe	€*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 9 e) - Détail des calculs de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale – *Principaux prix de marché utilisés (monnaie constante €$_{2024}$) et sources des données*

Prix de marché en monnaie constante		€** : monnaie constante, €$_{2024}$									
	Unité	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
VENTES		P.U									
blé	€**/t	176	175	162	158	192	173	194	218	273	202
orge	€**/t	167	140	151	188	158	167	212	278	200	185
colza	€**/t	399	405	372	386	405	421	583	626	418	460
maïs grains	€**/t	153	156	146	164	155	169	221	274	177	200
paille	€**/t	30	30	30	35	34	34	34	32	31	30
lait	€**/10^{3}L	364	333	380	377	386	379	390	454	451	434
vaches de réforme	€**/kg	3,43	3,15	3,37	3,30	3,16	3,16	3,52	4,71	4,62	4,31
veaux de 15 jours	€**/tête	188	153	135	150	135	116	112	104	119	136
veaux de 15 jours eq. kg carcasse	€**/kg pc	1,65	1,34	1,17	1,27	1,13	0,97	0,92	0,81	0,89	1,00
énergie électrique	€**/MWh	48	46	56	61	47	38	127	307	100	65
énergie biométhane	€**/MWh	25	17	20	26	17	11	53	120	41	34
électricité nucléaire	€**/MWh	48	46	56	61	47	38	127	307	100	65
gaz fossile	€**/MWh	25	17	20	26	17	11	53	120	41	34
truies réformées	€**/tête	147	152	161	138	170	157	149	182	212	192
porcs charcutiers cœur de gamme	€**/tête	151	156	164	142	172	160	152	183	211	191
cœur de gamme PC (avec prime)	€**/kg pc	1,62	1,68	1,77	1,53	1,85	1,72	1,64	1,97	2,27	2,06
porcs charcutiers gamme sup.	€**/tête	137	142	152	128	162	148	140	176	209	188
gamme sup. PC (avec pénalités)	€**/kg pc	1,30	1,36	1,45	1,22	1,54	1,41	1,33	1,68	1,99	1,79
porcs charcutiers gamme inf.	€**/tête	101	106	113	95	120	110	104	131	155	139
gamme inf. PC (avec pénalités)	€**/kg pc	0,97	1,01	1,08	0,90	1,15	1,05	0,99	1,25	1,48	1,33
porcs prix moyen	€**/kg pc	1,48	1,53	1,62	1,39	1,70	1,57	1,49	1,82	2,11	1,91

	Unité	Sources
VENTES		
blé	€**/t	Prix courants payés aux producteurs FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
orge	€**/t	Prix courants payés aux producteurs FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
colza	€**/t	Prix courants payés aux producteurs FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
maïs grains	€**/t	Prix courants payés aux producteurs FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
paille	€**/t	Enquêtes + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
lait	€**/10^3L	Prix courants payés aux producteurs en Bretagne FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-202
vaches de réforme	€**/kg	Prix courants payés aux producteurs Grand-Ouest FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-202
veaux de 15 jours	€**/tête	Prix courants payés aux producteurs Grand-Ouest FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-202
veaux de 15 jours eq. kg carcasse	€**/kg pc	Equivalence € constant poids carcasse
énergie électrique	€**/MWh	EPEX 2015-2024 + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
énergie biométhane	€**/MWh	PEG 2015-2024 + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
électricité nucléaire	€**/MWh	EPEX 2015-2024 + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
gaz fossile	€**/MWh	PEG 2015-2024 + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
truies réformées	€**/tête	Prix courants payés aux producteurs Marché du Porc Breton + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
porcs charcutiers cœur de gamme	€**/tête	Prix courants payés aux producteurs Marché du Porc Breton + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
cœur de gamme PC (avec PV)	€**/kg pc	
porcs charcutiers gamme sup.	€**/tête	Prix courants payés aux producteurs Marché du Porc Breton + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
gamme sup. PC (avec pénalités)	€**/kg pc	
porcs charcutiers gamme inf.	€**/tête	Prix courants payés aux producteurs Marché du Porc Breton + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
gamme inf. PC (avec pénalités)	€**/kg pc	
porcs prix moyen	€**/kg pc	

Prix de marché en monnaie constante		€** : monnaie constante, €$_{2024}$									
	Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Produits finis											
blé FOB rendu Rouen	€**/t	211	193	197	214	213	224	276	373	253	219
maïs grain FOB rendu Bordeaux/La Pallice	€**/t	195	196	196	198	199	206	274	352	257	207
orge FOB rendu Rouen	€**/t	207	171	179	219	197	202	247	338	237	195
colza FOB rendu	€**/t	447	447	447	447	447	479	549	673	479	447
poudre de lait FOB	€**/t	782	782	884	791	800	830	1071	1144	701	709
beurre	€**/t	4153	4032	6484	6140	4676	3892	5027	7937	5469	6873
quartier avant vaches de réforme	€**/kg	2,90	2,94	2,77	2,96	3,08	2,95	3,10	4,39	4,64	4,60
quartier arrière vaches de réforme	€**/kg	5,48	5,09	5,28	5,36	5,66	6,10	6,45	6,72	6,98	7,03
carcasse veaux de 15 jours	€**/kg	5,49	5,52	5,09	5,00	4,76	4,53	4,36	4,32	4,12	4,02
Jambon	€**/kg	2,76	2,94	2,99	2,71	3,12	3,07	2,99	3,39	3,72	3,43
Longe	€**/kg	3,50	3,53	3,54	3,36	3,57	3,65	3,50	3,71	4,23	4,11
Poitrine	€**/kg	2,46	2,69	3,11	3,02	3,25	3,50	3,37	3,64	3,94	3,91
Bardière	€**/kg	0,47	0,48	0,52	0,46	0,73	0,70	0,73	1,10	1,22	0,96
Hachage (épaule + autres)	€**/kg	1,40	1,52	1,72	1,54	1,61	1,64	1,52	1,76	2,23	2,24

Produits finis		
blé FOB rendu Rouen	€**/t	Cotations rendu Rouen FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
maïs grain FOB rendu Bordeaux/La Pallice	€**/t	Cotations rendu Atlantique (Bordeaux ou La Pallice) FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
orge FOB rendu Rouen	€**/t	Cotations rendu Rouen FranceAgriMer + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
colza FOB rendu Rouen	€**/t	Cotations rendu Rouen FranceAgriMer à partir de 2021 et hypothèse avant + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
poudre de lait	€**/t	Prix courants FranceAgriMer à partir de 2016, hypothèse pour 2015 + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
beurre	€**/t	Prix courants FranceAgriMer à partir de 2016, hypothèse pour 2015 + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
quartier avant vaches de réforme	€**/kg	Prix quartier avant cat. R MIN Rungis - Données RNM FranceAgriMer 2015-2024 (HT+ hypothèse 1% de taxes) + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
quartier arrière vaches de réforme	€**/kg	Prix quartier arrière cat. R MIN Rungis - Données RNM FranceAgriMer 2015-2024 (HT+ hypothèse 1% de taxes) + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
carcasse veaux de 15 jours	€**/kg	Prix carcasse rouge cat. R MIN Rungis - Données RNM FranceAgriMer 2015-2024 (HT+ hypothèse 1% de taxes) + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
Jambon	€**/kg	Prix jambon MIN Rungis - Données RNM FranceAgriMer 2015-2024 (HT+ hypothèse 1% de taxes) + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
Longe	€**/kg	Prix longe MIN Rungis - Données RNM FranceAgriMer 2015-2024 (HT+ hypothèse 1% de taxes) + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
Poitrine	€**/kg	Prix poitrine MIN Rungis - Données RNM FranceAgriMer 2015-2024 (HT+ hypothèse 1% de taxes) + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
Bardière	€**/kg	Prix bardière MIN Rungis - Données RNM FranceAgriMer 2015-2024 (HT+ hypothèse 1% de taxes) + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
Hachage (épaule + autres)	€**/kg	Prix hachage MIN Rungis - Données RNM FranceAgriMer 2015-2024 (HT+ hypothèse 1% de taxes) + coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024

Prix de marché en monnaie constante	Unité	€** : monnaie constante, €$_{2024}$ 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Collecte et transformation											
blé aval	€**/t	35	18	35	56	21	52	82	155	-20	17
maïs grain aval	€**/t	42	41	50	34	44	37	53	78	80	7
orge aval	€**/t	40	32	29	31	39	35	35	60	36	10
colza aval	€**/t	48	41	75	60	42	58	-34	47	61	-13
abattage et découpe en quartiers	€**/kg	4,95	4,88	4,68	5,03	5,59	5,88	6,02	6,40	6,99	7,32
abattage veaux de 15 jours	€**/kg	4,35	4,19	3,92	3,73	3,62	3,56	3,44	3,50	3,23	3,02
découpe primaire porcs	€**/kg	9,1	9,6	10,3	9,7	10,6	11,0	10,6	11,8	13,2	12,7
frais de collecte du lait	€**/10^{3}L	16	16	16	17	17	17	18	20	19	20
poudre de lait aval	€**/t	281	281	318	285	288	299	386	412	252	255
beurre	€**/t	1344	1305	2098	1987	1513	1259	1627	2568	1770	2224
acheminement de l'électricité issue de méthanisation	€**/MWh	17	17	17	16	16	16	16	15	14	14
acheminement du biométhane	€**/MWh	65	64	63	64	74	71	50	87	116	114
raccordements locaux et renforcement du réseau de distribution du gaz	€**/MWh					48	42	37	33	30	30
acheminement de l'électricité nucléaire	€**/MWh	17	17	17	16	16	16	16	15	14	14
acheminement du gaz fossile	€**/MWh	65	64	63	64	74	71	50	87	116	114

Collecte et transformation		
blé aval	€**/t	Différence entre le prix du produit fini et celui de la production agricole.
maïs grain aval	€**/t	"
orge aval	€**/t	"
colza aval	€**/t	"
abattage et découpe en quartiers	€**/kg	"
abattage veaux de 15 jours	€**/kg	"
découpe primaire porcs	€**/kg	"
frais de collecte du lait	€**/10^3L	Enquêtes
poudre de lait aval	€**/t	Différence entre le prix du produit fini et celui de la production agricole.
beurre	€**/t	Différence entre le prix du produit fini et celui de la production agricole.
acheminement de l'électricité issue de méthanisation	€**/MWh	Estimation : 0,07€/kWh soit 7€/MWh de TURPE et autant de taxes soit 14€/MWh d'acheminement en 2024 + hypothèse de suivi de l'inflation : coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
acheminement du biométhane	€**/MWh	Estimation : Différence entre les prix moyens payés par les particuliers (appelés "prix repères de vente de gaz naturel PRVG")(comprenant aussi les taxes) et le prix spot en 2024 et entre le TRVG ("tarif réglementé de vente de gaz naturel") et le prix spot avant 2024 + hypothèse de suivi de l'inflation : coef. de transformation de la monnaie INSEE 2015-2024
raccordements locaux et renforcement du réseau de distribution du gaz	€**/MWh	Calculs effectués à partir des données de la Cour des Comptes (2025) + hypothèse de suivi de l'inflation : coef. de transformation de la monnaie INSEE 2019-2024
acheminement de l'électricité nucléaire	€**/MWh	Idem que pour l'électricité issue de méthanisation.
acheminement du gaz fossile	€**/MWh	Idem que pour le biométhane.

Pour les consommations intermédiaires : Prix basés sur les enquêtes et/ou les données de la série IPAMPA de l'INSEE, ainsi que les coefficients de transformation de la monnaie (INSEE) 2015-2024 pour le passage en monnaie constante.

Annexe 10 - Exemple de trame d'entretien conduit auprès des représentants de la catégorie d'agents « *Entreprises pour la conception et l'installation d'unités de méthanisation* »

-En quelle année l'entreprise s'est-elle implantée en France / en Bretagne ? Pourquoi la France / la Bretagne a-t-elle été perçue comme un marché intéressant ?
-Comment a évolué votre activité en France et en Bretagne depuis la création de l'entreprise ? *Nombre d'unités installées par an en moyenne ?*
-Comment a évolué la technologie que vous vendez ? *Type de méthaniseurs installés (cogénération et injection)*

-Qu'est-ce que contient une facture ou un devis type pour l'installation d'une unité de méthanisation ?
-Quel est le poids relatif de chaque item ?
-Pourriez-vous décrire ce que recouvre et implique chaque item ? (*Conception, Travaux, …*)
-Quelles sont les entreprises secondaires impliquées ? *Contacts éventuels*
-Quelles sont les étapes de construction d'un méthaniseur ? Avez-vous recours à de la sous-traitance ?
-Quel type de main d'œuvre est mobilisée à chaque étape ? Est-elle aisée à trouver sur le marché du travail ? S'agit-il d'une main d'œuvre qualifiée ?

-Comment se répartit le marché de la méthanisation entre les différentes entreprises de construction en Bretagne ? *(modèle 'clef en main' ou avec 'prestataires locaux')*

Annexe 11 – Hypothèses posées pour l'établissement des prix de référence des consommations indirectes à partir des comptes de charges de l'INSEE

La mobilisation des données de l'INSEE présente des limites. En effet, l'établissement des prix de référence est moins précis en raison de l'agrégation de certains postes, tels que « *achats de matières premières et autres approvisionnements* ». C'est pourquoi un ensemble d'hypothèses a été posé afin de ne pas surestimer ou sous-estimer l'impact de la méthanisation sur l'économie. En l'absence de données précises, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- Pour les postes d'achat, il est considéré que 50% des achats proviennent d'importations (100% un coût pour l'économie nationale) et 50% proviennent de biens produits au sein de l'économie nationale. Dans ce dernier cas, la décomposition appliquée est la suivante : 20% reviennent à de la main-d'œuvre peu qualifiée, 10% à de la main-d'œuvre qualifiée, 10% à l'État, 8% en bénéfices aux entreprises et 2% au secteur bancaire.
- Pour les salaires et les charges associées : la ventilation entre la main-d'œuvre qualifiée et peu qualifiée dépend du secteur d'activité. Dans le cas du secteur industriel, la valeur est répartie à 50% vers de la main-d'œuvre qualifiée et à 50% à de la main-d'œuvre peu qualifiée. Dans le cas du secteur tertiaire (services) la valeur est répartie à 80% vers de la main-d'œuvre qualifiée et à 20% vers de la main-d'œuvre peu qualifiée.
- Pour les autres postes de charge : il est considéré que 50% constituent des flux vers l'étranger (pertes pour l'économie nationale) et 50% sont captés par des entreprises nationales (bénéfices).

Annexe 12 – Détail de la décomposition des coûts dans l'exemple de l'établissement du prix de référence d'un méthaniseur en injection avec prestataires locaux

- Établissement du prix de référence des équipements du processus industriel ('process') de méthanisation, inclus dans le prix d'un méthaniseur :

Equipements pour le 'process'			
	% du prix de marché	**Part représentant un coût pour l'économie nationale**	**Coût pour l'économie nationale**
Matériel technique importé	40%	100%	40%
Matériel PVC et câblage français	10%	50%	5%
Transport	19%	57%	11%
MO (chauffeurs)	29%	100%	29%
Taxes	2%	0%	0%
			85%

- Établissement du prix de référence des matériaux utilisés dans la partie gros-œuvre :

Matériaux					
	% du prix de marché	**%**	**Décomposition**	**Part représentant un coût pour l'économie nationale**	**Coût pour l'économie nationale**
Ferraille (fournisseur français)	33%	50%	Achat matière première	100%	16,5%
		10%	MO qualifiée	100%	3%
		25%	MO non qualifiée	0%	0%
		10%	Energie	90%	3%
		2,5%	Amortissement bâtiments	63%	0,5%
		2,5%	Amortissement matériels	64%	0,5%
Béton armé	45%	15%	Ciment spécifique	100%	5%
		34%	Sable	0%	0%
		44%	Graviers	0%	0%
		7%	Eau	0%	0%
Isolant (fournisseur français)	11%	80%	Achat du matériel conditionné	67%	6%
		10%	Transports	57%	1%
		10%	Chauffeurs	100%	1%
Liner (import)	11%	80%	Achat du matériel conditionné	100%	9%
		10%	Transport	57%	1%
		10%	Chauffeurs	100%	1%
					47%

- Établissement du prix de référence des frais de main-d'œuvre pour la construction :

Main d'œuvre BTP			
	% du prix de marché	**Part représentant un coût pour l'économie**	**Coût pour l'économie**
Déplacements des monteurs	33%	37%	12%
Salaire des monteurs	67%	100%	67%
			79%

- Établissement des prix de référence des travaux et équipements de BTP :

Frais fixes BTP			
	% du prix de marché	**Part représentant un coût pour l'économie**	**Coût pour l'économie**
Outillage (location)	16%	75%	12%
Commissions commerciaux	13%	100%	13%
Déplacements	7%	37%	2%
Transport	9%	57%	5%
Amortissement du matériel	9%	64%	6%
Carburant	15%	10%	2%
Locations de chantier (bungalow, etc)	15%	75%	11%
Entretien des véhicules	10%	93%	9%
MO extérieure (intérim)	3%	0%	0%
Impôts et taxes	4%	0%	0%
			60%

Annexe 13 – Balance commerciale française des principaux produits laitiers pour les années 2015 à 2024

Soldes annuels en volumes (tonnes) France entière :
Agreste, Direction générale des douanes et droits indirects (DGDDI)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Produit	Total annuel	Total annuel	Total annuel	Total annuel	Total annuel	Total annuel	Total annuel	Total annuel	Total annuel	Total annuel
Beurre (vrac ou conditionné)	-85347	-96773	-111051	-120099	-113263	-107187	-111853	-125871	-139973	-91282
Laits conditionnés (tous laits)	88520	166813	189671	199633	234519	205355	146771	134997	68706	48972
Yaourts et desserts lactés	787596	774032	827759	760377	708845	635526	584957	632159	673569	611020
Crème conditionnée	598	3970	43271	16385	10197	13885	21179	40670	33781	43608
Fromages (tous laits)	347220	338107	329456	311687	298703	254683	157155	207877	178417	135974
Caséines et caséinates	28252	23544	25749	32514	32880	32878	34608	30307	29473	32167
Poudre de lactosérum	255907	265435	239254	235598	209183	195644	199118	146672	150777	120238
Poudre de lait industrielle en	303034	264764	257528	240125	273423	285371	300870	246020	246975	210426

Annexe 14 – Etablissement des prix de référence des consommations intermédiaires et dépenses d'investissement directes

Intrants cultures

- **Tableau 1 – Ammonitrate 33,5%**

Ammonitrate 33,5% (Fabrication française)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
matière première sortie d'usine	96%	50%	ammoniac importé	100%	48,2%
		7%	MO qualifiée	100%	6,7%
		3%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		5%	amortissement bâtiments	63%	3,0%
		5%	amortissement matériel et équipement	64%	3,1%
		15%	énergie	90%	13,0%
		5%	sacs conditionnement	61%	2,9%
		10%	transport	57%	5,5%
commercialisation	1%	50%	MO qualifiée	100%	0,5%
		25%	amortissement bâtiments	63%	0,1%
		10%	transport	57%	0,1%
		15%	énergie	90%	0,1%
financier, taxes	1%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
marge	2%	100%	marge	0%	0,0%
					83%

- **Tableau 2 – Autres engrais et amendements**

Autres engrais					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
matière première importée (vrac)	83%	100%		100%	83,3%
conditionnement (enssachage)	4%	50%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		10%	amortissement bâtiments	63%	0,2%
		10%	amortissement matériel	64%	0,3%
		14%	énergie	90%	0,5%
		16%	sacs conditionnement	61%	0,4%
transport	9%	12%	fuel	10%	0,1%
		21%	salaires	0%	0,0%
		7%	amortissement camions	90%	0,5%
		10%	entretien camions	93%	0,8%
		50%	entreprise de transport	28%	1,2%
commercialisation	1%	40%	MO qualifiée	100%	0,5%
		10%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		25%	amortissement bâtiments	63%	0,2%
		10%	transport	57%	0,1%
		15%	énergie	90%	0,2%
financier, taxes	1%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
marge	2%	100%	marge	0%	0,0%
					88%

- **Tableau 3 – Produits phytosanitaires**

Produits phytosanitaires importés (1/3 des ventes)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat du produit conditionné (port)	77%	100%		100%	77%
commercialisation	18%	33%	MO qualifiée	100%	6%
		33%	transport	57%	3%
		33%	amortissement bâtiments	63%	4%
financier, taxes	1%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
marge	4%	100%	marge	0%	0,0%
					90%

Produits phytosanitaires produits en France (2/3 des ventes)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat matière première	76,8%	100%		67%	51%
transformation	4,7%	30%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		50%	amortissements bâtiments	63%	1,5%
		10%	amortissement matériel	64%	0,3%
		10%	énergie	90%	0,4%
transport	1,5%	12%	fuel	10%	0,0%
		21%	salaires	0%	0,0%
		7%	amortissement camions	90%	0,1%
		10%	entretien camions	93%	0,1%
		50%	entreprise de transport	28%	0,2%
commercialisation	11,5%	33%	MO qualifiée	100%	4%
		33%	transport	93%	4%
		33%	amortissement bâtiments	63%	2%
financier, taxes	1,5%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
marge	4%	100%	marge	0%	0,0%
					64%

- **Tableau 4 – Semences produites en France**

Semences produites en France (céréales à paille, maïs et 50% des Ray-Grass)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat du produit conditionné sortie d'usine	80,2%	60%	achat matière première	50%	24%
		10%	MO non qualifiée	0%	0%
		10%	MO qualifiée	100%	8%
		4%	amortissement bâtiments	63%	2%
		6%	amortissement matériel	64%	3%
		10%	énergie	90%	7%
commercialisation	14,4%	20%	amortissement bâtiments	63%	2%
		20%	amortissement matériel	64%	2%
		10%	transport	57%	1%
		40%	MO qualifiée	100%	6%
		10%	MO non qualifiée	0%	0%
financier, taxes	1,4%	70%	taxes	0%	0%
		30%	frais financiers	0%	0%
marge	4%	100%	marge	0%	0,0%
					55%

- **Tableau 5 – Semences importées**

Semences importées (semences fourragères, 50% des Ray-Grass)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat du produit conditionné (port/frontière)	75,4%	100%	achat matière première	100%	75,4%
commercialisation	19,2%	20%	amortissement bâtiments	63%	2,4%
		20%	amortissement matériel	64%	2,5%
		10%	transport	57%	1,1%
		40%	MO qualifiée	100%	7,7%
		10%	MO non qualifiée	0%	0%
financier, taxes	1,4%	70%	taxes	0%	0%
		30%	frais financiers	0%	0%
marge	4%	100%	marge	0%	0%
					89%

- **Semences de RGI**

50% de production française et 50% importés : 50% * 55% + 50% * 89% = 72%

- **Semences de CIVE**

Hypothèse formulée (d'après enquêtes) : l'ensemble des agriculteurs de l'échantillon réalisent 80% de leur surface de CIVE à partir de semences fermières et achètent 20% de seigle pur (importé : coefficient de coût = 89%).

Aliments bovins

- **Tableau 6 – Tourteaux de soja** *(d'après Garambois, 2011)*

Tourteaux de soja					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat matière première	80%	100%		100%	80,3%
transformation	4%	40%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		13%	amortissement bâtiments	63%	0,3%
		18%	amortissement matériel	64%	0,4%
		30%	énergie	90%	1,1%
transport	4%	7%	fuel	10%	0,0%
		13%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		4%	amortissement camions	84%	0,1%
		6%	entretien camions	62%	0,1%
		70%	entreprise de transport	57%	1,6%
financier, taxes	1%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
commercialisation	6%	50%	MO qualifiée	100%	2,8%
		10%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		25%	amortissement bâtiments	63%	0,9%
		5%	déplacements	37%	0,1%
		10%	énergie	90%	0,5%
marge	5%	100%	marge	0%	0,0%
					88%

- **Tableau 7 – Aliments composés**

Aliments composés					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat matière première	74%	35%	achat prix CAF	100%	26,0%
		65%	achat en France	45%	21,8%
transformation	6%	40%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		12,5%	amortissements bâtiments	63%	0,5%
		17,5%	amortissement matériel	64%	0,7%
		30%	énergie	90%	1,6%
transport	4%	7%	fuel	10%	0,0%
		13%	salaires	0%	0,0%
		4%	amortissement camions	84%	0,1%
		6%	entretien camions	62%	0,1%
		70%	entreprise transport	57%	1,5%
financier, taxes	1%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
commercialisation	5%	50%	MO qualifiée	100%	2,6%
		10%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		25%	amortissement bâtiments	63%	0,8%
		5%	déplacements	37%	0,1%
		10%	énergie	90%	0,5%
marge	10%	100%	marge	0%	0,0%
					56%

- **Tableau 8 – Aliments minéraux**

Aliments minéraux					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat matière première	74%	100%		72%	53,6%
transformation	6%	40%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		12,5%	amortissements bâtiments	63%	0,5%
		17,5%	amortissement matériel	64%	0,7%
		30%	énergie	90%	1,6%
transport	4%	13%	salaires	0%	0,0%
		7%	fuel	10%	0,0%
		4%	amortissement camions	84%	0,1%
		6%	entretien camions	62%	0,1%
		70%	entreprise transport	57%	1,5%
financier, taxes	1%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
commercialisation	5%	50%	MO qualifiée	100%	2,6%
		10%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		25%	amortissement bâtiments	63%	0,8%
		5%	déplacements	37%	0,1%
		10%	énergie	90%	0,5%
marge	10%	100%	marge	0%	0,0%
					62%

- **Tableau 9 – Poudre de lait**

Poudre de lait					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat matière première	74%	100%		33%	24,6%
transformation	6%	40%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		12,5%	amortissements bâtiments	63%	0,5%
		17,5%	amortissement matériel	64%	0,7%
		30%	énergie	90%	1,6%
transport	4%	13%	salaires	0%	0,0%
		7%	fuel	10%	0,0%
		4%	amortissement camions	84%	0,1%
		6%	entretien camions	62%	0,1%
		70%	entreprise transport	57%	1,5%
financier, taxes	1%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
commercialisation	5%	50%	MO qualifiée	100%	2,6%
		10%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		25%	amortissement bâtiments	63%	0,8%
		5%	déplacements	37%	0,1%
		10%	énergie	90%	0,5%
marge	10%	100%	marge	0%	0,0%
					33%

Travaux cheptel bovin

- **Tableau 10 – Frais vétérinaires**

Hypothèse formulée (d'après entretiens) : les frais vétérinaires sont composés pour 2/3 de produits vétérinaires et pour 1/3 des honoraires.
D'où, coefficient de coût pour les frais vétérinaires = 2/3 * 68,6% + 1/3 * 70,2% = 69%

Frais vétérinaires : produits vétérinaires					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat de la matière première	70%	100%	produits vétérinaires	66%	46,2%
stockage et commercialisation	6%	30%	électricité	90%	1,6%
		20%	amortissement bâtiments	63%	0,8%
		40%	matériel informatique	90%	2,2%
		5%	fournitures bureau	80%	0,2%
		5%	produits entretien	80%	0,2%
main d'œuvre	21%	75%	MO vétérinaire	100%	15,8%
		25%	MO assitante	0%	0,0%
frais généraux	3%	35%	assurances	100%	1,1%
		10%	frais postaux et télécommunication	90%	0,3%
		5%	banque	100%	0,2%
		5%	cotisation	90%	0,1%
		20%	charges financières	0%	0,0%
		25%	impôts et taxes	0%	0,0%
					68,6%

Frais vétérinaires : honoraires					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
personnel	70%	75%	MO vétérinaie	100%	52,5%
		25%	MO assistante	0%	0,0%
fournitures	5%	30%	électricité	90%	1,4%
		60%	matériel informatique	90%	2,7%
		5%	fournitures bureau	80%	0,2%
		5%	produits entretien	80%	0,2%
bâtiments et matériel	10%	50%	amortissement cabinet	65%	3,3%
		50%	amortissement matériel	75%	3,8%
déplacements	10%	14%	amortissement véhicule	80%	1,1%
		21%	entretien du véhicule	85%	1,8%
		65%	carburant	10%	0,7%
frais généraux	5%	35%	assurances	100%	1,8%
		10%	frais postaux et télécommunications	90%	0,5%
		5%	banque	100%	0,3%
		5%	cotisations	90%	0,2%
		20%	charges financières	0%	0,0%
		25%	impôts et taxes	0%	0,0%
					70,2%

- **Tableau 11 – Taureaux reproducteurs**

Taureaux reproducteurs					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Taureaux élevé par un autre agriculteur	75%	100%		0%	0,0%
Transport	25%	7%	fuel	10%	0,5%
		13%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		4%	amortissement camions	84%	2,5%
		6%	entretien camions	93%	4,2%
		70%	entreprise transport	57%	29,9%
					37%

- **Tableau 12 – Frais de reproduction (insémination)**

Frais de reproduction : Insémination artificielle			
	%	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
paillettes	38%	80%	30%
inséminateur	43%	100%	43%
déplacement	19%	37%	7%
	100%		80%

- **Tableau 13 – Frais d'élevage**

Décomposition des frais d'élevage : 50% contrôle laitier et analyses + 25% de cotisations (transfert intra-économie) + 25% hygiène des mamelles.
Coefficient de coût des frais d'élevage = 56%

Frais d'élevage : contrôle laitier			
	%	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
matériel	10%	80%	8%
contrôleur	70%	100%	70%
déplacement	20%	37%	7%
			85%

Frais d'élevage : produits d'hygiène mamelles					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat de la matière première	70%	100%	produits	67%	46,9%
stockage et commercialisation	6%	30%	électricité	90%	1,6%
		20%	amortissement bâtiments	63%	0,8%
		40%	matériel informatique	90%	2,2%
		5%	fournitures bureau	80%	0,2%
		5%	produits entretien	80%	0,2%
main d'œuvre	21%	100%	MO non qualifiée	0%	0,0%
frais généraux	3%	35%	assurances	100%	1,1%
		10%	frais postaux et télécommunication	90%	0,3%
		5%	banque	100%	0,2%
		5%	cotisation	90%	0,1%
		20%	charges financières	0%	0,0%
		25%	impôts et taxes	0%	0,0%
					53,5%

Prestations ETA et CUMA

- **Tableau 16 – Location de matériel attelé**

Location de matériel attelé (type matériel de fenaison, semoirs)						
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale	
achat équipement	65%	100%		89%	58%	
entretien matériel et équipement	16%	25%	MO qualifiée	100%	4%	
		5%	charges sociales	100%	1%	
		10%	amortissement matériel	75%	1%	
		60%	pièces détachées	88%	8%	
entretien entreprise	4%	19%	MO qualifiée	100%	1%	
		8%	charges sociales	100%	0%	
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0%	
		5%	énergie	90%	0%	
		1%	taxes	0%	0%	
		2%	frais financiers	0%	0%	
		55%	pièces détachées	91%	2%	
financier, taxes	6%	0%	taxes	0%	0%	
		100%	frais financiers	0%	0%	
gestion, charges de structure	9%	30%	MO qualifiée	100%	3%	
		50%	amortissement bâtiment	75%	3%	
		10%	déplacements	37%	0%	
		10%	énergie	90%	1%	
					83%	

- **Tableau 17 – Prestation de récolte**

Prestation de récolte					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat équipement	65%	100%		93%	60,3%
prestation	15%	70%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
		10%	charges sociales	0%	0,0%
		20%	carburant	90%	2,7%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	2,5%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	3,5%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					77%

- **Tableau 18 – Prestation de labour**

Prestation de labour					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat équipement	50%	100%		90%	45,2%
prestation	30%	70%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
		10%	charges sociales	0%	0,0%
		20%	carburant	90%	5,4%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	2,5%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	3,5%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					65%

- **Tableau 19 – Prestation de pulvérisation**

Prestation de pulvérisation					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat équipement	65%	100%		89%	58,2%
prestation	15%	70%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
		10%	charges sociales	0%	0,0%
		20%	carburant	90%	2,7%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	2,5%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	3,5%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					75%

- **Tableau 20 – Prestation de semis**

Prestation de semis					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat équipement	55%	100%		90%	49,5%
prestation	25%	70%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
		10%	charges sociales	0%	0,0%
		20%	carburant	90%	4,5%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	2,5%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	3,5%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					68%

- **Tableau 21 – Prestation d'épandage de lisiers**

Prestation épandages lisiers					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat équipement	65%	100%		89%	57,9%
prestation	15%	70%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
		10%	charges sociales	0%	0,0%
		20%	carburant	90%	2,7%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	2,5%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	3,5%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					75%

- **Tableau 22 – Prestation d'épandage de digestats**

Prestation épandages digestat					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat équipement	65%	100%		93%	60,3%
prestation	15%	70%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
		10%	charges sociales	0%	0,0%
		20%	carburant	90%	2,7%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	2,5%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	3,5%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					77%

- **Tableau 23 – Prestation d'épandage de fumiers**

Prestation d'épandage de fumier					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat équipement	55%	100%		89%	49,2%
prestation	25%	70%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
		10%	charges sociales	0%	0,0%
		20%	carburant	90%	4,5%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	2,5%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	3,5%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					68%

- **Tableau 24 – Prestation de pressage**

Prestation de pressage					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat équipement	55%	100%		89%	49,2%
prestation	25%	70%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
		10%	charges sociales	0%	0,0%
		20%	carburant	90%	4,5%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	3%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	4%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					68%

- **Tableau 25 – Prestation de triage des semences**

Prestation de triage des semences					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat trieuse	65%	100%		90%	58,5%
prestation	15%	75%	MO qualifiée	100%	11,3%
		25%	charges sociales	100%	3,8%
entretien matériel et équipemer	9%	25%	MO qualifiée	100%	2,3%
		5%	charges sociales	100%	0,5%
		10%	amortissement matériel	75%	0,7%
		60%	pièces détachées	88%	4,8%
entretien entreprise	3%	19%	MO qualifiée	100%	0,5%
		8%	charges sociales	100%	0,2%
		10%	amortissement matériel et bâtiments	75%	0,2%
		5%	énergie	90%	0,1%
		1%	taxes	0%	0,0%
		2%	frais financiers	0%	0,0%
		55%	pièces détachées	91%	1,3%
financier, taxes	4%	0%	taxes	0%	0,0%
		100%	frais financiers	0%	0,0%
gestion, charges de structure	5%	30%	MO qualifiée	100%	1,5%
		50%	amortissement bâtiment	75%	1,9%
		10%	déplacements	37%	0,2%
		10%	énergie	90%	0,5%
					88%

Divers

- **Tableau 26 – Carburant** *(D'après Cochet et al., 2009, INSEE et data.gouv)*

Coût de raffinage et de distribution du carburant					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat de matière première et frais de raffinage	36%	61,2%	achat matière première prix CAF	100%	22%
		4,0%	électricité	90%	1%
		1,8%	fournitures	75%	0%
		6,3%	services	75%	2%
		1,8%	amortissement	70%	0%
		2,4%	salaires et charges sociales	50%	0%
		14,5%	impôts, taxes	0%	0%
		2,6%	charges financières	0%	0%
		1,0%	impôts sur les bénéfices	0%	0%
		4,4%	bénéfices	0%	0%
frais de distribution	12%	6,3%	achat de matières premières et autres approvisionnements	80%	1%
		41,9%	autres achats et charges externes	80%	4%
		1,9%	impôts, taxes et versements assimilés	0%	0%
		11,4%	salaires et traitements	90%	1%
		5,8%	charges sociales	90%	1%
		3,8%	dotations aux amortissements	75%	0%
		1,1%	provisions	75%	0%
		0,5%	autres charges	75%	0%
		8,6%	charges financières	0%	0%
		4,9%	charges exceptionnelles	75%	0%
		3,7%	impôts sur les bénéfices	0%	0%
		10,2%	bénéfices	0%	0%
TICPE et TVA	52%	50%	TICPE	**0%**	0%
		50%	TVA	0%	0%
					34%

- **Tableau 27 – Eau** *(D'après INSEE, 2022)*

Distribution et commercialisation d'eau			
Décomposition	%	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
achat de marchandises	3,5%	80%	2,8%
achat de matières premières et autres approvisionnements	18,8%	80%	15,0%
autres achats et charges externes	47,5%	80%	38,0%
impôts, taxes et versements assimilés	2,8%	0%	0,0%
salaires et traitements	14,5%	70%	10,2%
charges sociales	5,8%	70%	4,1%
dotations aux amortissements	4,7%	75%	3,5%
provisions	3,3%	75%	2,5%
autres charges	3,0%	75%	2,3%
charges financières	13,6%	0%	0,0%
charges exceptionnelles	12,4%	75%	9,3%
impôts sur les bénéfices	0,9%	0%	0,0%
bénéfices	0,3%	0%	0,0%
			88%

- **Tableau 28 – Electricité** *(D'après Cochet et al., 2009, et data.gouv)*

Décomposition du prix d'achat de l'électricité					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Fourniture d'électricité	40%	15%	Abonnement	75%	5%
		60%	Consommation d'électricité produite en France	89%	21%
		25%	Taxes	0%	0%
TURPE	30%	100%	TURPE	90%	27%
Autres taxes (ex-CSPE, CTA, TVA)	30%	45%	Fraction perçue sur l'electricité (ex-CSPE)	0%	0%
		10%	CTA	0%	0%
		45%	TVA	0%	0%
					53%

- **Tableau 29 – Gaz**

Décomposition du prix d'achat du gaz					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Molécule de gaz fossile importée	50%	100%		100%	50%
Contributions ATRT et ATRD acheminement	25%	100%		90%	23%
Taxes (TICGN, CTA, TVA)	25%	45%	TICGN	0%	0%
		10%	CTA	0%	0%
		45%	TVA	0%	0%
					73%

- **Tableau 30 – Comptabilité** *(D'après INSEE)*

Services comptables			
Décomposition	%	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
achat de marchandises	0,1%	80%	0,1%
achat de matières premières et autres approvisionnements	0,2%	80%	0,2%
autres achats et charges externes	36,0%	80%	28,8%
impôts, taxes et versements assimilés	1,7%	0%	0,0%
salaires et traitements	37,4%	90%	33,7%
charges sociales	14,4%	90%	12,9%
dotations aux amortissements	1,4%	75%	1,1%
provisions	1,5%	75%	1,1%
autres charges	1,1%	75%	0,8%
charges financières	1,1%	0%	0,0%
charges exceptionnelles	2,4%	75%	1,8%
impôts sur les bénéfices	2,4%	0%	0,0%
bénéfices	0,1%	0%	0,0%
	100,0%		81%

- **Tableau 31 – Assurances** *(D'après INSEE)*

Assurances, conseils de gestion			
Décomposition	%	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
achat de marchandises	3,0%	80%	2,4%
achat de matières premières et autres approvisionnements	2,4%	80%	1,9%
autres achats et charges externes	34,7%	80%	27,8%
impôts, taxes et versements assimilés	1,6%	0%	0,0%
salaires et traitements	26,7%	90%	24,0%
charges sociales	10,6%	90%	9,5%
dotations aux amortissements	2,3%	75%	1,7%
provisions	1,3%	75%	1,0%
autres charges	1,2%	75%	0,9%
charges financières	4,6%	0%	0,0%
charges exceptionnelles	8,4%	75%	6,3%
impôts sur les bénéfices	3,1%	0%	0,0%
bénéfices	0,1%	0%	0,0%
			76%

- **Tableau 32 – Prestations de conseil agricole**

Prestations de conseil			
Décomposition	%	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
achat de marchandises	4,5%	80%	3,6%
achat de matières premières et autres approvisionnements	4,9%	80%	3,9%
autres achats et charges externes	19,0%	80%	15,2%
impôts, taxes et versements assimilés	1,7%	0%	0,0%
salaires et traitements	26,7%	90%	24,0%
charges sociales	10,9%	90%	9,8%
dotations aux amortissements	2,4%	75%	1,8%
provisions	1,7%	75%	1,3%
autres charges	1,5%	75%	1,1%
charges financières	16,2%	0%	0,0%
charges exceptionnelles	9,0%	75%	6,8%
impôts sur les bénéfices	1,3%	0%	0,0%
bénéfices	0,2%	0%	0,0%
			68%

- **Tableau 33 – Maintenance d'un robot de traite**

Maintenance robot de traite			
	% du prix de base	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
MO qualifiée	75%	100%	75%
amortissement bâtiments	1%	64%	1%
amortissement équipements (dont informatique)	2%	63%	1%
pièces détachées importées	10%	100%	10%
déplacements	8%	37%	3%
charges sociales	1,0%	100%	1%
marge	2,0%	0%	0%
taxes	0,5%	0%	0%
frais financiers	0,5%	0%	0%
			91%

- **Tableau 34 – Frais d'entretien d'une salle de traite**

Entretien salle de traite			
	% du prix de base	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
pièces détachées importées	70%	100%	70%
transport	28%	57%	16%
marge bénéficiaire	2%	0%	0%
			86%

- **Tableau 35 – Consommables robots et salles de traite**

Consommables robots et salles de traite					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat de la matière première	75%	100%	produits	100%	75,0%
stockage et commercialisation	6%	30%	électricité	90%	1,6%
		20%	amortissement bâtiments	63%	0,8%
		40%	matériel informatique	90%	2,2%
		5%	fournitures bureau	80%	0,2%
		5%	produits entretien	80%	0,2%
main d'œuvre	16%	100%	MO non qualifiée	0%	0,0%
frais généraux	3%	35%	assurances	100%	1,1%
		10%	frais postaux et télécommunication	90%	0,3%
		5%	banque	100%	0,2%
		5%	cotisation	90%	0,1%
		20%	charges financières	0%	0,0%
		25%	impôts et taxes	0%	0,0%
					82%

Méthanisation

- **Tableau 36 – Entretien et renouvellement des équipements**

Entretien et renouvellement du matériel			
	% du prix de base	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
MO qualifiée	35%	100%	35%
pièces détachées importées	50%	100%	50%
déplacements	4,5%	37%	2%
charges sociales	9%	100%	9%
taxes	0,5%	0%	0%
frais financiers	1%	0%	0%
			96%

- **Tableau 37 – Test biologique du digestat**

Suivi biologique digestat			
	% du prix de base	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
MO qualifiée	80%	100%	80%
MO non qualifiée	10%	0%	0%
transport	5%	37%	2%
amortissement équipement	3,0%	64%	2%
amortissement bâtiments	1,0%	63%	1%
taxes	0,5%	0%	0%
financier	0,5%	0%	0%
			84%

- **Tableau 38 – Frais de maintenance des équipements *process***

Frais de maintenance process			
	% du prix de base	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
MO qualifiée	80%	100%	80%
amortissement bâtiments	1%	64%	1%
amortissement équipements (dont informatique)	2%	63%	1%
pièces détachées importées	5%	98%	5%
déplacements	9%	37%	3%
charges sociales	1,0%	100%	1%
marge	1,0%	0%	0%
taxes	0,5%	0%	0%
frais financiers	0,5%	0%	0%
			91%

- **Tableau 39 – Frais d'injection**

Droit d'injection					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
poste d'injection	40%			64%	26%
service	60%	60%	MO qualifiée	100%	36%
		10%	amortissement bâtiments	63%	4%
		15%	amortissement équipements	64%	6%
		10%	énergie	90%	5%
		5%	déplacements	37%	1%
					78%

- **Tableau 40 – Raccordement au réseau**

Raccordement au réseau GRDF			
	% du prix de base	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
MO qualifiée	15%	100%	15%
poste d'injection	75%	64%	48%
déplacements	9%	37%	3%
taxes et financier	1%	0%	0%
			66%

- **Tableau 41 – Co-produits méthanogènes**

Co-produits achetés					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
matière co-produit sortie d'usine	75%			0%	0%
transport	17%			57%	10%
commercialisation	8%	80%	MO qualifiée	100%	7%
		3%	amortissement bâtiments	63%	0%
		15%	déplacements	37%	0%
		3%	énergie	90%	0%
					16%

- **Tableau 42 – Frais de maintenance d'un épurateur**

Frais de maintenance épurateur			
	% du prix de base	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
MO qualifiée	80%	100%	80%
amortissement bâtiments	1%	63%	1%
amortissement équipements (dont informatique)	2%	64%	1%
pièces détachées importées	5%	98%	5%
déplacements	9%	37%	3%
charges sociales	1%	100%	1%
marge	1%	0%	0%
taxes	0,5%	0%	0%
frais financiers	0,5%	0%	0%
			91%

Matériels et équipements

Estimations d'après entretiens :
20-25% des tracteurs sont fabriqués en France et 75-80% sont importés.
20% des équipementiers sont français, 80% des équipements sont importés.
100% des gros automoteurs (moissonneuses-batteuses, ensileuses) sont importés.

- **Tableau 43 – Fabrication de matériel agricole** *(D'après Garambois, 2011)*

Fabrication de matériel agricole					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
achat de marchandises	9%	40%	petit matériel	85%	3%
		40%	équipement de bureau	76%	3%
		20%	fournitures	76%	1%
achat de matières premières et autres approvisionnement	44%	50%	pièces métalliques importées	100%	22%
		50%	pièces fabriquées en France	85%	19%
autres achats et charges externes	20%	17%	électricité	90%	3,1%
		20%	location	0%	0,0%
		20%	entretien/réparation du matériel	100%	4,1%
		10%	entretien matériel informatique	95%	1,9%
		10%	assurances	73%	1,5%
		5%	frais de gestion	73%	0,7%
		3%	déplacements	37%	0,2%
		5%	publicité	73%	0,7%
		5%	frais postaux	90%	0,9%
		5%	banque	90%	0,9%
impôts, taxes et versemenets assimilés	2%	100%		0%	0,0%
salaires et traitements	13%	70%	MO production	90%	8,2%
		30%	MO ingénierie/administratif	90%	3,5%
charges sociales	5%	100%		90%	4,7%
amortissements, provisions	5%	30%	amortissement bâtiment	63%	0,9%
		70%	amortissement matériel	95%	3,0%
charges financières	1%	100%		0%	0,0%
impôts sur les bénéfices	2%	100%		0%	0,0%
					82%

- **Tableau 44 – Matériel neuf fabriqué en France**

Achat d'un matériel neuf fabriqué en France					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat du matériel à la marque	70%			82%	57%
commercialisation concessionnaire	30%	45%	main d'œuvre préparation et livraison	100%	14%
		25%	transport	57%	4%
		5%	amortissement bâtiment	63%	1%
		10%	commision vendeur	100%	3%
		5%	MO support	0%	0%
		4%	frais fixes	90%	1%
		4%	marge bénéficiaire	0%	0%
		2%	taxes	0%	0%
					80%

- **Tableau 45 – Matériel neuf importé**

Achat d'un matériel neuf importé					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
achat du matériel à la marque	70%			100%	70%
commercialisation concessionnaire	30%	45%	main d'œuvre préparation et livraison	100%	14%
		25%	transport	57%	4%
		5%	amortissement bâtiment	63%	1%
		10%	commision vendeur	100%	3%
		5%	MO support	0%	0%
		4%	frais fixes	90%	1%
		4%	marge bénéficiaire	0%	0%
		2%	taxes	0%	0%
					93%

- **Tableau 46 – Entretien du matériel**

Entretien et réparation du matériel					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
pièces détachées	75%	86%	matière première	90%	58%
		14%	marge commerciale	100%	11%
main-d'œuvre	20%	53%	salaires	100%	11%
		15%	charges sociales	100%	3%
		6%	charges externes	70%	1%
		2%	amortissement	65%	0%
		11%	gestion, commerce	100%	2%
		2%	charges financières	0%	0%
		1%	taxes	0%	0%
		10%	marge commerciale	0%	0%
marge bénéficiaire	5%	100%		0%	0%
					85%

- **Tableau 47 – Machine à soupe**

Machine à soupe					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
Achat du matériel étranger	75%			100%	75,0%
Prestation de montage	12%			85%	10,2%
Frais fixes et étude	9%	38%	MO qualifiée	100%	3,4%
		4%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		8%	amortissement	65%	0,5%
		8%	cotisations	80%	0,6%
		38%	charges	90%	3,1%
		4%	taxes	0%	0,0%
Marge bénéficiaire	4%			0%	0,0%
					93%

- **Tableau 48 – Distributeur Automatique de Concentrés (DAC)**

DAC					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Achat du matériel étranger	65%			100%	65,0%
Prestation de montage	8%			85%	6,8%
Frais fixes et étude	23%	38%	MO qualifiée	100%	8,7%
		4%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		8%	amortissement	65%	1,2%
		8%	cotisations	80%	1,5%
		38%	charges	90%	7,9%
		4%	taxes	0%	0,0%
Marge bénéficiaire	4%			0%	0,0%
					91%

- **Tableau 49 – Equipement de traite**

Equipement de traite					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Achat du matériel étranger	70%			100%	70,0%
Prestation de montage	8%			85%	6,8%
Frais fixes et étude	18%	38%	MO qualifiée	100%	6,8%
		4%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		8%	amortissement	65%	0,9%
		8%	cotisations	80%	1,2%
		38%	charges	90%	6,2%
		4%	taxes	0%	0,0%
Marge bénéficiaire	4%			0%	0,0%
					92%

Bâtiments

- **Tableau 50 – Bâtiments agricoles (stabulation)** *(D'après Garambois, 2011)*

Couverture de bâtiments et aménagements					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
étude préparatoire	4%	24%	conception	100%	1%
		50%	validation en sous-traitance	100%	2%
		3%	déplacement	37%	0%
		18%	livraison matériel	60%	0%
		5%	administration et commercial	100%	0%
travaux de couverture	65%	22%	MO	100%	14%
		30%	fer	90%	18%
		24%	tôle	60%	9%
		10%	bois	68%	4%
		2%	translucide	85%	1%
		3%	dalles	75%	1%
		2%	grutage	90%	1%
		4%	quincaillerie, peinture	90%	2%
		3%	angles et coiffe	75%	1%
aménagements intérieurs	19%	26%	MO pose	100%	5%
		56%	barrières	90%	10%
		18%	logettes	65%	2%
frais généraux	12%	50%	MO qualifiée	100%	6%
		5%	MO non qualifiée	0%	0%
		10%	amortissement bâtiments	63%	1%
		20%	amortissement matériel	90%	2%
		5%	énergie	90%	1%
		10%	taxes	0%	0%
					83%

- **Tableau 51 – Fosse**

Fosse					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Matériaux	45%	45%	Féraille	72%	15%
		55%	Béton armé	62%	15%
MO (salaire et déplacements)	35%	100%		79%	28%
Frais fixes	20%	100%		60%	12%
					70%

- **Tableau 52 – Fumière** *(D'après Garambois, 2011)*

Fumière					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
matériaux	77%	63%	béton prêt à l'emploi	62%	30%
		37%	acier	90%	26%
main d'œuvre	20%	100%		100%	20%
transport	3%	50%	transport des matériaux	34%	1%
		50%	déplacement	37%	1%
					77%

- **Tableaux 53 – Broyeur et silo tour**

Système de fabrication d'aliments pour porcs : d'après entretiens, 1/3 du prix correspond au broyeur et 2/3 au silo-tour.

Broyeur					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
Achat du matériel	80%			80%	64,0%
Prestation de montage	12%			85%	10,2%
Frais fixes et étude	4%	38%	MO qualifiée	100%	1,5%
		4%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		8%	amortissement	65%	0,2%
		8%	cotisations	80%	0,3%
		38%	charges	90%	1,4%
		4%	taxes	0%	0,0%
Marge bénéficiaire	4%			0%	0,0%
					78%

Silo tour					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie	Coût pour l'économie nationale
Matériaux	45%		matériaux BTP	38%	17,0%
Montage	35%	67%	salaires MO qualifiée	90%	21,0%
		33%	déplacement	37%	4,3%
Frais fixes et étude	18%	38%	MO qualifiée	100%	6,8%
		4%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		8%	amortissement	65%	0,9%
		8%	cotisations	80%	1,2%
		38%	charges	90%	6,2%
		4%	taxes	0%	0,0%
Marge bénéficiaire	2%			0%	0,0%
					57%

- **Tableau 54 – Méthaniseurs en cogénération**

Méthaniseur en cogénération - Modèle avec prestataires locaux (30% du parc breton)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Conception, Commercialisation, Process	29,7%	25%	MO qualifiée	100%	7%
		5%	déplacements	37%	1%
		55%	équipements process	85%	14%
		7%	amortissement du matériel	64%	1%
		3%	amortissement du bâtiment	63%	0%
		6%	autres frais fixes	90%	1%
Bloc de cogénération containerisé	24,7%	95%	achat du bloc de cogénération	100%	23,5%
		0,5%	amortissement du matériel (grue)	63%	0,1%
		1,5%	MO coût d'opportunité élevé (mise en service, chauffeurs)	100%	0,4%
		0,8%	MO coût d'opportunité faible (grutage)	0%	0,0%
		2,3%	transport	57%	0,3%
Gros-œuvres BTP	31,7%	45%	Matériaux	47%	6,7%
		35%	MO (salaire et déplacements)	79%	8,8%
		20%	Frais fixes	60%	3,8%
Raccordement au réseau	9,7%	40%	poste d'injection	75%	2,9%
		50%	MO qualifiée	100%	4,9%
		10%	déplacements	37%	0,4%
Bureaux d'étude	2,7%	80%	MO qualifiée	100%	2%
		10%	déplacements	37%	0,1%
		5%	amortissement matériel	64%	0,1%
		2,5%	amortissement bâtiments	63%	0,0%
		2,5%	charges fixes	75%	0,1%
Taxes, financier	1,5%	20%	taxes	0%	0,0%
		80%	financier	0%	0,0%
					79%

Méthaniseur en cogénération - Modèle avec importation clef en main (70% du parc breton)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Conception, Commercialisation, Process	33,5%	25%	MO qualifiée	100%	8%
		5%	déplacements	37%	1%
		55%	équipements process	98%	18%
		7%	amortissement du matériel	64%	1,5%
		3%	amortissement du bâtiment	63%	0,5%
		6%	autres frais fixes	90%	1,7%
Bloc de cogénération containerisé	25%	95%	achat du bloc de cogénération	100%	23,8%
		0,5%	amortissement du matériel (grue)	63%	0,1%
		1,5%	MO coût d'opportunité élevé (mise en service, chauffeurs)	100%	0,4%
		0,8%	MO coût d'opportunité faible (grutage)	0%	0,0%
		2,3%	transport	57%	0,3%
Gros-œuvres BTP	30%	45%	Matériaux importés	100%	13,5%
		35%	MO étrangère	100%	10,5%
		20%	Frais fixes	100%	6,0%
Raccordement au réseau	10%	40%	poste d'injection	75%	3,0%
		50%	MO qualifiée	100%	5,0%
		10%	déplacements	37%	0,4%
Taxes, financier	1,5%	20%	taxes	0%	0,0%
		80%	financier	0%	0,0%
					94%

- **Tableau 55 – Séchoir**

Séchoir					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
étude préparatoire	4%	24%	conception	100%	1%
		50%	validation en sous-traitance	100%	2%
		3%	déplacement	37%	0%
		19%	livraison matériel	60%	0%
		5%	administration et commercial	100%	0%
travaux de couverture	33%	22%	MO	100%	7%
		30%	fer	90%	9%
		24%	tôle	60%	5%
		10%	bois	68%	2%
		2%	translucide	85%	1%
		3%	dalles	75%	1%
		2%	grutage	90%	1%
		4%	quincaillerie, peinture	90%	1%
		3%	angles et coiffe	75%	1%
chaudière propane/biogaz	33%	100%	chaudière	75%	25%
canalisations	15%	100%	canalisations	75%	11%
armoire électrique divisionnaire pour hangar de séchage	2%	100%	armoire électrique divisionnaire pour hangar de séchage	75%	2%
frais généraux	13%	50%	MO qualifiée	100%	7%
		5%	MO non qualifiée	0%	0%
		10%	amortissement bâtiments	63%	1%
		20%	amortissement matériel	90%	2%
		5%	énergie	90%	1%
		10%	taxes	0%	0%
					78%

- **Tableau 56 – Méthaniseurs en injection**

Méthaniseur en injection - Modèle avec prestataires locaux (30% du parc breton)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Conception, Commercialisation, Process	29,7%	25%	MO qualifiée	100%	7%
		5%	déplacements	37%	1%
		55%	équipements process	85%	14%
		7%	amortissement du matériel	64%	1%
		3%	amortissement du bâtiment	63%	0%
		6%	autres frais fixes	90%	1%
Système d'épuration français	24,7%	63%	équipements	75%	11,7%
		30%	MO qualifiée	100%	7,4%
		5%	amortissement outillage	64%	0,8%
		2,0%	transport	57%	0,3%
Gros-œuvres BTP	31,7%	45%	Matériaux	47%	6,7%
		35%	MO (salaire et déplacements)	79%	8,8%
		20%	Frais fixes	60%	3,8%
Raccordement au réseau	9,7%	40%	poste d'injection	75%	2,9%
		50%	MO qualifiée	100%	4,9%
		10%	déplacements	37%	0,4%
Bureaux d'étude	2,7%	80%	MO qualifiée	100%	2,2%
		10%	déplacements	37%	0,1%
		5%	amortissement matériel	64%	0,1%
		2,5%	amortissement bâtiments	63%	0,0%
		2,5%	charges fixes	75%	0,1%
Taxes, financier	1,5%	20%	taxes	0%	0,0%
		80%	financier	0%	0,0%
					75%

Méthaniseur en injection - Modèle avec importation clef en main (70% du parc breton)					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Conception, Commercialisation, Process	33,5%	25%	MO qualifiée	100%	8,4%
		5%	déplacements	37%	0,6%
		55%	équipements process	98%	18,1%
		7%	amortissement du matériel	64%	1,5%
		3%	amortissement du bâtiment	63%	0,5%
		6%	autres frais fixes	90%	1,7%
Système d'épuration importé	25%	63%	équipements	100%	15,8%
		30%	MO qualifiée	100%	7,5%
		5%	amortissement outillage	64%	0,8%
		2,0%	transport	57%	0,3%
Gros-œuvres BTP	30%	45%	Matériaux importés	100%	13,5%
		35%	MO étrangère	100%	10,5%
		20%	Frais fixes	100%	6,0%
Raccordement au réseau	10%	40%	poste d'injection	75%	3,0%
		50%	MO qualifiée	100%	5,0%
		10%	déplacements	37%	0,4%
Taxes, financier	1,5%	20%	taxes	0%	0,0%
		80%	financier	0%	0,0%
					93%

- **Tableau 57 – Panneaux photovoltaïques**

Panneaux photovoltaïques					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Panneaux photovoltaïques (monocristallin 410W)	44%		Panneaux	100%	44%
Main d'œuvre installation	12%	50%	MO qualifiée	100%	6%
		20%	MO non qualifiée	0%	0%
		5%	amortissement matériel	64%	0%
		25%	déplacement	37%	1%
Equipements	25%	75%	équipements étrangers	100%	19%
		25%	équipements français	75%	5%
Commercialisation, suivi, dossiers	1,5%	80%	MO qualifiée	100%	1,2%
		4,5%	amortissement bâtiments	63%	0,04%
		4,5%	amortissement équipement	64%	0,04%
		10%	déplacements	37%	0,1%
		1%	autres frais fixes	90%	0,01%
Contrôle installation	0,5%	80%	MO qualifiée	100%	0,4%
		20%	déplacement	37%	0%
Taxes	17%		Taxes	0%	0%
					76,7%

Annexe 15 – Etablissement des prix de référence des coûts de collecte et de transformation des productions agricoles en produits finis

Céréales

- **Tableau 1 – Collecte et acheminement des céréales au port**

Frais de collecte des productions végétales					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
stockage silos	16%	90%	énergie	89%	13,1%
		5%	amortissement bâtiments	57%	0,5%
		5%	amortissement équipements	64%	0,5%
transport	45%	12%	fuel	13%	0,7%
		21%	MO	100%	9,5%
		7%	amortissements camions	90%	2,8%
		10%	entretien camions	93%	4,2%
		50%	entreprise de transport	28%	6,3%
financier, taxes	20%	50%	taxes	0%	0,0%
		50%	frais financiers	0%	0,0%
commercialisation	16%	50%	MO qualifiée	100%	7,8%
		15%	MO non qualifiée	0%	0,0%
		35%	déplacements	37%	2,0%
marge	3%	100%	marge	0%	0,0%
					47%

Produits laitiers

- **Tableau 2 – Collecte du lait**

Frais de collecte du lait					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
frais de personnel	40%	100%	salaires chauffeurs	0%	0,0%
frais encadrement et gestion	14%	20%	salaires secrétariat	0%	0,0%
		25%	salaires chefs d'équipe	0%	0,0%
		25%	salaires mécaniciens	100%	3,6%
		30%	salaires direction	100%	4,3%
matériel	26%	43%	carburant	13%	1,4%
		42%	locations full service	90%	9,7%
		7%	pneumatiques	70%	1,3%
		3%	entretien/maintenance interne	85%	0,7%
		3%	assurance	90%	0,7%
		2%	taxes (TIPP…)	0%	0,0%
gestion matière	6%	100%	analyses	90%	5,4%
frais de fonctionement et relations adhérents	14%	26%	cotisatios (CNIEL, …)	80%	2,9%
		6%	taxes	0%	0,0%
		58%	charges de personnel coopératives	50%	4,1%
		10%	charges de personnel administratif	50%	0,7%
					35%

- **Tableau 3 – Fabrication de poudre de lait**

Coût de production de la poudre de lait					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Matières premières	36,2%	95%	concentrés de protéines	100%	34,4%
	2,2%	5%	Ingrédients autres	70%	0,1%
Main d'œuvre	2,0%	100%	MO qualifiée	100%	2,0%
Frais de conditionnement	0,6%	100%	Emballages	68%	0,4%
Energie	38,7%	100%	Eau, gaz, électricité	80%	30,9%
Transport	5,3%	100%	Transport	57%	3,1%
Impôts et taxes	5,0%	100%		0%	0,0%
Bénéfices	10%	100%		0%	0,0%
					71%

- **Tableau 4 – Fabrication de beurre** *(d'après Garambois, 2011)*

Coût de production du beurre					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Matières premières	11,0%	100%	Ingrédients autres	80%	8,8%
Main d'œuvre	26,6%	33%	MO fabrication	50%	4,4%
		17%	MO conditionnement	0%	0,0%
		51%	MO direction et gestion	100%	13,6%
Frais de conditionnement	8,3%	100%	Emballages	68%	5,7%
Frais de fonctionnement et maintenance	14,8%	44%	Energies	90%	5,9%
		14%	Consommables	80%	1,7%
		31%	Maintenance et pièces	80%	3,7%
		3%	Divers (analyse, redevance…)	80%	0,4%
		7%	Frais financiers	0%	0,0%
Location et amortissement	6,8%	23%	Location	70%	1,1%
		77%	Amortissement	70%	3,7%
Transport	12,4%	100%	Transport	57%	7,0%
Impôts et taxes	7,1%	100%		0%	0,0%
Bénéfices	13,0%	100%		0%	0,0%
					56%

Viande

- **Tableau 5 – Coût d'abattage des animaux** *(d'après Garambois, 2011 et enquêtes)*

Coût d'abattage					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
personnel	36,8%	85%	MO production	60%	18,8%
		15%	MO gestion-administration	100%	5,5%
fournitures	2,6%	71%	consommables	80%	1,5%
		29%	emballages	70%	0,5%
traitement des déchets	17,3%	52%	frais d'équarrissage	60%	5,4%
		47%	enlèvement des déchets	60%	4,9%
		1%	redevance sanitaire	90%	0,2%
		0%	traitement du cuir	60%	0,0%
divers	6,5%	39%	eau	90%	2,3%
		39%	électricité	90%	2,3%
		21%	gaz	73%	1,0%
		1%	carburant	13%	0,0%
petit matériel	1,5%	69%	outillage	80%	0,8%
		9%	fournitures bureau	76%	0,1%
		22%	produits entretien	60%	0,2%
services sous-traités	1,9%	19%	congélation	60%	0,2%
		63%	analyses	90%	1,1%
		18%	multimédia	90%	0,3%
amortissement et entretien	12,1%	65%	amortissement bâtiments	57%	4,5%
		11%	amortissement matériel	80%	1,1%
		2%	entretien construction	57%	0,1%
		14%	entretien matériel et outillage	60%	1,0%
		3%	entretien divers	60%	0,2%
		5%	entretien info-bureautique	76%	0,5%
frais de fonctionnement	2,0%	39%	assurances	73%	0,6%
		12%	charges gestion	73%	0,2%
		10%	documentation, études	90%	0,2%
		12%	honoraires juridiques	90%	0,2%
		3%	publicité, relations extérieures	73%	0,0%
		12%	transport	90%	0,2%
		4%	déplacements	37%	0,0%
		8%	télécom, banque	76%	0,1%
frais de fonctionnement groupe	4,7%	37%	cotisation au groupe	90%	1,6%
		63%	refacturation personnel	100%	3,0%
impôts	14,7%	45%	taxes	0%	0,0%
		55%	charges sociales	66%	5,3%
					64%

- **Tableau 6 – Abattage et découpe jusqu'au stade quartier (bovins)** *(D'après Garambois, 2011 et enquêtes)*

Abattage et première transformation					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
personnel	23,9%	53%	MO production	50%	6,3%
		14%	MO administration	80%	2,7%
		12%	mise à disposition personnel	100%	2,9%
		21%	charges sociales	60%	3,0%
fournitures	0,4%	100%	fournitures bureau	76%	0,3%
frais abattage et analyses	37%	63%	frais d'abattage	64%	14,9%
		20%	contribution co-produits	60%	4,4%
		13%	frais analyse	90%	4,3%
		4%	traitement du cuir	60%	0,9%
fournitures non stockées	6%	4%	eau	90%	0,2%
		19%	électricité	90%	1,0%
		3%	gaz	73%	0,1%
		7%	petit matériel	70%	0,3%
		67%	carburant	13%	0,5%
amortissement	1,0%	100%	outillage	70%	0,7%
transport	2,3%	100%	amortissement camions	67%	1,5%
services sous-traités	5,1%	6%	analyses	90%	0,3%
		29%	honoraires	90%	1,3%
		2%	télésurveillance	90%	0,1%
		42%	frais maison mère	90%	1,9%
		21%	enlèvement déchets	90%	1,0%
locations	11,5%	35%	locations immobilières	60%	2,4%
		12%	location vêtiements	60%	0,8%
		53%	location matériel transport	60%	3,7%
entretien, réparation	3,4%	35%	entretien construction	60%	0,7%
		23%	entetien matériel et outillage	60%	0,5%
		27%	entretien camions	93%	0,9%
		15%	entretien info-bureautique	76%	0,4%
frais de fonctionnement	3,7%	18%	assurances	73%	0,5%
		1%	documentaion, étude	90%	0,0%
		3%	banque	73%	0,1%
		15%	publicité, relations extérieures	73%	0,4%
		1%	intérêt	90%	0,0%
		5%	autres charges	90%	0,2%
		34%	déplacements, missions	37%	0,5%
		23%	postes, télécom	76%	0,6%
impôts	5,7%	23%	taxe profesionnelle	0%	0,0%
		5%	taxe foncière	0%	0,0%
		25%	taxes sanitaires	0%	0,0%
		15%	autres taxes	0%	0,0%
		11%	impôts sur rémunérations	0%	0,0%
		21%	imôts sur les bénéfices	0%	0,0%
					60%

- **Tableau 7 – Abattage et première découpe jusqu'au stade jambon, épaule, poitrine, longe (porcins)**

Abattage et première découpe					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
personnel	23,9%	53%	MO production	50%	6,3%
		14%	MO administration	80%	2,7%
		12%	mise à disposition personnel	100%	2,9%
		21%	charges sociales	60%	3,0%
fournitures	0,4%	100%	fournitures bureau	80%	0,3%
frais abattage et analyses	37,0%	63%	frais d'abattage	63%	14,8%
		21%	contribution co-produits	60%	4,7%
		13%	frais analyse	90%	4,3%
		4%	traitement du cuir	60%	0,9%
fournitures non stockées	6,0%	4%	eau	90%	0,2%
		19%	électricité	53%	0,6%
		3%	gaz	73%	0,1%
		7%	petit matériel	70%	0,3%
		68%	carburant	34%	1,4%
amortissement	1,0%	100%	outillage	70%	0,7%
transport	2,3%	100%	amortissement camions	70%	1,6%
services sous-traités	5,1%	6%	analyses	90%	0,3%
		29%	honoraires	90%	1,3%
		2%	télésurveillance	90%	0,1%
		42%	frais maison mère	90%	1,9%
		21%	enlèvement déchets	90%	1,0%
locations	11,5%	35%	locations immobilières	60%	2,4%
		12%	location vêtiements	60%	0,8%
		53%	location matériel transport	60%	3,7%
entretien, réparation	3,4%	35%	entretien construction	60%	0,7%
		23%	entetien matériel et outillage	60%	0,5%
		27%	entretien camions	93%	0,9%
		16%	entretien info-bureautique	80%	0,4%
frais de fonctionnement	3,7%	18%	assurances	90%	0,6%
		1%	documentaion, étude	90%	0,0%
		3%	banque	90%	0,1%
		15%	publicité, relations extérieures	90%	0,5%
		1%	intérêt	90%	0,0%
		6%	autres charges	90%	0,2%
		34%	déplacements, missions	65%	0,8%
		23%	postes, télécom	90%	0,8%
impôts	5,7%	23%	taxe profesionnelle	0%	0,0%
		5%	taxe foncière	0%	0,0%
		25%	taxes sanitaires	0%	0,0%
		15%	autres taxes	0%	0,0%
		11%	impôts sur rémunérations	0%	0,0%
		21%	imôts sur les bénéfices	0%	0,0%
					62%

Annexe 16 – Etablissement des coûts liés à la production d'énergie

- **Tableau 1 – Raccordements locaux et renforcement du maillage de distribution du gaz**

Raccordements locaux et renforcement du maillage du réseau de gaz					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Rebours de gaz	60%	40%	rebours de gaz	75%	18%
		60%	MO pour l'installation	75%	27%
Maillage	20%	40%	canalisations	90%	7%
		60%	MO	50%	6%
Raccordement	20%	14%	poste d'injection	100%	3%
		26%	MO pour l'installation	75%	4%
		60%	service de suivi	100%	12%
					77%

- **Tableau 2 – Production d'électricité nucléaire** *(D'après Cochet et al., 2009 et données publiques data.gouv)*

Production et acheminement de l'électricité nucléaire					
	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale	Coût pour l'économie nationale
Acheminement	50%	50%	MO qualifiée	100%	25%
		40%	Equipements	80%	16%
		10%	Commercialisation	75%	4%
Production	50%	30%	Combustible	100%	15%
		20%	MO qualifiée	100%	10%
		50%	Equipements	65%	16%
					86%

Annexe 17 – Résultats de l'évaluation économique d'impact du point de l'économie nationale par la méthode des prix de référence *(en monnaie constante aux prix de référence, euros 2024)*

Δ avec-sans méthanisation	Prix de ref.	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
PRODUCTION											
blé		0	-355270	-413080	-248087	-15588	-210172	-247694	-333008	-445394	-478905
orge		0	26386	31668	39414	66294	92211	117656	153296	110869	100019
colza		0	-4865	-53547	-55633	-145878	-151534	-209882	-225354	-210728	-231840
maïs grains		0	15865	52131	100300	119532	130554	76330	37322	-54757	-61811
paille		0	-28739	-40342	-34413	14995	8716	9099	1827	-978	-11216
lait		0	-198538	-1597099	-1992281	-1681695	-1348251	-1561065	-1819993	-1834060	-1765003
vaches de réforme		0	-6146	0	-51480	-165139	-78098	-75548	-101056	-183153	-171057
veaux de 15 jours		0	15566	-47463	-61015	-38575	-30264	-23887	-27413	-29926	-33167
énergie électrique		0	0	438540	480238	371997	303250	998505	2418921	787334	511177
énergie biométhane		0	0	0	0	626195	1017222	4944811	11281399	4045686	3370508
électricité nucléaire	14,0%	0	0	-61396	-67233	-52080	-42455	-139791	-338649	-110227	-71565
gaz fossile	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
porcs charcutiers cœur de gamme		0	0	0	0	-264992	-246121	-132255	-238590	-228730	-207629
porcs charcutiers gamme sup.		0	0	0	0	-53369	-48855	-26058	-49257	-48610	-43637
porcs charcutiers gamme inf.		0	0	0	0	-39646	-36293	-19357	-36591	-36111	-32416
VA aval											
blé aval	52,7%	0	-19474	-46465	-45902	-911	-33097	-55280	-124238	17178	-21568
maïs grain aval	52,7%	0	2180	9328	11093	18052	14884	9627	5565	-12949	-1059
orge aval	52,7%	0	3172	3167	3418	8636	10218	10162	17488	10614	2872
colza aval	52,7%	0	-262	-5684	-4585	-7885	-11023	6433	-8984	-16179	3501
abattage et découpe en quartiers	39,6%	0	-3770	0	-31058	-115824	-57553	-51184	-54338	-109840	-114876
abattage veaux de 15 jours	39,6%	0	23116	-74381	-82073	-56066	-50306	-39837	-50074	-44058	-39691
découpe primaire porcs	38,2%	0	0	0	0	-821225	-851988	-465016	-774436	-724656	-698044

frais de collecte du lait	65,3%	0	-6374	-45113	-56953	-47368	-39321	-47016	-53169	-51462	-53098
poudre de lait aval	29,1%	0	-4592	-36608	-41236	-34308	-29105	-42215	-45179	-28119	-28433
beurre	44,2%	0	-15463	-175262	-208890	-131016	-89103	-129390	-204704	-143181	-179894
acheminement de l'électricité issue de méthanisation	41,5%	0	0	-54203	-53220	-52638	-52387	-51540	-48982	-45789	-45789
acheminement du biométhane	45,0%	0	0	0	0	-1245401	-3005370	-2113604	-3690082	-5181328	-5071743
raccordements locaux et renforcement du réseau de distribution du gaz	76,9%	0	0	0	0	-1378766	-3034733	-2652542	-2356561	-2315299	-2315299
acheminement de l'électricité nucléaire	41,5%	0	0	54203	53220	52638	52387	51540	48982	45789	45789
acheminement du gaz fossile	45,0%	0	0	0	0	1245401	3005370	2113604	3690082	5181328	5071743
Produits vendus :		0	-557210	-2061606	-2346379	-3824631	-4811218	254603	7074225	-1656736	-2572132
CI cultures											
Engrais et amendements											
ammonitrate 33,5%	83,2%	0	-18445	-40346	-40661	-54540	-97133	-144552	-276173	-169686	-138687
ammonitrate soufré 27-12	83,2%	0	-184	-2166	-2251	-5718	-5163	-7436	-13835	-11994	-9055
urée	88,4%	0	0	0	0	0	-72652	-112908	-188995	-108308	-100595
DAP 18-46 maïs culture	*88,4%*	0	-899	-5635	-5805	-12247	-1056	-13559	-20727	-14364	-11677
DAP 18-46 maïs énergie	*88,4%*	0	0	6635	6829	11495	14625	20988	37388	26545	21579
potasse	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	-1244	-902
chaulage	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blé											
Semences blé	54,6%	0	-10964	-13010	-8010	-652	-5596	-5779	-7188	-7738	-11296
Phyto blé	72,4%	0	-45871	-45042	-13665	22852	16220	13756	14059	12077	-3607
Triage semence blé	87,9%	0	-4709	-5769	-4028	-20	-868	-907	-1509	-1901	-3735
Moisson blé	77,4%	0	-27784	-34247	-20368	-2235	-17719	-18761	-22069	-22028	-30236
Semis (CUMA) blé	67,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Orge											
Semences orge	54,6%	0	1296	1377	1368	2745	3399	3295	3365	3362	3225
Phyto orge	72,4%	0	2807	3087	3031	5995	8171	7970	8790	7285	6939
Moisson orge	77,4%	0	3250	3574	3509	7208	9445	9564	9414	9045	8345
Semis (CUMA) orge	67,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colza											
Semences colza	54,6%	0	-152	-1753	-1684	-4122	-4010	-3868	-3728	-5265	-5162
Phyto colza	72,4%	0	-468	-5556	-5455	-13489	-14917	-14676	-15342	-18618	-18253
Récolte colza	77,4%	0	-361	-4289	-4211	-10812	-10761	-10979	-10806	-14426	-13655
Maïs grains											
Semences maïs grains	54,6%	0	1295	10395	11447	13553	9457	3745	1169	-3348	-3283
Phyto maïs grains	72,4%	0	109	3833	3094	4517	870	-285	0	-2790	-2736
Semis maïs grains	67,9%	0	102	3599	2899	4232	932	-306	-327	-3361	-2929
Récolte maïs grains	77,4%	0	1444	8124	10878	12374	9326	3416	-240	-6177	-5847
Maïs fourrage											
Semences maïs fourrage	54,6%	0	-2647	-19849	-20923	-18769	-15176	-26206	-21586	-22062	-21629
Phyto maïs fourrage	72,4%	0	-2152	-14940	-16278	-8097	-5618	-14814	-964	-621	-609
Semis maïs fourrage	67,9%	0	-886	5027	5383	7689	11174	5842	9774	9226	8040
Ensilage maïs fourrage	77,4%	0	-4089	-30438	-32606	-29929	-11006	-29220	-23367	-22470	-22029
Betterave fourragère											
Semences	89,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto	72,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semis et Récolte ETA	77,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prairies permanentes *(au sens agronomique)* **Prairies temporaires (RGA + TB)**											
Semences prairies	77,6%	0	6212	7411	1951	-8616	-8417	-4208	-4522	-3156	-3304
Ensilage prairies	77,4%	0	-69	-369	-6107	-15927	-15612	-4355	-2565	2808	2126
Enrubannage (prestation) prairies	87,9%	0	0	0	0	0	-744	20	21	0	0
Luzerne											
Semences luzerne	89,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	-721	-721
Phyto luzerne	72,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	-1064	-1043
Enrubannage (prestation) luzerne	87,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RGI											
Semences RGI	71,8%	0	-2139	-9875	-10197	-12758	-9395	-9203	-11301	-7773	-8075
Ensilage RGI	77,4%	0	-3750	-12187	-11966	-14007	-10194	-10569	-13905	-8749	-9614
Enrubannage (prestation) RGI	87,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Couverts											
Semences couverts	54,6%	0	-539	-6014	-4632	-4301	-35327	-42960	-38218	-38746	-36560
Maïs énergie											
Semences maïs énergie	54,6%	0	0	10900	10747	23137	34645	37122	39840	44800	43921
Phyto maïs énergie	72,4%	0	0	9260	9092	21233	29019	31486	38952	38974	38209
Semis maïs énergie	67,9%	0	0	6748	6626	13925	23892	25705	29247	31249	27232
Ensilage maïs énergie	77,4%	0	0	17594	17275	40848	93027	98032	107148	114281	110995
CIVE											
Semences CIVE	89,0%	0	0	7081	6953	15995	41467	40797	38772	38482	37727
Triage CIVE	87,9%	0	0	3635	3569	8210	47526	46758	44437	43148	42301
Ensilage CIVE	77,4%	0	0	41053	40308	92726	255230	251106	273156	272730	267381
Epandages sous-traités											
Epandage de digestat	77,4%	0	0	57536	56493	159801	401909	482658	459613	449235	449235
Epandage de lisier	75,0%	0	-789	-22952	-28215	-53520	-109249	-108917	-109189	-110115	-110115
Epandage de fumier	68,1%	0	0	0	0	0	-4698	-4698	-4698	-4698	-4698
CUMA											
Location matériel CUMA	83,4%	0	0	5924	5817	5753	5726	11266	10707	10210	10009
Prestation de pressage	68,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestation de labour	64,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestation de pulvérisation	75,2%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total CI cultures :		0	-110381	-61643	-29793	204530	560751	504360	334601	502031	497213

CI élevage											
Bovins											
Tourteaux	88,2%	0	-66741	-286188	-283685	-67918	-82045	-229580	-340007	-291074	-230679
VL (aliment complet azoté)	56,3%	0	-11548	-80526	-92868	-85471	-23890	-42662	-50084	-43705	-42848
Minéraux	62,1%	0	-5128	-27574	-46228	-43517	-37091	-35582	-40493	-38101	-39454
Poudre de lait	33,1%	0	-103	-1142	-788	-1363	-1902	-2230	-2139	-1787	-1889
Aliment génisses 2ème âge	56,3%	0	0	-493	-3139	-6123	-10868	-10961	-9670	-8933	-9554
Maïs fourrage acheté	15,6%	0	0	0	0	0	29210	28738	28918	27574	27574
Frais de reproduction	80,5%	0	-3176	-39438	-58365	-53101	-44561	-38406	-36500	-38251	-37501
Frais vétérinaire	69,1%	0	-1981	-24189	-35472	-29741	-24459	-21432	-20779	-22063	-21631
Frais d'élevage	56,1%	0	-1409	-16968	-24877	-21896	-18422	-15914	-15124	-15823	-15513
Achat taureaux reproducteurs	37,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment d'engraissement génisses démarrage	56,3%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment d'engraissement génisses croissance	56,3%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volailles											
Paille broyée	23,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Granulé de paille	23,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coûts d'enlèvement	26,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coûts de l'énergie	90,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coûts de lavage	28,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porcins											
Aliment truies	52,2%	0	0	0	0	-10515	-10505	-11734	-14536	-13545	-13280
Aliment cochettes	52,2%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment 1er âge	52,2%	0	0	0	0	-3121	-3119	-1904	-3374	-2636	-2584
Aliment 2ème âge	52,2%	0	0	0	0	-4889	-4866	-3030	-5511	-4305	-4221
Aliment PS	52,2%	0	0	0	0	-7878	-7841	-4883	-8880	-6938	-6802
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	52,2%	0	0	0	0	-17096	-17065	-10647	-19260	-15520	-15216
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	52,2%	0	0	0	0	-12266	-12157	-7448	-13237	-10864	-10651
Frais de reproduction	80,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais vétérinaire	69,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achat des cochettes	52,2%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total CI élevage :		0	-90086	-476519	-545421	-364895	-269580	-407676	-550674	-485972	-424247

CI DIVERS											
Agriculture											
Carburant	33,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assurance	75,6%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eau, Electricité	52,7%	0	0	-15608	-15325	-15157	0	0	-19464	-16139	-15822
Comptabilité exploitation	80,6%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais de maintenance robot	90,9%	0	-2435	-182320	-187227	-200373	-102460	-99049	-95821	-94173	-92326
Consommables	81,6%	0	-586	-17198	-18025	-18954	-7657	-6615	-6286	-6411	-6285
Maintenance système de traite non robotisé	86,1%	0	0	12737	12506	12369	0	0	0	0	0
Entretien du matériel de culture	85,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entretien du broyeur-mélangeur (FAF)	85,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entretien équipements porcin	85,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestations de conseil	67,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energie											
Assurance méthanisation	75,6%	0	0	80490	79030	200480	343617	339093	326167	312869	306733
Comptabilité et frais de dossier méthanisation	80,6%	0	0	11445	11237	65463	154594	152651	147183	141347	138575
Consommation électrique totale	52,7%	0	0	18729	18390	105494	171242	159927	373370	356016	349033
Entretien, renouvellement du matériel et consommables	95,7%	0	0	0	0	514734	731198	783998	745082	710450	696517
Suivi biologique du digestat	84,4%	0	0	5995	5887	34933	83054	81712	77656	74046	72594
Maintenance process	91,2%	0	0	129480	127132	251483	542277	533515	507033	483466	473984
Maintenance épurateur	91,2%	0	0	0	0	157194	411968	405311	385192	367288	360085
Droit d'injection	77,6%	0	0	0	0	294265	621218	611180	580842	553845	542982
Carburant méthanisation	33,9%	0	0	7895	9259	28803	31977	40878	61273	53469	55180
Achat de co-produits	16,4%	0	0	0	0	18130	30753	30257	28755	51548	50537
Achat de maïs	15,6%	0	0	0	0	9727	19045	18737	10741	34153	34153
Total CI divers :		**0**	**-3021**	**51645**	**42864**	**1458589**	**3030825**	**3051594**	**3121720**	**3021775**	**2965938**
TOTAL CI :		0	-203489	-486517	-532351	1298223	3321996	3148278	2905647	3037834	3038905

Bâtiments, méthanisation et équipements Equipements											
Tracteur 250cv	88,7%	0	0	0	0	0	0	183911	174782	166658	163389
Tracteur 220cv	88,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 200cv	88,7%	0	0	0	-176656	-174724	-173889	-325052	-308917	-294558	-288781
Tracteur 180 cv	88,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 160 cv	88,7%	0	0	0	29443	29121	28982	28513	27098	25838	25332
Tracteur 150 cv	88,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 140 cv	88,7%	0	0	0	0	0	0	0	14904	14211	13932
Tracteur 120 cv	88,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 110 cv	88,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 100 cv	88,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 90 cv	88,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 80 cv	88,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 60 cv	88,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moissonneuse-batteuse	92,8%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Charrue	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combiné herse-semoir	89,5%	0	0	0	0	0	0	30221	28721	27386	26848
Herse	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultivateur	89,5%	0	0	0	0	0	0	6908	6565	6260	6137
Pulvérisateur	89,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à engrais	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à maïs	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à céréales	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tonne à lisier + pendillard	89,5%	0	0	0	0	0	0	-33578	-31912	-30428	-29832
Faucheuse	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faneuse	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andenneuse	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Presse	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rouleau	88,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gyrobroyeur	89,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remorque	89,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chargeur télescopique	88,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Robot de traite	91,9%	0	0	-56560	-55534	-54926	-54664	-53781	-51111	-48736	-47780
Salle de traite	91,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rototandem	91,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mélangeuse	89,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Désileuse-pailleuse	89,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pailleuse	89,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pailleuse automatique	89,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méthanisation											
Méthaniseur en cogénération 150kWe	89,3%	0	0	507390	498186	492738	490385	482462	458513	437201	428627
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	87,9%	0	0	0	0	0	321959	316757	301033	287041	281412
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	87,9%	0	0	0	0	0	664040	653311	620881	592023	580412
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	87,9%	0	0	0	0	1334451	1328080	1306622	1241763	1184046	1160823
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	87,9%	0	0	0	0	0	737822	725901	689868	657803	644902
Séchoir	78,4%	0	0	83525	82009	81113	80725	79421	75479	71970	70559
Panneaux photovoltaïques	76,7%	0	0	0	0	0	0	34202	81752	77953	76424
Chargeur télescopique méthanisation	88,7%	0	0	0	0	0	133315	199593	189686	180869	177322
Tonne à lisier	89,5%	0	0	18116	35574	35185	83738	82385	78295	74656	73192
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	87,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	60996	59800
Bâtiments											
Bâtiments (stabulations + hangars)	83,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bâtiments confinés porcins	83,0%	0	0	-6141	-6029	-5964	-5935	-5839	-5549	-5291	-5188
Poulailler	83,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosse	69,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fumière	76,8%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAC	91,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broyeur et silo tour (FAF)	64,2%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Machine à soupe	92,7%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total matériel et bâtiments :		0	0	546330	406994	1736994	3634558	3711954	3591851	3485898	3417530

VAN aux prix de référence :		0	-353721	-2121419	-2221022	-6859848	-11767773	-6605629	576727	-8180468	-9028567

Δ VAN cumulées aux prix de référence 2015-2024:	-46561720	€
Δ valeur résiduelle du cheptel	-1324996	€
Déficit net de la méthanisation :	-47886717	€

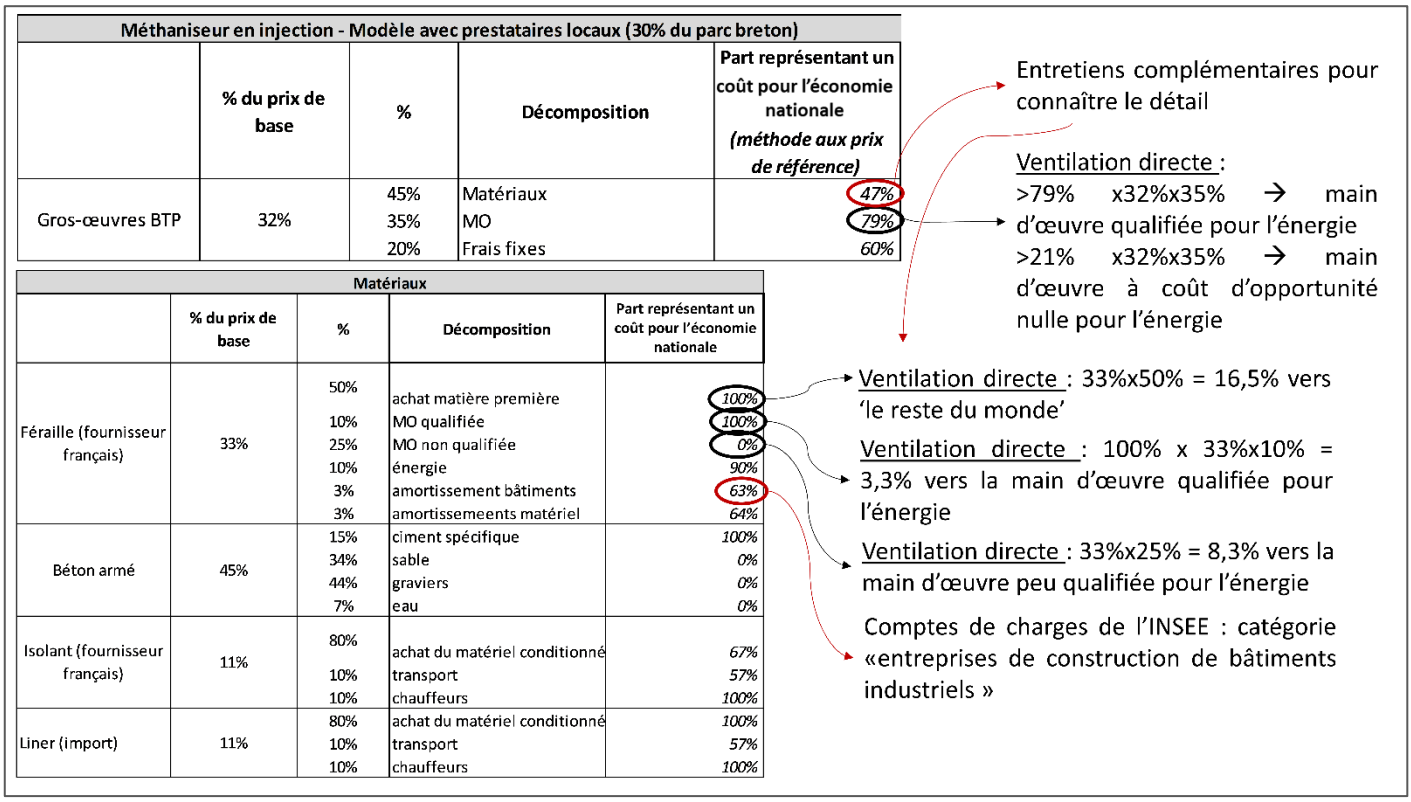
Subventions	€** : monnaie constante de 2024										
2015-2022											
DPB	€**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aide verte	€**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Surprime	€**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aide couplée vache laitière	€**	0	-1292	-2557	-2511	-2483	-2471	-2431	-2311	0	0
Aides Bovins Allaitants (ABA)	€**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-2029											
DPB	€**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecorégime	€**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Surprime	€**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aide directe couplée bovine	€**	0	0	0	0	0	0	0	0	-25716	-25978
Total subventions agricoles :	**€****	0	-1292	-2557	-2511	-2483	-2471	-2431	-2311	-25716	-25978
Subventions à l'investissement méthaniseur	€**	0	0	142051	139474	365564	620285	610262	579970	553013	542167
Prix bonifié	€**	0	0	1522679,84	1445407	6465726	15741616	10843087	3821953,9	13243119	11861412
Total subventions énergie :	**€****	0	0	1664730,82	1584881	6831291	16361901	11453349	4401923,6	13796132	12403578
Total subventions :	**€****	0	-1292	1662174	1582370	6828808	16359430	11450917	4399613	13770416	12377600
Total subventions 2015-2024 :	**€****	68430036									

Annexe 18 – Détails concernant l'établissement des coefficients de ventilation : exemple pour un méthaniseur en injection avec prestataires locaux

En pratique, la ventilation des revenus entre chaque catégorie d'agents économiques a été réalisée en établissant d'abord l'ensemble des coefficients de ventilation pour chaque bien et service produit et consommé dans les deux situations *avec* et *sans méthaniseur* (annexe 19), pour ensuite les multiplier aux prix de marché de ces derniers.

Les coefficients de ventilation sont établis à partir des tableaux de décomposition des coûts construits dans le cadre de la méthode aux prix de référence.
La construction d'un méthaniseur en injection avec prestataires locaux est prise à nouveau comme exemple. Les coefficients de ventilation pour la main-d'œuvre, qualifiée et peu qualifiée, ainsi que vers 'le reste du monde', sont directement lisibles sur le tableau final de décomposition des coûts d'un tel méthaniseur. En effet, comme le montre le tableau suivant, le poste de charge relatif aux travaux de 'gros-œuvres' se compose à 35% d'une main-d'œuvre qui représente à 79% un coût pour l'économie nationale. Cela signifie, du point de vue de la méthode aux prix de référence, que cette main-d'œuvre est constituée à 79% d'une main-d'œuvre très qualifiée et à 21% d'une main-d'œuvre peu qualifiée. C'est pourquoi la valeur est ventilée à 79% vers une main d'œuvre qualifiée et à 21% vers une main-d'œuvre à coût d'opportunité nul.
L'ensemble des entretiens réalisés ont ensuite permis de remonter 'en cascade' la chaîne des coûts et la répartition précise de la valeur entre l'Etat et les collectivités, les banques et les entreprises. Dans cet exemple, le poste de charge relatif aux matériaux représente à 47% un coût pour l'économie nationale. Pour connaître la ventilation exacte, les entretiens avec les entreprises du génie civil ont permis de connaître l'origine des matériaux, la part consacrée à l'amortissement des bâtiments, à la main-d'œuvre, etc. De la même manière, toutes les ventilations directes ont été réalisées (main-d'œuvre, biens importés). Pour les consommations intermédiaires indirectes, comme l'amortissement dans les bâtiments dans le cadre de cet exemple, les décompositions des comptes de charges de l'INSEE ont été mobilisées afin de connaître les grandes tendances de ventilation.

Correspondance entre la décomposition des coûts réalisée avec la méthode des prix de référence et la ventilation réalisée avec la méthode des effets :



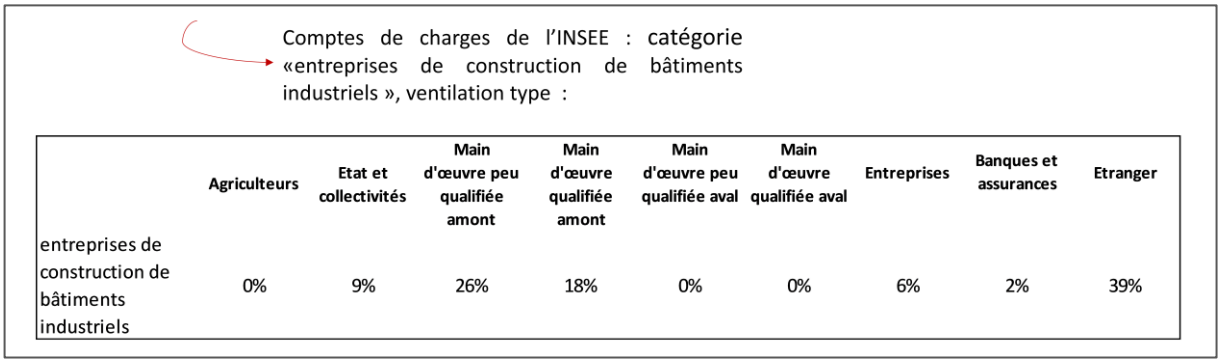
Méthaniseur en injection - Modèle avec prestataires locaux (30% du parc breton)

	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale *(méthode aux prix de référence)*
Gros-œuvres BTP	32%	45%	Matériaux	*47%*
		35%	MO	*79%*
		20%	Frais fixes	*60%*

Matériaux

	% du prix de base	%	Décomposition	Part représentant un coût pour l'économie nationale
Féraille (fournisseur français)	33%	50%	achat matière première	*100%*
		10%	MO qualifiée	*100%*
		25%	MO non qualifiée	*0%*
		10%	énergie	*90%*
		3%	amortissement bâtiments	*63%*
		3%	amortissemeents matériel	*64%*
Béton armé	45%	15%	ciment spécifique	*100%*
		34%	sable	*0%*
		44%	graviers	*0%*
		7%	eau	*0%*
Isolant (fournisseur français)	11%	80%	achat du matériel conditionné	*67%*
		10%	transport	*57%*
		10%	chauffeurs	*100%*
Liner (import)	11%	80%	achat du matériel conditionné	*100%*
		10%	transport	*57%*
		10%	chauffeurs	*100%*

Ventilation type pour un investissement en capital à partir des comptes de charge de l'INSEE :



Comptes de charges de l'INSEE : catégorie «entreprises de construction de bâtiments industriels », ventilation type :

	Agriculteurs	Etat et collectivités	Main d'œuvre peu qualifiée amont	Main d'œuvre qualifiée amont	Main d'œuvre peu qualifiée aval	Main d'œuvre qualifiée aval	Entreprises	Banques et assurances	Etranger
entreprises de construction de bâtiments industriels	0%	9%	26%	18%	0%	0%	6%	2%	39%

Annexe 19 – Coefficients de ventilation utilisés dans le cadre de la méthode des effets

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
CI cultures									
Engrais et amendements									
ammonitrate 33,5%	-100%	2%	6%	17%	0%	0%	4%	1%	66%
ammonitrate soufré 27-12	-100%	2%	6%	17%	0%	0%	4%	1%	66%
urée	-100%	2%	4%	3%	0%	0%	2%	0,5%	86%
DAP 18-46 maïs culture	-100%	2%	4%	3%	0%	0%	2%	0,5%	86%
DAP 18-46 maïs énergie	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
potasse	-100%	2%	4%	3%	0%	0%	2%	0,5%	86%
Blé -									
Semences blé	-100%	5%	24%	18%	0%	0%	13%	3%	36%
Phyto blé	-100%	3%	11%	7%	0%	0%	10%	3%	64%
Triage semence blé	-100%	4%	4%	21%	0%	0%	0%	4%	67%
Moisson blé	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%
Semis (CUMA) blé	-100%	2%	23%	8%	0%	0%	2%	6%	60%
Orge -									
Semences orge	-100%	5%	24%	18%	0%	0%	13%	3%	36%
Phyto orge	-100%	3%	11%	7%	0%	0%	10%	3%	64%
Moisson orge	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%
Semis (CUMA) orge	-100%	2%	23%	8%	0%	0%	2%	6%	60%
Colza -									
Semences colza	-100%	5%	24%	18%	0%	0%	13%	3%	36%
Phyto colza	-100%	3%	11%	7%	0%	0%	10%	3%	64%
Récolte colza	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%
Maïs grains -									
Semences maïs grains	-100%	5%	24%	18%	0%	0%	13%	3%	36%
Phyto maïs grains	-100%	3%	11%	7%	0%	0%	10%	3%	64%
Semis maïs grains	-100%	2%	23%	8%	0%	0%	2%	6%	60%
Récolte maïs grains	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
CI cultures									
Engrais et amendements									
ammonitrate 33,5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ammonitrate soufré 27-12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
urée	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DAP 18-46 maïs culture	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DAP 18-46 maïs énergie	-100%	2%	4%	3%	0%	0%	2%	0%	86%
potasse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Blé -									
Semences blé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Phyto blé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Triage semence blé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Moisson blé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semis (CUMA) blé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Orge -									
Semences orge	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Phyto orge	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Moisson orge	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semis (CUMA) orge	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Colza -									
Semences colza	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Phyto colza	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Récolte colza	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Maïs grains -									
Semences maïs grains	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Phyto maïs grains	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semis maïs grains	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Récolte maïs grains	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
Maïs fourrage -									
Semences maïs fourrage	-100%	5%	24%	18%	0%	0%	13%	3%	36%
Phyto maïs fourrage	-100%	3%	11%	7%	0%	0%	10%	3%	64%
Semis maïs fourrage	-100%	2%	23%	8%	0%	0%	2%	6%	60%
Ensilage maïs fourrage	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%
Prairies permanentes *(au sens agronomique)* **Prairies temporaires (RGA + TB)**									
Semences prairies	-100,0%	2,6%	10,2%	12,4%	0,0%	0,0%	7,5%	1,5%	65,1%
Ensilage prairies	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%
Enrubannage (prestation) prairies	-100%	4%	4%	21%	0%	0%	0%	4%	67%
Luzerne -									
Semences luzerne	-100%	2%	3%	9%	0%	0%	5%	1%	80%
Phyto luzerne	-100%	3%	11%	7%	0%	0%	10%	3%	64%
Enrubannage (prestation) luzerne	-100%	4%	4%	21%	0%	0%	0%	4%	67%
RGI -									
Semences RGI	-100%	3%	14%	14%	0%	0%	9%	2%	58%
Ensilage RGI	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%
Enrubannage (prestation) RGI	-100%	4%	4%	21%	0%	0%	0%	4%	67%
Couverts -									
Semences couverts	-100%	5%	25%	19%	0%	0%	13%	3%	35%
Maïs énergie -									
Semences maïs énergie	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Phyto maïs énergie	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semis maïs énergie	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ensilage maïs énergie	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Maïs fourrage -	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semences maïs fourrage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Phyto maïs fourrage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semis maïs fourrage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ensilage maïs fourrage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Prairies permanentes *(au sens agronomique)*	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Prairies temporaires (RGA + TB)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semences prairies	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ensilage prairies	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Enrubannage (prestation) prairies	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Luzerne -	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semences luzerne	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Phyto luzerne	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Enrubannage (prestation) luzerne	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
RGI -	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semences RGI	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ensilage RGI	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Enrubannage (prestation) RGI	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Couverts -	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semences couverts	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Maïs énergie -	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semences maïs énergie	-100%	5%	24%	18%	0%	0%	13%	3%	36%
Phyto maïs énergie	-100%	3%	11%	7%	0%	0%	10%	3%	64%
Semis maïs énergie	-100%	2%	23%	8%	0%	0%	2%	6%	60%
Ensilage maïs énergie	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CIVE -	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semences CIVE	-100%	2%	3%	9%	0%	0%	5%	1%	80%
Triage CIVE	-100%	4%	4%	21%	0%	0%	0%	4%	67%
Ensilage CIVE	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	6%	70%
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
Epandages sous-traités									
Epandage de digestat	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Epandage de lisier	-100%	1%	17%	7%	0%	0%	3%	4%	68%
Epandage de fumier	-100%	1%	24%	7%	0%	0%	2%	4%	60%
CUMA									
Location matériel CUMA	-100%	1%	6%	11%	0%	0%	3%	7%	72%
CI élevage									
Bovins									
Tourteaux	-100%	1%	3%	5%	0%	0%	5%	0%	83%
VL (aliment complet azoté)	-100%	4%	18%	27%	0%	0%	18%	3%	29%
Minéraux	-100%	3%	15%	5%	0%	0%	17%	3%	57%
Poudre de lait	-100%	6%	29%	5%	0%	0%	25%	5%	28%
Aliment génisses 2ème âge	-100%	4%	18%	27%	0%	0%	18%	3%	29%
Maïs fourrage acheté	-24%	1%	4%	3%	0%	0%	2%	1%	13%
Frais de reproduction	-100%	11%	1%	60%	0%	0%	3%	1%	20%
Frais vétérinaire	-100%	7%	17%	35%	0%	0%	4%	3%	33%
Frais d'élevage	-100%	9%	26%	38%	0%	0%	7%	2%	18%
Porcins									
Aliment truies	-100%	4%	20%	30%	0%	0%	20%	4%	22%
Aliment cochettes	-100%	4%	20%	30%	0%	0%	20%	4%	22%
Aliment 1er âge	-100%	4%	20%	30%	0%	0%	20%	4%	22%
Aliment 2ème âge	-100%	4%	20%	30%	0%	0%	20%	4%	22%
Aliment PS	-100%	4%	20%	30%	0%	0%	20%	4%	22%
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	-100%	4%	20%	30%	0%	0%	20%	4%	22%
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	-100%	4%	20%	30%	0%	0%	20%	4%	22%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Epandages sous-traités									
Epandage de digestat	-100%	2%	14%	7%	0%	0%	2%	5%	70%
Epandage de lisier	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Epandage de fumier	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CUMA									
Location matériel CUMA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CI élevage									
Bovins									
Tourteaux	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
VL (aliment complet azoté)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Minéraux	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Poudre de lait	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Aliment génisses 2ème âge	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Maïs fourrage acheté	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Frais de reproduction	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Frais vétérinaire	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Frais d'élevage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Porcins									
Aliment truies	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Aliment cochettes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Aliment 1er âge	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Aliment 2ème âge	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Aliment PS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
CI DIVERS									
Agriculture									
Carburant	-100%	59%	2%	4%	0%	0%	3%	2%	29%
Assurance	-100%	6%	9%	38%	0%	0%	3%	6%	38%
Eau, Electricité	-100%	41%	3%	28%	0%	0%	3%	1%	24%
Comptabilité exploitation	-100%	5%	9%	63%	0%	0%	3%	2%	18%
Frais de maintenance robot	-100%	5%	1%	77%	0%	0%	2%	1%	14%
Consommables	-100%	1%	17%	3%	0%	0%	0,3%	1%	78%
Maintenance système de traite non robotisé	-100%	0%	1%	10%	0%	0%	2%	0%	75%
Entretien du matériel de culture	-100%	0%	7%	28%	0%	0%	5%	0%	59%
Entretien du broyeur-mélangeur (FAF)	-100%	0%	7%	28%	0%	0%	5%	0%	59%
Entretien équipements porcin	-100%	0%	7%	28%	0%	0%	5%	0%	59%
Prestations de conseil	-100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Energie									
Assurance méthanisation	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Comptabilité et frais de dossier méthanisation	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Consommation électrique totale	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Entretien, renouvellement du matériel et consommables	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Suivi biologique du digestat	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Maintenance process	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Maintenance épurateur	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Droit d'injection	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Carburant méthanisation	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Achat de co-produits	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Achat de maïs	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bâtiments, méthanisation et équipements									
Equipements									
Tracteur 250cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tracteur 220cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tracteur 200cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tracteur 180 cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
CI DIVERS									
Agriculture									
Carburant	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Assurance	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Eau, Electricité	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Comptabilité exploitation	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Frais de maintenance robot	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Consommables	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Maintenance système de traite non robotisé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Entretien du matériel de culture	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Entretien du broyeur-mélangeur (FAF)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Entretien équipements porcin	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Prestations de conseil	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Energie									
Assurance méthanisation	-100%	6%	9%	38%	0%	0%	3%	6%	38%
Comptabilité et frais de dossier méthanisation	-100%	5%	9%	63%	0%	0%	3%	2%	18%
Consommation électrique totale	-100%	41%	3%	28%	0%	0%	3%	1%	24%
Entretien, renouvellement du matériel et consommables	-100%	3%	0%	44%	0%	0%	0%	1%	51%
Suivi biologique du digestat	-100%	4%	11%	81%	0%	0%	0%	1%	3%
Maintenance process	-100%	6%	1%	84%	0%	0%	1%	1%	7%
Maintenance épurateur	-100%	6%	1%	84%	0%	0%	1%	1%	7%
Droit d'injection	-100%	4%	16%	53%	0%	0%	2%	1%	24%
Carburant méthanisation	-100%	59%	2%	4%	0%	0%	3%	2%	29%
Achat de co-produits	-100%	1%	0%	13%	0%	0%	75%	0%	4%
Achat de maïs	-24%	1%	4%	3%	0%	0%	2%	1%	13%
Bâtiments, méthanisation et équipements									
Equipements									
Tracteur 250cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 220cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 200cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 180 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
Tracteur 160 cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tracteur 150 cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tracteur 140 cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tracteur 120 cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tracteur 110 cv	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tracteur 100 cv	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	39%
Tracteur 90 cv	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	39%
Tracteur 80 cv	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	39%
Tracteur 60 cv	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	39%
Moissonneuse-batteuse	-100%	1%	2%	22%	0%	0%	0%	0%	72%
Charrue	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Combiné herse-semoir	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Herse	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Cultivateur	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Pulvérisateur	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Semoir à engrais	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Semoir à maïs	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Semoir à céréales	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Tonne à lisier + pendillard	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Faucheuse	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Faneuse	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Andenneuse	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Presse	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Rouleau	-100%	1%	4%	53%	0%	0%	0%	1%	40%
Gyrobroyeur	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Remorque	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Chargeur télescopique	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Tracteur 160 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 150 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 140 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 120 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 110 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 100 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 90 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 80 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracteur 60 cv	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Moissonneuse-batteuse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Charrue	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Combiné herse-semoir	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Herse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cultivateur	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pulvérisateur	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semoir à engrais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semoir à maïs	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Semoir à céréales	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tonne à lisier + pendillard	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Faucheuse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Faneuse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Andenneuse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Presse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Rouleau	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gyrobroyeur	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Remorque	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Chargeur télescopique	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
Robot de traite	-100%	1%	2%	21%	0%	0%	4%	1%	71%
Salle de traite	-100%	1%	2%	21%	0%	0%	4%	1%	71%
Rototandem	-100%	1%	2%	21%	0%	0%	4%	1%	71%
Mélangeuse	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Désileuse-pailleuse	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Pailleuse	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Pailleuse automatique	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Méthanisation									
Méthaniseur en cogénération 150kWe	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Séchoir	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Panneaux photovoltaïques	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Chargeur télescopique méthanisation	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tonne à lisier	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bâtiments									
Bâtiments (stabulations + hangars)	-100%	3%	8%	29%	0%	0%	4%	1%	54%
Bâtiments confinés porcins	-100%	3%	8%	29%	0%	0%	4%	1%	54%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Robot de traite	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Salle de traite	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Rototandem	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Mélangeuse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Désileuse-pailleuse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pailleuse	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pailleuse automatique	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Méthanisation									
Méthaniseur en cogénération 150kWe	-100%	2%	3%	24%	0%	0%	1%	2%	66%
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	-100%	4%	4%	36%	0%	0%	2%	1%	53%
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	-100%	4%	4%	36%	0%	0%	2%	1%	53%
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	-100%	4%	4%	36%	0%	0%	2%	1%	53%
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	-100%	4%	4%	36%	0%	0%	2%	1%	53%
Séchoir	-100%	4%	11%	18%	0%	0%	6%	2%	60%
Panneaux photovoltaïques	-100%	19%	3%	13%	0%	0%	1%	0%	64%
Chargeur télescopique méthanisation	-100%	2%	3%	27%	0%	0%	1%	0%	63%
Tonne à lisier	-100%	1%	3%	26%	0%	0%	1%	0%	65%
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	-100%	4%	4%	36%	0%	0%	2%	1%	53%
Bâtiments									
Bâtiments (stabulations + hangars)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bâtiments confinés porcins	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
VENTES									
blé	100%								
orge	100%								
colza	100%								
maïs grains	100%								
paille	100%								
lait	100%								
vaches de réforme	100%								
veaux de 15 jours	100%								
énergie électrique	0%								
énergie biométhane	0%								
électricité nucléaire	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
gaz fossile	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
truies réformées	100%								
porcs charcutiers cœur de gamme	100%								
porcs charcutiers gamme sup.	100%								
porcs charcutiers gamme inf.	100%								

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
VENTES									
blé	0%								
orge	0%								
colza	0%								
maïs grains	0%								
paille	0%								
lait	0%								
vaches de réforme	0%								
veaux de 15 jours	0%								
énergie électrique	100%								
énergie biométhane	100%								
électricité nucléaire	0%	2%	0%	0%	6%	50%	5%	1%	36%
gaz fossile	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
truies réformées	0%								
porcs charcutiers cœur de gamme	0%								
porcs charcutiers gamme sup.	0%								
porcs charcutiers gamme inf.	0%								

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
Collecte et transformation									
blé aval	0%	20%	0%	0%	12%	29%	9%	12%	19%
maïs grain aval	0%	20%	0%	0%	12%	29%	9%	12%	19%
orge aval	0%	20%	0%	0%	12%	29%	9%	12%	19%
colza aval	0%	20%	0%	0%	12%	29%	9%	12%	19%
abattage et découpe en quartiers	0%	16%	0%	0%	16%	47%	8%	1%	13%
abattage veaux de 15 jours	0%	16%	0%	0%	16%	47%	8%	1%	13%
découpe primaire porcs	0%	16%	0%	0%	16%	47%	8%	1%	13%
frais de collecte du lait	0%	11%	0%	0%	52%	27%	2%	0%	8%
poudre de lait aval	0%	4%	0%	0%	1%	25%	5%	0%	62%
beurre	0%	9%	0%	0%	13%	26%	16%	2%	29%
acheminement de l'électricité issue de méthanisation	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
acheminement du biométhane	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
raccordements locaux et renforcement du réseau de distribution du gaz	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
acheminement du gaz	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
acheminement de l'électricité nucléaire	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
acheminement du gaz fossile	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Collecte et transformation									
blé aval	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
maïs grain aval	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
orge aval	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
colza aval	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
abattage et découpe en quartiers	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
abattage veaux de 15 jours	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
découpe primaire porcs	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
frais de collecte du lait	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
poudre de lait aval	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
beurre	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
acheminement de l'électricité issue de méthanisation	0%	53%	0%	0%	2%	24%	3%	1%	18%
acheminement du biométhane	0%	51%	0%	0%	3%	34%	2%	1%	11%
raccordements locaux et renforcement du réseau de distribution du gaz	0%	1%	0%	0%	20%	58%	2%	1%	19%
acheminement du gaz	0%	51%	0%	0%	3%	34%	2%	1%	11%
acheminement de l'électricité nucléaire	0%	53%	0%	0%	2%	24%	3%	1%	18%
acheminement du gaz fossile	0%	51%	0%	0%	3%	34%	2%	1%	11%

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)
Subventions									
2015-2022									
DPB	100%	-100%							
Aide verte	100%	-100%							
Surprime	100%	-100%							
Aide couplée vache laitière	100%	-100%							
Aides Bovins Allaitants (ABA)	100%	-100%							
2023-2029									
DPB	100%	-100%							
Ecorégime	100%	-100%							
Surprime	100%	-100%							
Aide directe couplée bovine	100%	-100%							
Total subventions agricoles :									
Subventions à l'investissement méthaniseur									
Prix bonifié									
Total subventions énergie :									
Total subventions :									

COEFFICIENTS	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Subventions									
2015-2022									
DPB									
Aide verte									
Surprime									
Aide couplée vache laitière									
Aides Bovins Allaitants (ABA)									
2023-2029									
DPB									
Ecorégime									
Surprime									
Aide directe couplée bovine									
Total subventions agricoles :									
Subventions à l'investissement méthaniseur	100%	-100%							
Prix bonifié	100%	-100%							
Total subventions énergie :									
Total subventions :									

Annexe 20 – Ventilation des valeurs ajoutées entre catégories d'agents économiques. *Exemple de l'année 2020, après l'installation des premiers méthaniseurs en injection (en monnaie constante).*

€ : monnaie constante, €$_{2024}$	2020																		
Δ de richesse créée avec-sans méthanisation	**Prix de marché, en €$_{2024}$**	**Agriculteurs** (Agriculture)	**Etat et collectivités** (Agriculture)	**Main d'œuvre peu qualifiée amont** (Agriculture)	**Main d'œuvre qualifiée amont** (Agriculture)	**Main d'œuvre peu qualifiée aval** (Agriculture)	**Main d'œuvre qualifiée aval** (Agriculture)	**Entreprises** (Agriculture)	**Banques et assurances** (Agriculture)	**Etranger** (Agriculture)	**Agriculteurs** (Energie)	**Etat et collectivités** (Energie)	**Main d'œuvre peu qualifiée amont** (Energie)	**Main d'œuvre qualifiée amont** (Energie)	**Main d'œuvre peu qualifiée aval** (Energie)	**Main d'œuvre qualifiée aval** (Energie)	**Entreprises** (Energie)	**Banques et assurances** (Energie)	**Etranger** (Energie)
CI cultures																			
Engrais et amendements																			
ammonitrate 33,5%	**-116692**	116692	-2776	-7319	-20163	0	0	-4227	-1189	-76661	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ammonitrate soufré 27-12	**-6202**	6202	-148	-389	-1072	0	0	-225	-63	-4075	0	0	0	0	0	0	0	0	0
urée	**-82225**	82225	-1280	-3670	-2512	0	0	-1902	-404	-70772	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAP 18-46 maïs culture	**-1195**	1195	-19	-53	-36	0	0	-28	-6	-1028	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAP 18-46 maïs énergie	**16551**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16551	258	739	506	0	0	383	81	14246
potasse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blé		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semences blé	**-10246**	10246	-491	-2460	-1895	0	0	-1309	-336	-3697	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto blé	**22393**	-22393	714	2492	1600	0	0	2213	584	14396	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triage semence blé	**-987**	987	-39	-44	-209	0	0	-3	-41	-659	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moisson blé	**-22890**	22890	-433	-3259	-1605	0	0	-388	-1277	-16113	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semis (CUMA) blé	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orge		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semences orge	**6223**	-6223	298	1494	1151	0	0	795	204	2245	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto orge	**11281**	-11281	360	1255	806	0	0	1115	294	7252	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moisson orge	**12202**	-12202	231	1737	855	0	0	207	681	8589	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semis (CUMA) orge	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colza		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semences colza	**-7342**	7342	-352	-1763	-1358	0	0	-938	-241	-2649	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto colza	**-20594**	20594	-657	-2291	-1472	0	0	-2035	-537	-13240	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Récolte colza	**-13901**	13901	-263	-1979	-975	0	0	-236	-776	-9785	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maïs grains		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semences maïs grains	**17313**	-17313	830	4157	3203	0	0	2212	567	6247	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto maïs grains	**1201**	-1201	38	134	86	0	0	119	31	772	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semis maïs grains	**1373**	-1373	32	310	105	0	0	28	82	827	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Récolte maïs grains	**12047**	-12047	228	1715	845	0	0	204	672	8480	0	0	0	0	0	0	0	0	0

€: monnaie constante, €2024 Δ de richesse créée avec-sans méthanisation	2020																		
	Prix de marché, en €2024	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Maïs fourrage																			
Semences maïs fourrage	**-27784**	27784	-1333	-6671	-5140	0	0	-3550	-911	-10025	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto maïs fourrage	**-7756**	7756	-247	-863	-554	0	0	-767	-202	-4986	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semis maïs fourrage	**16466**	-16466	383	3720	1260	0	0	340	981	9914	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ensilage maïs fourrage	**-14217**	14217	-269	-2024	-997	0	0	-241	-793	-10008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prairies permanentes *(au sens agronomique)*		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prairies temporaires (RGA + TB)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semences prairies	**-10853**	10853	-287	-1105	-1348	0	0	-809	-161	-7068	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ensilage prairies	**-20168**	20168	-381	-2871	-1414	0	0	-342	-1125	-14197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enrubannage (prestation) prairies	**-847**	847	-34	-38	-179	0	0	-2	-35	-565	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luzerne																			
Semences luzerne	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyto luzerne	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enrubannage (prestation) luzerne	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RGI																			
Semences RGI	**-13081**	13081	-423	-1820	-1844	0	0	-1134	-252	-7523	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ensilage RGI	**-13168**	13168	-249	-1875	-923	0	0	-223	-735	-9270	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enrubannage (prestation) RGI	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Couverts																			
Semences couverts	**-64676**	64676	-3164	-15891	-12165	0	0	-8108	-2113	-22874	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maïs énergie																			
Semences maïs énergie	**63427**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-63427	3042	15229	11733	0	0	8104	2079	22885
Phyto maïs énergie	**40064**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-40064	1278	4458	2863	0	0	3960	1044	25757
Semis maïs énergie	**35206**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-35206	819	7954	2693	0	0	728	2098	21197
Ensilage maïs énergie	**120174**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-120174	2271	17108	8425	0	0	2038	6706	84594
CIVE																			
Semences CIVE	**46583**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-46583	731	1520	4370	0	0	2236	276	37102
Triage CIVE	**54087**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-54087	2163	2426	11426	0	0	141	2249	36101
Ensilage CIVE	**329710**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-329710	6232	46938	23115	0	0	5591	18398	232091

€: monnaie constante, €2024 Δ de richesse créée avec-sans méthanisation	Prix de marché, en €2024	2020																	
		Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Epandages sous-traités		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epandage de digestat	**519193**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-519193	9732	73745	35795	0	0	8719	26298	363894
Epandage de lisier	**-145722**	145722	-1901	-24478	-9999	0	0	-3916	-6547	-98597	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epandage de fumier	**-6900**	6900	-88	-1668	-515	0	0	-161	-304	-4151	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUMA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Location matériel CUMA	**6865**	-6865	101	379	722	0	0	201	485	4953	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CI élevage																			
Bovins																			
Tourteaux	**-93004**	93004	-891	-3149	-4562	0	0	-4921	-441	-77350	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VL (aliment complet azoté)	**-42423**	42423	-1549	-7441	-11328	0	0	-7773	-1330	-12495	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minéraux	**-59747**	59747	-1837	-8757	-2952	0	0	-9914	-1528	-34044	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poudre de lait	**-5751**	5751	-344	-1677	-284	0	0	-1455	-314	-1608	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment génisses 2ème âge	**-19299**	19299	-705	-3385	-5153	0	0	-3536	-605	-5684	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maïs fourrage acheté	**187163**	-44087	1527	7762	4969	0	0	3793	1428	24241	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais de reproduction	**-55374**	55374	-6296	-313	-33259	0	0	-1546	-532	-11338	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais vétérinaire	**-35393**	35393	-2518	-5929	-12559	0	0	-1571	-1026	-11633	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais d'élevage	**-32835**	32835	-2831	-8535	-12526	0	0	-2316	-780	-5794	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porcins		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment truies	**-20123**	20123	-820	-3946	-6035	0	0	-3938	-714	-4447	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment cochettes	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment 1er âge	**-5974**	5974	-243	-1172	-1792	0	0	-1169	-212	-1320	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment 2ème âge	**-9320**	9320	-380	-1828	-2795	0	0	-1824	-331	-2060	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment PS	**-15019**	15019	-612	-2945	-4504	0	0	-2939	-533	-3319	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	**-32688**	32688	-1332	-6410	-9803	0	0	-6398	-1160	-7224	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	**-23287**	23287	-949	-4567	-6984	0	0	-4558	-826	-5146	0	0	0	0	0	0	0	0	0

€: monnaie constante, €2024 Δ de richesse créée avec-sans méthanisation	2020																		
	Prix de marché, en €2024	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
CI DIVERS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agriculture		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carburant	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assurance	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eau, Electricité	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comptabilité exploitation	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais de maintenance robot	**-112744**	112744	-5849	-855	-87269	0	0	-2757	-727	-15301	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consommables	**-9381**	9381	-107	-1563	-270	0	0	-31	-82	-7315	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maintenance système de traite non robotisé	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entretien du matériel de culture	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entretien du broyeur-mélangeur (FAF)	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entretien équipements porcin	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestations de conseil	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energie		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Assurance méthanisation	**454821**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-454821	28626	40606	171295	0	0	15600	25770	172923
Comptabilité et frais de dossier méthanisation	**191882**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-191882	10103	18035	121002	0	0	5248	3779	33715
Consommation électrique totale	**324691**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-324691	133110	10228	91173	0	0	9994	2260	77926
Entretien, renouvellement du matériel et consommables	**764249**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-764249	23027	1023	339642	0	0	926	8006	391673
Suivi biologique du digestat	**98391**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-98391	3535	10743	79756	0	0	487	623	3255
Maintenance process	**594924**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-594924	34780	4686	499454	0	0	8760	3897	43422
Maintenance épurateur	**451913**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-451913	26419	3560	379393	0	0	6654	2960	32984
Droit d'injection	**800859**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-800859	29643	130886	425450	0	0	16184	6757	191973
Carburant méthanisation	**94366**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-94366	55392	1890	3945	0	0	3269	2108	27773
Achat de co-produits	**187201**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-187201	1763	807	24535	0	0	141025	153	7166
Achat de maïs	**122030**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-28745	995	5061	3240	0	0	2473	931	15805
Bâtiments, méthanisation et équipements		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipements		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 250cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 220cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 200cv	**-196129**	196129	-3262	-6037	-53718	0	0	-1142	-796	-123000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 180 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 160 cv	**32688**	-32688	544	1006	8953	0	0	190	133	20500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 150 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 140 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 120 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 110 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 100 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 90 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 80 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracteur 60 cv	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

€: monnaie constante, €2024	2020																		
Δ de richesse créée avec-sans méthanisation	Prix de marché, en €2024	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Moissonneuse-batteuse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Charrue	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combiné herse-semoir	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Herse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultivateur	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pulvérisateur	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à engrais	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à maïs	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semoir à céréales	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tonne à lisier + pendillard	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faucheuse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faneuse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andenneuse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Presse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rouleau	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gyrobroyeur	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remorque	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chargeur télescopique	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Robot de traite	**-59492**	59492	-488	-1459	-12574	0	0	-2465	-424	-42082	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salle de traite	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rototandem	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mélangeuse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Désileuse-pailleuse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pailleuse	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pailleuse automatique	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

€: monnaie constante, €2024 Δ de richesse créée avec-sans méthanisation	Prix de marché, en €2024	2020																	
		Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Méthanisation		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méthaniseur en cogénération 150kWe	**549161**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-549161	12722	17132	131350	0	0	7625	9084	361913
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	**366107**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-366107	13780	13764	129628	0	0	6814	3539	192449
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	**755096**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-755096	28422	28389	267358	0	0	14054	7298	396925
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	**1510192**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1510192	56844	56778	534716	0	0	28108	14597	793851
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	**838996**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-838996	31580	31543	297064	0	0	15615	8109	441028
Séchoir	**102968**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-102968	3709	11150	18326	0	0	6160	2016	61648
Panneaux photovoltaïques	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chargeur télescopique méthanisation	**150365**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-150365	2501	4629	41184	0	0	875	610	94300
Tonne à lisier	**93567**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-93567	1403	2697	24580	0	0	483	316	60423
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bâtiments		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bâtiments (stabulations + hangars)	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bâtiments confinés porcins	**-7151**	7151	-199	-580	-2081	0	0	-314	-105	-3848	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VENTES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
blé	**-210172**	-210172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
orge	**92211**	92211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
colza	**-151534**	-151534	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
maïs grains	**130554**	130554	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
paille	**8716**	8716	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lait	**-1348251**	-1348251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vaches de réforme	**-78098**	-78098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
veaux de 15 jours	**-30264**	-30264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
énergie électrique	**303250**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	303250	0	0	0	0	0	0	0	0
énergie biométhane	**1017222**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1017222	0	0	0	0	0	0	0	0
électricité nucléaire	**-303250**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6899	0	0	-18498	-151625	-14708	-3108	-108412
gaz fossile	**-1017222**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1017222
truies réformées	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
porcs charcutiers cœur de gamme	**-246121**	-246121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
porcs charcutiers gamme sup.	**-48855**	-48855	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
porcs charcutiers gamme inf.	**-36293**	-36293	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

€: monnaie constante, €2024	2020																		
Δ de richesse créée avec-sans méthanisation	Prix de marché, en €2024	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Collecte et transformation																			
blé aval	**-62848**	0	-12653	0	0	-7303	-18096	-5453	-7618	-11667	0	0	0	0	0	0	0	0	0
maïs grain aval	**28263**	0	5690	0	0	3284	8138	2452	3426	5247	0	0	0	0	0	0	0	0	0
orge aval	**19403**	0	3906	0	0	2255	5587	1684	2352	3602	0	0	0	0	0	0	0	0	0
colza aval	**-20931**	0	-4214	0	0	-2432	-6027	-1816	-2537	-3886	0	0	0	0	0	0	0	0	0
abattage et découpe en quartiers	**-145315**	0	-22897	0	0	-23278	-69011	-11123	-944	-18771	0	0	0	0	0	0	0	0	0
abattage veaux de 15 jours	**-127018**	0	-20014	0	0	-20347	-60322	-9723	-826	-16407	0	0	0	0	0	0	0	0	0
découpe primaire porcs	**-2232025**	0	-351691	0	0	-357550	-1060008	-170849	-14506	-288314	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frais de collecte du lait	**-60215**	0	-6486	0	0	-31441	-16233	-1178	-217	-4661	0	0	0	0	0	0	0	0	0
poudre de lait aval	**-13360**	0	-585	0	0	-78	-3311	-608	-14	-8331	0	0	0	0	0	0	0	0	0
beurre	**-73632**	0	-6394	0	0	-9694	-19443	-11835	-1392	-21482	0	0	0	0	0	0	0	0	0
acheminement de l'électricité issue de méthanisation	**126366**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66999	0	0	2496	29925	3736	748	22462
acheminement du biométhane	**6678599**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3372693	0	0	166965	2254027	100179	33393	751342
raccordements locaux et renforcement du réseau de distribution du gaz	**3946337**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26835	0	0	777428	2284929	80505	26835	749804
acheminement de l'électricité nucléaire	**-126366**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-66999	0	0	-2496	-29925	-3736	-748	-22462
acheminement du gaz fossile	**-6678599**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3372693	0	0	-166965	-2254027	-100179	-33393	-751342

€: monnaie constante, €2024 Δ de richesse créée avec-sans méthanisation	2020																		
	Prix de marché, en €2024	Agriculteurs (Agriculture)	Etat et collectivités (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	Entreprises (Agriculture)	Banques et assurances (Agriculture)	Etranger (Agriculture)	Agriculteurs (Energie)	Etat et collectivités (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	Entreprises (Energie)	Banques et assurances (Energie)	Etranger (Energie)
Subventions																			
2015-2022																			
DPB	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aide verte	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Surprime	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aide couplée vache laitière	**-2471**	-2471	2471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aides Bovins Allaitants (ABA)	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-2029		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DPB	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecorégime	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Surprime	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aide directe couplée bovine	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total subventions agricoles :	**-2471**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subventions à l'investissement méthaniseur	**620285**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	620285	-620285	0	0	0	0	0	0	0
Prix bonifié	**15741616**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15741616	-15741616	0	0	0	0	0	0	0
Total subventions énergie :	**16361901**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total subventions :	**16359430**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δ gain avec-sans : Répartition du différentiel de richesse créée avec subventions :	**24046960**	**-662139**	**-468522**	**-126918**	**-312265**	**-463932**	**-1293946**	**-312639**	**-49157**	**-1110472**	**8098884**	**-15817082**	**563725**	**3684018**	**758930**	**2133304**	**388051**	**185769**	**3863190**

Annexe 21 – Résultats de l'évaluation économique d'impact du point de vue de l'économie nationale par la méthode des effets

Répartition du différentiel de richesse créée avec-sans méthanisation, en euros 2024 :	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Pour l'agriculture :										
Agriculteurs (Agriculture)	0	-268775	-831464	-839261	-912713	-662139	-533487	-653516	-1301371	-1367266
Etat et collectivités (Agriculture)	0	-8541	-142203	-173355	-496008	-468522	-321624	-524254	-435639	-436579
Main d'œuvre peu qualifiée amont (Agriculture)	0	-28403	-106924	-120425	-124281	-126918	-152085	-178054	-162309	-161269
Main d'œuvre qualifiée amont (Agriculture)	0	-31972	-321394	-399631	-417591	-312265	-320415	-371236	-333991	-322385
Main d'œuvre peu qualifiée aval (Agriculture)	0	-5143	-127833	-162268	-487795	-463932	-315351	-495924	-451005	-455647
Main d'œuvre qualifiée aval (Agriculture)	0	-440	-265309	-338672	-1345052	-1293946	-836181	-1331595	-1217533	-1216251
Entreprises (Agriculture)	0	-25057	-176012	-204143	-341978	-312639	-269068	-400094	-342233	-349922
Banques et assurances (Agriculture)	0	-10254	-39952	-42834	-42860	-49157	-50516	-82083	-52033	-57155
Etranger (Agriculture)	0	-190175	-877595	-1033003	-1052876	-1110472	-1270827	-1753418	-1420965	-1371248
Pour l'énergie :										
Agriculteurs (Energie)	0	0	867206	826714	2942217	8098884	7623666	8155633	8845522	6684377
Etat et collectivités (Energie)	0	0	-1608326	-1527710	-6529540	-15817082	-10911760	-3696404	-13089803	-11699963
Main d'œuvre peu qualifiée amont (Energie)	0	0	74757	74098	273304	563725	578889	580680	573859	563012
Main d'œuvre qualifiée amont (Energie)	0	0	362876	361726	1817467	3684018	3689025	3645155	3530794	3462152
Main d'œuvre peu qualifiée aval (Energie)	0	0	-26751	-29294	330516	758930	618611	456142	545099	561944
Main d'œuvre qualifiée aval (Energie)	0	0	-219270	-240119	852110	2133304	1497915	564855	1349581	1487660
Entreprises (Energie)	0	0	8286	6003	197095	388051	343713	269931	450097	455436
Banques et assurances (Energie)	0	0	24946	24156	90878	185769	181051	164749	178306	178275
Etranger (Energie)	0	0	505918	493470	1775730	3863190	-261491	-7161573	535694	1228074
Economies d'importation de gaz fossile	0	0	0	0	-626195	-1017222	-4944811	-11281399	-4045686	-3370508

Différentiel de Revenu National Net (€ 2024):	**-11238984 €**

Annexe 22 – Débits de chantier moyens utilisés pour dresser le bilan d'emplois en CUMA. ***Source : entretiens.***

Références heures de travail par hectare :		Unité
Moissons céréales à paille	2,5	ha/heure
Ensilages maïs	3	ha/heure
Récolte maïs grain	2,5	ha/heure
Récolte colza	2,5	ha/heure
Ensilages RGI	4	ha/heure
Ensilages CIVE	2	ha/heure
Epandage de digestat[88]	90	m^3/heure

[88] Avec un automoteur d'épandage.

Annexe 23 – Coefficients de conversion énergétique et leurs sources, utilisés dans le cadre du bilan énergétique

VENTES	Unité		Sources
blé	MJ/t	**15820**	Risoud et al., 2022 (Planet), INRA, page 18
orge	MJ/t	15930	Risoud et al., 2022 (Planet), INRA, page 19
colza	MJ/t	25220	Risoud et al., 2022 (Planet), INRA, page 20
maïs grains	MJ/t	16210	Risoud et al., 2022 (Planet), INRA, page 21
paille	MJ/t	**15930**	Risoud et al., 2022 (Planet), INRA, page 22
lait	MJ/10^3L	**3060**	Risoud et al., 2022 (Planet), page 17
vaches de réforme	MJ/kg pc.	**17**	Risoud et al., 2022 (Planet),INRA Theix, page 17 + rendement d'abattage posé à 54%
veaux eq. carcasse	MJ/kg pc.	**11**	Risoud et al., 2022 (Planet),INRA Theix, page 17 + rendement d'abattage fixé à 58%
énergie électrique	conv. MWh>MJ	**3600**	Risoud et al., 2022 (Planet)
énergie biométhane	conv. MWh>MJ	**3600**	Risoud et al., 2022 (Planet)
électricité nucléaire	MJ/MWh	**9600**	Risoud et al., 2022 (Planet), page 4,inclus l'extraction, le raffinage, le transport, la distribution et l'entretien des réseaux.
gaz fossile	MJ/m^3	**34**	Risoud et al., 2022 (Planet), page 4, inclus l'extraction, le raffinage, le transport, la distribution et l'entretien des réseaux.
total porcs charcutiers	MJ/kg pc.	18	Risoud et al., 2022 (Planet),Jahreif, Schöne, 94, page 17 + rendement d'abattage posé à 77%
CI cultures			
Engrais et amendements			
ammonitrate 33,5%	MJ/u.N	53	Risoud et al., 2022 (Planet), ITCF 1999, page 4
ammonitrate soufré 27-12	MJ/u.N	53	Risoud et al., 2022 (Planet), ITCF 1999, page 4
urée	MJ/u.N	65	Risoud et al., 2022 (Planet), Gaillard 1997, ITCF 1999, page 4
DAP 18-46 maïs culture	MJ/kg	*17*	Risoud et al., 2022 (Planet), Gaillard 1997, ITCF 1999, page 4
DAP 18-46 maïs énergie	MJ/kg	*17*	Risoud et al., 2022 (Planet), Gaillard 1997, ITCF 1999, page 4
potasse	MJ/kg	6	Risoud et al., 2022 (Planet), Gaillard 1997, ITCF 1999, page 4
chaulage	MJ/t	2800	Risoud et al., 2022 (Planet), Gaillard 1997, ITCF 1999, page 4
Blé	MJ/ha	**4973**	
Semences blé	MJ/ha	*1200*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 26
Phyto blé	MJ/ha	*1053*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 27 et 29 (2 passages herbicide + 1 passage insecticide + régulateur de croissance)
Travail du sol	MJ/ha	*650*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 26
Moisson blé	MJ/ha	*1700*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 28
Semis (CUMA) blé	MJ/ha	*370*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 26
Orge	MJ/ha	**4407**	
Semences orge	MJ/ha	*1200*	" "
Phyto orge	MJ/ha	*487*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 27 et 29 (1 passage herbicide)
Moisson orge	MJ/ha	*1700*	" "
Travail du sol	MJ/ha	*650*	" "
Semis (CUMA) orge	MJ/ha	*370*	" "
Colza	MJ/ha	**3180**	
Semences colza	MJ/ha	*1200*	" "
Phyto colza	MJ/ha	*280*	" "
Récolte colza	MJ/ha	*1700*	" "
Maïs grains	MJ/ha	**2536**	
Semences maïs grains	MJ/ha	*32*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 29
Phyto maïs grains	MJ/ha	*414*	
Semis maïs grains	MJ/ha	*390*	
Récolte maïs grains	MJ/ha	*1700*	
Maïs fourrage	MJ/ha	**5696**	
Semences maïs fourrage	MJ/ha	*32*	" "
Phyto maïs fourrage	MJ/ha	*414*	" "
Semis maïs fourrage	MJ/ha	*390*	" "
Ensilage maïs fourrage	MJ/ha	*4860*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 28
Prairies temporaires (RGA + TB)	MJ/ha	**7902**	
Semences prairies	MJ/ha	*282*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 26
Ensilage prairies	MJ/ha	*3810*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 28, x2 ensilages
Luzerne	MJ/ha	**7902**	Hypothèse : même ordre de grandeur que pour une prairie.
RGI	MJ/ha	**7902**	Idem
Couverts	MJ/ha	**235**	
Semences couverts	MJ/ha	*235*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 26
Maïs énergie	MJ/ha	**5696**	Idem à Maïs ensilage
Achat maïs sur pieds maïs énergie	MJ/ha	21420	
CIVE	MJ/ha	**5010**	
Semences CIVE	MJ/ha	*1200*	Risoud et al., 2022 (Planet), page 26 (Seigle : Graminée)
Ensilage CIVE	MJ/ha	*3810*	Hypothèse : idem que pour un ensilage prairies.
Achat CIVE sur pieds	MJ/ha	**5010**	Idem

Epandages sous-traités			
Epandage de digestat	MJ/m^3	27	Hypothèse : idem que pour un épandage lisiers.
Epandage de lisier	MJ/m^3	27	Risoud et al., 2022 (Planet), page 27 (35 m^3 / ha)
Epandage de fumier	MJ/t	87	Risoud et al., 2022 (Planet), page 27 (15 tonnes / ha)
CI élevage			
Bovins			
Tourteaux	MJ/t	5800	Risoud et al., 2022 (Planet), page 9
VL (aliment complet azoté)	MJ/t	2400	Risoud et al., 2022 (Planet), page 8
Minéraux	MJ/t	3800	Risoud et al., 2022 (Planet), page 13
Poudre de lait	MJ/t	43300	Risoud et al., 2022 (Planet), page 13
Aliment génisses 2ème âge	MJ/t	4300	Risoud et al., 2022 (Planet), page 13
Maïs fourrage acheté	MJ/ha	21420	Risoud et al., 2022 (Planet), page 10 (moyenne de 42 tonnes brutes/ha)
Frais vétérinaire	MJ/€*	5	Risoud et al., 2022 (Planet), page 15
Frais d'élevage	MJ/€*	4	Risoud et al., 2022 (Planet), page 15
Achat de vaches	MJ/tête	5811	Risoud et al., 2022 (Planet), page 17 (poids moyen vif de 640 kg)
Porcins			
Aliment truies	MJ/t	3700	Risoud et al., 2022 (Planet), page 13
Aliment cochettes	MJ/t	3700	" "
Aliment 1er âge	MJ/t	3700	" "
Aliment 2ème âge	MJ/t	3700	" "
Aliment PS	MJ/t	3700	" "
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	MJ/t	3700	" "
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	MJ/t	3700	" "
CI DIVERS			
Agriculture			
Carburant	MJ/L	41	Risoud et al., 2022 (Planet), page 4
Eau, Electricité	MJ/kWh	60	Risoud et al., 2022 (Planet), page 4
Energie			
Consommation électrique épurateur	MJ/MWh	9600	Risoud et al., 2022 (Planet), page 4, inclus l'extraction, le raffinage, le transport, la distribution et l'entretien des réseaux.
Carburant méthanisation (conso directe)	MJ/L	41	" "
Achat de maïs	MJ/ha	21420	" "
Bâtiments, méthanisation et équipements			Risoud et al., 2022 (Planet), page 16
Equipements			91,9 MJ/kg avec :
Tracteur 250cv	MJ/kg/an	18	9500kg, Répartition linéaire de la valeur sur 5 ans
Tracteur 200cv	MJ/kg/an	18	7000 kg, Répartition linéaire de la valeur sur 7 ans
Tracteur 160 cv	MJ/kg/an	18	6250kg, Répartition linéaire de la valeur sur 7 ans
Combiné herse-semoir	MJ/kg/an	14	1250kg, Répartition linéaire de la valeur sur 7 ans
Cultivateur	MJ/kg/an	14	2200kg, Répartition linéaire de la valeur sur 7 ans
Tonne à lisier + pendillard	MJ/kg/an	14	15000kg, Répartition linéaire de la valeur sur 7 ans
Robot de traite	MJ/kg/an	3	1200kg, Répartition linéaire de la valeur sur 10 ans

Méthanisation			
Méthaniseur en cogénération 150kWe	MJ/méthaniseur	198380	Risoud et al., 2002 + estimations entretiens : un méthaniseur = 60 tonnes de féraille (alliages) + 215m3 de béton armé avec 350 kg de ciment/m3 de béton + 250 m3 de béton avec 200 kg de ciment/m3+ aire bétonnée de 3000m2 (465 m3 de béton au total)
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	MJ/méthaniseur	318893	Risoud et al., 2002 + estimations entretiens : un méthaniseur = 65 tonnes de féraille (alliages) + 430m3 de béton armé avec 350 kg de ciment/m3 de béton + 400 m3 de béton avec 200 kg de ciment/m3+aire bétonnée de 6000m2 (830 m3 de béton au total)
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	MJ/méthaniseur	318893	Risoud et al., 2002 + estimations entretiens : un méthaniseur = 65 tonnes de féraille (alliages) + 430m3 de béton armé avec 350 kg de ciment/m3 de béton + 400 m3 de béton avec 200 kg de ciment/m3+aire bétonnée de 6000m2 (830 m3 de béton au total)
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	MJ/méthaniseur	330760	Risoud et al., 2002 + estimations entretiens : un méthaniseur = 65 tonnes de féraille (alliages) + 430m3 de béton armé avec 350 kg de ciment/m3 de béton + 400 m3 de béton avec 200 kg de ciment/m3+aire bétonnée de 6500m2 (830 m3 de béton au total)
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	MJ/méthaniseur	405587	Risoud et al., 2002 + estimations entretiens : un méthaniseur = 70 tonnes de féraille (alliages) + 645m3 de béton armé avec 350 kg de ciment/m3 de béton + 465 m3 de béton avec 200 kg de ciment/m3+aire bétonnée de 8000m3 (1110 m3 de béton au total)
Séchoir	MJ/séchoir	161533	Risoud et al., 2002 + estimations entretiens : un méthaniseur = 650m^3 de béton armé avec 350 kg de ciment/m^3 de béton +aire bétonnée de 1000m^2
Panneaux photovoltaïques	MJ/panneau	32733	Risoud et al., 2002 + estimations entretiens et séminaire INRAE sur l'AgriPV: un panneau photovoltaïque de 200kWc = environ 500 modules de 20kg : un module = 70% de verre, 10% alu, 10% plastique, 5% de silicium, cuivre, argent, terres rares. On néglige les terres rares en absence de données. Estimation = 7000kg de verre + 1 tonne d'alu + 1 tonne de plastique + 500kg de silicium. 12MJ/kg pour le verre et 522 MJ/kg pour le silicium d'après biblio.
Chargeur télescopique méthanisation	MJ/kg	3	Cf. Equipements.
Tonne à lisier	MJ/kg	2	" "
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	MJ/membrane	51	Risoud et al., 2002 + estimations entretiens : une membrane = une enveloppe extérieure faite principalement d'acier et un corps interne en polymères (approximation : mêmes valeurs que pour le plastique standard). Un module de membrane permet d'augmenter l'injection d'environ 30 Nm^3/h donc un module en plus suffit pour accroître l'injection de 10 Nm^3. Et un module de membrane = environ 35kg d'acier et 3gk de polymères (d'après l'IA).
Bâtiments			
Bâtiments confinés porcins	MJ/m^2/an	157	Répartition linéaire de la valeur sur 30 ans
Consommation indirecte de carburant (CUMA)	MJ/L	41	" "

Annexe 24 – Détails du calcul de la dépense énergétique liée à la construction d'un méthaniseur

Risoud (2002) fournit les dépenses énergétiques des matériaux de base, entrant dans la conception d'un grand nombre d'équipements et présentées dans le tableau suivant :

Matériaux	Valeur	Unité
Aire bétonnée	356	MJ/m^2
Ciment	4	MJ/kg
Béton	1780	MJ/m^3
Alliages	18	MJ/kg
Acier	15	MJ/kg

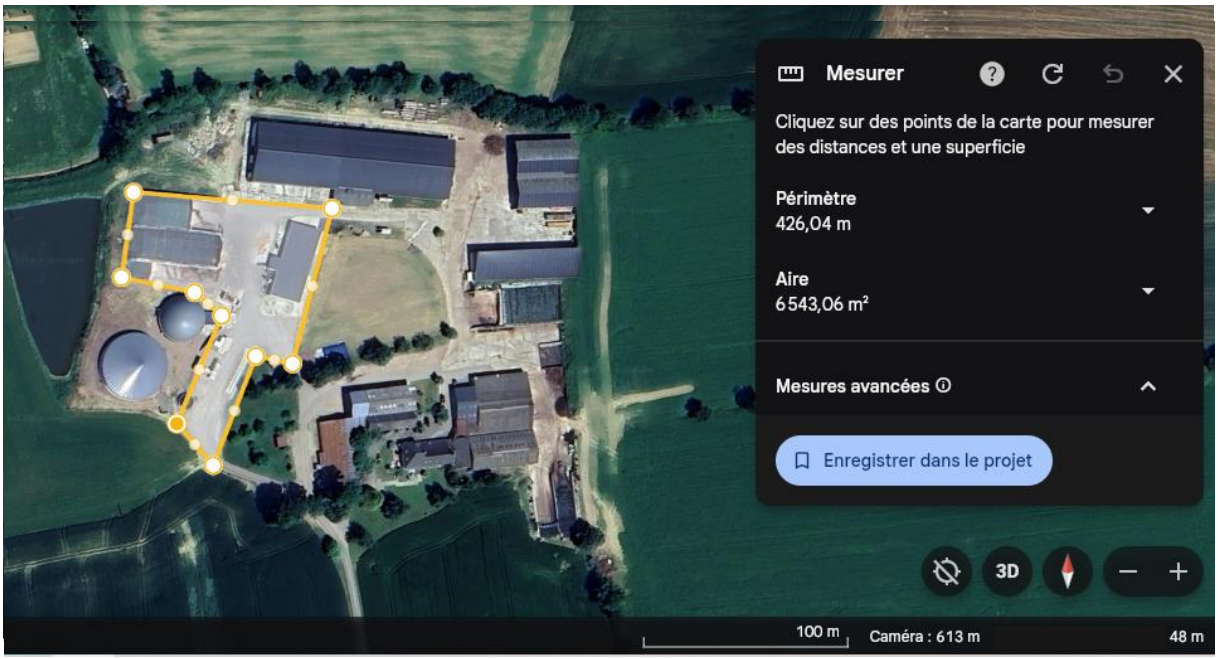
Dépense énergétique des matériaux principaux *(Source : Risoud, 2002)*

Nos entretiens révèlent qu'un méthaniseur est constitué de 60 à 70 tonnes de ferrailles, mais aussi de béton, dont les quantités ont été estimées par calcul, composé de 55% de graviers, de 30% de sable et de 15% de ciment. Les méthaniseurs sont construits accompagnés d'une aire bétonnée d'une surface comprise entre 3000 m^2 et 8000 m^2 d'après les observations de terrain et des calculs de surfaces effectués à partir de l'outil *Google Earth.* Le coefficient de dépense énergétique utilisé pour les méthaniseurs repose principalement sur ces matériaux :

Type de méthaniseur	**Ferrailles** (alliages)	**Aire bétonnée**	**Béton armé**	**Ciment béton armé**	**Béton classique**	**Ciment béton classique**
Source des données :	*Entretiens*	*Calculs de surfaces sur Google Earth*	*Estimations par calculs**	*Entretiens : 350 kg de ciment / m^3 de béton*	*Estimations par calculs**	*Entretiens : 200 kg de ciment / m^3 de béton*
150 kW	60 tonnes	3000 m^2	215 m^3	75.250 kg	250 m^3	50.000 kg
70-75 Nm^3/h	65 tonnes	6000 m^2	430 m^3	150.500 kg	400 m^3	80.000 kg
80 Nm^3/h	65 tonnes	6500 m^2	430 m^3	150.500 kg	400 m^3	80.000 kg
140 Nm^3/h	70 tonnes	8000 m^2	645 m^3	225.750 kg	465 m^3	93.000 kg

Composition en matériaux dans plusieurs types de méthaniseurs

La surface des aires bétonnées propres à chaque type de méthaniseur a été estimée par mesure satellitaire à partir de *Google Earth,* telle que présentée ci-après. Les aires bétonnées de plusieurs méthaniseurs présentant des dimensionnements similaires ont ainsi été mesurées et ont permis d'estimer des ordres de grandeur par système de méthaniseur.



Mesure de la superficie d'une aire bétonnée à partir d'une image satellitaire (Google Earth, 2025)

Cette méthode de mesure a aussi été utilisée pour estimer les dimensions moyennes des silos en couloir construits en même temps que le méthaniseur pour recevoir la biomasse végétale à vocation énergétique, ainsi que les diamètres moyens des cuves des digesteurs.

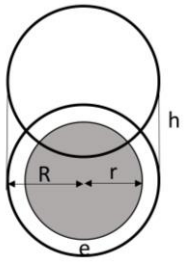
Afin d'estimer la quantité de béton nécessaire à la construction des cuves de digestion des méthaniseurs, de la fosse de réception du digestat et des silos, les hypothèses et calculs suivants ont été posés :

*Exemple pour un méthaniseur de 80 Nm^3/h :

Le béton utilisé pour la construction du méthaniseur en lui-même est un béton armé, plus résistant aux conditions chimiques liées au processus de méthanisation. Ce béton armé contient, d'après les entretiens conduits auprès d'entreprises de maçonneries spécialisées, une plus grande concentration de ciment : 350 kg/ m^3 de béton. Toutes les autres structures (silos et fosse de réception du digestat) sont faites en béton conventionnel, qui contient 200 kg de ciment par mètre cube.

- **Estimation du volume de béton pour le digesteur et le post-digesteur :**

Dimensions du digesteur et du post-digesteur : diamètre : 20 mètres (rayon R = 10 mètres), hauteur mur béton (h) : 3 mètres, épaisseur du mur (e) : 0,5 mètre, épaisseur du radier (E) : 0,4 mètre.

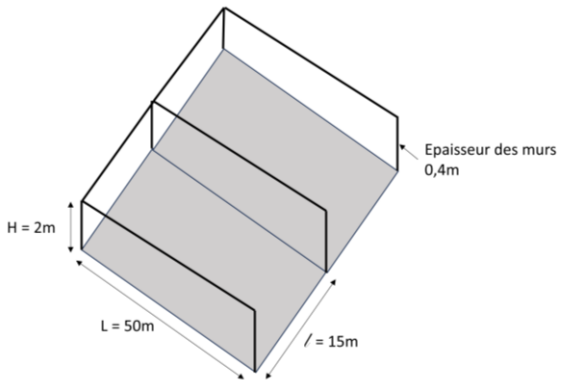


-Volume pour le radier : $E \times \Pi \times R^2 = 0{,}4 \times \Pi \times 10^2 = 125 m^3$
-Volume pour les murs : $\Pi \times h \times (R^2 - r^2)$ avec $r = R - e$
$\Pi \times 3 \times (10^2 - (10\text{-}0{,}5)^2) = 90\ m^3$

Soit un volume d'environ 215 m^3 avec les estimations posées.
Soit jusqu'à **430 m^3 de béton armé** si l'on compte deux cuves (digesteur et post-digesteur).
N.-B. : Une seule cuve est comptabilisée dans le cas des méthaniseurs en cogénération, et trois (pré-digesteur, digesteur, post-digesteur) dans le cas des méthaniseurs de 140Nm^3/h.

- **Estimation du volume de béton pour la réception de la biomasse (x3 silos 'couloir')**

Pour un silo : 2 mètres de haut (H), 15 mètres de large (l), 50 mètres de long (L) et une épaisseur des murs de 0,4 mètre (m). Le radier est non comptabilisé, car le volume de béton a déjà été comptabilisé dans l'aire bétonnée totale.
N.-B. : 4 silos sont comptés pour les méthaniseurs de 140 Nm^3/h contre 2 silos pour les méthaniseurs en cogénération.



-Volume des murs : $H \times l \times 0{,}4 + 2x\ (H \times L \times 0{,}4)$
$= 2 \times 15 \times 0{,}4 + 2x\ (2x50x0{,}4) = 92\ m^3$

Soit environ 92 m^3 de béton par silo, c'est-à-dire 196 m^3 pour trois silos accolés, partageant deux à deux un même mur.

- **Estimation du volume de béton pour la fosse de réception du digestat**

Cuve de dimension similaire à celle du digesteur : 215 m^3.
N.-B. : Estimation à 100m^3 pour la fosse de réception des méthaniseurs en cogénération.
Soit un total **d'environ 400 m^3 de béton conventionnel** avec toutes les estimations effectuées.

Annexe 25 – Résultats du bilan énergétique *avec-sans méthaniseur* conduit selon la méthode du bilan PLANET

Δ avec-sans méthanisation Unité : MJ (mégajoules)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
VENTES										
blé	0	-32185802	-40295537	-24828979	-1284521	-19246291	-20239960	-24141163	-25775912	-37506323
orge	0	3010770	3345300	3345300	6690600	8809290	8824881	8781243	8809290	8612453
colza	0	-302640	-3631680	-3631680	-9079200	-9079200	-9079200	-9079200	-12710880	-12710880
maïs grains	0	1653420	5786970	9920520	12523441	12523441	5603435	2204827	-5009748	-5009748
paille	0	-15310830	-21715486	-15721824	6926364	4045353	4292268	907143	-509034	-5955501
lait	0	-1822936	-12847666	-16169988	-13316110	-10881867	-12233108	-12258354	-12442959	-12440802
vaches de réforme	0	-32789	0	786933	-879835	-415326	-360678	-360678	-666707	-666707
veaux eq. carcasse	0	146851	-505339	-585963	-411758	-375765	-308099	-380084	-362808	-349850
énergie électrique	0	0	28401840	28401840	28401840	28401840	28401840	28401840	28401840	28401840
énergie biométhane	0	0	0	0	133920000	338853600	338853600	338853600	356133600	356133600
électricité nucléaire	0	0	-75738240	-75738240	-75738240	-75738240	-75738240	-75738240	-75738240	-75738240
gaz fossile	0	0	0	0	-119294118	-301846186	-301846186	-301846186	-317238975	-317238975
total porcs charcutiers	0	0	0	0	-3591733	-3591733	-2028273	-3042409	-2535341	-2535341
CI cultures										
Engrais et amendements										
ammonitrate 33,5%	0	-1068935	-2381843	-2309990	-3049263	-6014215	-6214234	-6381092	-6331284	-6854748
ammonitrate soufré 27-12	0	-10656	-127867	-127867	-319667	-319667	-319667	-319667	-447533	-447533
urée	0	0	0	0	0	-20446	-20446	-20446	-20446	-20446
DAP 18-46 maïs culture	0	-33715	-220243	-220442	-451657	-42044	-411060	-375151	-366173	-366173
DAP 18-46 maïs énergie	0	0	259344	259344	423927	582439	636302	676700	676700	676700
potasse	0	0	0	0	0	0	0	0	-16698	-16698
chaulage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blé	0	-1147949	-1429670	-865980	-92498	-792018	-790029	-939219	-987726	-1400216
Orge	0	118989	132210	132210	264420	348153	345509	345509	348153	339339
Colza	0	-9540	-114480	-114480	-286200	-286200	-286200	-286200	-400680	-400680
Maïs grains	0	30437	172982	235885	261249	197839	71019	-5073	-66961	-66961
Maïs fourrage	0	-496156	-1621195	-1808607	-1715756	-1458848	-2195393	-1887787	-1941903	-1941903

Prairies temporaires (RGA + TB)	0	1763957	2126320	1233790	-1246145	-1216908	11853	-154089	252864	181746
Luzerne	0	0	0	0	0	0	0	0	-94824	-94824
RGI	0	-355590	-1145790	-1145790	-1331487	-997232	-1060448	-1337018	-861318	-981428
Couverts	0	-2768	-31226	-24493	-22997	-193590	-239542	-224549	-258172	-249412
Maïs énergie	0	0	683568	683568	1452582	3646835	3851906	4005708	4313053	4313053
Achat maïs sur pieds maïs énergie	0	0	0	0	0	577848	577848	577848	577848	577848
CIVE	0	0	1122240	1122240	2610210	15182605	15182605	15182605	15460660	15460660
Achat CIVE sur pieds	0	0	0	0	0	209753	209753	209753	209753	209753
Epandages sous-traités										
Epandage de digestat	0	0	667352	667352	1908611	4823311	4906256	4916030	5039252	5039252
Epandage de lisier	0	-21523	-625757	-769243	-1459137	-2978502	-2969446	-2976864	-3002107	-3002107
Epandage de fumier	0	0	0	0	0	-482080	-482080	-482080	-482080	-482080
CI élevage										
Bovins										
Tourteaux	0	-1238706	-5685254	-5492680	-1423146	-1680149	-4109512	-4746302	-4525756	-4619716
VL (aliment complet azoté)	0	-144000	-1020960	-1188000	-1059360	-296640	-484680	-484680	-433860	-433860
Minéraux	0	-47364	-248200	-386076	-384219	-326963	-307925	-302501	-304863	-315689
Poudre de lait	0	-9353	-97035	-73117	-118518	-154370	-165233	-127432	-127432	-134739
Aliment génisses 2ème âge	0	0	-11610	-76239	-142803	-248067	-229104	-167184	-167184	-178794
Maïs fourrage acheté	0	0	0	0	0	2061263	2061263	2061263	2061263	2061263
Frais vétérinaire	0	-12632	-155854	-232769	-197324	-163059	-145222	-148151	-164978	-164978
Frais d'élevage	0	-7379	-89780	-134055	-119297	-100849	-88550	-88550	-97159	-97159
Achat de vaches	0	0	-726400	0	0	0	0	0	0	0
Porcins										
Aliment truies	0	0	0	0	-254375	-254375	-254375	-254375	-254375	-254375
Aliment cochettes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliment 1er âge	0	0	0	0	-43244	-43244	-24420	-36630	-30525	-30525
Aliment 2ème âge	0	0	0	0	-121083	-121083	-68376	-102564	-85470	-85470
Aliment PS	0	0	0	0	-195116	-195116	-110183	-165275	-137729	-137729
Alimentation engraissement (une partie du cheptel : site 1)	0	0	0	0	-509252	-509252	-287578	-431367	-359472	-359472
Alimentation engraissement complémentaire (site 2)	0	0	0	0	-356477	-356477	-201304	-301957	-251631	-251631

CI DIVERS										
Agriculture										
Eau, Electricité	0	0	-1500000	-1500000	-1500000	0	0	-2070000	-1800000	-1800000
Energie										
Consommation électrique épurateur	0	0	0	0	46080000	100032000	95424000	86208000	86208000	86208000
Carburant méthanisation	0	0	1221000	1221000	3907200	5616600	5616600	5616600	5616600	5616600
Achat de maïs	0	0	0	0	683109	1343937	1343937	765597	2553002	2553002
Bâtiments, méthanisation et équipements										
Equipements										
Tracteur 250cv	0	0	0	0	0	0	1047660	1047660	1047660	1047660
Tracteur 200cv	0	0	0	-771960	-771960	-771960	-1415260	-1415260	-1415260	-1415260
Tracteur 160 cv	0	0	0	689250	689250	689250	689250	689250	689250	689250
Combiné herse-semoir	0	0	0	0	0	0	106286	106286	106286	106286
Cultivateur	0	0	0	0	0	0	187063	187063	187063	187063
Tonne à lisier + pendillard	0	0	0	0	0	0	-1022143	-1022143	-1022143	-1022143
Robot de traite	0	0	-12605	-12605	-12605	-12605	-12605	-12605	-12605	-12605
Méthanisation										
Méthaniseur en cogénération 150kWe	0	0	1190280	1190280	1190280	1190280	1190280	1190280	1190280	1190280
Méthaniseur en injection 70Nm3/h	0	0	0	0	0	637787	637787	637787	637787	637787
Méthaniseur en injection 75Nm3/h	0	0	0	0	0	956680	956680	956680	956680	956680
Méthaniseur en injection 80Nm3/h	0	0	0	0	1984560	1984560	1984560	1984560	1984560	1984560
Méthaniseur en injection 110Nm3/h (avant passage à 140 Nm3/h)	0	0	0	0	0	811173	811173	811173	811173	811173
Séchoir	0	0	969200	969200	969200	969200	969200	969200	969200	969200
Panneaux photovoltaïques	0	0	0	0	0	0	98200	261867	261867	261867
Chargeur télescopique méthanisation	0	0	98464	98464	196929	311804	311804	311804	311804	311804
Tonne à lisier	0	0	175224	175224	350449	554878	554878	554878	554878	554878
Membranes et autre matériel pour acroître l'injection	0	0	0	0	0	0	0	0	307	307
Bâtiments										
Bâtiments confinés porcins	0	0	-2825	-2877	-2909	-2923	-2971	-3126	-3278	-3360
Consommation indirecte de carburant (CUMA)	0	-263890	-189023	-344853	619551	2813290	2790998	2857337	3251054	3169316

Δ avec-sans méthanisation	*tera joules*	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Energie d'origine agricole perdue		0	-45	-70	-48	-2	-18	-26	-37	-51	-69
Energie produite issue des méthaniseurs		0	0	28	28	162	367	367	367	385	385
Energie pour les cultures économisée		0	-1	-5	-6	-9	-14	-14	-14	-14	-15
Energie pour l'élevage économisée		0	-1	-8	-8	-5	-2	-4	-5	-5	-5
Energie indirecte dépensée en carburant (CUMA)		0	-0,3	-0,2	-0,3	0,6	2,8	2,8	2,9	3,3	3,2
Autre énergie pour l'agriculture économisée		0	0	-1,5	-1,5	-1,5	0	0	-2,1	-1,8	-1,8
Energie économisée en matériels et bâtiments agricoles		0	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Energie dépensée par les méthaniseurs (fabrication)		0	0	2	2	4	7	7	7	7	7
Energie dépensée en électricité par les méthaniseurs		0	0	0	0	46	100	95	86	86	86
Energie directe dépensée en carburant pour l'énergie		0	0	1	1	4	6	6	6	6	6
Energie dépensée en équipements et achats de biomasse		0	0	0	0	1	2	2	2	3	3
Energie dépensée par les panneaux photovoltaïques		0	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0,3	0,3
Energie dépensée pour les cultures à vocation énergétique		0	0	2	2	4	20	20	20	21	21
Energie dépensée pour l'épandage des digestats		0	0	0,7	0,7	1,9	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0
Solde :	*tera joules*	**0**	**-42**	**-33**	**-11**	**113**	**224**	**223**	**224**	**224**	**208**
EROI		-	15	5	2	3	3	3	3	3	3