Aix Marseille Université

THÈSE DE DOCTORAT

Soutenue à Aix-Marseille Université
le 13 décembre 2024 par

Sascha PERROUX

De l'arrêt à la reconversion. Les centrales à charbon en France et leurs trajectoires de transition énergétique et industrielle

Discipline
Géographie

École doctorale
355 – Espaces, Cultures, Sociétés

Laboratoire
Temps, Espaces, Langages, Europe Méridionale, Méditerranée (TELEMMe)

Composition du jury

Christian SCHULZ	**Rapporteur**
	Non membre du jury
Professeur, Université du Luxembourg	
Florian WEBER	**Rapporteur**
Professeur junior, Université de la Sarre	
Xavier ARNAULD DE SARTRE	**Examinateur**
Directeur de recherche au CNRS, Université de Pau	
Jérôme DUBOIS	**Examinateur**
Professeur, Aix-Marseille Université	
Sylvie DAVIET	**Directrice de thèse**
Professeur émérite, Aix-Marseille Université	
François BOST	**Président de jury**
Professeur, Université de Reims	
Samira KHERROUF	**Invitée**
Dir. Exécutive, Prospective et Recherche, ADEME	

TELEMMe Temps, Espaces, Langages, Europe Méridionale, Méditerranée UMR 7303

cnrs

ADEME AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

De l’arrêt à la reconversion.
Les centrales à charbon en France et leurs trajectoires de transition énergétique et industrielle

Thèse en vue de l’obtention du titre de docteur en

GÉOGRAPHIE

présentée et soutenue publiquement

par

Sascha Perroux

le 13 décembre 2024

sous la direction du Pr. **Sylvie Daviet**

Université d’Aix-Marseille

Laboratoire TELEMMe

ADEME

Affidavit

Je soussignée, Sascha Perroux, déclare par la présente que le travail présenté dans ce manuscrit est mon propre travail, réalisé sous la direction scientifique de Sylvie Daviet, dans le respect des principes d'honnêteté, d'intégrité et de responsabilité inhérents à la mission de recherche. Les travaux de recherche et la rédaction de ce manuscrit ont été réalisés dans le respect à la fois de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche et de la charte d'Aix-Marseille Université relative à la lutte contre le plagiat.

Ce travail n'a pas été précédemment soumis en France ou à l'étranger dans une version identique ou similaire à un organisme examinateur.

Fait à Aix-en-Provence, le 25 septembre 2024



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Liste des publications et communications

- Publications

Daviet, S. et Perroux, S. (2024). Transition bas-carbone : vers une hybridation des modèles ? Enjeux et territoires dans la métropole d'Aix-Marseille. *Bulletin de l'association de géographes français. Géographies, 101*(1).

Perroux, S. (2024). The territories of coal-fired power plants as places for the reconfiguration of production systems: thoughts on a meso-scale of the energy transition. Dans T. Meyer et F. Weber (Éds), *Energy Geographies: Negotiating the French-German Interface*, Springer VS Cham (publication prévue pour mars 2025).

- Communications

Sylvie Daviet, Sascha Perroux. Transition énergétique, décarbonation, néo-industrialisation. Éléments de reconfiguration des territoires : l'exemple de la métropole Aix-Marseille Provence. *Green business : environnement et profits à l'âge industriel*, May 2024, Marseille, France. ⟨hal-04601263⟩

Sascha Perroux. Le Bassin Minier de Provence face à la fermeture de la centrale, éléments de réflexion sur la mission Rebond. *Séminaire annuel du projet IRETRA*, Aix-Marseille Université, Mars 2024, Aix-en-Provence, France.

Sascha Perroux. La transition méso : une autre clef de lecture des territoires ? *Séminaire annuel du projet ENERGON*, Dec 2023, Paris, France. ⟨hal-04342849⟩

Sascha Perroux, Alexis Leroy. Appréhender la transition industrielle par le filtre médiatique : 10 ans de récits autour de la centrale thermique de Provence. *Séminaire 2023 de l'OHM-BMP et Transition énergétique en région Sud-PACA*, Observatoire Hommes-Milieux du Bassin Minier de Provence, Nov 2023, Meyreuil, France. ⟨hal-04289151⟩

Sascha Perroux. Closing coal-fired power stations in France: Territorial projects to drive the energy transition? *Réunion mensuelle du département des études européennes en sciences humaines*, Universität des Saarlandes, Fachrichtung Gesellschaftswissenschaftliche Europaforschung, Oct 2023, Sarrebrück, Germany. ⟨hal-04274479⟩

Sascha Perroux. La fermeture des centrales à charbon en France. Analyse comparée de territoires en transition. *Commission Industrie du Pacte territorial de Gardanne-Meyreuil*, Sous-préfecture d'Aix-en-Provence, Sep 2023, Gardanne, France. ⟨hal-04274472⟩

Carole Barthélémy, Fleur Gauché, Sascha Perroux. Energy transition and public debate: OHM territories as spaces for observation and comparison. *International Symposium of LabEx DRIIHM*, Labex DRIIHM, Jun 2023, Strasbourg, France. ⟨hal-04274483⟩

Sascha Perroux, Sylvie Daviet. Neutralité carbone en 2030, l'alter-métropolisation suffira-t-elle ? *Villes, communs et transition : perspectives altermétropolitaines*, Association des Géographes de France, Mar 2023, Paris (en ligne), France. ⟨hal-04043760⟩

Sascha Perroux. Cadre de vie ou industrie : faut-il choisir ? *Journées mission Mine 2023*, Ville de Gardanne, Feb 2023, Gardanne, France. ⟨hal-04079981⟩

Sascha Perroux. Cadre de vie ou industrie : faut-il choisir ? *Journée Rectorat "Métropole nature"*, TELEMMe, Jan 2023, Aix en Provence, MMSH, France. ⟨hal-04011783⟩

Sascha Perroux. La concertation Hynovera, une clef de lecture des enjeux territoriaux de la transition énergétique dans l'ancien bassin minier de Provence. *Séminaire annuel du projet ENERGON*, Université de Haute Alsace, Déc. 2022, Mulhouse, France. ⟨hal-04080001⟩

Sascha Perroux. Quand les territoires sont envoyés au charbon : vers la territorialisation d'un modèle de gouvernance imposé par l'État. *Congrès du centenaire de l'Union Géographique Internationale (UGI)*, Jul 2022, Paris, France. ⟨hal-04652675⟩

Sascha Perroux. La centrale thermique de Provence : les défis d'une reconversion en terre d'énergies. *Séminaire annuel de l'Observatoire Hommes-Milieux du Bassin Minier de Provence*, May 2022, Rousset, France. ⟨hal-03941619⟩

Sylvie Daviet, Sascha Perroux. La centrale thermique de Provence, les défis d'une reconversion en terres d'énergies. *Séminaire annuel de restitution de l'OHM-BMP*, OHM-BMP, May 2022, Rousset, France. ⟨hal-03695074⟩

Sascha Perroux. Underground hydrogen storage for the energy transition: actors, resources and territorial projects in Provence and Lorraine. *Deepsurf Conference 2021*, Oct 2021, Nancy, France. ⟨hal-03424379⟩

Sascha Perroux. La fermeture des centrales à charbon en France : des projets de territoire au service de la transition énergétique ? *Séminaire annuel de l'Observatoire Hommes-Milieux du Bassin Minier de Provence*, Jan 2021, en distanciel, France. ⟨hal-03424326⟩

Résumé

Les préoccupations environnementales et la sécurité d'approvisionnement énergétique figurent parmi les grandes problématiques auxquelles les pays du monde entier sont désormais confrontés. Dans ce contexte, certains fixent des objectifs de décarbonation de leur système énergétique et entreprennent une transformation de leurs modes de production. En France, la loi Energie-Climat de novembre 2019 établit ainsi la fermeture des quatre dernières centrales à charbon pour 2022 (Le Havre, Cordemais, Saint-Avold, Gardanne-Meyreuil). Cette décision, qui doit contribuer à l'atteinte de la neutralité carbone d'ici 2050, pose cependant la question du devenir des sites, de leurs salariés et de leur territoire. Les réflexions qu'engagent les acteurs locaux, les industriels et les représentants de l'État dans le cadre des Pactes de territoire contribuent à définir de nouvelles trajectoires de transition. Sur chaque site, des projets de reconversion industrielle et énergétique mobilisent de nouvelles ressources, proposent de nouveaux produits énergétiques et établissent de nouveaux rapports socio-économiques avec les territoires. Les trajectoires de transition qui se dessinent rencontrent cependant de nombreux obstacles, traduisant les tâtonnements d'une transition en train de se faire. Dans ce travail de recherche, nous nous intéressons à la nature de ces trajectoires de transition ainsi qu'à l'identification des facteurs territoriaux qui les influencent. À partir d'observations sur les terrains, d'entretiens semi-directifs et d'analyse de la presse, nous mettons en évidence comment la transition énergétique appelle à une redéfinition des rapports entre énergie, industrie et territoire.

Mots clés : centrale à charbon, trajectoires de transition, industrie, énergie, projet de territoire, Le Havre, Cordemais, Saint-Avold, Gardanne-Meyreuil

Abstract

Environmental concerns and security of energy supply are among the major issues facing countries around the world today. In this context, some countries have set targets for decarbonising their energy systems and transforming their production processes. In France, the Energy-Climate Act of November 2019 calls for the closure of the last four coal-fired power plants by 2022 (Le Havre, Cordemais, Saint-Avold, Gardanne-Meyreuil). This decision, which should help to achieve carbon neutrality by 2050, does however call into question the future of the sites, their employees and their territory. The discussions being held by local players, industrialists and government representatives as part of the Territory Pacts are helping to define new transition pathways. On each site, industrial and energy reconversion projects draw on new resources, offer new energy products and establish new socio-economic ties with the territories. However, the transition pathways that are emerging face numerous obstacles, reflecting the trial and error of a transition in the making. In this research work, we examine the nature of these transition pathways and identify the territorial factors influencing them. Using field observations, semi-structured interviews and press analysis, we show how the energy transition calls for a redefinition of the relationship between energy, industry and territory.

Keywords: coal-fired power plant, transition pathway, industry, energy, territorial project, Le Havre, Cordemais, Saint-Avold, Gardanne-Meyreuil

Avant-propos

Cette thèse, débutée en octobre 2020, a bénéficié d'un financement de l'Agence de l'Environnement et de Maîtrise de l'Énergie (ADEME) au titre de son programme Thèses, mis en place pour approfondir les connaissances sur la transition énergétique et écologique. Je remercie cet établissement pour l'intérêt et le soutien accordé à ce travail de recherche durant ces quatre années.

Ce travail a aussi pu s'appuyer sur des financements ponctuels, notamment de la part de l'Observatoire Hommes-Milieux du Bassin Minier de Provence (OHM-BMP), du laboratoire TELEMMe et de son groupe de recherche « La fabrique des territoires : milieux, acteurs, pratiques ».

La dernière année fut l'occasion d'intégrer le collectif franco-allemand des jeunes chercheurs·ses en géographie de l'énergie, coordonné par F. Weber (Université de la Sarre) et T. Meyer (Université de Haute-Alsace). Un séjour de trois mois fut par ailleurs réalisé à l'automne 2023 au sein du *département des études sociales européennes* de l'Université de la Sarre dans le cadre du dispositif Label européen. Ces deux expériences ont contribué à élargir ma compréhension des approches françaises et allemandes de la question énergétique, tout en faisant de la dimension transfrontalière un point d'intérêt particulier pour l'analyse du terrain de Saint-Avold.

Ce travail de recherche s'est effectué en parallèle de deux projets ANR : le projet ENERGON, centré sur l'analyse des transitions énergétiques au sein de six Observatoires Hommes-Milieux, et le projet IRETRA, davantage orienté sur les enjeux de réindustrialisation. Tous les deux m'ont permis d'accéder à un vaste réseau de chercheurs·ses de toutes disciplines.

Cette thèse a enfin été l'opportunité d'intégrer pendant un an la Mission Transition à la sous-préfecture d'Aix-en-Provence. De septembre 2022 à septembre 2023, une démarche d'observation a ainsi été effectuée auprès de l'équipe en charge d'accompagner la mise en œuvre du Pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. Ce partenariat permettait d'accéder à des données de première main quant au processus de reconversion du site industriel, de ses salariés et de son territoire, en assistant à des échanges plus informels entre les acteurs locaux et en observant en direct la dimension opérationnelle de l'action publique. En contrepartie, les acteurs ont bénéficié de retours sur l'état d'avancement des projets dans les trois autres territoires ainsi que sur les modes de gouvernance des Pactes, contribuant à mieux appréhender les opportunités et les difficultés rencontrées localement. Cette expérience a été tout particulièrement bénéfique pour accéder à un terrain relativement hermétique, où les données se faisaient rares.

Remerciements

Mes remerciements vont en premier lieu à ma directrice de thèse, Sylvie Daviet, pour ses conseils avisés et pragmatiques, sa disponibilité constante et son accompagnement rigoureux, qui n'ont jamais manqué de bienveillance. La confiance qu'elle a su m'accorder fut le moteur de ma persévérance dans les moments de doute et ses encouragements m'ont portée sans faillir au bout de cette thèse.

Je remercie vivement les membres de mon jury de thèse Xavier Arnauld de Sartre, François Bost, Jérôme Dubois, Christian Schulz et Florian Weber d'avoir accepté de lire et d'évaluer ce travail.

Merci à l'ADEME pour son soutien financier, et à Anne Grenier et Samira Kherrouf pour l'intérêt qu'elles ont manifesté pour ce sujet de recherche dès le commencement, puis tout au long de nos échanges.

Ma reconnaissance va aux membres de la Mission Transition animée par la sous-préfecture d'Aix-en-Provence pour l'opportunité qu'ils m'ont donnée de les suivre dans leur travail tout en me gratifiant d'un accueil chaleureux. Merci à Hélène Philip, à Virginie Gatineau et au sous-préfet Bruno Cassette pour tous ces moments de partage.

Cette thèse n'aurait pu voir le jour sans la confiance et la disponibilité des personnes interviewées et je les en remercie cordialement : élus, représentants des services de l'État et des collectivités, industriels et cadres du secteur privé, experts indépendants, syndicalistes, associations environnementales, collectifs de riverains, etc.

Je remercie tou·te·s les chercheurs et enseignant·e·s-chercheurs qui ont accepté de suivre l'évolution de ce travail et l'ont éclairé de leurs connaissances et de leurs réflexions. Merci à Carole Barthélémy et Sébastien Velut d'avoir pris part à mon Comité de Suivi Individuel, ainsi qu'à Michel Deshaies, Teva Meyer, Antoine Grandclément et Alexandre Grondeau de s'être rendus disponible pour l'organisation bi-annuelle de mes Comités de Suivi de Thèse.

Merci aux camarades et collègues rencontré·e·s au fil des différents projets de recherche – Energon, Iretra, Asten, Medetecc – pour toutes les discussions fécondes que nous avons pu tenir et pour la constance de leurs encouragements. Je souhaite tout particulièrement exprimer ma gratitude à Yves Noack pour son enthousiasme à valoriser mes travaux auprès de l'OHM-BMP et pour son soutien moral lors des longues heures de réunions publiques.

La troisième année de doctorat fut l'occasion de mener un séjour de trois mois à Sarrebrück, en Allemagne. Je remercie profondément Florian Weber d'avoir accepté de m'accueillir au sein de son unité de recherche et de m'avoir invitée à participer aux événements scientifiques et festifs organisés durant ce semestre. Je témoigne dans le même temps ma reconnaissance et mon affection à Julia, Corinna et Alexandra pour les agréables moments passés à (re)découvrir la culture allemande.

Ce travail aurait été bien difficile sans la présence et le soutien des doctorant·e·s et post-doctorant·e·s de mon laboratoire : merci à Ami, Dylan, Marcos, Claire, Cécile, Rocco, Pauline et Nina, à tous les Collègues Anonymes et à tous ceux que je ne cite pas. Leur gentillesse et leur convivialité m'ont permis de naviguer à travers les affres de ces quatre années de thèse sans souffrir de la solitude. J'exprime aussi toute mon amitié à Kevin pour avoir supporté nos longues sessions nocturnes de travail et contribué à la richesse de nos débats, parfois scientifiques.

Ma gratitude va à l'ensemble de mes ami·e·s, aux quatre coins du monde, qui m'ont soutenue dans cette aventure sans prendre rigueur de mes silences radio, et à Marion, mon éditrice personnelle, pour ses ultimes relectures.

Merci, enfin, à ma famille, ma tribu, ma meute.

Sommaire

Introduction générale **14**

Partie I - L'énergie, un enjeu pour la durabilité des territoires et des sociétés

- Chapitre 1. L'énergie, moteur des sociétés **26**
- Chapitre 2. Une transition ou des transitions ? La pluralité des trajectoires au service de l'action publique **54**
- Chapitre 3. De la nécessité d'une approche territoriale de la transition énergétique **88**
- Chapitre 4. Méthodologie de la thèse **114**

Partie II - Planifier l'arrêt des centrales thermiques : quelles trajectoires de transition énergétique ?

- Chapitre 5. Fermer les centrales à charbon : une décision de principe aux quatre réalités territoriales **134**
- Chapitre 6. Les Pactes de territoire, des dispositifs d'action publique territorialisée pour une planification « par le bas » de la transition énergétique **188**
- Chapitre 7. Quelles trajectoires énergétiques et industrielles ? **221**

Partie III - Les trajectoires de transition au prisme des relations industrie-territoire

- Chapitre 8. Des trajectoires de transition en difficulté dans un territoire à forte conflictualité : le cas de la centrale de Provence **260**
- Chapitre 9. La question des ressources et de « l'acceptabilité » au prisme du nexus énergie-industrie-territoire **296**
- Chapitre 10. Reconfigurations scalaires et émergence de pôles énergétiques bas-carbone **317**

Conclusion générale **342**

Annexes **351**

Bibliographie **373**

Liste des abréviations

AAP – Appel À Projets
ADELE – Association pour la Décarbonation Loire Estuaire
ADEME – Agence De l'Environnement et de Maîtrise de l'Énergie
AFHYPAC – Association Française pour l'HYdrogène et les Piles À Combustible
AILE – Association des Industriels de la Loire et Estuaire
AMI – Appel à Manifestation d'Intérêt
ANCT – Agence Nationale de la Cohésion des Territoires
ARS – Agence Régionale de la Santé
BEGES – Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre
BERIM – Bureau d'Études pour les Recherches Industrielles et Minières
CCG – Cycle Combiné Gaz
CDF – Charbonnages De France
CECA – Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier
CEE – Communauté Économique Européenne
CEEA – Communauté Européenne de l'Énergie Atomique
CERDD – CEntre Ressource du Développement Durable
CET – Contribution Économique Territoriale
CFE – Cotisation Foncière des Entreprises
CGT – Confédération Générale du Travail
CNDP – Commission Nationale du Débat Public
CNRTL – Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales
CRE – Commission de Régulation de l'Énergie
CRTE – Contrat de Relance et de Transition Écologique
CSR – Combustibles Solides de Récupération
CTE – Contrat de Transition Écologique
CVAE – Cotisation sur la Valeur Ajoutée des Entreprises
DATAR – Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale
DGEC – Direction Générale de l'Énergie et du Climat
DRAAF – Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DREAL – Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DREETS – Direction Régionale de l'Économie, de l'Emploi, du Travail et des Solidarités
EDF – Électricité De France
ENR – Énergies Nouvelles Renouvelables
EPCI – Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPFGE – Établissement Public Foncier du Grand Est
EPH – Energetický a Průmyslový Holding
EPR – European Pressurized Reactor
FNE – France Nature Environnement
FO – Force Ouvrière
FTJ – Fonds de Transition Juste
GDF – Gaz De France
GES – Gaz à Effet de Serre
GIC – Grandes Installations de Combustion
GIEC – Groupement Indépendant pour l'Énergie et le Climat
GPMH – Grand Port Maritime du Havre

GPMM – Grand Port Maritime de Marseille
GPMNSN – Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire
GREMI – Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs
HBL – Houillères du Bassin de Lorraine
ICPE – Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEA – International Energy Agency
IEG – Industries Électriques et Gazières
IFER – Impôt Forfaitaire des Entreprises de Réseau
INSEE – Institut National de la Statistique et des Études Économiques
INRAE – Institut National de Recherche en Agriculture et Environnement
LOF – Loi d'Orientation Foncière
LTECV – Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte
MAPTAM – Modernisation de l'Action Publique et d'Affirmation des Métropoles
MDDE – Ministère du Développement Durable et de l'Écologie
NOTRe – Nouvelle Organisation du Territoire de la République
OCDE – Organisation pour le Développement et la Coopération Économique
ODD – Objectifs du Développement Durable
OPA – Offre Publique d'Achat
PADD – Plan d'Aménagement et de Développement Durable
PCAET – Plan Climat Air Énergie Territorial
PCET – Plan Climat Énergie Territorial
PDU – Plan de Déplacement Urbain
PIA – Programme d'Investissement d'Avenir
PLU – Plan Local d'Urbanisme
PLUi – Plan Local d'Urbanisme intercommunal
PNR – Parc Naturel Régional
PPE – Programmation Pluriannuelle de l'Énergie
PPE – Pôle de Plasturgie de l'Est
PREPA – Plan National de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
PSE – Plan de Sauvegarde de l'Emploi
PTTJ – Plan Territorial de Transition Juste
PTWN – Pacte Territorial du Warndt Naborien
RTE – Réseau de Transport de l'Électricité
SCoT – Schéma de Cohérence Territoriale
SDAU – Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
SGAR – Secrétariat Général pour les Affaires Régionales
SNBC – Stratégie Nationale Bas Carbone
SDDR – Schéma décennal de Développement du Réseau
SNET – Société Nationale d'Électricité et de Thermique
SPL – Système Productif Local
SRADDET – Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE – Schéma Régional Climat Air Énergie
TAC – Turbines À Combustion
UE – Union Européenne
WEC – World Energy Council
ZIP – Zone Industrialo-Portuaire
ZNIEFF – Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique

Introduction générale

« *Rationnement énergétique* », « *désabondance* », « *pénurie d'énergie* », « *coupures de courant* », « *plan de sobriété* »[1] : les expressions médiatiques n'ont pas manqué en 2022 pour détailler les difficultés rencontrées par la France sur le plan énergétique. La guerre en Ukraine, conjointement à la mise à l'arrêt temporaire d'une grande partie du parc nucléaire et à des conditions météorologiques défavorables à la production d'hydroélectricité, ont cette année-là éprouvé les limites du système énergétique français. Alors que la diminution des importations de gaz et la baisse significative de la production d'électricité mettent en défaut l'approvisionnement énergétique national, l'augmentation des prix de l'énergie suscite de vives inquiétudes quant à l'égalité d'accès des populations à cette ressource. L'énergie réapparaît largement sur le devant de la scène médiatique et politique ; mais, si les considérations environnementales et climatiques ont un moment prévalu, on observe aussi un retour des enjeux de sécurité et d'indépendance énergétiques. Dans ce contexte si particulier, le gouvernement se voit contraint de rouvrir, à l'hiver 2022, une des centrales à charbon qu'il s'était pourtant engagé à arrêter quelques années plus tôt. Ce retour sur décision et le report de la fermeture de deux centrales à charbon en 2027, afin d'éviter les *black-out* hivernaux[2], illustrent la difficulté à planifier la sortie des énergies fossiles, tributaire de la réalisation d'événements aussi imprévisibles que divers à toutes les échelles.

La fin du charbon en France a été entérinée par la loi Énergie-Climat du 8 novembre 2019, qui concrétise la promesse électorale du Président E. Macron de mettre un terme à la production d'électricité à partir de ce combustible d'ici la fin de son premier quinquennat en 2022. Quatre sites sont alors encore en activité sur le territoire métropolitain : Le Havre en Seine-Maritime, Cordemais en Loire-Atlantique, Saint-Avold en Moselle et Gardanne-Meyreuil dans les Bouches-du-Rhône. La loi a pour objectif de répondre aux exigences nationales, européennes et internationales en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), notamment en ce qui concerne le secteur de l'industrie. En étant responsable de 27% des émissions de GES du secteur électrique en France – pour lequel il ne contribue qu'à 1,2% de la production – le charbon représente une des principales cibles de la politique

[1] Expressions parues dans la presse nationale entre le 1er janvier et le 31 décembre 2022.
[2] La Tribune, « Fin des centrales à charbon en France en 2027 : Emmanuel Macron recycle une promesse non tenue », 25 septembre 2023.

climatique du pays. Après l'arrêt de l'exploitation des mines de charbon en 2004 (Daumalin et al., 2006), la fermeture des centrales marque une nouvelle étape dans l'évolution des modes de production et de consommation des énergies, en vue de la neutralité carbone prévue pour 2050 par le *Green Deal* de l'Union Européenne. Pour autant, ces centrales assuraient la sécurité de l'approvisionnement électrique du territoire national, notamment lors des pics de consommation, par leur capacité à mobiliser rapidement une grande puissance électrique. Au sein d'un mix électrique fondé à 70% sur l'énergie nucléaire, les centrales à charbon contribuaient dans leurs dernières années à la flexibilité du réseau grâce à un fonctionnement en pointe et une intermittence maîtrisée. Leur fermeture revêtait par conséquent des enjeux techniques spécifiques au niveau du bilan énergétique (RTE, 2019), qui dépassaient les seuls arguments politiques et écologiques.

Depuis la fin du XXe siècle, les crises successives – environnementales, techniques, économiques – ont replacé la question de la production d'énergie au cœur des débats et des problématiques d'aménagement. Dans un contexte de dérèglement climatique et d'incertitudes géopolitiques, le souci d'assurer la pérennité des modes de vie appelle en effet à repenser les systèmes énergétiques. Les transformations à effectuer pour passer d'un 'régime carboné' à un 'régime bas-carbone' font en ce sens l'objet d'un vaste projet politique, à la fois multi-échelle et intersectoriel, qui sollicite l'ensemble des acteurs de la société et mobilise de nombreux dispositifs financiers. L'ampleur de la recomposition des systèmes socio-techniques que cette « transition » suppose ne fait cependant pas consensus : tandis que certaines stratégies environnementales relèvent d'une *transition forte*, prônant le ralentissement général des activités afin de réduire les besoins en énergie (Shukla et al., 2022) et introduisant dès lors un changement de paradigme dans la relation société-énergie, d'autres procèdent au contraire d'une *transition faible*, entraînant une mutation profonde de nos modèles de société (Duruisseau, 2014). Moins disruptif avec le système socio-technique dominant, ce deuxième modèle semblent privilégié par les pouvoirs publics pour préserver la croissance économique du pays : cela passe notamment par la « décarbonation » des industries et de l'ensemble de l'appareil productif pour répondre à des normes environnementales fixées au niveau politique. Le verdissement des activités polluantes s'accompagne en parallèle d'une dynamique de réindustrialisation des territoires par des politiques publiques incitatives et des investissements abondants dans le secteur de l'innovation. Cela aboutit à la structuration de nouvelles filières industrielles et ouvre des perspectives de développement économique pour les territoires ; tout en renforçant dans le même temps la consommation de ressources et d'électricité.

Les réflexions autour du devenir des sites des centrales à charbon s'inscrivent pleinement dans cette deuxième catégorie de modèles. Anticipant les conséquences sociales et économiques de leur arrêt, le gouvernement propose de procéder à leur « reconversion ». Cette décision naît du constat que, si le charbon n'est plus une ressource désirable dans le mix énergétique français, les sites des centrales conservent des particularités avantageuses pour

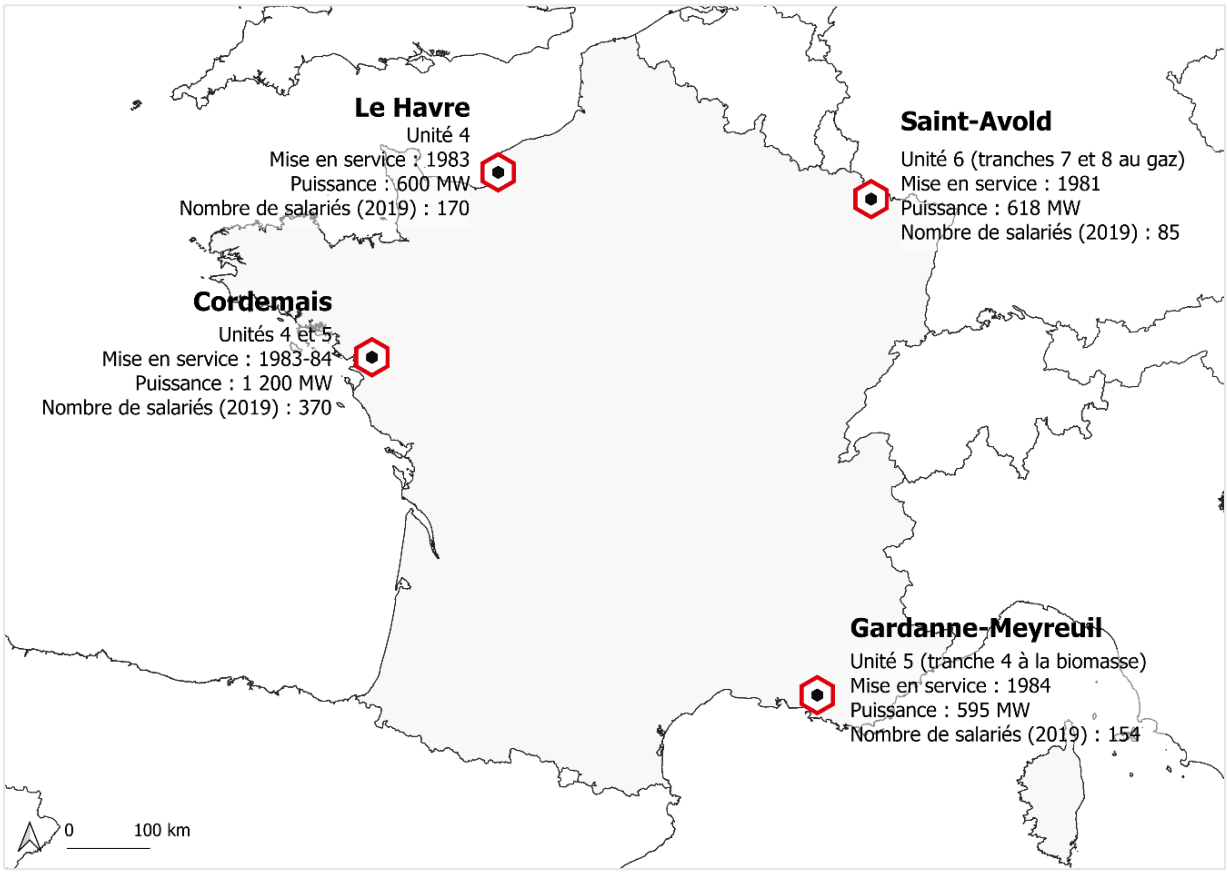
d'autres types de production énergétique. L'enjeu n'est plus seulement d'organiser la cessation d'une activité industrielle émettrice de CO_2 mais bien d'amorcer la substitution de l'activité par une autre. Le choix de cette « autre » est alors laissé aux propriétaires des sites qui évaluent, en partenariat avec les acteurs locaux et sous l'égide de l'État, les opportunités de développement que représentent chaque projet de reconversion. Il apparaît assez rapidement une volonté de préserver la nature industrielle et énergétique des sites, annonçant les prémices d'une transition vers une industrie bas-carbone et suggérant que ces sites historiques de production d'électricité ont encore un rôle à jouer dans le système énergétique français. Il s'agit alors de connaître les choix effectués pour la reconversion des sites : les projets privilégiés, les ressources mobilisées, les marchés envisagés, les effets sociaux et économiques attendus, etc. chaque projet dessinant les contours d'une nouvelle trajectoire de transition. Mais alors, comment et par qui sont effectués ces choix ? Quels sont les facteurs qui les influencent ? Et quel rôle sont amenés à jouer les territoires accueillant les sites industriels ?

Au-delà des stratégies industrielles et politiques, la démarche dans laquelle s'inscrit la reconversion des sites interroge en effet la place laissée aux territoires dans le processus de transition. En affirmant que « *la transition énergétique n'est pas un processus de décision politique indifférent aux lieux* » (Chabrol, 2016, p. 1), la géographie rend compte de la reconnexion des politiques publiques avec les territoires, leur histoire et leur organisation socio-spatiale. Plus généralement, l'appel croissant de nombreuses disciplines des Sciences Humaines et Sociales à des approches et des notions spatiales est révélateur d'un *spatial turn* dans la construction des savoirs liés à l'énergie (Pasqualetti & Brown, 2014), faisant de la prise en compte des spécificités territoriales un élément de plus en plus central dans le champ des *transition studies*. En dépit de cela, certains chercheurs pointent du doigt l'absence de direction et les incertitudes quant à l'intégration de ce « nouveau paradigme énergétique » dans l'émergence de nouvelles géographies (Bridge et al., 2013). L'énergie a pourtant fait l'objet de nombreuses recherches depuis le début du XXe siècle, passant de la localisation des ressources énergétiques à la compréhension des schémas spatiaux, jusqu'aux questions de territorialisation des systèmes énergétiques. Les nouveaux objets de la géographie de l'énergie s'orientent depuis vers l'analyse des transformations territoriales résultant du changement de système énergétique et vers l'étude du rôle actif des territoires dans la valorisation de leur potentiel de transition. Avec l'émergence d'un modèle bas-carbone, l'enjeu de la transition se traduit en effet par la capacité potentielle des territoires à concevoir et coordonner la gestion de nouvelles ressources énergétiques (Fournier et al., 2012). Ces dernières années, la propension des géographes à étudier le déploiement et la territorialisation des énergies renouvelables a cependant laissé de côté le souci du devenir des grandes infrastructures de production de l'énergie, pourtant au cœur même de notre système socio-technique. Selon le modèle de *transition faible* apparemment poursuivi par les pouvoirs publics et les industriels, la « décarbonation » de ces grandes installations s'annonce comme un enjeu majeur des décennies à venir et les choix en matière

de trajectoires de reconversion n'écartent pas – loin de là – une potentielle reconnexion avec leur territoire d'implantation. Transition énergétique et reconversion industrielle se rencontrent donc ici, et l'enjeu est de cerner comment ces deux dynamiques s'articulent entre elles et avec les territoires. C'est un nouveau pan de la géographie de l'énergie qu'il convient d'explorer et de mettre en perspective vis-à-vis des reconfigurations spatiales engendrées par la création des nouvelles filières. Nous proposons par conséquent de placer le sujet de la reconversion des centrales à charbon à l'interface de trois champs d'étude : le territoire, l'énergie et l'industrie.

Les quatre centrales dont la fermeture était programmée pour 2022 diffèrent par leur puissance, leur exploitant et leur rapport au territoire (**Carte *1***). La centrale la plus puissante se situe à Cordemais (Loire-Atlantique) où les deux unités de production ont une capacité installée totale de 1 200 MW. Sa fermeture dépend de la mise en service de l'EPR (réacteur pressurisé européen) de Flamanville, qui doit prendre le relai et garantir la sécurité d'approvisionnement du territoire nantais et breton (RTE, 2019). Le cas de cette centrale est donc le plus incertain, car soumis à un grand nombre de conditions techniques, ce qui explique la programmation plus tardive de sa fermeture en 2026. Deuxièmement, tout comme celle de Cordemais, la centrale du Havre (Seine-Maritime) se situe sur une zone industrialo-portuaire de la façade Ouest et relève de la propriété d'EDF. Les centrales de Cordemais et du Havre fonctionnaient donc historiquement avec du charbon d'importation. Avec une capacité installée de 600 MW, la centrale du Havre produisait autant que celles de Saint-Avold (Moselle) et de Gardanne (Bouches-du-Rhône). Ces dernières, situées dans la partie Est du pays, se distinguent par leur localisation géographique au cœur d'anciens bassins miniers et sont depuis 2019 la propriété de l'opérateur tchèque EPH, et de sa filiale française GazelEnergie. Les caractéristiques propres à ces quatre centrales, ainsi que celles des territoires sur lesquels elles sont implantées, peuvent fournir les conditions de reconversion propres à chacune. Qu'il s'agisse de freins ou d'opportunités, ces spécificités contribuent à façonner de nouveaux modes de production de l'énergie, au développement de filières innovantes et, plus généralement, à repenser le rapport de l'industrie au territoire. Le maintien d'une activité industrielle revêt en outre de forts enjeux socio-économiques pour les collectivités territoriales à différentes échelles. À Cordemais par exemple, on dénombre près de 400 emplois directs sur le site de la centrale, et tout autant en emplois indirects auprès des sous-traitants qui travaillent au port à la réception et à l'acheminement du charbon d'importation (soit 5% du trafic annuel du port) ; l'emploi y est donc une priorité pour les pouvoirs publics locaux. De ce fait, l'accompagnement et l'aide à la reconversion des salariés des centrales à charbon constituent un des objectifs centraux des « Pactes de territoire » signés en 2020. Ces Pactes, qui se veulent être des documents de planification, ont été rédigés et signés par l'État, par certains de ses opérateurs et services déconcentrés, par les collectivités territoriales, les propriétaires des centrales, et des acteurs économiques. Ils poursuivent un triple objectif : (1) garantir la reconversion professionnelle des salariés concernés par l'arrêt des sites, (2) promouvoir le développement de nouvelles activités

sur le territoire et (3) favoriser la reconversion industrielle des sites dans une perspective de transition énergétique.



Carte 1. Localisation des terrains d'étude.

En portant la focale sur les projets uniquement énergétiques de ces Pactes, **notre objectif scientifique est d'étudier les processus territorialisés de la reconversion des centrales à charbon comme des clefs de lecture d'une transition énergétique et industrielle « en train de se faire ».** La comparaison des quatre territoires offre un terreau fertile pour l'analyse des conditions d'émergence et de structuration de nouvelles trajectoires énergétiques, autant influencées par l'évolution de la question climatique sur la scène internationale que par des arrangements politiques nationaux ou des contraintes techniques régionales. Pour autant, ces éléments parfois aspatiaux ne peuvent expliquer à eux seuls la nature et la résilience des trajectoires de transition choisies. Au regard des nombreux travaux scientifiques ayant fait état des relations étroites et réciproques liant espace et énergie, il paraît pertinent d'envisager un rôle actif des territoires dans la construction des trajectoires de transition de nos sites industriels. À travers le dispositif des Pactes, nous nous intéresserons ainsi aux spécificités territoriales capables de freiner ces trajectoires ou au contraire de les renforcer (potentiel local d'énergies renouvelables, infrastructures héritées, histoire industrielle et énergétique, réseaux de transport, etc.). Nous interrogerons la capacité (ou les difficultés) des acteurs à valoriser les vecteurs et ressources énergétiques dont ils disposent au sein de projets locaux de transition, qui participent

à la formation d'écosystèmes territoriaux résilients (Durand et al., 2015). Il s'agira aussi de questionner la contribution de ces sites aux reconfigurations en cours du système sociotechnique : assiste-t-on à l'émergence de nouvelles centralités productives ? Enfin, sur le plan technique, l'abandon des centrales à charbon impose de trouver des solutions de substitution afin de conserver des marges de manœuvre pour la production et garantir la stabilité de l'approvisionnement électrique national : les choix effectués en matière de projets de reconversion permettent-ils d'assurer ce relai ?

Toutes ces interrogations nous amènent donc à poser notre question de recherche centrale : **quels sont les facteurs territoriaux participant à la construction des trajectoires de transition sur les sites des centrales à charbon et leur territoire d'implantation** ? Cette question nous inspire quatre hypothèses.

Premièrement, nous considérons que la transformation d'un système énergétique carboné n'impose pas l'abandon des structures matérielles et territoriales existantes au profit de la création *ex nihilo* de nouveaux réseaux et infrastructures. Au contraire, la valorisation de ces structures, abandonnées ou inadaptées, présente de nombreux avantages pour les territoires au regard des enjeux de la transition énergétique et du développement économique et social local. Dans le cas des centrales à charbon, il s'agit d'infrastructures – et par extension de territoires – déjà intégrées dans les réseaux d'énergie, et dont l'existence figure dans les divers documents d'urbanisme et d'aménagement. On peut à ce titre supposer que leur classement en tant que site Seveso (seuil bas) facilite techniquement leur reconversion vers d'autres modes de production d'énergie impliquant généralement des installations classées. De plus, contrairement à l'implantation de parcs éoliens ou photovoltaïques (Duruisseau, 2015), la question de l'acceptabilité sociale de la part des populations locales pourrait *a priori* être moins prégnante : leur proximité depuis parfois des décennies avec des structures industrielles polluantes devrait en théorie favoriser le passage à une production plus « verte », si toutefois la sécurité physique et économique est garantie au niveau local.

Hypothèse 1 : *La présence d'actifs matériels et immatériels facilite la reconversion industrielle et/ou énergétique des sites des centrales à charbon.*

Deuxièmement, la territorialisation de la transition énergétique suppose de considérer que chaque territoire est différent ; chaque transition devrait donc l'être aussi. En effet, la transition énergétique ne procède pas d'une transposition homogène et mécanique des enjeux macroéconomiques. Les territoires ne sont pas des espaces vierges sur lesquels n'importe quel projet peut s'implanter et il convient de prendre en considération leurs spécificités. Bien souvent, les territoires jouent aussi un rôle actif dans l'identification de leur potentiel de transition par la réalisation de diagnostics territoriaux. En conséquence, certains facteurs d'entrée en transition sont inscrits dans l'histoire longue des territoires et dans les configurations sociales, physiques, économiques, spatiales qui leur sont spécifiques ; il apparaît dès lors nécessaire d'envisager un ancrage territorial des trajectoires de transition.

Hypothèse 2 : *Les spécificités de chaque territoire en matière de besoins, de ressources et d'organisation territoriale sont des facteurs de différenciation des trajectoires de transition.*

Troisièmement, la contractualisation de Pactes territoriaux entre l'État, les opérateurs des sites et les acteurs locaux permet d'établir un nouvel espace de discussion et de débat autour du devenir des centrales, de leurs salariés et de leur territoire. À l'heure où la planification énergétique française est marquée depuis une vingtaine d'années par un « effacement progressif des politiques nationales » et la naissance de nouveaux acteurs de l'énergie (Dubois & Kebir, 2021), il apparaît important de comprendre la manière dont les acteurs locaux se saisissent de ces espaces de discussion pour engager – ou non – la transition énergétique de leur territoire. En d'autres termes, l'étude des Pactes de territoire en tant que dispositifs d'action publique permet de mesurer le degré d'appropriation par les acteurs locaux des enjeux que représente la transition énergétique. L'intégration de ces acteurs locaux dans le processus de création et de mise en œuvre des Pactes témoignerait alors d'une volonté par l'État de procéder à une transition « par le bas », c'est-à-dire portée par des initiatives locales et orientée autour des besoins et des opportunités des territoires. L'enjeu est donc ici de rendre compte de l'efficacité de cette logique bottom-up et de la capacité des acteurs à se saisir de ces Pactes comme des opportunités de développement.

Hypothèse 3 : *Les trajectoires de transition sont déterminées par des acteurs ancrés localement et qui participent à la mise en œuvre des Pactes de territoire.*

Pour finir, en tant que grandes installations de production d'électricité, les centrales à charbon contribuaient au fonctionnement d'un système énergétique centralisé, où les lieux de production sont très souvent déconnectés des lieux de consommation et où les infrastructures appartiennent à de grands groupes industriels. Dans une perspective de défossilisation du système productif français, de nombreuses recherches rendent compte d'une décentralisation partielle des modes de production avec le déploiement de petites unités de production valorisant les énergies renouvelables et gérées par des collectifs citoyens ou des communautés énergétiques. La reconversion des sites industriels vers d'autres modes de production indique cependant l'existence d'un échelon intermédiaire dans le fonctionnement du système énergétique français, entre production centralisée et production décentralisée, contrôle monopolistique et coopération territoriale, échelle macro et échelle micro.

Hypothèse 4 : *Les trajectoires de reconversion des sites des centrales à charbon révèlent une reconfiguration du système énergétique français, avec l'émergence de nouveaux espaces productifs se déployant à un niveau méso.*

Deux grands axes de recherche orientent le travail d'enquête et d'analyse. Le premier mobilise le concept de **ressources**. À partir d'un diagnostic des actifs territoriaux (facteurs physiques, économiques, sociaux, démographiques) sur les quatre sites et territoires, il s'agit d'éclairer les potentiels et les perspectives de reconversion dans un contexte de transition vers un système moins carboné. Le deuxième axe repose sur l'analyse des **acteurs** (publics et privés)

qui prennent part aux projets, aux rapports de force qu'ils entretiennent, aux stratégies qu'ils poursuivent ainsi qu'à leur capacité à créer des cadres d'action pour la réalisation de projets énergétiques locaux. Ce sont d'ailleurs ces acteurs qui, dans une perspective de développement local, délimitent le territoire concerné par les Pactes, ce qui questionne la disponibilité des ressources mobilisables à différentes échelles et l'adaptation des moyens à mettre en œuvre.

La définition initiale du sujet de recherche a dès le début mis en avant la nécessité de prendre pour terrains d'études les quatre territoires, fondamentalement différents dans leurs caractéristiques sociales, économiques, paysagères, énergétiques mais soumis à un même choc, celui de l'arrêt de leur centrale thermique. L'opportunité précieuse qui se présentait alors de rendre compte de la diversité des réponses territoriales possibles à ce choc – dans le cadre des Pactes de territoire – a justifié le recours à une approche comparative, qui a structuré l'ensemble de la méthodologie de recherche. Face à l'hétérogénéité des territoires concernés (forestier, industrialo-portuaire, rural, en mutation urbaine), le choix des zones d'étude s'est porté sur les périmètres délimités dans le cadre de chaque projet de territoire ; une forme de cohérence scientifique a ainsi été trouvée par l'intermédiaire d'un arbitrage politique qu'il s'agira de décrypter. Un cadre méthodologique a ensuite été développé pour procéder au recueil systématique des données et bénéficier d'une grille de lecture commune, ou tout du moins partagée, de ces quatre terrains. Sans écarter certaines approches quantitatives (par exemple pour l'analyse de la presse), la thèse sollicite majoritairement des méthodes qualitatives, fondées sur des entretiens semi-directifs, des observations sur le terrain, de l'analyse de paysages, de la cartographie ou encore de l'observation non participante à des groupes de travail. La méthodologie s'articule autour de trois axes thématiques principaux permettant, par les différents outils et méthodes qu'ils mobilisent, de répondre aux hypothèses de recherche : (1) analyse des pactes de territoire en tant que politiques publiques territorialisées, (2) analyse des territoires d'implantation des centrales à charbon, (3) analyse des relations politiques/territoires, c'est-à-dire de la confrontation entre les objectifs annoncés des pactes de territoire avec les réalités de leurs territoires.

Le plan de ce travail de recherche se décompose comme suit. La **première partie** est principalement théorique ; elle pose le cadre contextuel et conceptuel nécessaire à une thèse sur l'énergie en sciences humaines et sociales, et plus particulièrement en géographie, en reliant l'énergie aux enjeux contemporains des sociétés industrialisées.

- Le **chapitre 1** présente la composition des systèmes énergétiques en France et dans le monde, la prédominance du charbon et des énergies fossiles posant des limites (environnementales, géopolitiques) à la durabilité des sociétés et justifiant la recherche de nouvelles trajectoires de transition ;
- Le **chapitre 2** met en débat la notion de « transition énergétique », considérée à la fois comme concept, champ disciplinaire et modèle politique. La lecture qui en est faite

traduit une certaine vision de la société et oriente, selon les compétences et les stratégies propres à chacun, les choix en matière de planification territoriale de la transition ;

- Le **chapitre 3** expose le positionnement théorique de la thèse ; il précise l'intérêt d'adopter une approche territoriale de la transition énergétique, notamment en étoffant la notion de *trajectoire* par les concepts de *ressources*, d'*acteurs* et de *jeux d'échelle*. C'est aussi l'occasion de structurer le sujet de recherche autour du triptyque énergie-territoire-industrie.
- Le **chapitre 4** est un chapitre méthodologique. Il revient plus en détail sur les axes thématiques de la recherche et les différentes approches et techniques d'investigation mobilisées pour la mener à bien.

La **deuxième partie** conduit une première analyse des données empiriques de cette recherche. Elle dévoile les processus institutionnels, économiques et territoriaux qui animent la reconversion des centrales à charbon et révèle les premiers facteurs de détermination de trajectoires territoriales de transition.

- Le **chapitre 5** revient sur la décision étatique de mettre un terme à la production d'électricité à partir de charbon pour 2022. Le calendrier de fermeture est néanmoins doublement mis à l'épreuve : à la suite d'événements majeurs sur la scène internationale d'une part, par la diversité des profils territoriaux des quatre sites d'autre part ;
- Le **chapitre 6** se focalise sur les pactes territoriaux comme dispositifs d'accompagnement des territoires vers de nouvelles trajectoires de développement. Analysant la gouvernance des pactes et la stratégie des différents acteurs, ce chapitre apporte un éclairage critique sur des processus de transition qui se veulent pensés « par le bas » ;
- Le **chapitre 7** décrypte les choix effectués par les acteurs pour la reconversion industrielle des sites et des territoires. Il met en avant l'émergence de nouvelles filières industrielles et la constitution d'écosystèmes énergétiques autour des sites des centrales à charbon.

La **troisième partie** s'intéresse aux effets induits par le choix des trajectoires de reconversion sur les territoires. Il propose *in fine*, par l'analyse des relations entre énergie, territoire et industrie, des clefs de compréhension des mutations en cours dans le système énergétique français.

- Le **chapitre 8** est une étude de cas de la centrale de Gardanne-Meyreuil. L'analyse des conflits qui ont animé le site industriel sur le temps long illustre la non-linéarité des processus de transition et la nécessité d'intégrer les processus conflictuels dans la construction de trajectoires de transition ;
- Le **chapitre 9** questionne quelques défis territoriaux de la transition énergétique et industrielle. À travers les problématiques des ressources et de l'acceptabilité sociale,

comment qualifier le lien entre industrie et territoire à une époque de renouvellement énergétique ?

- Le **chapitre 10** propose d'analyser les sites des centrales thermiques comme de nouveaux objets géographiques, participant à une profonde recomposition de ces anciens espaces productifs et une reconfiguration du système énergétique français à une échelle méso.

PARTIE I

L'ÉNERGIE, UN ENJEU POUR LA DURABILITÉ DES TERRITOIRES ET DES SOCIÉTÉS

À la fois fait de société et objet scientifique, la transition énergétique est au cœur des réflexions contemporaines autour de la durabilité des sociétés industrialisées. Les effets du dérèglement climatique, attribué par le GIEC à des causes anthropiques, révèlent les conséquences de plusieurs siècles de recours aux énergies fossiles – au premier rang desquelles le charbon – qui continuent à se propager dans d'autres parties du globe avec l'industrialisation intensive de nombreux pays, notamment en Amérique du Sud et en Asie. Au regard des dégradations environnementales induites et des injustices socio-spatiales liées à l'exploitation de ressources qui s'amenuisent, la question de la pérennité des modes de vie actuels se pose alors avec acuité. Or, il ne s'agit pas là d'un phénomène purement global et aspatial ; bien au contraire, le dérèglement climatique dénonce l'organisation des sociétés à toutes leurs échelles (du global au local) et dans toutes leurs dimensions (politique, sociale, économique, culturelle, technique, spatiale, etc.). La volonté de transformer les modes de production et de substituer les ressources par d'autres jugées plus 'vertueuses' traduit dès lors un engagement des sociétés dans un processus de transition de leur système productif. Cette « transition » ou « bifurcation » vers un « régime bas-carbone » n'est pas sans soulever un certain nombre d'interrogations quant à sa mise en œuvre, et la grande diversité des solutions techniques, sociales et institutionnelles qui existent rend compte de la multiplicité des trajectoires de développement possibles. La première partie de cette thèse vise donc à présenter le cadre contextuel et conceptuel dans lequel s'est déroulé l'analyse de nos objets d'étude.

La transition énergétique, interprétée comme impératif politique et social, interroge les systèmes énergétiques actuels, largement dominés par les énergies fossiles et par là-même confrontés aux limites de leur propre fonctionnement ; les différentes crises qui se sont succédé au niveau mondial justifient dès lors la recherche de nouvelles trajectoires de développement (**chapitre 1**). La transformation des modèles énergétiques existants, notamment par le développement de nouvelles sources d'énergies jugées à tort ou à raison plus vertueuses, suppose néanmoins une reconfiguration structurelle des territoires. Loin d'être un processus linéaire et uniforme, la transition énergétique s'avère multiple dans ses temporalités, ses modalités et ses échelles de mise en œuvre, traduisant la difficulté à définir et maintenir des trajectoires de transition (**chapitre 2**). À cette fin, la géographie et les sciences humaines et sociales dans leur ensemble ont leur rôle à jouer dans la compréhension des dynamiques de territorialisation de la transition énergétique. Plus spécifiquement, ce travail de recherche invite à se positionner à la croisée de trois objets complexes : le territoire, l'énergie et l'industrie (**chapitre 3**). Les éléments de cadrage une fois posés, un quatrième chapitre présente de manière plus concrète la méthodologie poursuivie tout au long de ce travail d'enquête, en revenant sur les principaux axes de recherche, les méthodes adoptées et le fonctionnement de notre approche comparée (**chapitre 4**).

Chapitre 1
L'énergie, moteur des sociétés

'*You cannot solve a problem using the same thought process that created it'*

Albert Einstein

Présente sous une grande diversité de formes, « *l'énergie [est] à la base du développement du vivant […] comme des sociétés* » (Lévy & Lussault, 2013) et constitue à ce titre une composante essentielle de l'histoire de l'Humanité (Mérenne-Schoumaker, 2011). De l'exploitation de la force animale à l'extraction des hydrocarbures, en passant par la gestion des ressources forestières, du vent, du soleil et la construction de barrages hydroélectriques, l'énergie se révèle une clef de lecture des rapports des sociétés à l'environnement à travers le temps et l'espace. Traversé par des bouleversements climatiques et environnementaux de grande ampleur, le début du XXIe siècle marque un tournant majeur dans l'appréhension de la question énergétique, révélant la nécessité de penser de nouvelles trajectoires de développement pour les sociétés. Ce premier chapitre propose de dresser le contexte énergétique et environnemental dans lequel s'inscrit l'objet de ce travail de recherche.

Il revient dans un premier temps sur le concept d'énergie et la pluralité des sens qui lui sont attribués. Les différentes transformations qu'elle peut être amenée à subir par l'action de l'Homme prennent sens dans la constitution de systèmes énergétiques complexes, qui relient les aspects énergétiques aux dimensions sociales, politiques, économiques, territoriales de nos sociétés. Dans un deuxième temps, la description du paysage énergétique mondial au début du XXIe siècle révèle la forte dépendance des sociétés industrialisées aux énergies fossiles – au premier rang desquelles le charbon – qui tend à s'accentuer avec l'industrialisation progressive de nouveaux pays et l'augmentation des consommations mondiales d'énergie ; le développement croissant des énergies dites renouvelables depuis les années 2000 marquant une nouvelle étape dans l'évolution des systèmes énergétiques. Enfin, ces systèmes sont confrontés à un certain nombre de crises, plus ou moins marquées dans le temps : la conscientisation généralisée de la crise environnementale tout d'abord, qui trouve ses prémices à partir des

années 1970 et conduit progressivement à une remise en cause de nos modes de production et de consommation de l'énergie ; la crise sanitaire de la Covid-19 en 2020, qui amène certains États à reconsidérer leur politique industrielle dans une perspective de souveraineté et d'indépendance ; et le conflit entre la Russie et l'Ukraine en 2022, qui révèle la dépendance de l'Union Européenne au gaz d'importation et les risques induits en matière de sécurité énergétique.

1. De la physique à la technique

L'énergie est avant toute chose un élément naturel, dont l'Homme apprend la maîtrise pour en développer les usages. La multiplicité de ses formes se retrouve alors dans la diversité de ses pratiques passées et présentes, et ouvre la voie à de futures opportunités. Mobilisée tout au long de ce travail, nous en donnerons ici quelques éléments de définition qui s'attacheront à faire ressortir la diversité de ses exploitations et leurs limites.

1.1. *Energeia,* la force en action

Apports théoriques de la physique

L'énergie est au cœur du développement de toute chose, du vivant aux sociétés. Elle est à la base de la photosynthèse chez les plantes, de la motricité des animaux, des courants marins mais aussi du fonctionnement des véhicules thermiques, du chauffage des habitations et de la production d'électricité. Cette omniprésence sous une diversité de forme contribue à son caractère abstrait et rend difficile d'en saisir la nature (Guedj & Mayrargue, 2014). Sa définition est d'autant plus délicate que « *l'énergie n'existe qu'au travers des phénomènes qu'elle rend possibles par ses échanges et par ses transformations* » (Hauet & Malet, 2014, p. 22). Seuls ses effets sont ainsi visibles, sous forme de chaleur, de mouvement, de lumière. Ce concept est par ailleurs « *victime d'une polysémie fulgurante* » dans le langage courant, ce qui concourt à sa complexité théorique : « *il désigne tout aussi bien la force que la puissance, ou la vigueur, l'élan, le dynamisme, la volonté* » (Klein, 2017, p. 39). Pour appréhender ce concept, certains auteurs adoptent alors une approche historique permettant de l'insérer dans un réseau de savoirs scientifiques et culturels (Guedj & Mayrargue, 2014).

Tirant son origine du grec *energeia* qui signifie « force en action »[3], le terme d'énergie est aussi un dérivé de *ergon*, le « travail »[4]. De manière simplifiée, il désigne la force à fournir pendant un temps donné pour accomplir une action[5]. Au XIXe siècle, l'énergie est progressivement utilisée par le champ de la physique pour mesurer la capacité d'un système à

[3] Ety. *ενεργεια* (*energeia*) « force en action » par opposition à *δυναμις* (*dynamis*) « force en puissance ».
[4] D'après le Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL).
[5] Selon la célèbre formule $E=mc^2$ d'A. Einstein formulée en 1905

modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, un rayonnement électromagnétique ou de la chaleur. Les travaux précurseurs de physiciens tels que S. Carnot et W. Thomson au milieu de XIXe siècle sur les machines thermiques ont identifié l'énergie comme une « *donnée commune et unificatrice de toutes les transformations envisageables* » (Guedj, 2006, p. 44). Ce concept acquiert ensuite son acceptation moderne en même temps qu'émerge et se structure un nouveau champ d'étude dans les travaux scientifiques : la thermodynamique (Lévy & Lussault, 2013). Celle-ci permet d'éclairer les dynamiques qui régissent les transformations subies par l'énergie pour passer d'une forme à une autre en posant deux principes fondamentaux (Favennec et al., 2009). Le principe de conservation de l'énergie[6] énonce que celle-ci ne peut ni se créer, ni se détruire mais seulement se transformer ; la quantité d'énergie au début d'une transformation se retrouve intégralement à la fin du processus mais sous des formes variées (électricité, lumière, chaleur, déplacement). Le principe de dégradation de l'énergie[7] postule quant à lui que « *la quantité d'énergie finale* [utilisable] *est toujours inférieure à la quantité d'énergie brute de départ* » (Debeir et al., 2013, p. 19) car une partie de l'énergie s'est « perdue » sous d'autres formes. L'enjeu des sociétés modernes est donc d'optimiser les convertisseurs qui permettent la transformation de l'énergie initiale en énergie finale pour améliorer les rendements et limiter les pertes d'énergie. De fait, les transformations n'étant pas réversibles[8], « *nous sommes tributaires des stocks existants et toute transformation s'accompagne de pertes parfois importantes* » (Mérenne-Schoumaker, 2011, p. 98). Au regard de ces premiers éléments de compréhension, l'énergie peut ainsi se définir comme « *l'apport nécessaire à un système matériel pour lui faire subir une transformation (déplacement, modification de la forme ou changement de structure)* » (*ibid.*, p.15).

Les différentes formes de l'énergie

Comme il a été dit précédemment, l'énergie existe sous de multiples formes[9] parmi lesquelles l'énergie mécanique, thermique, chimique, électrique, nucléaire, rayonnante (Favennec et al., 2009). Ces formes d'énergie sont accessibles via différentes sources : la force musculaire des Hommes et des animaux, les végétaux (par la combustion), les déchets, le vent, les eaux vives, la géothermie, le soleil, les combustibles fossiles et les éléments fissiles (Mérenne-Schoumaker, 2011). Deux grandes catégories énergétiques ont ainsi été inventées par les économistes dans le courant du XXe siècle (Missemer, 2020) : on distingue d'une part les

[6] William Thomson, *On the dynamical theory of heat, with numerical results deduced from Mr Joule's equivalent of a thermal unit, and M. Regnault's observations on steam*, *Philosophical magazine*, série 4, 4/23 (1852), 8-21, 105-117, 168-176, 424-434.
[7] Sadi Carnot, *Réflexions sur la puissance motrice du feu* (1824), éd. critique par R. Fox (Paris : Vrin, 1978).
[8] Par exemple, les freins peuvent ralentir une voiture en transformant l'énergie cinétique en chaleur mais on ne peut faire avancer une voiture en chauffant les freins (Favennec, 2009).
[9] Chacune de ces formes ayant des pouvoirs calorifiques spécifiques, la comparaison est permise par le recours à une unité de mesure commune, la tep (tonne équivalent pétrole), imposée par l'AIE.

énergies dites *de stock*, issues de « *ressources naturelles non reproductibles à l'échelle humaine et dont la consommation d'une unité conduit à une dispersion thermodynamique* » (*ibid.*, p.231). D'autre part, les énergies dites *de flux* sont issues de gisements naturels cycliques (vent, soleil, marée, chaleur terrestre) et sont inépuisables car en permanence renouvelées. Généralement, les énergies se différencient selon leur origine, leurs applications (chauffage, mobilité) et leur caractère renouvelable ou non. Cependant, depuis quelques années, une nouvelle catégorie a fait son apparition pour dépasser la dichotomie renouvelable/non renouvelable : l'énergie diffuse (Labussière & Nadaï, 2015). Cette approche plus géographique apporte un nouvel élément de différenciation des énergies selon le degré de matérialité de la ressource (le solaire ou l'éolien sont dans des états très diffus en comparaison des ressources fossiles, beaucoup plus localisées et fixées spatialement). Le caractère diffus d'une énergie permet d'appréhender les conséquences sur son exploitation car il peut nécessiter un travail supplémentaire sur la ressource et générer des mutations sociales plus ou moins importantes[10].

Quelle que soit son origine et sa renouvelabilité, la consommation d'énergie nécessite une ou plusieurs transformation(s) de la ressource afin de la rendre utilisable par l'Homme. Il existe quatre stades de transformation selon l'état de la ressource énergétique : « [1] *l'énergie primaire correspond à l'énergie telle que la nature nous la livre ;* [2] *l'énergie secondaire est une énergie primaire qui a subi une transformation ;* [3] *l'énergie finale correspond à l'énergie livrée aux différents secteurs consommateurs via les circuits et les réseaux de distribution ;* [4] *l'énergie utile est celle qui résulte de la satisfaction d'un besoin énergétique* » (Mons, 2008, p. 10). La réalisation de ces transformations successives exige des apports énergétiques supplémentaires, c'est ce qu'on appelle l'*énergie grise*. Invisible, elle regroupe toutes les énergies utilisées et consommées pour créer le produit énergétique final, le transporter vers les sites de distribution, le stocker, le distribuer, le vendre, l'utiliser (Total Energies, 2018). Combinée aux pertes d'énergie inhérentes aux transformations – conformément au second principe de la thermodynamique –, l'obtention d'énergie finale utilisable par l'Homme implique donc de mobiliser de grandes quantités d'énergie brute. Ces besoins justifient en partie le recours massif aux énergies fossiles, facilement mobilisables et avec de forts pouvoirs calorifiques, faisant perdurer des modes de production aujourd'hui questionnés. Energies primaires, énergies secondaires, énergie grise, transformations, convertisseurs, tous ces éléments s'intègrent et s'articulent au sein de systèmes énergétiques.

[10] « *Explorer la transition énergétique : suivre les processus de concentration de ressources énergétiques diffuses* », compte-rendu de la séance du 7 mars 2016 avec Olivier Labussière et Yannick Régnier

1.2. Maîtriser l'énergie : de systèmes en sociétés

Des systèmes fondés sur les techniques et les technologies mais dépendants de facteurs sociaux, politiques, économiques

A la fin des années 1980, J. D. Chapman (1989) définit un système énergétique comme l'ensemble des étapes nécessaires pour passer de l'énergie primaire à l'énergie finale afin de permettre le bon fonctionnement de toute société humaine. Cette définition qui indique le caractère linéaire des transformations nécessaires successives a par la suite été retravaillée pour davantage souligner l'aspect systémique de la production énergétique. De fait, les étapes de transformation ne peuvent résumer à elles seules les relations entre énergie et société. L'énergie une fois transformée nécessite vecteur et réseau de transport et de distribution pour l'amener jusqu'aux lieux de consommation. Ces réseaux sont composés « *d'arcs longue distance à gros débit, de mailles plus serrées, de réseaux nationaux et régionaux jusqu'aux réseaux de distribution locale à débit plus faible* » (Chabrol, 2016, p. 26). Ils sont en ce sens multi-échelles et arborescents, et contribuent à façonner les paysages et les territoires. Un système énergétique rassemblerait alors « *l'ensemble des convertisseurs, des moyens de transport et des moyens de stockage pour la production, le transport […], le stockage [et la distribution] d'un produit énergétique* » (Ma, 2012, p. 41). Par ailleurs, l'énergie ne peut s'appréhender uniquement comme une simple variable technique car « *elle rend compte de choix de société qui engagent des institutions, des systèmes politiques, économiques et sociaux. Sa production comme sa diffusion reposent sur une diversité d'acteurs en interaction : des décideurs, des collectifs mobilisés, des consommateurs* » (Christen & Hamman, 2015, p. 2). Au-delà des aspects technico-techniques, un système énergétique repose en ce sens sur de nombreux facteurs socio-économiques, tels que les politiques publiques mises en place, les régulations par les marchés économiques, l'intégration territoriale des infrastructures : il « *englobe tous les jeux d'acteurs et les dispositifs de régulation économique, sociale, environnementale, permettant d'assurer l'usage de l'énergie, quel qu'il soit et quelle que soit la nature des énergies mobilisées* » (Ademe, 2019, p. 7).

Afin de rendre compte de la diversité et de la multiplicité des dimensions présentes dans la mise en œuvre des processus productifs, les relations société-énergie sont donc envisagées sous forme de système complexe[11] composé d'une multitude d'éléments évolutifs et en interaction. Ajoutant une perspective sociale et politique à la dimension technique, un système énergétique peut se concevoir comme une « *combinaison originale de diverses filières de convertisseurs qui se caractérisent par la mise en œuvre de sources d'énergie déterminées et par leur interdépendance, à l'initiative et sous le contrôle de classes ou de groupes sociaux, lesquels se développent et se renforcent sur la base de ce contrôle* » (Debeir et al., 2013, p. 25). Cette

[11] Les systèmes complexes sont généralement définis selon quatre dimensions : interaction, globalité, organisation, complexité (Morin, 1985)

définition introduit ici la notion de rapports de force entre groupes sociaux (ou territoires) pour le contrôle de la ressource énergétique, ce qui entretient entre autres des liens directs avec les enjeux géopolitiques de l'énergie.

Comme nous allons le voir par la suite (cf. chapitre 1, 2.1.), le système énergétique actuel est l'aboutissement des précédents systèmes dominants successifs (Fouquet & Pearson, 2012; Smil, 1994, 2017). Nonobstant les singularités propres à chaque système, ils partagent quelques caractéristiques communes: (1) les systèmes énergétiques ont une élasticité technique et sont en perpétuelle évolution, ils n'atteignent donc leur optimum que dans la durée ; (2) ils voient ressurgir des techniques énergétiques anciennes ; (3) ils sont le théâtre d'une concurrence constante entre leurs différentes filières ; (4) les aires d'approvisionnement varient dans le temps et dans l'espace (Debeir et al., 2013).

Energie et développement des sociétés

Présenté comme « *l'oxygène du développement* » (Hauet & Malet, 2014, p. 2), l'énergie entretient des liens étroits et anciens avec l'évolution des sociétés. Comme il a été énoncé dans les travaux précurseurs de P. George dans le premier ouvrage de *Géographie de l'énergie,* « *la production et l'utilisation de l'énergie sont une des conditions techniques fondamentales de la production en général et de la progression des sociétés humaines. De leur importance dépend l'aptitude des divers groupements humains à produire ce qui leur est nécessaire pour vivre et pour assurer leur dépendance économique* » (George, 1950). En prenant nos distances vis-à-vis de la notion de progrès, fortement critiquée dans les années 1980[12] puis dans le champs des humanités environnementales (Bouveresse, 2017; Wahnich, 2010), nous conserverons l'idée que l'énergie a évolué de pair avec les mutations de nos sociétés. Cette codépendance a tout particulièrement été illustrée par les révolutions industrielles qui ont transformé les pays occidentaux au cours du XIXe siècle (Carbonnier & Grinevald, 2011) et ont marqué le passage d'un système agro-énergétique à un système thermo-énergétique (Brücher, 2009). La redéfinition à l'échelle planétaire des lieux d'extraction, de distribution et de production des ressources fossiles a mené à des reconfigurations majeures des sociétés en matière de flux, d'échanges et de consommation de l'énergie. En intégrant tout d'abord « l'ère du charbon » au XIXe siècle puis « l'ère du pétrole » au siècle suivant (Connor-Lajambe, 2000), les systèmes énergétiques ont ainsi connu des modifications majeures avec l'avènement des énergies fossiles.

[12] Dans *Science et raison* (1986), G. H. von Wright avait remis en question certaines de nos croyances contemporaines les plus fondamentales, en particulier la croyance au progrès. Dans son sillage, le philosophe L. Wittgenstein critique le « mythe moderne du progrès », en dénonçant l'idée d'un progrès moral dans l'histoire et la conception selon laquelle ce monde est un endroit où l'on vit mieux que cela n'a jamais été le cas auparavant (Bouveresse, 2002). Ces critiques du progrès ont par la suite été reprise dans le champ des humanités environnementales.

1.3. De multiples source d'énergie aux impacts environnementaux différenciés

Les énergies fossiles historiques et émergentes

Au début du XXIe siècle, près de 80% de la consommation d'énergie mondiale repose sur l'exploitation de ressources fossiles (Chabrol, 2016). Ces ressources sont multiples mais ont pour caractéristique commune d'être présentes en grandes quantités dans les sols et les sous-sols, bien que réparties de manière inégale sur la surface du globe (Mazzucchi, 2017). On distingue deux grandes catégories. Tout d'abord, les hydrocarbures conventionnels rassemblent les ressources énergétiques faciles à exploiter, caractérisées par une forte concentration spatiale, et leur exploitation nécessite l'utilisation de technologies matures aux niveaux techniques et économiques. Ces ressources ont fortement contribué au développement des sociétés modernes depuis les révolutions industrielles du XVIIIe et du XIXe siècle, ce sont principalement le charbon, le pétrole et le gaz. Du fait de l'inégale répartition spatiale de ces ressources, qui induit de lourdes contraintes économiques et géopolitiques, et de l'épuisement annoncé des réserves fossiles (cf. chapitre 1, 3.1.), des recherches sont menées aux niveaux industriel, politique et académique pour trouver des solutions de remplacement dans une perspective de pérennisation du système énergétique dominant. Depuis une cinquantaine d'années, une nouvelle catégorie de ressources fossiles semble ainsi venir répondre à ces deux problématiques : les hydrocarbures non conventionnels. Ceux-ci mobilisent des ressources énergétiques plus difficiles à exploiter que les réservoirs « traditionnels », et leur exploitation nécessite des technologies encore coûteuses et risquées. Ces énergies émergentes sont par exemple le gaz de schiste, de plus en plus exploité notamment aux États-Unis[13], ou encore le gaz de charbon, dont certains sites sont explorés – mais non exploités – dans l'ancien bassin houiller de Lorraine (Beauloye, 2020)[14]. Dans une perspective de diminution de l'offre en énergies fossiles, l'arrivée de ces produits non conventionnels semble venir retarder la mise en œuvre de solutions nouvelles et décarbonées (Le Treut, 2022).

Ces ressources fossiles, abondantes, ont un impact non négligeable sur l'environnement. Elles sont notamment responsables de 80% des émissions mondiales de Gaz à Effet de Serre (GES), des gaz polluants rejetés dans l'atmosphère : dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote, gaz fluorés (Perthuis, 2022). Le secteur de l'énergie est tout particulièrement émetteur de dioxyde de carbone (CO_2) (**Tableau 1**). D'après le tableau ci-dessous, qui synthétise les bilans carbone de différentes sources d'énergie, le charbon est la principale source émettrice de CO_2 (1 058 gCO_2e/kWh) et le nucléaire celle qui en émet le moins (6 gCO_2e/kWh).

[13] Parlement Européen, *The Shale Gas 'revolution' in the United States: Global implications, options for the UE, Policy briefing*, DG EXPO/B/PolDep/Note/2013_124 , avril 2013

[14] On trouve aussi les sables bitumineux, les huiles lourdes et extra-lourdes, les schistes bitumeux, les pétroles de schiste et dans une certaine mesure les puits *offshore* de grande profondeur (Duruisseau, 2016)

	Source d'énergie	Emissions de CO_2 (gCO_2e/kWh)[15]
Energies fossiles	Gaz naturel	443
	Centrale charbon	1 058
	Centrale fioul	730
	Pétrole lourd	778
Energies renouvelables	Centrale hydraulique	10
	Eolien terrestre	10
	Eolien en mer	9
	Photovoltaïque	25,2
	Biomasse (déchets de bois)	32
	Géothermie	38
Energie nucléaire	Centrale nucléaire	6

Tableau 1. Émissions de CO_2 des différentes sources d'énergies pour la production d'électricité en France.
Source : Bilan GES de l'ADEME, méthode dite « saisonnalisée par usage »

La « renouvelabilité » de certaines énergies en débat

D'autres sources d'énergie se distinguent par leur caractère « renouvelable », c'est-à-dire par leur potentiel d'exploitation sur le temps long. Contrairement aux énergies *de stock*, ces énergies renouvelables ne se tarissent théoriquement pas dans le temps car elles font appel à des source inépuisables comme le vent, le soleil, les marées, ou la chaleur du sol. En réalité, cette « renouvelabilité » est à nuancer car elle n'a de sens que par rapport à un référentiel humain (Hauet & Malet, 2014). En effet, les « stocks » des énergies fossiles se régénèrent et se reconstituent tout autant que les autres grâce à la décomposition des matières organiques dans les sols. Ce processus, qui aboutit à la formation de réserves fossiles (charbon, hydrocarbures conventionnels ou non, etc.), met cependant plusieurs millions d'années à se réaliser. Le caractère renouvelable d'une ressource s'expliquerait alors davantage par la vitesse de reconstitution de la réserve au regard de son exploitation par les sociétés que par sa « finitude ».

Il semble important aussi de clarifier la distinction entre « énergie renouvelable » et « énergie décarbonée » (**Figure 1**). Une source d'énergie peut se reconstituer plus ou moins rapidement dans le temps et paraître inépuisable sans pour autant être neutre pour l'environnement ; c'est le cas notamment de l'énergie issue de la biomasse (matières organiques végétales et animales) dont la combustion rejette du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Inversement, d'autres sources d'énergie sont décarbonées mais nécessitent pour leur exploitation le recours à des minéraux ou matières géologiques présentes en quantités limitées, comme l'énergie nucléaire, qui dépend massivement d'apports en uranium.

[15] Le bilan carbone se base sur une analyse du cycle de vie des produits énergétiques, et prend donc en compte les rejets de GES lors du processus de fabrication (extraction des matières premières, assemblages…), du transport, de l'usage et du recyclage. Ce calcul explique en grande partie la part importante des émissions de CO_2 des énergies « renouvelables », qui n'ont en réalité de décarbonée que la production. Par ailleurs, ces chiffres sont spécifiques à la France car ils varient selon les modes de production des infrastructures et l'origine des matériaux.

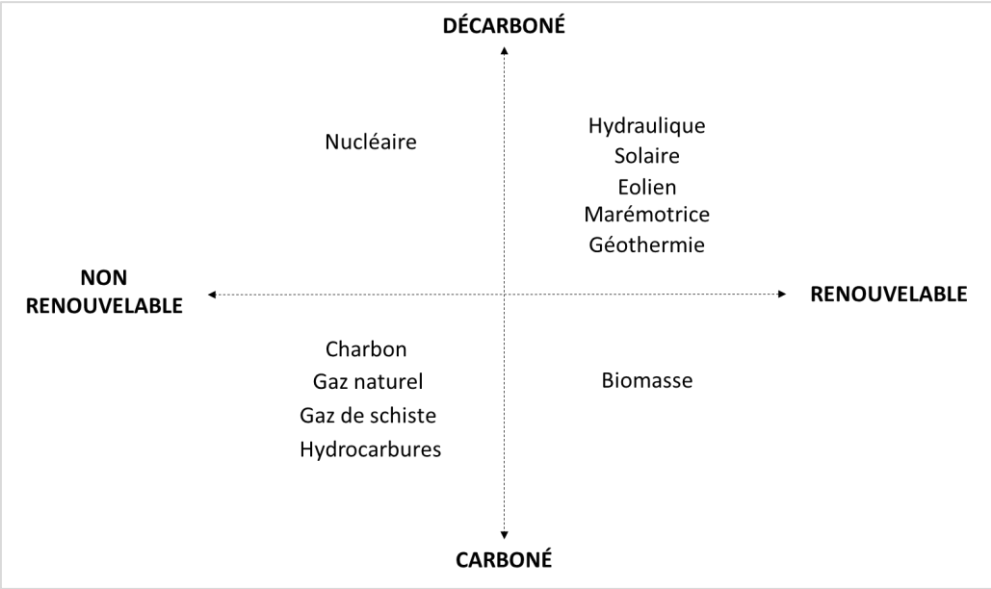


Figure 1. Classification des sources d'énergie selon leur caractère renouvelable et leur teneur en carbone lors de leur production d'énergie. Réalisation : S. Perroux, mars 2023

La notion de « renouvelabilité » d'une ressource a des contours flous et mouvants, et ne fait pas l'unanimité pour toutes les sources considérées. L'énergie issue de la biomasse est ainsi qualifiée de renouvelable par le Ministère de la Transition Ecologique en France[16] bien que des associations et experts scientifiques dénoncent la vitesse d'exploitation des ressources forestières, bien trop élevée au regard de la durée de croissance des arbres. La particularité pour cette ressource « abondante » est donc d'en « *assurer le renouvellement durable* [face] *à une demande croissante* » (É. Evrard & Poinsot, 2013, p. 133). De même, l'énergie nucléaire – énergie décarbonée mais non renouvelable – voit sa perception changer dans les milieux politiques. Vivement défendue par la France, elle fut intégrée à la nouvelle directive révisée sur les énergies renouvelables (RED 3)[17] publiée au Journal Officiel de l'Union Européenne le 31 octobre 2023. Cette intégration dans la taxonomie européenne[18] doit permettre la production d'hydrogène à partir de nucléaire[19] ; et la garantie d'une production décarbonée passe par la reconnaissance du nucléaire en tant qu'énergie « verte ». Enfin, le terme « renouvelable » est à prendre avec précaution car il dissimule sous des aspects temporels et productifs vertueux les conséquences environnementales de certaines infrastructures. Si l'on prend l'exemple de l'hydroélectricité, la taille des barrages rencontre un effet de seuil lorsque les impacts sur les milieux deviennent irréparables : abaissement du niveau des nappes phréatiques, baisse locale de la température des rivières, assèchement des vallées, disparition d'espèces, etc. (Ginocchio & Viollet, 2012).

[16] Site Internet du Ministère : https://www.ecologie.gouv.fr/biomasse-energie
[17] La première Directive sur les Energies Renouvelables, validée par la Commission Européenne en 2018, a fixé à 32% la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique européen d'ici 2030. Cet objectif a ensuite été augmenté à 38-40% dans le cadre de la nouvelle directive européenne RED II, en juillet 2021.
[18] La taxonomie européenne classifie les activités économiques ayant un impact favorable sur l'environnement.
[19] Commission Européenne, *Complementary Climate Delegated Act*, février 2023.

L'énergie prend des formes multiples et fait appel à une grande variété de sources, qui possèdent chacune des caractéristiques qui leur sont propres en matière d'émissions de GES, de renouvelabilité, d'intermittence, de facteur de charge, de coût d'exploitation, etc. Le choix d'une ressource et de son mode de production appelle alors un arbitrage entre ces caractéristiques, les besoins à pourvoir (état de la consommation), les contraintes et les opportunités (disponibilité de la ressource, coût...). Les systèmes énergétiques mondiaux actuels témoignent des choix qui ont été faits depuis près d'un siècle d'exploiter massivement les ressources fossiles, l'augmentation de la production d'énergie allant de pair avec la hausse des consommations.

2. Un paysage énergétique mondial fortement dépendant des énergies carbonées

Depuis la Révolution Industrielle du XIXe siècle, les systèmes énergétiques des pays industrialisés ont vu croître la part des énergies fossiles, faisant reposer sur des ressources fortement carbonées une production et une consommation en constante augmentation. Le développement des énergies renouvelables au XXIe siècle marque une nouvelle étape dans l'évolution des systèmes énergétiques, reconfigurant les réseaux nationaux et transnationaux.

2.1. Une consommation énergétique en croissance

Les effets de la forte croissance démographique mondiale et des nouveaux pays industrialisés

En novembre 2022, la population mondiale dépassait la barre des 8 milliards d'êtres humains sur Terre, d'après les chiffres de l'Organisation des Nations Unies[20]. Cette évolution, alors que la population ne comptait qu'un milliard d'habitants en 1800, témoigne de l'ampleur de la croissance démographique à l'échelle mondiale depuis moins de deux siècles, qualifiée parfois « d'explosion démographique » (David, 2020, p. 9). Avec des estimations prévoyant 10 milliards d'habitants d'ici 2050, les spécialistes craignent que cette accélération de la croissance ne menace l'équilibre planétaire à plus ou moins long terme. Malgré un ralentissement du rythme de progression ces vingt dernières années, les conséquences sociales, économiques, environnementales et sanitaires restent significatives. En ce qui concerne le domaine de l'énergie, la forte croissance démographique a accompagné une hausse presque exponentielle de la consommation d'énergie mondiale. Celle-ci a été multipliée par 9 au cours du XXe siècle (Acket & Vaillant, 2011), principalement en raison du faible coût des énergies fossiles qui a permis l'essor des systèmes énergétiques carbonés.

[20] United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2022). *World Population Prospects 2022* : *Summary of Results.* UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3

En 2021, la consommation mondiale d'énergie primaire s'élevait ainsi à 173 333 térawattheures (TWh), soit plus du double qu'en 1979 (83 700 TWh)[21]. On observe aussi un essor de 5,8% dans la consommation énergétique par rapport à 2020, fortement marquée par la pandémie de Covid-19[22] ; le niveau de consommation est par ailleurs plus élevé qu'avant la pandémie avec une augmentation de 1,3% en 2020 par rapport à 2019. Il y a donc eu un rebond dans la production énergétique à la suite de la reprise postpandémie, qui s'accompagne par ailleurs d'une forte hausse des émissions de CO_2, particulièrement dans les secteurs des transports, de l'industrie et de l'approvisionnement énergétique[23].

Globalement, la hausse générale de la demande s'explique par l'amélioration du niveau de vie dans de nombreux pays et par l'entrée sur les marchés mondialisés d'économies dites « émergentes » [24], pour qualifier des pays tels que la Chine, l'Inde, le Brésil, etc. Aussi désignés par les institutions internationales et certains milieux scientifiques comme des « pays en voie de développement » par opposition aux « pays développés », nous leur préférerons ici les termes de « pays récemment industrialisés » – par la remise à jour du concept de Nouveaux Pays Industrialisés[25] – afin de rendre compte de la place et du rôle de l'industrie dans leur économie (Figuière & Guilhot, 2015)[26] et justifier davantage de l'état de leurs systèmes énergétiques. Nous mettons ce faisant en avant l'idée que le degré d'industrialisation est le miroir d'une organisation territoriale spécifique et permet d'expliquer, au moins partiellement, la structuration des systèmes énergétiques.

Depuis quarante ans, le continent asiatique a contribué aux trois quarts de la croissance de la consommation énergétique mondiale (**Figure 2**), passant de 18 TWh d'énergie finale consommée en 1979 à 79 TWh en 2019. La consommation en Europe/Russie et en Océanie a connu une très légère augmentation sur cette même période, tandis que l'Afrique, qui est en comparaison le continent le moins consommateur d'énergie, a vu sa consommation doubler. Les estimations de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) prévoient un renforcement de cette dernière tendance avec la poursuite de l'électrification des pays d'Afrique, qui va accroître la demande en énergie sur le continent (Cantoni & Musso, 2017). Entre 2021 et 2040, la

[21] Agence Internationale de l'Énergie, *Perspectives énergétiques mondiales*, 2022.
[22] BP « *Statistical Review of World Energy 2022* ».
[23] Agence Européenne pour l'Environnement, *Trends and Projections in Europe*, 2022.
[24] Le *Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales* (CEPII, 1996) définit le concept de pays émergent à partir de trois critères : le niveau de richesse, la participation croissante aux échanges internationaux de produits manufacturés, l'attraction exercée sur les flux internationaux de capitaux. Cette classification est devenue l'un des thèmes les plus débattus par les chercheurs car elle repose sur des critères purement économiques, considérés par certains comme trop subjectifs (Mbaloula, 2011).
[25] La création de la catégorie « nouveaux pays industrialisés » à la fin des années 1970 a été motivée par le dynamisme des Dragons : Corée du Sud, Singapour, Taïwan, Hong Kong (Chaponnière, Lautier, 2014 ; Régnier, 2007).
[26] La catégorie des NPI a plus tard laissé la place à celle des « pays émergents » pour rendre compte autant de l'offre économique (insertion dans la division internationale/régionale du travail) que de la demande (marchés émergents).

consommation d'électricité devrait ainsi augmenter de 50% à l'échelle du globe[27]. Ces disparités géographiques dans la consommation d'énergie, liées aux « *différences de développement économique et social à l'échelle mondiale, mettent clairement en évidence les inégalités d'accès aux ressources de toutes les populations du globe* » (David, 2020, p. 186).

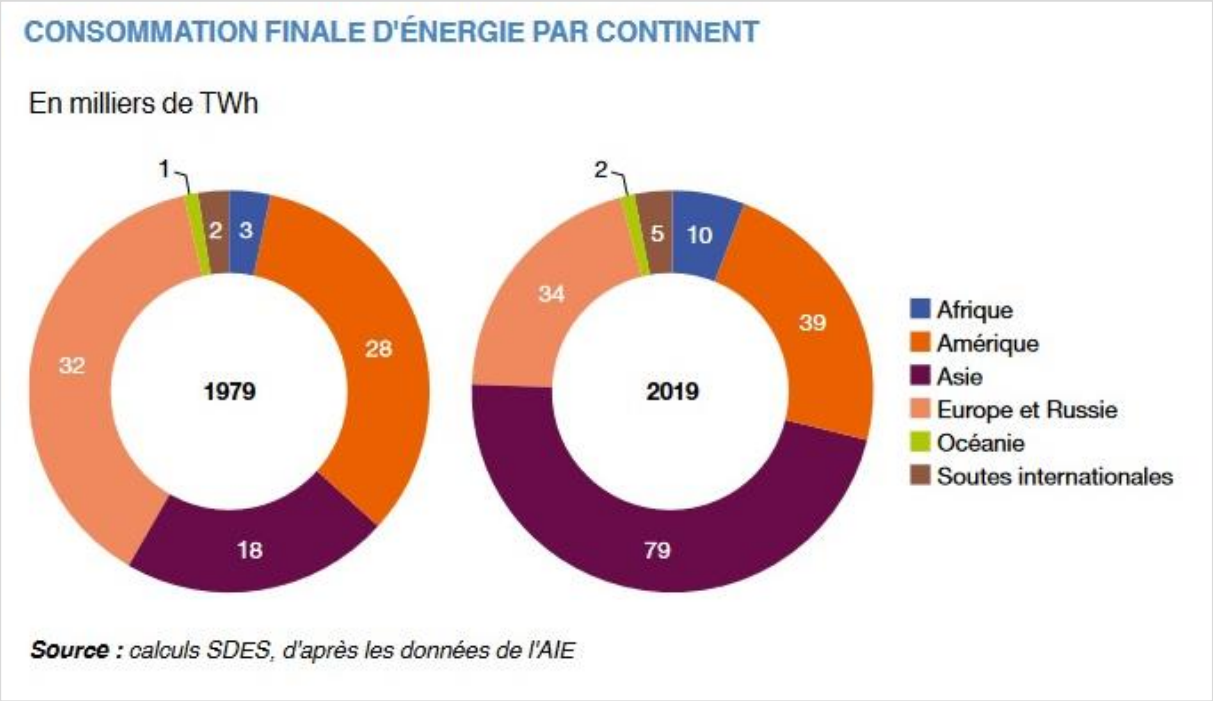


Figure 2. Évolution de la consommation finale d'énergie par continent entre 1979 et 2019.
Source : Ministère de la Transition écologique, *Chiffres clés de l'énergie*, Edition 2022

Une dépendance mondiale aux énergies fossiles

Depuis plus d'un siècle, les énergies fossiles dominent le mix énergétique primaire mondial, avec 82% de la consommation mondiale d'énergie et 61% de la production d'électricité qui sont assurées par trois sources : le pétrole, le gaz naturel et le charbon (**Figure 3**). Le charbon a en particulier compté à lui seul pour 36% du mix électrique mondial en 2021, témoignant de la dépendance de la production mondiale à cette ressource fossile (Mazzucchi, 2017). Les travaux de V. Smil (2017) sur les rapports qu'entretiennent les civilisations avec les différentes sources d'énergie montrent que, jusqu'au milieu du XIXe siècle, la biomasse traditionnelle (bois, déchets végétaux, charbon de bois) était la principale source d'énergie dans le monde. Un changement majeur s'opère ensuite avec la Révolution Industrielle qui voit l'avènement du charbon puis celui du pétrole et du gaz au cours du XXe siècle. L'exploitation massive de ces ressources géologiques a grandement contribué à façonner les paysages et les systèmes énergétiques des pays industrialisés, structurant une « *nouvelle organisation territoriale* » (Deshaies, 2020, p. 26). Dans les années 1950, le développement de l'énergie

[27] Agence Internationale de l'Énergie, *Perspectives énergétiques mondiales*, 2022

hydraulique et nucléaire marque ensuite un premier pas vers une production énergétique moins carbonée, bien que leurs apports restent minimes sur la totalité de la consommation mondiale.

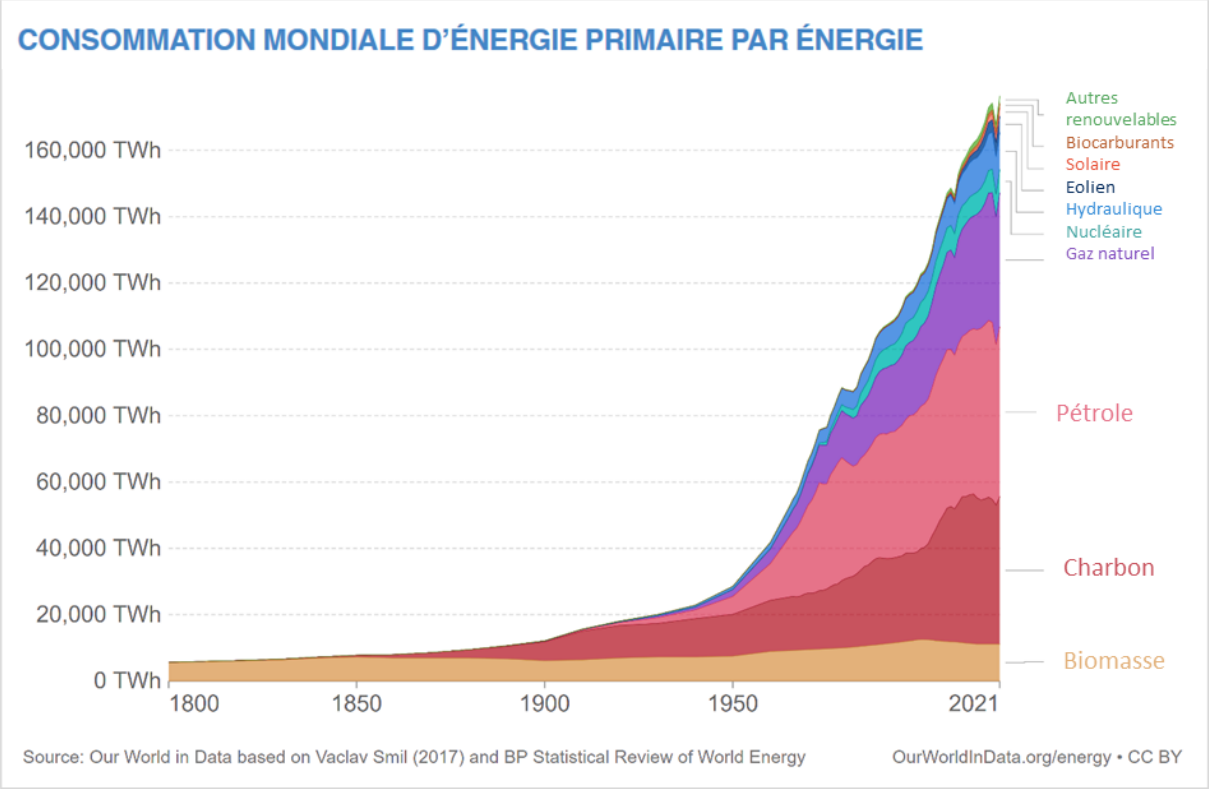


Figure 3. Évolution de la consommation mondiale d'énergie primaire par énergie de 1800 à 2021.
Source : Ministère de la Transition écologique, *Chiffres clés de l'énergie*, Edition 2022

Le déploiement des énergies renouvelables à partir des années 2000 (principalement le solaire, l'éolien et les biocarburants) vient compléter la diversification du mix énergétique mondial et renforce la tendance à la décarbonation de la production. Les filières photovoltaïque et éolienne (terrestre et *offshore*) sont en 2020 considérées matures et compétitives ; on observe un développement soutenu avec près de 100 GW de solaire et 60 GW d'éolien mis en service chaque année au niveau mondial (Burtin, 2020). Il n'y a cependant pas de substitution des modes de production de l'énergie mais plutôt un élargissement des sources d'approvisionnement, entraînant *de facto* un « empilement énergétique » (Hache et al., 2019).

2.2. Le système énergétique français et le pari du nucléaire

Une production d'électricité largement assurée par l'énergie nucléaire

En 2021, la France a produit 1 524 TWh d'énergie primaire ; elle n'en produisait en 1970 que 600 TWh (**Figure 4**). Pour répondre à une demande croissante en énergie, le pays a fait du nucléaire l'élément central de son mix énergétique dès les années 1970, en réponse à la crise du pétrole (Deshaies, 2014b). Le nucléaire répondait aussi à une volonté politique forte en

matière de souveraineté nationale, il s'agissait alors de limiter la sensibilité du système énergétique aux aléas géopolitiques pour en garantir la sécurité d'approvisionnement (Vaïsse, 2018).

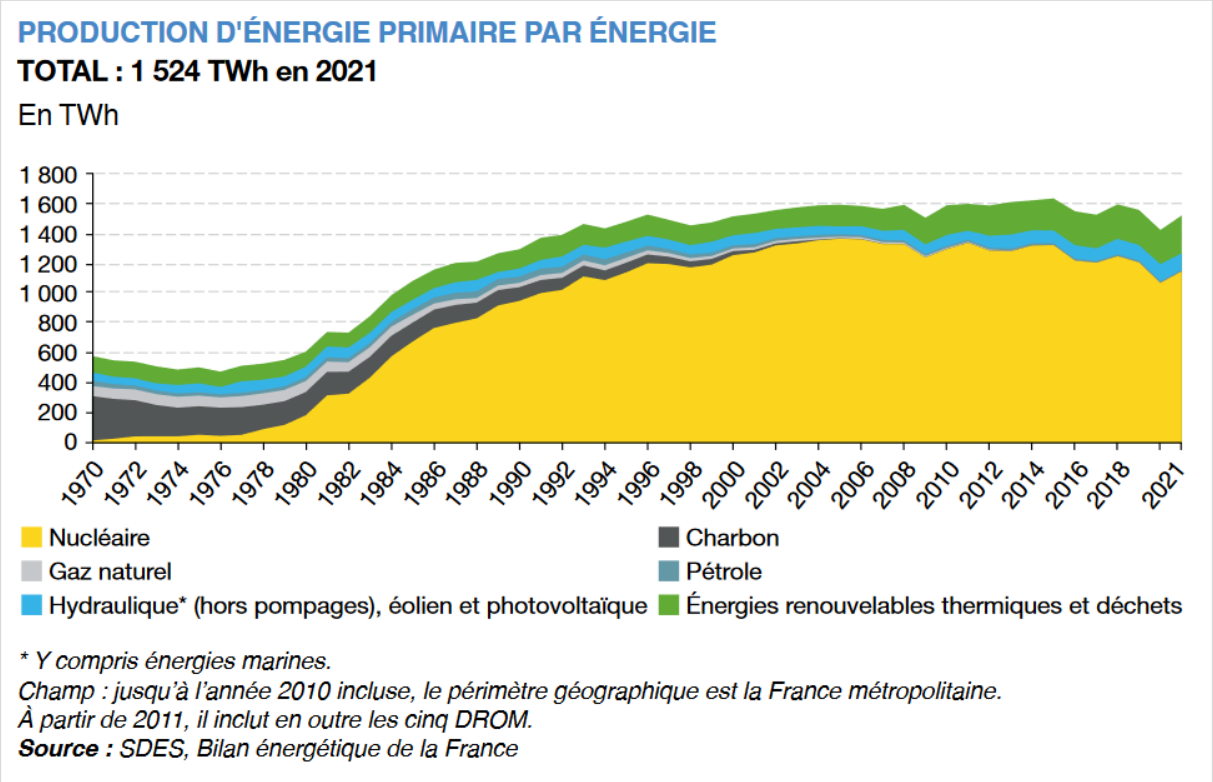


Figure 4. Evolution de la production d'énergie primaire en France de 1970 à 2021.
Source : Ministère de la Transition écologique, Chiffres clés de l'énergie, 2022

En 2019, avec 56 réacteurs installés sur 18 sites pour une capacité de production de 61,4 GW, le nucléaire représentait 70,6% de la production annuelle d'électricité en France, soit un total de 379,5 TWh[28] (**Figure *5***). Le fort développement de la filière nucléaire a permis de diminuer les importations d'hydrocarbures et la production d'énergie à partir de charbon, tout en multipliant les perspectives d'exportation d'électricité en Europe, participant dès lors à la construction « *d'un système électrique européen interconnecté avec le développement de contrats long terme d'exportation vers les pays voisins* » (Burtin, 2020, p. 55). L'énergie nucléaire présente un double avantage. Premièrement, elle permet une production d'électricité décarbonée ; dans une dynamique de dérèglement climatique et d'impératif de transition écologique (cf. chapitre 1, 3.2.), la France se positionne donc avec un mix électrique décarboné à 95% (avec environ 50g de CO_2 par kWh produit), contrairement à d'autres pays dont la production électrique repose en grande partie sur des centrales au charbon comme l'Allemagne (26,75%) ou encore la Pologne (61,05%)[29]. Deuxièmement, le parc nucléaire est pilotable, avec

[28] Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, *Le parc des réacteurs nucléaires français*, 2022
[29] D'après les données du groupe de recherche indépendant Ember Climate sur les sources de production d'électricité par pays en 2023.

des centrales pouvant démarrer en quelques heures presque indépendamment des conditions météorologiques[30]. Il permet en ce sens d'assurer la flexibilité du réseau en gérant l'équilibre de l'offre et de la demande et se présente alors comme un élément complémentaire aux énergies renouvelables, intermittentes par essence, en agissant comme une solution de back-up, modulable selon les besoins.

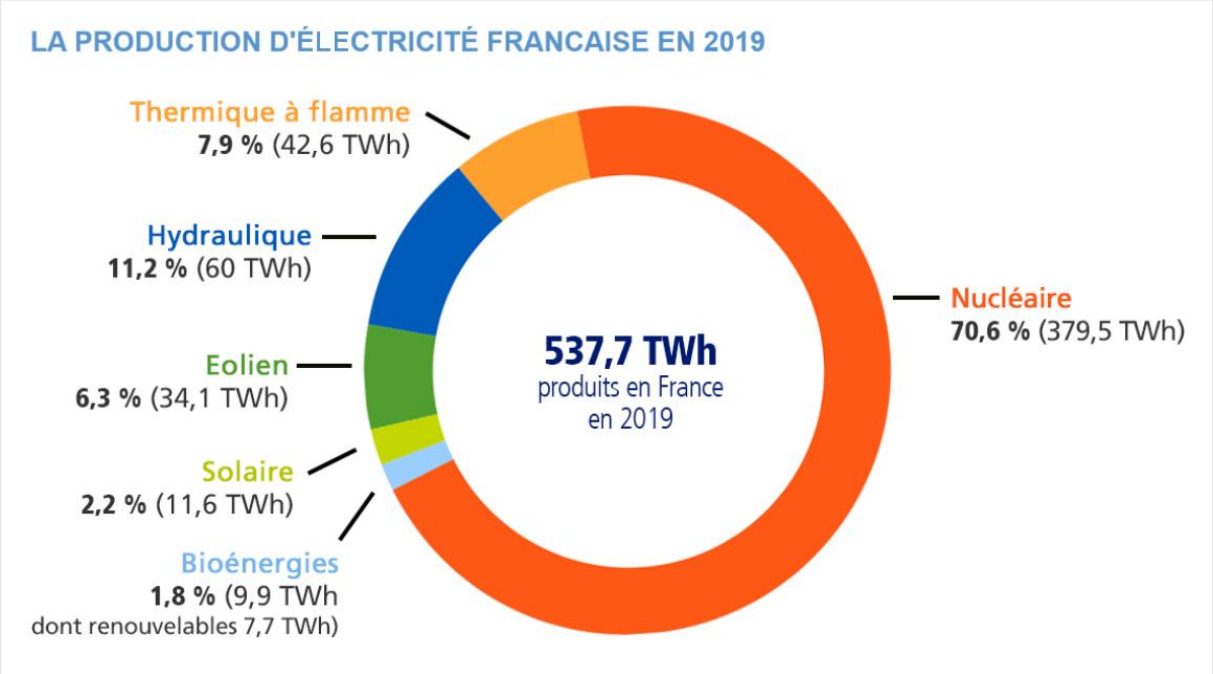


Figure 5. Répartition de la production d'électricité française en 2019 par type d'énergie.
Source : RTE, *Bilan électrique 2019*

Cependant, l'énergie nucléaire n'est pas sans soulever certains problèmes : se posent en effet les questions de la gestion des déchets radioactifs après production d'électricité, des risques d'explosion à l'instar des accidents de Tchernobyl (1986) et de Fukushima (2011), ainsi que celle de l'origine de la matière première indispensable au fonctionnement des centrales, l'uranium. Si certains auteurs avancent que l'extraction de cette ressource est entièrement maîtrisée par la France et ne remet donc pas en question l'enjeu d'indépendance énergétique[31], il n'en reste pas moins que la France fait reposer sa production d'électricité sur des ressources exogènes à son territoire et dont l'extraction génère des conséquences socio-environnementales importantes[32] (Andersson, 2014; Bretesché et al., 2020), participant à perpétuer un « *héritage*

[30] Le dérèglement climatique a cependant déjà eu des conséquences sur le niveau et le débit des cours d'eau en France, notamment le Rhône, ce qui réduit les capacités de refroidissement des réacteurs nucléaires.
[31] L'uranium bénéficie d'une importante dispersion géographique en étant présente sur tous les continents, ce qui limite les risques géopolitiques. Contrairement au gaz, 44% des ressources en uranium se situent dans les pays de l'OCDE. La France maîtrise son approvisionnement via l'entreprise Orano, qui dispose de cinq sites miniers sur trois continents : un au Kazakhstan (45% de la production), deux au Niger (25%) et deux au Canada (30%). Le groupe a produit 8 000 tonnes d'uranium en 2018 (Knoche, 2020).
[32] Gestion des anciennes mines d'uranium post-exploitation avec suivi des effets potentiels du radon sur la contamination de l'eau ; risques radioactifs sur les mineurs ; contrôle du marché asymétrique…

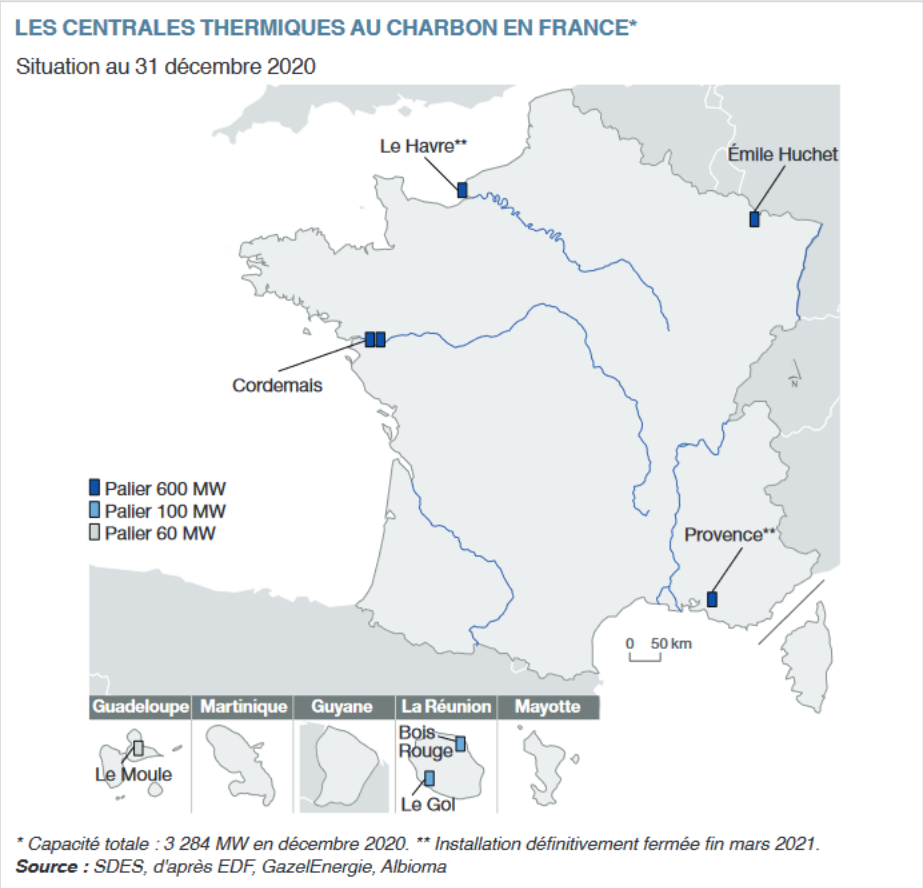
colonial des économies » (Cantoni & Musso, 2017, p. 9). Dans ce mix électrique, la part de l'électricité produite par des énergies fossiles est minoritaire (7,9%) et repose principalement sur des centrales à gaz et à fioul ; la production issue des centrales à charbon est considérée comme résiduelle (4 TWh soit 0,8% de la production totale). Le mix énergétique français connaît par ailleurs un essor des énergies renouvelables depuis les années 2000, portant à 10,3% la part totale de ces énergies.

Positionnement actuel et passé des centrales thermiques dans le paysage énergétique français

La production d'électricité à partir de charbon n'est pas récente, les premiers courants d'origine thermique datant des années 1880 en France « *suite à l'accouplement des machines à vapeur industrielles aux génératrices à courant continu, puis alternatif et parallèlement […] à la production d'origine hydraulique* » (Scheurer, 1987, p. 122). En dépit de leur rôle mineur dans le paysage énergétique français au début du XXe siècle – le cadre idéologique de l'époque favorisant l'hydraulique jugée plus « démocratique et progressiste » – la reconstruction du pays après la Seconde Guerre mondiale a imposé le développement de nouvelles capacités de production. La mise en œuvre du premier Plan Monnet sur la période 1947-1951 a dès lors permis de relancer la production d'électricité : de 16 GWh en 1944, elle atteint 33,9 TWh en 1950, dont 17,4 TWh est d'origine thermique (*ibid.*). Par la suite, les plans successifs ont renforcé les investissements dans la construction de nouvelles infrastructures, portés par la dynamique de croissance et d'ouverture aux échanges internationaux qu'a connu le pays à partir de 1955[33]. Par l'alignement de facteurs techniques, industriels, économiques et financiers, le thermique pris de l'essor : près de 70 unités de production (de 250 à 600 MW) ont fleuri sur le territoire national sur une période de trente ans. Les chocs pétroliers des années 1970 ont ensuite suspendu pour un temps les investissements dans les énergies fossiles – du fait de l'augmentation brutale du prix du fioul et de la prise de conscience de la dépendance nationale à des ressources exogènes – à la faveur du développement massif du nucléaire (5 500 MW/an d'installation de capacités de production jusqu'en 1981). « *Descendantes par mutation mais héritières directes du thermique à flamme* » (*ibid.*, p.139), les centrales nucléaires prennent alors le premier rôle dans la production d'électricité française. La sécurité électrique ainsi assurée, et les prix du charbon d'importation venant défier la production nationale (Favennec et al., 2009), les sites des centrales à charbon mettent progressivement fin à leur exploitation, en même temps que s'observe le déclin des Charbonnages de France jusqu'à sa disparition en 2007. Une deuxième phase de fermeture des sites intervient en 2015 sous l'effet des directives européennes pour le climat (cf. Chapitre 5, 2.2.).

[33] Cette ouverture internationale se matérialise notamment par l'adhésion de la France à la CECA. Ce sujet est mentionné plus loin dans la thèse (cf. chapitre 2, 3.1.1.).

Les centrales thermiques à charbon occupent en 2020 une place résiduelle dans le mix électrique français : elles contribuaient à 3% de la consommation finale d'énergie en France. Elles trouvent cependant leur utilité dans leur capacité à gérer les pointes de consommation et à assurer, de ce fait, la flexibilité du réseau électrique. En date du 1er octobre 2020, qui marque le début de ce travail de recherche, les quatre centrales thermiques au cœur de notre étude (Cordemais, Le Havre, Saint-Avold, Gardanne-Meyreuil) étaient les derniers sites français encore en exploitation sur le territoire métropolitain (**Carte 2**).



Carte 2. Localisation des dernières centrales thermiques au charbon en France métropolitaine et en outre-mer au 31 décembre 2020. Source : Ministère de la transition écologique, Chiffres clés de l'énergie, Edition 2021

Moins souvent évoquées dans les discours politiques, trois centrales thermiques au charbon subsistent par ailleurs en outre-mer : deux à la Réunion (Bois Rouge et Le Gol) et une en Guadeloupe (Le Moule). Adossées à des usines sucrières, ces centrales fonctionnent à partir de deux sources d'énergie : la bagasse et le charbon. La première, combustible renouvelable issu de la canne à sucre, est brûlée pour produire de la chaleur utile pour le fonctionnement de l'usine et de l'électricité pour alimenter le réseau de l'île. La deuxième est utilisée pour produire l'électricité en dehors de la période sucrière. Comme pour les autres centrales thermiques en métropole, des études sont en cours pour leur conversion en unités 100% renouvelables

(bagasse-biomasse)[34]. L'arrêt progressif de ces centrales thermiques a contribué à diminuer la consommation de charbon en France, qui a chuté de 23,2% en 2020. La raison principale en est cependant la baisse d'activité dans l'industrie liée à la pandémie de Covid-19 et aux mesures de confinement associées. Les principaux secteurs consommateurs de cette ressource sont la filière fonte, qui consomme majoritairement du coke (53%), la production d'électricité et de chaleur (29%) et l'industrie manufacturière hors hauts-fourneaux (13%). Le recours massif aux énergies fossiles a accompagné le développement économique et industriel de nombreux pays durant de plusieurs décennies, si bien qu'elles constituent au début du XXIe siècle une part importante des mix énergétiques des pays industrialisés. Le choix de la France de parier sur l'énergie nucléaire dans les années 1970 en a fait un des pays industrialisés les moins émetteurs de carbone au niveau de la production d'énergie. Malgré tout, les crises multiples qui se sont succédé par la suite ont interrogé les limites du recours à ces énergies fossiles, remettant en cause le fonctionnement des systèmes énergétiques.

3. Des systèmes énergétiques en crise

La majeure partie des systèmes énergétiques dans le monde sont, à partir du début du XXIe siècle, concernés par trois grandes crises qui viennent remettre en question les modèles existants de production de l'énergie. Les États sont alors confrontés à de nouvelles problématiques : l'accès à l'énergie, la sécurité de l'approvisionnement énergétique et le dérèglement climatique, qui « *dessinent les grands enjeux des systèmes énergétiques nationaux* » (Mazzucchi, 2017, p. 26).

3.1. La question de la disponibilité des ressources

L'inégale répartition des ressources au niveau macro-régional

Quel que soit le système énergétique considéré, celui-ci fait appel à des sources d'énergie qui sont inégalement réparties dans l'espace, à des degrés différents selon qu'il s'agisse de sources renouvelables ou fossiles. En France, certains espaces, se distinguant par leur richesse géologique, se sont constitués en bassins historiques d'exploitation du charbon, comme en Provence (Chenorkian & Robert, 2014), en Lorraine (Sauder, 2018) et dans le Nord-Pas-de-Calais (Melin, 2013). À l'instar d'autres pays européens comme le Royaume-Uni et l'Allemagne, qui ont eux aussi appuyer leur développement industriel sur l'exploitation de leurs régions minières (Daumalin et al., 2006), la France cherche depuis les années 2000 à valoriser de nouvelles ressources en favorisant d'autres spécificités régionales. La Région Provence-Alpes-Côte d'Azur est ainsi reconnue comme étant la première région de France en matière d'ensoleillement et possède dès lors le gisement solaire le plus important du pays (Kalyanpur et al., 2013) ; le Rhône, quant à lui, est un des plus longs fleuves du pays car il relie les Alpes

[34] Ministère de la transition écologique, *Chiffres clés de l'énergie*, Edition 2022

à la Méditerranée, et son débit important en fait a justifié l'aménagement de 19 centrales hydroélectriques (Andries et al., 2012).

Ces « irrégularités géographiques » dans la localisation des sources énergétiques (Béraud & Jablanczy, 2010), qui se retrouvent aussi bien au niveau national qu'à un niveau macro-régional, sont particulièrement visibles depuis l'entrée des sociétés industrialisées dans le « régime thermo-industriel » avec l'exploitation du charbon dès le XIXe siècle, puis du pétrole au XXe siècle. Les pays du Moyen-Orient, dans toute leur diversité socio-économique, s'imposent sur le marché des hydrocarbures en devenant des acteurs incontournables de l'industrie pétrolière et gazière mondiale (*ibid.*). Le fait que les énergies de stock soient naturellement plus concentrées dans l'espace (Hache et al., 2019) a dès lors contribué à façonner le paysage géopolitique mondial depuis un siècle, suscitant dans le même temps conflits et tensions (Lasserre et al., 2020). Il n'existe cependant pas de « déterminisme territorial » (Mazzucchi, 2017) dans le sens où un grand territoire n'a pas nécessairement de grandes ressources, en témoignent les États du Moyen-Orient, qui assuraient 65% des exportations de pétrole en 1973 et encore 33% en 2018 (Lasserre et al., 2020). A l'heure où certains États entament un processus de transition énergétique, ces pays qui ont fait reposer leur économie moderne sur l'exportation de leurs ressources géologiques doivent dorénavant trouver à surmonter les effets induits par les évolutions récentes du secteur de l'énergie et des négociations climatiques internationales (Carcanague, 2019). L'enjeu de la sécurité énergétique, présent en Europe depuis les années 2000 et renforcé depuis 2020 avec la pandémie de la Covid-19, amène de plus à une reconsidération des approvisionnements énergétiques vers davantage de production « nationale », dans un souci d'indépendance énergétique.

Une raréfaction des ressources fossiles à nuancer

Les ressources fossiles – charbon, pétrole, gaz – étant des énergies de stock, leur renouvelabilité n'est pas perceptible à échelle humaine et elles sont donc considérées comme épuisables. Les sociétés occidentales étant fortement dépendantes de ces sources, industriels et politiques sont alors contraints de développer une vision stratégique de leur exploitation, qui repose sur l'estimation des *réserves* et le calcul de l'année du pic de production [35]. Contrairement au concept de « ressource » qui englobe « *les gisements non encore découverts […] et ceux dont l'exploitation n'est pas rentable* », la notion de « réserve » ne rend compte que des « *ressources identifiées et économiquement exploitables* » (Mérenne-Schoumaker, 2011, p. 228). Elle permet donc de cibler avec plus ou moins de précision la localisation, la

[35] Le *pic de production* (*peak oil* en anglais) désigne hypothétiquement l'instant où la production brute de pétrole atteint son maximum et à partir duquel la production mondiale commence à décliner. En 1956, le géologue Marion King Hubbert a prédit que la production des gisements étatsuniens atteindrait son maximum en 1970, ce qui a été effectivement observé quelques années plus tard.

quantité et la qualité d'une ressource spécifique, et d'en estimer le temps d'exploitation restant. Quant au pic de production, il aurait déjà été atteint pour le pétrole dans de nombreux pays comme le Venezuela, le Royaume-Uni, la Norvège, la Chine ou encore l'Algérie (Lasserre et al., 2020). Son estimation est cependant plus compliquée à établir à l'échelle mondiale car de nombreux facteurs entrent en compte : accroissement de la demande mondiale, exploitation des ressources non conventionnelles, amélioration de l'intensité énergétique… il devrait ainsi survenir entre 2005 et 2030 au niveau mondial selon les pronostics. Il faut se garder toutefois de généraliser la limitation des ressources énergétiques au seul épuisement des ressources fossiles « traditionnelles ». La perspective de la finitude des ressources a en effet favorisé depuis le choc pétrolier de 1973 les investissements et les recherches dans l'exploitation de nouveaux espaces (fonds marins, Arctique) et l'extraction des hydrocarbures non conventionnels (gaz de houille, gaz de schiste), qui laissent à penser l'idée d'une « abondance retrouvée » (Labussière & Nadaï, 2015).

L'évolution toujours croissante de la demande mondiale en énergie et la remise en question de la rareté énergétique ont mis à mal le concept de pic de production. Certains chercheurs et acteurs du secteur énergétique préfèrent désormais parler de *pic de consommation* pour tenter de déterminer à quel moment celle-ci viendra à stagner ou à décroître. L'évolution de la consommation d'énergie joue de fait un rôle primordial dans l'appréciation des besoins au regard des stocks disponibles. Du fait du grand nombre de variables à prendre en compte, l'évaluation de ce pic de demande est complexe, les estimations variant de 2025 à 2040 et au-delà, ce qui « *traduit une incertitude fondamentale sur le rythme de la transition énergétique dans laquelle le monde semble s'engager* » (Carcanague, 2019, p. 120).

De la dépendance aux ressources fossiles à la dépendance aux minéraux

L'orientation de certains systèmes énergétiques vers le développement des énergies renouvelables ne résout pas le problème de la raréfaction des ressources minérales et des matières premières. De fait, si la production en elle-même est décarbonée car issus de sources naturelles (vent, marée, soleil, etc.), la construction des infrastructures de production nécessite quant à elle d'importantes dépenses énergétiques et repose sur l'extraction et l'utilisation de métaux spécifiques, épuisables par nature : il s'agit principalement de cuivre, de plomb, de zinc, d'aluminium et de fer, sans compter d'autres matériaux comme le lithium et les terres rares dont dépend le processus mondial de transition énergétique (Contreras et al., 2022). La production de l'énergie en bout de chaîne peut effectivement être considérée comme vertueuse et « renouvelable » mais les besoins des infrastructures de production « *restent ancrés dans la dépendance aux fossiles et à la logique extractiviste* » (*ibid*., p.135). Pour mesurer l'ampleur de la consommation de ces ressources, il est nécessaire de démultiplier la capacité de production des infrastructures, dans l'optique de les comparer « à production égale » avec les installations

exploitant massivement les énergies fossiles. En effet, l'exploitation des sources renouvelables s'appuie sur des infrastructures de plus petites tailles, qui rendent moins visible les besoins en ressources minérales. Si on considère que ces infrastructures devaient produire dans les mêmes proportions que leurs homologues (en centaines de MWh), il apparaît des enjeux majeurs en matière de dépendance à de nouvelles ressources, en métaux noirs par exemple (Hache & Louvet, 2023), qui vient nuancer les bienfaits du remplacement des énergies fossiles par les énergies renouvelables. À production électrique équivalente, l'éolien offshore requiert ainsi 10 à 20 fois plus de ressources minérales que des centrales thermiques au charbon (Poinssot et al., 2022). De même, le développement massif des technologies électriques, et en premier lieu les batteries et les véhicules, vont entraîner une hausse exponentielle des besoins en lithium, cobalt et nickel d'ici 2040 (*ibid.*).

Il est donc fondamental de mesurer l'ensemble des impacts socio-environnementaux de leur production : d'une part le report de l'extraction minière sur d'autres ressources minérales, et d'autre part les conséquences sociales du développement de projets dits « renouvelables » dans certains pays qui, par la violation de terres autochtones et l'exportation des ressources locales, poursuivent « *les logiques d'une économie coloniale de ravage nourrissant l'industrie, sous la bannière de la transition écologique* » (Contreras et al., 2022, p. 134). La transition énergétique à l'œuvre pose donc la question fondamentale de la justice environnementale, des relations géopolitiques internationales et de la gestion des ressources dans un monde en crise.

3.2. L'urgence climatique, un enjeu environnemental devenu fait sociétal

Les prémisses du développement durable : du Club de Rome à la COP 21

Le rapport spécial du GIEC publié en 2018 fait état des conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5°C : augmentation de la température moyenne dans la plupart des pays et des régions océaniques, augmentation du niveau de la mer, phénomènes climatiques extrêmes, etc. (GIEC, 2018). Ces bouleversements majeurs en cours et à venir ont conduit certains chercheurs à affirmer que la planète est entrée dans une nouvelle ère géologique, « l'anthropocène »[36], où l'humanité serait une véritable force géologique en raison de sa capacité à influencer significativement les écosystèmes et à « *perturber la plupart des grands cycles biogéochimiques de la planète* » (Beau & Larrère, 2018, p. 8). Cette idée avance sans ambiguïté les causes anthropiques des dérèglements à l'œuvre aux niveaux climatique et environnemental. Si elle est aujourd'hui vivement défendue dans les rapports du GIEC[37], elle n'est toutefois pas nouvelle et donne suite à plus de cinquante années de travaux sur le sujet. Dès les années 1960, alors qu'émerge aux États-Unis l'environnementalisme moderne dénonçant entre autres

[36] Terme forgé au début des années 2000 par un groupe de scientifique mené par le géochimiste et Prix Nobel Paul Crutzen. Fortement étudiée en sciences humaines et sociales, cette notion est au cœur des réflexions sur l'écologie.
[37] Groupe International d'Experts sur l'évolution du Climat, créé en 1988 par deux institutions de l'ONU : le Programme des Nations-Unies pour l'Environnement et l'Organisation Météorologique Mondiale.

l'impact des technologies sur l'environnement (Bergandi & Blandin, 2012), les travaux du Club de Rome [38] formulent une première remise en question du modèle de développement « dominant », autrement dit celui des pays industrialisés qui ont fondé leur économie sur l'exploitation des ressources fossiles. Quelques années plus tard, le rapport Meadows *Halte à la croissance* (1972) synthétise ces travaux et lance les premiers avertissements concernant les conséquences des activités humaines sur les écosystèmes et sur le capital naturel de la planète. Ce rapport, ainsi que la Conférence des Nations Unies à Stockholm[39] qui lui a fait écho la même année, s'inscrivent pleinement dans un « processus de politisation » du changement climatique (Fressoz & Locher, 2020), alertant sur la situation pour les générations à venir. L'effet prend ensuite de l'ampleur avec la publication d'un second rapport, le rapport Brundtland *Notre avenir à tous*[40] en 1987 et le Sommet de la Terre à Rio en 1992, qui diffusent tous les deux la nécessité de changer de modèle et ancrent la notion de développement durable comme fondement de la coopération internationale. Ce n'est cependant qu'en 1997 qu'une dimension contraignante vient se superposer au cadre d'action international avec le Protocole de Kyoto, qui n'entre véritablement en vigueur qu'en 2005 après sa ratification par la Russie. Dans la continuité des rassemblements internationaux pour le climat et de la montée en puissance des Organisations Non Gouvernementales (ONG) et des initiatives locales, l'accord de Paris de 2015 se présente comme le nouveau cadre mondial de référence pour l'action contre les changements climatiques.

La COP 21, cadre de référence pour l'action internationale en faveur du climat

En décembre 2015, la France accueillait la 21e Conférence des Parties (COP21) qui a résulté en l'adoption de l'Accord de Paris, premier accord universel sur le climat. Ce sont 176 pays qui ont ratifié cet accord, démontrant un consensus pour limiter le dérèglement climatique dans les prochaines décennies. L'enjeu majeur qui en ressort est de contenir la hausse des températures moyennes à moins de 2°C d'ici la fin du XXIe siècle par rapport à l'ère préindustrielle. Il s'agit en outre de prévoir des mesures permettant aux sociétés de s'adapter aux effets déjà présents du changement climatique. Contrairement à la Conférence de Copenhague de 2009 qui prévoyait le même objectif sans parvenir à l'imposer aux pays signataires, l'Accord de Paris est juridiquement contraignant dans la mesure où il a valeur de traité international ; il ne prévoit pas de mécanismes de sanction mais il comporte de nombreuses obligations juridiques de résultats ou de moyens. Malgré tout, l'Accord reconnaît l'existence des « écarts de

[38] Le Club de Rome est une association fondée à Rome en 1968 et composé d'industriels, de scientifiques, d'économistes et de diplomates. Il est un groupe de réflexion international autour des grands enjeux environnementaux de notre époque.
[39] La conférence de Stockholm a réuni 113 États et a notamment aboutit à la création du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).
[40] Issu des travaux de la Commission Mondiale sur l'Environnement. Référence en matière de politiques environnementales, on y trouve la première mention du « développement durable ».

développement » entre les pays et définit des objectifs différenciés selon les capacités d'action de chacun.

Plus concrètement, l'Accord de Paris rassemble les engagements de chaque parti signataire à réduire ses émissions de gaz à effet de serre (GES), l'ensemble des règles établies pour contrôler les efforts entrepris, le Fonds vert pour le climat (à hauteur de 100 milliards de dollars par an dès 2020) devant permettre l'adaptation des économies et un agenda de solutions inspirées par les initiatives d'acteurs locaux. Il est d'ailleurs important de signaler que les acteurs locaux se sont vu attribuer un rôle important en ce qui concerne l'action climatique. De fait, la majorité de la population mondiale étant à présent urbaine, les milieux urbains sont considérés comme de véritables lieux d'expérimentation que les acteurs locaux doivent mettre à profit pour développer des solutions concrètes au changement climatique. L'Accord entre officiellement en vigueur à la date du 4 novembre 2016, après que le seuil de ratification a été dépassé (55 États représentant 55% des émissions de GES l'ont ratifié).

3.3. Société, crise et énergie : effets de la Covid-19 et du conflit russo-ukrainien sur les systèmes énergétiques

Si les systèmes énergétiques sont remis en cause depuis des décennies par la crise écologique, qui amène à renégocier les relations de nos sociétés avec l'environnement, ils sont par ailleurs sensibles aux évolutions géopolitiques sur la scène internationale, davantage marquées dans le temps.

La sécurité énergétique : un enjeu central depuis la pandémie de la Covid-19

Depuis 2021 et la résorption progressive de la crise du Coronavirus, il se profile en Europe et dans le monde une crise énergétique menaçant d'une part l'accessibilité (*affordability*) à l'énergie, d'autre part la sécurité de l'offre énergétique. Premièrement, les prix de l'énergie (électricité, gaz, fioul, carburants) en Europe ont fortement augmenté entre le début de l'année 2021 et la fin de l'année 2022, indépendamment de la variabilité des capacités de production et des besoins en énergie des pays membres de l'UE[41]. La forte demande en énergie qui a accompagné le rebond économique post-pandémie de la Covid-19 a provoqué l'envolée des prix du gaz naturel (jusqu'à 215 €/MWh fin 2021), accrue quelques mois plus tard par le conflit en Ukraine (600 €/MWh en mai 2022)[42] ; cela s'est ensuite répercuté sur les prix de l'électricité, qui sont passés de 60€/MWh en 2021 à 179 €/MWh au début de 2022, et jusqu'à

[41] Eurostat, « *Electricity and gas prices in the first half of 2022* », novembre 2022
[42] IEA, « *Evolution of key regional natural gas prices June 2021-October 2022* », 2022. https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/evolution-of-key-regional-natural-gas-prices-june-2021-october-2022

420 €/MWh à la fin de cette même année[43]. Ces évolutions ont été révélatrices des tensions mondiales sur les marchés de l'énergie et ont réaffirmé l'importance des réflexions autour de l'accès à l'énergie pour tous. Face aux conséquences sociales de la crise énergétique – notamment les répercussions sur le pouvoir d'achat[44] ou l'impossibilité pour les foyers les plus modestes d'accéder à l'énergie[45] – les gouvernements ont revu certaines de leurs priorités en adoptant des mesures politiques censées contenir les effets de cette crise[46].

Deuxièmement, la crise énergétique a questionné la pérennité des réseaux d'approvisionnement en Europe. Au-delà de la capacité à assurer un accès abordable à l'énergie pour les populations et les entreprises, c'est la question de l'indépendance énergétique qui ressort. Définie comme « *une situation dans laquelle la production énergétique nationale est suffisante pour répondre aux besoins énergétiques sans dépendre de sources étrangères* » (Morris et al., 2012), l'indépendance énergétique s'articule étroitement avec les enjeux de planification et de souveraineté. Cette « sécurité énergétique » est un enjeu de longue date en Europe : à la suite des ruptures d'approvisionnement des hivers 2006 et 2009 en raison des différends gaziers russo-ukrainien, la Commission Européenne présenta en 2014 sa *Stratégie européenne pour la sécurité énergétique*, énonçant clairement que « *la prospérité et la sécurité de l'Union Européenne reposent sur un approvisionnement énergétique stable et abondant »*[47]. Cet objectif suppose la « *reconquête industrielle »* des pays qui se sont désindustrialisés au profit d'une *« modernité productive postindustrielle fondée sur une société de services* », menant à « *l'atomisation géographique de la production* » au niveau mondial (Vignot, 2022, p. 42). En France, la relocalisation des industries énergétiques « *invite à la renaissance de l'État stratège* » (Faye, 2022, p. 27), et procède à la relance de filières industrielles et énergétiques sur le territoire, au premier rang desquelles le nucléaire[48].

Cette volonté de plus en plus affirmée des États en faveur de l'indépendance énergétique n'est pas sans soulever un certain nombre de questions (IEA World Energy Outlook, 2022). La crise énergétique a constitué un choc à l'origine de mutations dans les systèmes énergétiques mais les suites données à cette perturbation restent encore incertaines et diverses selon les pays. La crise va-t-elle accélérer les investissements en faveur des énergies renouvelables et ainsi

[43] Moyenne des prix sur l'ensemble des pays de l'Union Européenne, qui ne rend pas compte de la diversité des prix aux niveaux nationaux.
[44] Insee, « *Entre janvier 2021 et juin 2022, la hausse des prix de l'énergie a entraîné une perte de pouvoir d'achat, malgré la mise en œuvre des mesures exceptionnelles* », Statistiques et analyses, Insee analyses n°78, décembre 2022
[45] Organisation Mondiale de la Santé, *Energy Progress Report*, 7e éd., juin 2021
[46] En France : bouclier tarifaire, remise à la pompe de 15 centimes hors taxes par litre, bonus exceptionnel du chèque énergie, indemnité inflation
[47] Communication de la Commission au Parlement européen et au Conseil, *Stratégie européenne pour la sécurité énergétique*, COM 330/2014, 28 mai 2014.
[48] « Le 10 février 2022, le Président de la République annonce à Belfort un Plan pour l'avenir énergétique de la France relançant un programme nucléaire cohérent de 14 EPR (en deux lots soit 23 GW) pour répondre aux besoins d'électricité pilotable de la nation » (Faye, 2022, p. 27).

accélérer la transition énergétique ? Au contraire, ce rôle de catalyseur se fera-t-il au profit d'un retour vers les énergies fossiles au nom de l'enjeu de la sécurité énergétique ? Comment les réponses étatiques vont-elles façonner de nouveaux marchés énergétiques ? Quels sont les risques énergétiques qui se profilent sur le chemin du zéro émission net ? Et quel rôle sont amenés à jouer les territoires dans la transformation des systèmes énergétiques ?

Le conflit en Ukraine et les enjeux géopolitiques du gaz

L'invasion de l'Ukraine par la Russie le 24 février 2022 marque le début d'un conflit entre les deux pays qui a eu des répercussions au niveau européen sur le plan énergétique et qui a porté l'énergie au rang « d'arme de guerre » (LaBelle, 2023). En effet, le désengagement de l'Union Européenne vis-à-vis de la Russie a conduit celle-ci à diminuer de 80% ses exportations de gaz naturel vers l'Europe (**Figure 6**), confortant dès lors la crise énergétique amorcée à la suite de la pandémie de Covid-19. La Russie possède 20% des réserves de gaz naturel dans le monde, soit 32,9 trillions de m^3 (Statistical Review of World Energy, 2018). Dans l'objectif de promouvoir l'unité du bloc soviétique, elle a construit à partir de la fin des années 1960 un vaste réseau de gazoducs sur l'ensemble des pays périphériques de l'URSS et ceux faisant alors partie du Conseil d'Assistance Economique (COMECON) ; le réseau connaît ensuite une expansion vers l'Ouest pour permettre l'exportation de la production vers l'Europe (Gerasimchuk, 2021). Les connexions sont aujourd'hui nombreuses entre la Russie et l'Europe, pour en citer quelques-unes parmi les plus importantes : le réseau *Brotherhood* rassemble depuis 1967 les pipelines ukrainiens installées sous l'Union Soviétique, le pipeline Yamal alimente l'Europe de l'Ouest via la Biélorussie et la Pologne depuis 1996, *Blue Stream* alimente la Turquie depuis 2003 et *TurkStream* dessert la Turquie et l'Europe du Sud-Est depuis 2020.

La construction et la mise en service du gazoduc *Nord Stream* en 2011 (Richard, 2011) marque une nouvelle étape dans l'évolution des réseaux de transport du gaz en Europe (Deshaies, 2021). Vivement critiqué par les pays d'Europe de l'Est qui perçoivent une diminution des flux énergétiques pourtant essentiels à leur économie transitant sur leur territoire (Yakovenko & Mišík, 2020), ce nouveau gazoduc contourne l'Europe par le Nord et traverse la mer Baltique jusqu'en Allemagne. Opéré majoritairement par l'industriel national russe Gazprom, le gazoduc *offshore* transporte plus de 55 milliards de m^3 de gaz naturel par an sur plus de 1 224 kilomètres[49]. L'objectif affiché de « garantir la sécurité d'approvisionnement en gaz de l'Europe »[50] a eu pour effet de susciter une dépendance réciproque entre l'Europe et la Russie. Concernant l'Europe, 43% de son gaz était importé de la Russie en 2019 (soit

[49] Site web de *Nord Stream* : https://www.nord-stream.com/operations/
[50] « *Secure gas supply for Europe* ».

166 milliards de m^3), tandis que ces échanges avec l'Europe représentaient 73% des exportations totales du gaz russe[51].

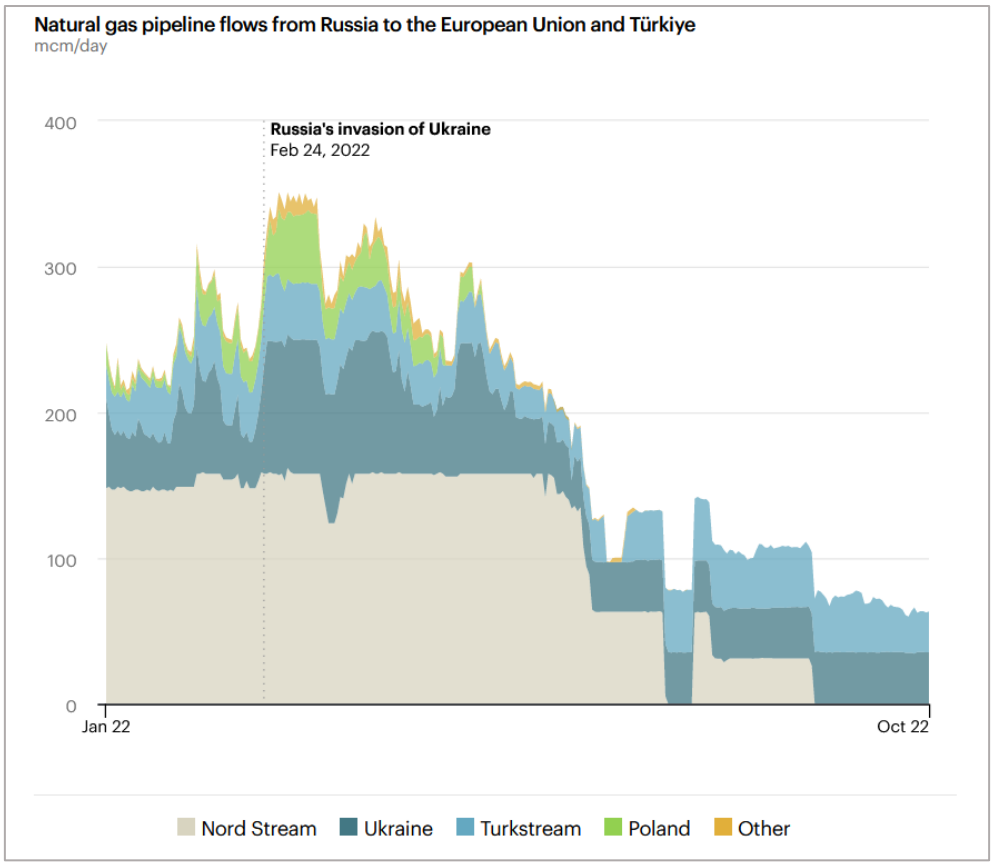


Figure 6. Exportations de gaz naturel de la Russie vers l'Europe et la Turquie selon les pipelines.
Source : IEA World Energy Outlook 2022

La prise de position de l'Europe en faveur de l'Ukraine en février 2022 était donc lourde d'enjeux géopolitiques, énergétiques et économiques considérant la dépendance énergétique globale européenne au gaz russe (Hache, 2022). Le refus par l'Allemagne de procéder à l'homologation du pipeline jumeau de *Nord Stream*, qui aurait permis de doubler la capacité de transport du gaz naturel, à la suite de l'invasion du pays[52] ajourne un projet en construction depuis de nombreuses années. La réduction brutale de l'exportation de gaz par la Russie via *Nord Stream* à partir de juillet 2022 porte un coup à la sécurité d'approvisionnement des systèmes énergétiques d'Europe de l'Ouest. L'énergie – ici le gaz naturel – devient alors un moyen de pression pour la Russie : « *Following the invasion, the European gas shortage served as a bargaining tool for Russia against Germany and other European countries to ensure they*

[51] Service de Recherche du Parlement européen, « *The Nord Stream 2 pipeline, Economic, environmental and geopolitical issues* », Juillet 2021.
[52] Le Monde, « Nord Stream 2 : la réponse très politique de l'Allemagne à la Russie après son offensive en Ukraine », 23 février 2022.

did not become involved in the war in Ukraine »[53] (Halser & Paraschiv, 2022, p. 8). Quelques mois plus tard, en septembre 2022, quatre fuites de gaz de cause inconnue sont signalées sur les deux pipes près de l'île de Bornholm, au large du Danemark. Cet incident, en mettant définitivement fin à l'approvisionnement en gaz naturel des pays de l'Ouest, a réactualisé les réflexions académiques et politiques autour de l'indépendance énergétique de l'Union Européenne et de ses États membres, étudiée depuis les années 2000 (Rodríguez-Fernández et al., 2020).

En Allemagne tout particulièrement, des stratégies politiques et économiques ont été mises en place pour réduire la forte dépendance du pays au gaz russe (Halser & Paraschiv, 2022) : nouer de nouveaux partenariats pour l'importation, élargir les contrats d'importation existants, réduire les consommations de gaz, diversifier le mix énergétique par le développement des énergies renouvelables, etc. Ces stratégies restent cependant insuffisantes pour combler la carence induite par le retrait du gaz russe, et certains chercheurs ont préconisé de retarder la sortie du charbon et du nucléaire le temps d'assurer la sécurité des systèmes énergétiques (ibid.). Si le conflit russo-ukrainien a eu des conséquences évidentes sur le marché du gaz et sur les relations diplomatiques entre l'Europe et la Russie, il n'a cependant fait qu'aggraver sur le continent européen la crise énergétique qui se profilait à l'échelle mondiale depuis l'année précédente.

En résumé, nous sommes à l'aube de reconfigurations majeures des systèmes énergétiques à la suite des différentes crises. Les enjeux sont multiples – sociaux, géopolitiques, économiques, environnementaux – et dessinent en filigrane la complexité d'assurer la sécurité énergétique voulue par les pouvoirs publics et modélisée par le trilemme *fiabilité-accessibilité financière-durabilité*[54] (Zhiznin et al., 2020) : assurer l'accès ininterrompu et bon marché à de l'énergie produite de manière vertueuse et pérenne dans le temps.

[53] « Après l'invasion, la pénurie de gaz en Europe a servi d'outil de négociation à la Russie contre l'Allemagne et d'autres pays européens pour s'assurer qu'ils ne s'impliquent pas dans la guerre en Ukraine. »
[54] « Reliability, affordability, sustainability » (IEA, World Energy Outlook, 2022).

Conclusion du chapitre 1

Les crises environnementales, énergétiques, sanitaires et géopolitiques du début du XXIe siècle ont mis en exergue la « *non-durabilité des modes de développement économique actuels* » (Quenault, 2020, p. 46) des pays anciennement et récemment industrialisés. La hausse soutenue de la consommation énergétique mondiale, qui pourrait presque doubler d'ici 2050[55], la dépendance accrue à des ressources énergétiques exogènes aux territoires nationaux et l'augmentation effrénée des émissions mondiales de gaz à effet de serre due au renforcement de la part des énergies fossiles dans le mix énergétique mondial sont autant de facteurs qui soulignent l'importance de trouver des trajectoires de développement plus durables. La crise climatique ressentie à l'échelle planétaire sous forme « d'urgence » (De Pryck, 2022) traduit en ce sens le besoin de mener à bien la *transition* des systèmes énergétiques carbonés afin d'opérer une transformation en profondeur des sociétés industrialisées à l'échelle mondiale. En parallèle, les événements géopolitiques entre la Russie et l'Ukraine en 2022 ont rétabli la nécessité de disposer d'une alimentation continue en énergie et de limiter autant que possible les ruptures d'approvisionnement. Cette situation a fait émerger en Europe l'idée de maintenir, voire de rétablir, les capacités de production à partir d'énergies fossiles et fissiles (gaz, charbon, nucléaire), remettant en cause les efforts fournis par les États pour s'en détacher. Les voies pour mener à bien la *transition* des systèmes énergétiques ne sont donc pas encore toutes tracées et les moyens d'action ne font pas consensus, autant dans les milieux politiques que dans les sphères scientifiques.

[55] Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2019 with projections to 2050*, 24 septembre 2019.

Chapitre 2

Une transition ou des transitions ? La pluralité des trajectoires au service de l'action publique

« *La connaissance des parties ne prend sens que si on les lie à la connaissance d'un tout qui, en tant que tout, mérite d'être étudié en lui-même* »

Edgar Morin, Magazine littéraire, n°312, juillet-août 1993

L'évolution du contexte énergétique et climatique sur la scène internationale pose les enjeux généraux auxquels les trajectoires de reconversion des centrales à charbon doivent répondre : participer à la décarbonation du système productif français et contribuer à la sécurisation de l'approvisionnement énergétique, tout en préservant la souveraineté nationale par la valorisation de ressources endogènes au territoire. Le choix des trajectoires de transition s'inscrit alors dans une dynamique de planification publique et privée des opportunités de développement sur chaque territoire. Il nécessite surtout un arbitrage politique entre de multiples enjeux techniques, économiques, énergétiques, géopolitiques et territoriaux. Les contraintes de toute nature qui s'exercent alors sur la définition des trajectoires de reconversion de nos sites industriels reflètent la complexité de mise en œuvre de la transition énergétique. Entre innovations techniques, projet social et vision de la société, la transition requiert, pour être cohérente et effective, un alignement des stratégies de tous les acteurs qui ne va pas de soi.

Intégrée dans les discours politiques et académiques depuis les années 2000, le concept de « transition énergétique » est tout d'abord confronté à la complexité de son appréhension, ses processus variant dans le temps comme dans l'espace. Dans un souci de transformation structurelle des rapports des sociétés à l'énergie, la prise en compte des différents facteurs contribuant à la reconfiguration des systèmes socio-techniques nécessite ensuite de cultiver une vision systémique et stratégique des possibilités de développement, offrant un terreau fertile aux recherches prospectives, à la planification et à la définition de la notion de « trajectoire ».

Sur la base de scenarii et de projections, on observe enfin aux échelles régionales, nationales et supranationales la construction de cadres politiques servant à orienter l'action publique et renforcer les efforts collectifs vers la transition des systèmes énergétiques, et plus généralement des sociétés.

1. Caractériser la transition énergétique, de l'idéologie aux choix politiques

Comme pour le développement durable, le concept de transition énergétique s'est d'abord imposé dans les discours politiques avant de devenir un objet d'étude dans le champ scientifique (Duruisseau, 2014). Chaque champ d'étude s'est alors approprié le concept en tentant d'y apporter son éclairage disciplinaire, donnant lieu à une profusion de définitions et de conceptualisations. Depuis les années 2000 et dans le cadre de ce que l'on appelle les *transition studies* (Köhler et al., 2019), les chercheurs de toutes les disciplines font ainsi évoluer les connaissances sur cette problématique, reconnue comme étant un des défis majeurs du XXIe siècle (Colombier, 2017).

1.1. Définir la(les) transition(s) énergétique(s) : une conception plurielle et complexe

Aux origines de la « transition énergétique »

Avant de se pencher sur ses implications dans le domaine de l'énergie, il convient dans un premier temps de s'intéresser au terme même de « transition ». Issu du latin *transire* qui signifie « aller au-delà », sa définition trouve une double entrée dans le Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL) : une « transition » exprime d'une part le « passage d'un état à un autre », c'est-à-dire un processus dynamique *et maîtrisé* (Chabrol, 2016) de modification d'un système, et d'autre part un « état intermédiaire » à part entière, dont les caractéristiques seraient bien distinctes de ses état initiaux et finaux. Au début du XXIe siècle, la transition s'applique tout autant aux dimensions écologiques que sociales, économiques, et s'impose en Europe dans les milieux politiques, médiatiques et scientifiques (Beucher & Mare, 2021). Cependant, ce concept fut utilisé tout au long du XXe siècle, notamment dans les sciences humaines et sociales avec les travaux de chercheurs états-uniens sur la « transition démographique » (Davis, 1945; Kirk, 1945; Notestein, 1946), puis en économie, avec l'ouvrage *Les étapes de la croissance économique* (Rostow, 1960) où l'auteur identifie cinq étapes par lesquelles passeraient les sociétés pour atteindre une économie fondée sur la consommation de masse. Le terme de « transition » est par la suite vivement critiqué dans les années 1980 car il laisse à penser une linéarité dans le développement des sociétés « *qui prête finalement peu attention à la circularité des héritages entre ces histoires* » (Labussière, Nadaï, 2020, p. 95). Lui est ainsi reproché la trop faible prise en compte des héritages et des spécificités des sociétés, certains chercheurs remettant en cause le principe d'un « modèle

universel transférable partout » et préférant parler d'une « pluralité des transitions » (Beucher & Mare, 2021, p. 384).

Pour ce qui traite plus spécifiquement de la transition 'énergétique', les travaux sur le sujet sont plus récents et ont connu un intérêt croissant depuis les années 2000 (Coenen et al., 2012). Si elle est souvent associée au terme allemand *Energiewende* formulé en 1980 (Krause et al., 1980), la notion de « transition énergétique » apparaît pour la première fois en 1967 lorsque le chimiste américain Harrison Brown dénonce les dangers géopolitiques de la raréfaction des ressources énergétiques à l'échelle planétaire, qui pourrait être l'événement déclencheur d'une troisième guerre mondiale (Boutillier, 2023). Les programmes d'actions états-uniens engagés en faveur de la transition énergétique, qui promouvaient notamment le développement de l'énergie nucléaire, étaient alors motivés par la crise énergétique de l'époque et le souci de garantir la souveraineté nationale face à l'augmentation du prix du pétrole (Fressoz, 2022). Le changement climatique comme injonction à mettre fin au règne des énergies fossiles n'est apparu que plusieurs années plus tard, en même temps que se multipliaient les mobilisations internationales en faveur du climat et de l'environnement. Quelle que soit la nature de ces motivations – économiques, géostratégiques, environnementales - elles présument une reconfiguration majeure des sociétés (Jaglin & Verdeil, 2013), qui se sont au cours des deux derniers siècles structurées autour de l'exploitation des ressources fossiles. Telle qu'elle est présentée dans les rapports publics en France, la transition énergétique serait un « *mode de développement économique respectueux de l'environnement, à la fois sobre et efficace en énergie et en consommation des ressources et de carbone, socialement inclusif, soutenant le potentiel d'innovation et garant de la compétitivité des entreprises* »[56]. On y retrouve ainsi les trois piliers du développement durable (économie, environnement, social) avec toutefois l'idée que l'objectif premier est d'assurer le développement économique du pays par l'innovation.

Reposant de manière générale sur une réduction de la part des énergies carbonées dans les systèmes énergétiques, il n'existe cependant pas de consensus sur les moyens et modes d'action pour y parvenir, qui sont multiples et divisent les chercheurs comme les décideurs. Les divergences en matière de motivations, d'objectifs, de gouvernance et de ressources, participent à alimenter un « flou sémantique » dans l'usage de ce terme par différents auteurs (Ory, 2021; Scarwell et al., 2015). Il en ressort une grande variabilité de dénominations : on parle tantôt de société post carbone (Emelianoff, Mor, 2013), d'une troisième révolution industrielle (Rifkin et al., 2012), ou d'une économie verte (Crifo, 2013), tantôt d'une transition vers le facteur 4 (Bonduelle et al., 2011; Mor, 2011) ou d'une économie de la post-croissance (Lange et al., 2023; Parrique, 2022). Depuis la COP 21, de nouvelles ramifications viennent par ailleurs s'ajouter à ce vocable avec l'objectif affiché d'atteindre la « neutralité carbone » : on évoque ainsi dans les discours les stratégies bas carbone, carbon-free, carbon-negativ, net zéro ou

[56] LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

encore de décarbonation (Arnauld de Sartre, 2023) pour rendre compte du rapport entre CO_2 émis et CO_2 absorbé.

Les transitions énergétiques passées, des clés de lecture pour les transitions contemporaines

Les transitions que nous connaissons actuellement ne sont pas les premières de l'Histoire, elles s'inscrivent dans la continuité des transitions qui ont successivement contribué à façonner les systèmes énergétiques dans lesquels nous vivons. Depuis une trentaine d'années, de nombreuses recherches sont menées en sciences humaines et sociales sur les évolutions des systèmes énergétiques à travers le temps (Debeir et al., 2013; Smil, 1994), de l'agriculture traditionnelle aux révolutions industrielles, et jusqu'au règne des énergies fossiles. Ces études reposent sur des analyses historiographiques des transitions énergétiques passées, considérées comme le seul champ de recherche disponible et observable duquel tirer des leçons pouvant orienter les politiques publiques vers la durabilité des systèmes énergétiques (Grubler, 2012). Cette « expertise historique » est particulièrement révélatrice des grandes dynamiques, des schémas et des *drivers* des transitions (*ibid.*), qui contribuent à la réalisation des scenarii et trajectoires de développement.

De ces recherches, il ressort que les transitions énergétiques s'appuient sur des dynamiques temporelles très variables (Labussière, Nadaï, 2020). A priori, nombre d'études et de théories s'accordent pour dire qu'une transition énergétique est un processus qui se déroule sur le temps long (Allen, 2012; Fouquet, Pearson, 2012) car elle nécessite des changements multidimensionnels au sein de vastes systèmes sociotechniques dont la taille renforce l'inertie. Toutefois, l'idée qu'une transition énergétique s'étale systématiquement sur plusieurs décennies, voire plusieurs siècles, n'est pas unanimement acceptée comme une caractéristique fondamentale de ce processus. Les transitions récentes viennent en effet remettre en question ce postulat car deux facteurs d'importance majeure viennent les différencier des transitions passées : la mondialisation et le changement climatique, qui vont agir comme des accélérateurs du phénomène (*ibid.*). L'hypothèse de transitions énergétiques rapides est donc avancée (Sovacool, 2016) et repose sur deux constats : (1) il a déjà existé des transitions rapides par le passé (on peut prendre l'exemple du développement du nucléaire en France en une dizaine d'années seulement) et (2) les *drivers* des transitions passées (prix, abondances/accessibilité des ressources) sont différents des *drivers* des transitions contemporaines (rareté, changement climatique, innovation). Enfin, une transition énergétique n'est pas un phénomène uniforme dans le temps et dans l'espace, ce serait davantage un processus séquentiel (Grubler, 2012) composé de plusieurs temporalités et qui se déploie par *phases*[57]. Les rythmes saccadés des transitions sont liés notamment à la durée des contrats, aux dérogations administratives, aux

[57] L'auteur identifie trois phases : *innovation center*, *early adopters*, *periphery* (*late adopters*).

temps des décisions politiques, à l'inertie due aux implémentations des règles européennes et à la bonne coordination des acteurs.

Dès lors, au regard des connaissances développées sur les transitions énergétiques passées, comment peut-on qualifier et caractériser les transitions énergétiques contemporaines ? Un premier élément de réponse est lié aux éléments déclencheurs des transitions. Tandis que les transitions passées sont liées à l'apparition de nouvelles technologies dans le fonctionnement des sociétés (machine à vapeur par exemple), les transitions énergétiques actuelles ont été initiées par les pouvoirs publics en réponse à des crises (Blazquez et al., 2020). Voulues, coordonnées et planifiées dans les milieux politiques (Sovacool, 2016), ces nouvelles transitions sont institutionnalisées et orientées vers la durabilité des systèmes énergétiques. Au-delà de cette idée, elles sont pensées comme des « projets normatifs » (Chabrol, 2016) en devenant une priorité sociale, économique et politique à toutes les échelles et invitent tous les acteurs de la société à se pencher de manière proactive sur la transformation de modes de production et de consommation de l'énergie.

Approche critique de la transition énergétique : substitution, addition ou bifurcation ?

Le recensement de quatorze transitions énergétiques passées par R. Fouquet (2010) permet de mettre en avant leurs différences d'impact sur la reconfiguration des systèmes énergétiques. Deux grandes catégories de transition se distingueraient alors selon le degré de scission avec le système sociotechnique dominant (Duruisseau, 2016). D'une part, les transitions énergétiques de *rupture* renverraient à des processus de grande ampleur et s'inscrivant dans le temps long. Elles tendraient à modifier structurellement les systèmes socio-économiques, non seulement grâce à des évolutions technologiques mais aussi et surtout par le biais de changements sociétaux. Une première transition de ce type se serait par exemple effectuée avec le passage de la biomasse, de l'hydraulique et de la force animale au charbon lors de la première révolution industrielle (Smil, 2017). Loin d'être assujettie aux enjeux de planification socio-économique ou à ceux du changement climatique, cette transition se serait réalisée lentement et aurait nécessité la diffusion de nouvelles technologies (Allen, 2012), au premier rang desquelles la machine à vapeur. Une deuxième transition *rupture* s'incarnerait dans le passage des énergies fossiles au déploiement des systèmes électriques, tout d'abord par la production d'électricité à partir de charbon, de nucléaire ou de gaz, et dans un deuxième temps par l'intégration progressive des énergies renouvelables dans les mix énergétiques. D'autre part, les transitions énergétiques de *substitution* renverraient à l'introduction de nouvelles énergies dans les systèmes énergétiques dominants, procédant à des réajustements mineurs du système sociotechnique sans rupture de celui-ci. Contrairement aux transitions de *rupture*, « *une courte durée suffit à ce que ces nouvelles énergies entrent en concurrence ou se substituent aux énergies du système énergétique initial* » (Duruisseau, 2014, p. 23). Elles

seraient donc plus rapides et plus intégrées dans l'évolution des systèmes énergétiques. On peut citer le passage du pétrole et du charbon au gaz naturel au Pays-Bas à partir des années 1960, ou encore le développement rapide de l'énergie nucléaire en France à partir des années 1970. Certains chercheurs préfèrent quant à eux utiliser le terme de « bifurcation » (Frisque, 2023; Veltz, 2022) pour rendre compte des mutations systémiques nécessaires à l'engagement des systèmes énergétiques vers davantage de sobriété et de durabilité ; ils s'éloignent ce faisant du terme de « transition », accusé de « banaliser le risque climatique » et de « politiser » les stratégies écologiques.

Toutefois, la notion de *substitution* d'une énergie par une autre est de plus en plus critiquée par de nombreux chercheurs pour qui les sources d'énergie sont complémentaires avant d'être substituables. Selon eux, les sociétés industrialisées seraient « *moins marquées par les transitions successives que par l'accumulation incessante de ressources énergétiques anciennes et nouvelles* » (Jarrige, Vrignon, 2020, p. 9). Les recherches sur le sujet ont ainsi mis en avant le caractère « aditif » de ces transitions, dans lesquelles « *de nouvelles sources primaires viennent s'ajouter à celles préexistantes, sans s'y substitue*r » (De Perthuis, Solier, 2018, p. 6). Ces critiques rejoignent les travaux récents de J.-B. Fressoz (2021) nuançant pour leur part l'idée de transitions *ruptures* par la mise en avant de l'évolution des usages de certaines matières premières plutôt que leur remplacement. Selon lui, le charbon n'a pas évincé la biomasse lors de période industrielle, l'explosion de la consommation de bois au XIXe siècle pour l'exploitation des mines de charbon, la construction des lignes de chemin de fer, etc. étant au contraire un exemple des « relations symbiotiques » qu'entretiennent les différentes sources d'énergie entre elles. Il cite aussi les effets de la production d'électricité sur la consommation de charbon, qui vient tempérer la « transition » des énergies fossiles vers le secteur électrique. Plutôt que de parler de « transition énergétique », il invite ainsi à parler « d'additions énergétiques » et place les sociétés industrialisées dans une nouvelle ère qu'il rebaptise « accumulocène » (Fressoz, 2020).

Une autre dénomination permet de qualifier les transitions selon leur degré de bouleversement des sociétés ; contrairement à la catégorisation précédente qui s'intéressait principalement aux aspects techniques et technologiques, celle-ci traduit davantage les interrelations entre techniques et sociétés. On distinguerait d'une part une *transition faible* caractérisée par des ajustements à la marge des modes de production et de consommation ; les modèles de développement et les systèmes énergétiques seraient préservés grâce à des innovations technologiques qui garantiraient la décarbonation des modes de production et la substitution des énergies fossiles par les énergies de flux (Duruisseau, 2014). D'autre part, une *transition forte*, qui reposerait sur des changements sociotechniques majeurs et des reconfigurations territoriales profondes ; ce processus serait « *marqué par des franchissements, des seuils de bifurcations, induisant des modifications beaucoup plus radicales et brutales de*

ces mêmes trajectoires pour s'acheminer vers une durabilité forte respectueuse des régulations sociales et technologiques » (Quenault, 2020, p. 56).

Il existe plusieurs manières de faire transition, et les dynamiques énergétiques contemporaines révèlent la multiplicité des trajectoires possibles. Sans prétendre à l'exhaustivité, deux modèles de transition énergétique sont ici présentés : celui de la modernisation écologique reposant sur les innovations technologiques et celui d'un changement plus sociétal fondé notamment sur des stratégies de sobriété et les changements de pratiques.

1.2. La modernisation écologique ou la technologie au service d'une transition « faible »

Une vision techniciste de la transition énergétique

Les économistes et chercheurs des sciences techniques ont été parmi les premiers à étudier les caractéristiques et les processus de la transition énergétique (Grubler, 2012). Les définitions sont donc nombreuses dans la littérature comme dans les rapports officiels et montrent souvent une vision très techniciste de la transition énergétique. Décrite comme « *the switch from an economic system dependent on one or a series of energy sources and technologies to another* » (Fouquet, Pearson, 2012, p. 1), la transition énergétique suppose des modifications, plus ou moins radicales, dans la manière de produire l'énergie et les ressources à mobiliser. La définition met par ailleurs en avant la capacité des systèmes énergétiques à façonner les économies contemporaines, l'enchevêtrement des sphères politiques, économiques, financières et techniques renforçant l'inertie des sociétés dans leur transition. Associée à la notion de durabilité des systèmes, la transition doit « *conduire à une profonde refonte des systèmes socio-techniques énergétiques fortement dépendants des énergies carbonées et poursuivre de manière délibérée un modèle énergétique plus durable, moins carboné et reposant sur un mix énergétique diversifié et plus ouvert aux énergies renouvelables* » (Jaglin, Verdeil, 2013, p. 8). La question du mix énergétique a ainsi son importance car elle traduit une diversification des approvisionnements énergétiques et des technologies employées, en procédant par « additions énergétiques » plus que par « substitutions ». A l'opposé, d'autres définitions mettent l'accent sur la modification des usages finaux de l'énergie, en présentant la transition énergétique comme « *a particularly significant set of changes to the pattern of energy use in a society, potentially affecting resources, carriers, converters and services* » (O'Conor, 2010, p. 2). Il est par ailleurs attendu que les technologies et l'innovation bénéficient d'un fort soutien des pouvoirs publics, sous forme d'investissements financiers conséquents, pour « *compenser l'incapacité du secteur privé à surmonter les risques associés à de tels investissements* » (Quenault, 2020, p. 58).

De manière générale, ces définitions ont pour point commun de présenter la technologie comme solution idéale et centrale au problème climatique actuel. Cette « *foi totale dans les pouvoirs illimités de l'esprit humain* » (Bergandi & Blandin, 2012, p. 130), qualifiée par certains d'« arrogance » anthropocentrique (Ehrenfeld, 1978), participe d'une vision techno-managériale de la transition (Audet, 2014) et constitue la base du courant de la modernisation écologique.

La modernisation écologique : des origines aux applications

La mise en lumière de la crise écologique comme fait de société à partir des années 1970 est venue questionner le rapport de nos modèles consuméristes et capitalistes à la nature, dénonçant la capacité autodestructrice de nos sociétés (Luhmann, 1992). À contrepied de cette critique sociale écologique, certains sociologues de l'environnement allemands et néerlandais tels que J. Huber (1982) ou M. Jänicke (1984, 2008) ont défendu l'idée selon laquelle l'économie de marché et l'innovation technologique, moteurs des sociétés occidentales, sont aussi les solutions pour dépasser l'antagonisme écologie/économie (Rudolf, 2013). Sans remise en cause fondamentale du fonctionnement des sociétés industrialisées, la durabilité des trajectoires de développement pourrait ainsi être assurée par une « modernisation écologique » (Mol, 2000), entendue comme « *l'association de la science et de la technique au service d'une économie de marché encadrée […] à la faveur d'une réorientation des systèmes productifs à l'intérieur du système capitaliste néolibéral* » (Quenault, 2020, p. 51). C'est donc autour du triptyque science-technique-politique que se dessine le « projet technocratique » de gestion des problèmes environnementaux (Hajer, 1996).

Au-delà de l'intégration de l'environnement dans tous les secteurs des politiques publiques, ce nouveau modèle reposerait sur la rationalisation des process industriels par l'internalisation des coûts environnementaux. La recherche d'efficience, à l'origine de la réforme industrielle amorcée par la modernisation écologique (J. Huber, 2014) a alors ouvert la voie à de nombreux modèles économiques comme l'économie circulaire ou encore l'écologie industrielle et territoriale. Ceux-ci visent à « rationaliser la production pour tenir compte des contraintes écologiques » (Guay, 1999), par la décarbonation, la dématérialisation, l'efficacité énergétique, le recyclage des matières, etc. L'innovation joue aussi un rôle central, les institutions publiques internationales reconnaissant le caractère incontournable des technologies innovantes dans l'atteinte des objectifs de Paris. Ces technologies relèvent pour une part de nouveaux produits énergétiques comme l'hydrogène ou les biocarburants, qui favorisent le maintien de gros outils industriels. Ce sont aussi la constitution de nouveaux réseaux de transport et de distribution de l'énergie (pipelines régionales de gaz, hydrogenoducs, etc.) ou bien la mise en place de dispositifs et mesures compensatoires (captage et stockage de

CO_2, compensations écologiques) qui, intrinsèquement, procèdent à une « marchandisation de la nature » et une « écologisation de la modernité » (Arnauld de Sartre, Doussan, 2018, p. 134).

Dans ce modèle de transition, qui s'apparente à une forme de « capitalisme vert » et une « rationalisation écologique » (Ewing, 2017), la transition énergétique se retrouve mise au service de la croissance économique et du maintien du système énergétique dominant à contresens d'un modèle de *transition forte* supposant une rupture avec les trajectoires de développement actuelles. Pourtant, la diversification du « mix technologique » repose grandement sur la maîtrise de la demande afin de garantir des « *trajectoires plus résilientes* » (Colombier, 2017, p. 298). Si le modèle qui vient d'être présenté semble avoir été choisi pour orienter la majorité des stratégies politiques environnementales des pays industrialisés (Dias et al., 2020), des alternatives beaucoup plus disruptives sont aussi défendues, notamment dans les milieux militants et scientifiques.

1.3. Consommer moins, consommer mieux : valoriser un changement sociétal et systémique en rupture avec les systèmes énergétiques dominants

Le paradigme du changement sociétal

La vision techniciste de la transition énergétique est critiquée par de nombreux chercheurs, qui dénoncent la faible prise en considération des aspects sociaux, politiques et territoriaux de la transition énergétique (Hirsch, Jones, 2014; Raineau, 2011). Selon ces chercheurs, les solutions technologiques et l'innovation ne sauraient être les seules réponses aux enjeux posés par la transition énergétique (Serero, Verzeroli, 2022). L'appréhension du phénomène invite donc à intégrer davantage de facteurs liés aux modes de vie (sobriété énergétique, modes de transport vertueux), aux politiques publiques (efficacité énergétique, isolation des bâtiments, développement des énergies renouvelables) ou aux caractéristiques socio-démographiques (représentations, égalité d'accès à l'énergie). Plutôt qu'une approche centrée sur la technique et les modes de production, des modèles alternatifs prônant une « approche éco-centrée radicale » (Audet, 2014) s'intéressent, eux, aux évolutions induites par les changements dans les modes de consommation (alimentaire, énergie, transport, produits manufacturés). Dans son ouvrage au titre éloquent *Ralentir ou périr*, l'économiste T. Parrique (2022) déconstruit ainsi le mythe moderne de la croissance économique comme seul remède aux crises que nous traversons. Prônant, comme avant lui S. Latouche () une économie de la décroissance, la transition énergétique reposerait avant tout sur une redéfinition des besoins à la fois individuels et collectifs.

Cette idée fait écho à la notion de sobriété énergétique qui est apparue récemment dans les discours politiques sur l'environnement et le climat. Resté pendant longtemps un « *impensé des politiques énergétiques* » (Hache, 2022, p. 43), la pandémie de la Covid-19 puis le conflit russo-ukrainien ont fait de ce principe une priorité des politiques environnementales. Dans le

rapport du GIEC d'avril 2022, la sobriété énergétique y est reconnue comme le deuxième pilier pour la stratégie de lutte contre le réchauffement climatique, après le développement des énergies renouvelables et des technologies dites bas carbone. Elle y est définie comme « *l'ensemble des mesures et des pratiques quotidiennes qui évitent une demande en énergie, en matières premières, en terres et en eau, tout en assurant le bien-être de tous dans le respect des limites planétaires* »[58] (Shukla et al., 2022, p. 63) ; la sobriété énergétique fait ainsi du changement sociétal un nouveau paradigme dans les relations société-énergie – mais laisse de côté la question de l'industrie. La tendance de ce modèle de transition serait à la réduction et l'optimisation des usages, l'évitement du gaspillage énergétique ou encore l'adoption de pratiques alternatives moins énergivores (changement de comportement). En conséquence, la sobriété énergétique suppose un ralentissement général des activités[59] – par opposition à la surconsommation de rigueur dans les pays industrialisés – et une relocalisation de ces activités pour davantage de proximité, entendue autant en termes de distance physique que de considérations temporelles (Mundler, Rouchier, 2016).

Allier justice sociale et enjeux environnementaux

L'idée d'une *transition forte*, où l'évolution des systèmes techniques irait de pair avec une transition sociétale majeure, fait lentement son chemin dans les milieux politiques, portée par la multiplication des travaux scientifiques sur la justice sociale et environnementale. Le philosophe S. Lavelle conçoit ainsi la transition énergétique comme un « changement polymorphe » de nos sociétés, fondé sur la mutation de quatre dimensions :

> « *Il s'agit tout d'abord d'un changement d'oïkos, soit une vision nouvelle des rapports de l'espèce humaine à son milieu et à ses ressources, où gestion de la planète se conjugue avec interdépendance des nations. Il s'agit aussi d'un changement de tekhnè, qui ne se réduit pas à une somme d'inventions industrielles, même révolutionnaires, mais passe par la production d'un nouveau système socio-technique, dans lequel les innovations sont également sociétales. Il s'agit, par ailleurs, d'un changement d'ethos, qui ne se limite pas à une somme de résolutions morales, mais suppose un nouveau système socio-éthique, lequel est sommé de se traduire dans une modification des habitudes de vie de tout un chacun. C'est, enfin, un changement de muthos, autrement dit, la production d'un nouveau récit du changement susceptible de donner sens à l'action individuelle et collective* » (Lavelle, 2015, p. 85).

[58] « *Sufficiency policies are a set of measures and daily practices that avoid demand for energy, materials, land and water while delivering human wellbeing for all within planetary boundaries* », *trad.* Hache, 2022, p.43

[59] « *Sobriété énergétique. Tout ralentir pour accélérer la transition ?* », webinaire du Pop'Sciences Forum, novembre 2020

Par cette citation, l'auteur invite à dépasser les considérations purement technicistes de la transition énergétique pour envisager une transition plus systémique et animée par des principes éthiques. Cette éthique de la transition fait écho aux nombreuses mobilisations sociales contre les injustices environnementales qui ont parcouru les États-Unis à partir des années 1980 (Blanchon et al., 2009). Dans les milieux scientifiques, elles ont participé à la définition d'une justice environnementale, entendue comme le « *droit à un environnement sain pour tous et à une répartition des bénéfices (parcs, ressources, etc.) et des dommages environnementaux (pollutions, risques, etc.)* » (Drique, Lejeune, 2017, p. 113). Les chercheurs sont en effet partis du constat qu'il existait une corrélation entre les nuisances environnementales et les territoires les plus précaires – ceux-ci étant moins impliqués dans les processus décisionnels – donnant lieu à l'émergence d'inégalités environnementales. En venant se superposer et se cumuler aux inégalités sociales, ces nouvelles formes d'inégalités permettraient d'expliquer les difficultés de nos sociétés à surmonter la crise écologique en dépit des investissements et des innovations technologiques (*ibid.*). Aucune économie environnementale ne serait alors possible sans garantir au préalable la justice sociale (Laurent, 2020), c'est-à-dire l'égalité des droits pour tous les peuples[60], incluant ici l'accès aux ressources énergétiques et la préservation du cadre de vie. Ce principe n'est pas nouveau et se retrouvait déjà dans le Rapport Meadows en ces termes : « *une société basée sur la justice et l'égalité a beaucoup plus de chance d'évoluer vers un état d'équilibre global que la société en croissance que nous connaissons actuellement* » (Meadows et al., 1972, p. 175).

Au XXIe siècle, la justice sociale constitue un des fondements de la théorie du donut, mise au point par l'économiste anglaise K. Raworth (2012, 2017). Ayant très vite acquis une reconnaissance internationale, tout particulièrement dans les pays anglophones, il s'agit d'un modèle économique reposant sur un équilibre entre les besoins humains essentiels et les limites environnementales (**Figure 7**). Dans ses travaux, elle théorise un « espace sûr et juste » dans lequel l'humanité pourrait s'épanouir et garantir sa survie sur le long terme, tout en poursuivant un développement économique. Cet espace serait cependant doublement contraint : par un *plafond environnemental* constitué de neuf limites planétaires (Rockström et al., 2009) dont la transgression causerait des dommages environnementaux irréversibles, et par un *plancher social* composé de douze dimensions dérivées des standards sociaux minimums identifiés par les Objectifs du Développement Durable en 2015. Cette théorie permet donc de mettre en lumière les enjeux sociaux souvent négligés ou impensés dans les modèles de transition dominants mais qui sont vitaux pour garantir la durabilité des sociétés.

[60] Telle que définit par l'ONU lors de la Journée mondiale de la justice sociale, le 20 février 2023.

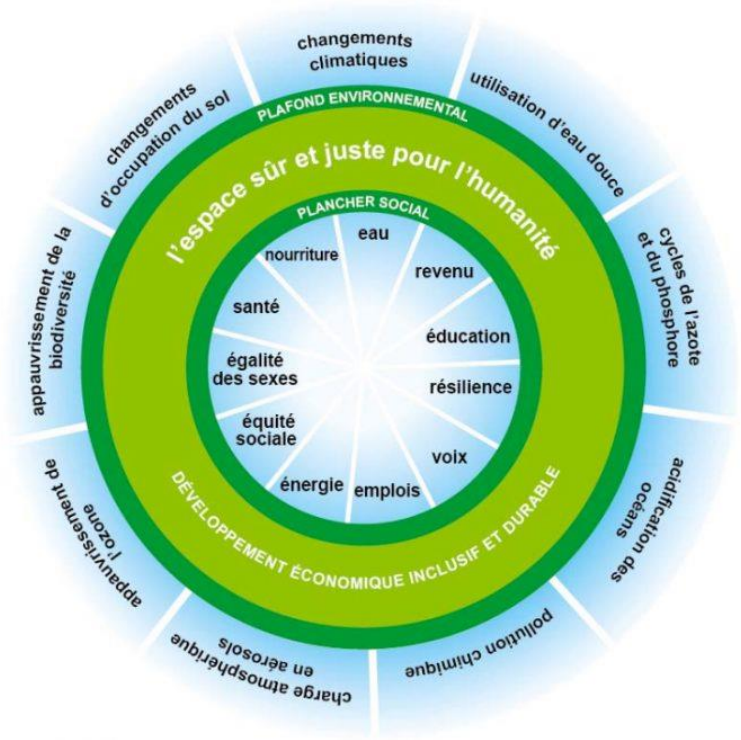


Figure 7. La théorie du donut de Kate Raworth (2012, 2017). Source : Oxfam, 2020

En résumé, la transition énergétique est un phénomène complexe difficilement réductible à une définition simple qui traduirait de manière exhaustive toutes ses caractéristiques. Les choix politiques d'un modèle de *transition faible*, reprenant les principes de la modernisation écologique, au détriment d'une *transition forte*, en rupture avec les trajectoires actuelles de développement, n'exclut cependant pas la possibilité d'une hybridation des modèles (Daviet, Perroux 2024), et les initiatives – souvent locales – allant dans le sens d'un changement sociétal se multiplient. Collectivement désirée et politiquement engagée, la mise en œuvre de la transition énergétique fait débat (Durand et al., 2015) et fait reposer le choix des trajectoires de développement sur les recherches prospectives.

2. Trajectoires, prospective et points de rupture : la modélisation au service de la planification

Initier et maîtriser un processus de transition, quel que soit le modèle envisagé, impose aux responsables politiques et économiques d'avoir une vision claire des perspectives d'évolution des sociétés, des marchés, des technologies, de l'offre et de la demande. Leurs choix sont alors éclairés par un certain nombre de projections dans l'avenir, prenant la forme de scenarii et de modèles. Ces études prospectives permettent ensuite l'identification de *trajectoires* favorables à un développement durable des sociétés industrialisées, ouvrant la voie à la *planification territoriale* et la constitution de cadres politique orientant l'action publique.

2.1. Prédire avant d'agir : la prospective au service des politiques

De la difficulté de prédire un phénomène complexe

Si la transition des sociétés industrialisées vers un système bas carbone est hautement plébiscitée, sa mise en œuvre et ses effets demeurent incertains. Pour les partisans de la modernisation écologique, comme pour ceux de la sobriété énergétique ou ceux du développement massif des énergies renouvelables, il est difficile d'appréhender la complexité de ce processus et d'en avoir une vision systémique. La transition constitue à ce titre un *hyperobjet*, c'est-à-dire un objet dont l'ampleur spatio-temporelle dépasse l'entendement humain et met en défaut la compréhension que l'on pourrait en avoir (Morton, 2018). De nombreux facteurs – sociaux, économiques, politiques, géostratégiques, fonciers, financiers, techniques, environnementaux – conditionnant le passage vers des économies bas-carbone font encore l'objet de nombreuses recherches, qui restent bien souvent cloisonnées dans leur champ disciplinaire. Ce faisant, « *il n'existe pas à ce jour de démonstration de la faisabilité de la transition énergétique. Le débat sur l'affranchissement des sociétés thermo-industrielles de leur dépendance aux hydrocarbures ne s'articule qu'autour de modèles, de scénarios, d'observations* » (Mignerot, 2022, p. 57). Ces scenarii, en tant que « gestes sociaux et politiques », sont des « *élaborations techniques […] visant à établir des perspectives d'évolution des systèmes énergétiques et économiques* » (Labussière & Nadaï, 2015, p. 37). En ce sens, ils ne constituent pas des « prédicateurs de l'avenir » mais des « histoires de ce qu'il pourrait se produire dans le futur si certaines hypothèses se réalisent »[61]. En réalité, aucun modèle ni scenarii n'est en mesure d'intégrer l'ensemble des variables relatives à l'évolution des sociétés tant celle-ci est multidimensionnelle ; ils tendent donc à négliger certaines dimensions pour des soucis de clarté et de facilité de lecture. Ce constat nous engage à analyser avec prudence les estimations, projections et scenarii réalisés par les grandes institutions internationales, indépendamment de la qualité scientifique de leurs travaux. Ainsi, bien loin des considérations technico-managériales de la transition supposant la modernisation des systèmes énergétiques, de plus en plus d'experts « *appellent plus largement à une transformation de nos modèles en opérant notamment des changements d'échelles vers le territoire, […] condition nécessaire pour accomplir les transformations systémiques attendues*. » (Aubertin, Magda, 2019, p. 266).

Les scenarii comme cadres de narration des trajectoires de développement

Face à l'urgence du réchauffement planétaire, les besoins en matière de vision sur l'avenir tendent à s'accentuer dans les milieux décisionnels. Ces besoins donnent une place

[61] « Scenarios are stories about what might happen in the future if certain assumptions are fulfilled but they are most certainly not predictors of the future » (World Energy Council, *World Energy Scenarios to 2050 : The Europe Region*, 2006, p.44).

centrale à la prospective[62] en raison de sa capacité à « *réconcilier savoir et pouvoir, finalités et moyens, en donnant à l'homme politique la possibilité de transformer sa vision de l'avenir en actions* » (Godet & Durance, 2011, p. 9). Entendue autant comme processus cognitif (Bootz, 2012) que comme outil opérationnel d'aide à la décision, elle propose par exemple des prédictions sur la consommation et sur la production d'énergie, les échanges, les prix, les investissements, les mix technologiques (Paltsev, 2017). Elle se veut à la fois un *acte engagé* en aidant à préparer l'action collective, mais aussi un *acte dégagé* dans sa recherche d'objectivité et de neutralité vis-à-vis des intérêts politico-économiques (Gaudin, 2013). Les scenarii qu'elle produit ne sont pas utilisés pour décrire le futur, en raison de l'imprécision de leurs estimations, mais aident à « *construire une image devant laquelle les responsables vont rétroagir en élaborant des plans d'actions et en prenant des décisions* » (Bootz, 2012, p. 38). La résolution du problème initialement identifié ne se réalise donc pas du côté de l'objet de la prédiction mais plutôt du côté du sujet, autrement dit des décisionnaires, en les éclairant sur les changements à anticiper. En ce sens, les scenarii enjoignent à « penser l'impensable » (Kahn, 1962), à pousser jusqu'à l'extrême pour dépasser ce qui est plausible et songer à ce qui *pourrait être.*

En admettant que la prospective n'a que peu d'intérêt si elle ne prend pas en compte le contexte plus général dans lequel s'inscrit son objet d'analyse (Gaudin, 2013), il est nécessaire de rappeler que, d'après certaines projections, il y aura dix milliards d'êtres humains d'ici 2050 et que l'activité économique mondiale pourrait être multipliée par cinq si l'évolution des sociétés se poursuit sur le modèle des pays industrialisés (Colombier, 2017). Suivant ces estimations, la consommation d'énergie devrait elle aussi doubler, avec une augmentation de 46,9% entre 2018 et 2050[63]. Ce faisant, de nombreux modèles et scenarii ont été proposés en vue d'atteindre « l'objectif des 3A », aussi appelé le « trilemme énergétique » : *Accessibility, Availability, Acceptability*[64] (WEC, 2006). Nombre de ces modèles sont effectués par de grands groupes industriels, au premier rang desquels les compagnies pétrolières qui, anticipant la fin de l'ère carbonée, réalisent des estimations de la demande énergétique d'ici 2050 afin d'avoir une vision plus claire de la composition des mix énergétiques dans lesquels elles prendront part. Dès 2008, la multinationale anglaise Shell publie ainsi *Energy scenarios to 2050*, qui identifie un scenario « *Scramble* » où les enjeux d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO_2 ne seraient adressées que tardivement lorsque les politiques sont au pied du mur, et un

[62] La prospective a été promue en France par le philosophe Gaston Berger dans les années 1950, qui la place au service de l'action publique et de l'intérêt général, dans la continuité de la pensée humaniste du siècle des Lumières. Il fonda en ce sens le Centre International de la Prospective en 1957 (Gaudin, 2013).

[63] IEA, *International Energy Outlook,* 24 septembre 2019.

[64] Accessibility : The extent to which people have access to modem energy, as distinct from dependence on traditional energy forms.
Availability : The reliability and security of energy supply systems, once access has been achieved.
Acceptability : The environmental sustainability of energy supply and use. This study therefore looks at the impact various policy scenarios will have on the global achievement of these goals.

scenario « *Blueprints* », dans lequel les initiatives locales permettraient d'anticiper les enjeux de développement économique, de sécurité énergétique et de préservation de l'environnement. Une distinction est donc réalisée selon les degrés de gouvernance de la transition énergétique, qui n'opèrent pas selon les mêmes temporalités et objectifs. D'autres rapports sont annuellement publiés par les entreprises françaises TOTAL, nord-américaine ExxonMobil ou encore anglaise BP, depuis près d'une décennie. Des travaux de prospective sont aussi effectués par des institutions comme l'*Energy Information Administration* (1977) aux Etats-Unis, l'organisation intergouvernemental *International Energy Agency* (1974) ou encore le *World Energy Council* (1923). Enfin, des organismes de recherche contribuent à la réalisation de scenarii comme le cabinet d'études et de conseil Enerdata, basé à Grenoble, qui a présenté dans son rapport de 2022 trois trajectoires, différenciées selon l'objectif de limitation du réchauffement climatique à atteindre (augmentation de 3°C, 2 à 2,5°C ou inférieur à 2°C).

Parmi la multitude des modèles existants, nous en présenterons trois, choisis en raison de leur visibilité internationale, de leur utilisation comme cadres de référence auprès des grandes institutions politiques européennes et de leur échelle d'analyse.

Quels scenarii pour quels futurs ?

Les dernières éditions des modèles de développement ont la particularité de prendre en compte les effets de la crise énergétique de 2021 et du conflit en Ukraine de 2022 sur l'évolution des systèmes énergétiques. Le premier que nous allons étudier est celui de la compagnie BP, qui publie annuellement un *Energy Outlook* depuis 2011. Dans la dernière édition de 2023, trois scenarii sont identifiés pour anticiper les trajectoires possibles pour le système énergétique global d'ici 2050[65]. Les scenarii *Accelerated* et *Net Zero* sont cohérents avec l'objectif identifié lors de la COP 21 de contenir le réchauffement climatique à 1,5°C, voire à 2°C avant 2100. Pour le premier scenario, cela passe par la réduction des émissions de CO_2 de 75% d'ici 2050 (par rapport à 2019), en s'appuyant sur des politiques climatiques plus restrictives et le développement de nouvelles technologies. À cela s'ajoute, pour le deuxième scenario, la nécessité d'apporter des changements sociétaux plus systémiques et d'améliorer l'efficacité énergétique afin de réduire ces émissions de 95%. Enfin, un troisième scenario *New Momentum* fait état de la trajectoire actuelle des systèmes énergétiques, en dépit de leur ambition de décarbonation ; dans cette dynamique, il est estimé que les émissions de CO_2 ne seraient diminuées que de 30% d'ici le milieu du siècle. Ces trois scenarii ainsi posés, le système énergétique mondial connaîtrait quatre grandes tendances (**Figure 8**).

[65] BP Statistical Energy Review 2023 : https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2023.pdf

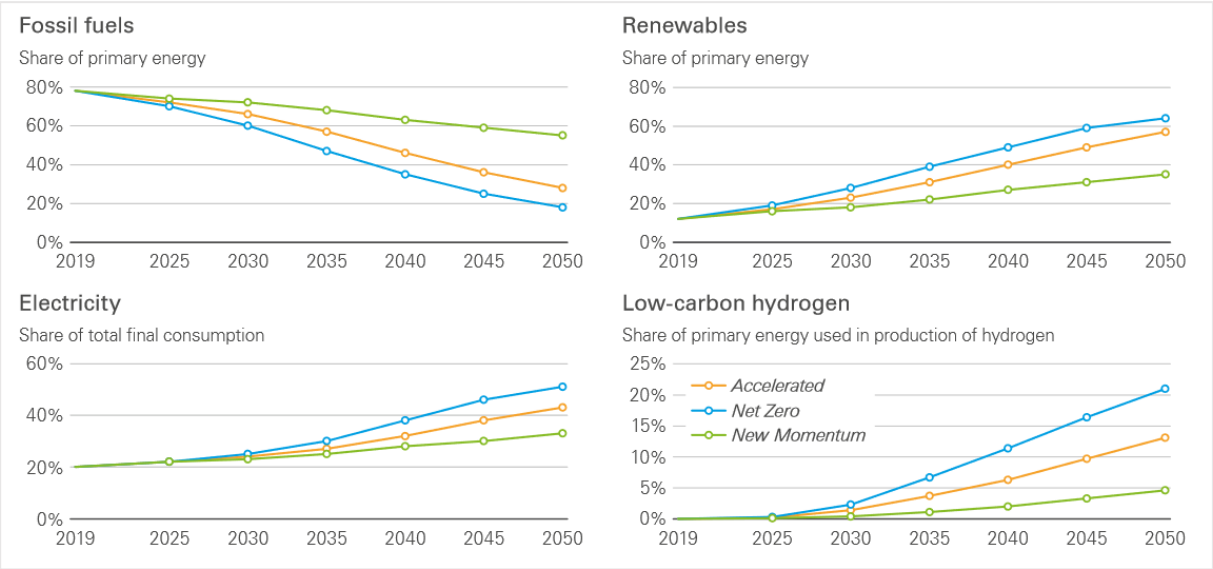


Figure 8. Les quatre tendances de développement du système énergétique mondial.
Source : BP Statistical Energy Review, 2023

D'après ce modèle, les projections à 2050 prévoient (1) le déclin des hydrocarbures, (2) un déploiement rapide des énergies renouvelables, (3) un accroissement de l'électrification et (4) une augmentation des usages de l'hydrogène bas-carbone. Ces quatre tendances, dont l'ampleur varie selon les scenarii, résument l'essentiel du modèle de BP mais tendent à négliger les dimensions sociétales de la transition énergétique en ne se focalisant que sur les aspects technologiques.

Deuxièmement, l'association française NégaWatt propose son propre modèle pour éclairer les trajectoires de développement du système énergétique français. Publié en janvier 2017, celui-ci couvre tous les secteurs économiques et industriels (transport, industrie, bâtiment, agriculture…) et affirme que la France pourrait atteindre un mix 100% renouvelable en 2050 tout en sortant du nucléaire, à partir de 2035 (**Figure 9**). Pour ce faire, la transition vers un système décarboné passerait nécessairement par une réduction drastique de la consommation brute d'énergie, permise par une diminution des besoins (*sufficiency*) et un accroissement de l'efficacité énergétique (*efficiency*). Ces deux dynamiques engagées, les besoins en énergie à l'horizon 2050 sont estimés à 1 000 TWh, soit une réduction de près des deux tiers de la demande, et pourraient être satisfaits par le seul recours aux énergies renouvelables (bioénergies, éolien, photovoltaïque, hydraulique…). La transition énergétique reposerait alors avant tout sur une « transition sociétale »[66] dont l'ampleur toucherait toutes les sphères de la société et qui ne pourrait être atteinte par les « petits pas » (*baby steps* en anglais)[67] réalisés par les innovations technologiques. On retrouve ces mêmes recommandations dans l'étude

[66] Tel qu'indiqué dans le titre de la synthèse du scenario NegaWatt de 2022, « la transition énergétique au cœur d'une transition sociétale »
[67] Propos mentionnés par Xavier Arnauld de Sartre lors du séminaire annuel du labex DRIIHM à Strasbourg le 6 juin 2023.

prospective *Transition(s)* proposée par l'ADEME en 2021. Opérateur de l'État pour la transition écologique et énergétique, l'ADEME y décrit quatre scenarii de sociétés selon l'évolution des systèmes énergétiques et productifs : le scenario *génération frugale* considère une sobriété poussée à son maximum et une sanctuarisation de la nature perçue comme « bien commun », il suppose donc une forte rupture avec les modes de vie actuels ; le scenario *coopérations territoriales* plaide pour une gouvernance partagée de la transition et une « mobilisation raisonnée des ressources » ; le scenario *technologies vertes* repose sur le développement et les innovations technologiques ; enfin, le scenario *pari réparateur* décrit une société où les modes de vie actuels sont conservés grâce un processus de compensation et de « réparation des systèmes sociaux et écologiques » par la mobilisation de « plus de ressources matérielles et financières ».

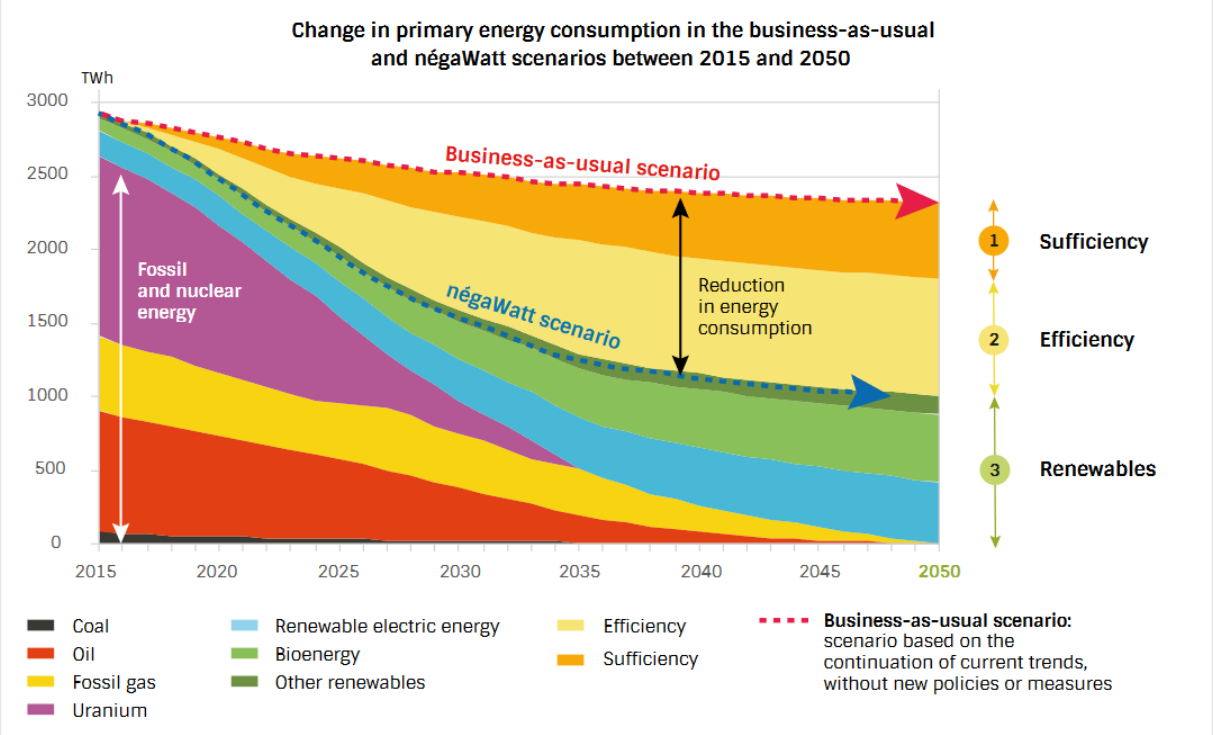


Figure 9. Les trois piliers de la transition d'ici 2050 : suffisance, efficience, renouvelables.
Source : NegaWatt scenario 2017-2050, a blueprint for a successfull energy transition in France, 2017

La prospective, par l'élaboration de scenarii, permet aux décideurs – politiques, économiques, industriels – de se confronter aux effets de leurs choix et de leurs stratégies sur le long terme. Ce sont des outils d'aide à l'élaboration de *trajectoires de développement*, préfigurant les cadres institutionnels de l'action publique, mais ces trajectoires ne prennent pas en considération le rôle des territoires, pourtant centraux.

2.2. Trajectoires de développement et *branching points*

Les trajectoires de transition, une notion peu étudiée en sciences humaines et sociales

Dans son sens commun, le terme de « trajectoire » tire sa définition de la géométrie, de l'astronomie ou encore de la physique pour décrire le mouvement d'un objet souvent inanimé (projectile, véhicule, astre...) dans l'espace[68]. La trajectoire désigne alors l'ensemble des points ou positions successives qu'a occupé cet objet au cours du temps jusqu'à son point d'aboutissement ; la dimension spatiale y est un élément essentiel pour décrire les caractéristiques de ce déplacement, ainsi que les forces et les contraintes qui s'exercent pour en modifier la course. Depuis une dizaine d'années en France, cette notion a été transposée dans les milieux politiques pour traduire les possibilités de développement des sociétés en lien avec les travaux menés en prospective. On retrouve par exemple une étude du cabinet de conseil Carbone 4, spécialisé sur les enjeux d'énergie et de climat, présentant les « trajectoires du débat national sur la transition énergétique » pour le compte du ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MDDE) et en prévision de la Loi de Programmation de la Transition Énergétique de 2015. Un an plus tard, ce même Ministère publie son rapport sur les « Trajectoires de transition bas carbone à moindre coût » visant à identifier et valoriser les différents gisements de réduction des émissions dans divers secteurs en vue d'atteindre le facteur 4 d'ici 2050. A plus petite échelle, le Centre Ressource du Développement Durable (CERDD) publie en 2016 une synthèse intitulée « Trajectoires et transitions » pour renforcer la durabilité des activités en Région Hauts-de-France.

Les analyses sur le sujet se multiplient et traduisent le déplacement de ce concept du champ de la géométrie vers celui de la prospective, délaissant sa dimension spatiale au profit d'une description multi-sectorielle des possibilités d'évolution d'un système. La jeunesse de de ce terme dans le milieu politique n'est pas étrangère à l'absence de définition adaptée à son nouvel usage. Certains travaux, menés par l'INRAE sur l'analyse des trajectoires de transition agroécologique des systèmes agricoles, en donnent de premiers éléments définitoires : une trajectoire de transition désignerait l'ensemble des changements opérés vers un nouveau modèle (Le Bail et al., 2020). La qualification de ces changements, ainsi que la nature des acteurs concernés, l'identification de l'objectif final et les moyens mis en œuvre pour l'atteindre ne sont cependant pas abordés et constituent un flou théorique important. Quelques recherches en sciences humaines et sociales commencent à s'intéresser aux « trajectoires de transition énergétique » (Durand et al., 2022; Lapostolle, 2021), décrivant la capacité de certaines structures organisationnelles à impulser de nouvelles dynamiques pour projeter les systèmes socio-techniques sur de nouveaux chemins. De manière similaire, les chercheurs anglophones retiennent depuis quelques années le concept de *pathway* (Rosenbloom, 2017) pour désigner

[68] D'après le Trésor de la Langue Française, consulté en ligne le 17 août 2023.

une voie ou un chemin sur lequel s'engager pour atteindre un résultat précis et préalablement déterminé.

De pathway *en trajectoire*

Tout système socio-technique est, du fait de ses infrastructures, de ses réseaux et de ses configurations territoriales, engagé dans une « trajectoire » de développement. Cette notion a déjà fait l'objet de quelques travaux dans les pays anglophones, notamment de la part de l'économiste T. J. Foxon (2010, 2013) qui étudie les processus de construction de nouveaux *pathways* vers un système électrique bas carbone au Royaume-Uni. Son approche, fortement inspirée du Multi-Level Perspective Model[69] (Geels, 2002) reste cependant très aspatiale et ne rend pas compte du rôle des acteurs locaux ni du poids des structures territoriales héritées. Par ailleurs, le terme anglophone (« voie, chemin ») peut laisser entendre que la route est déjà tracée et qu'elle est relativement hermétique aux chocs extérieurs. Une « trajectoire » traduit mieux quant à elle le côté incertain lié à l'évolution dans le futur des systèmes complexes que sont les sociétés humaines : on peut *estimer* l'évolution d'un système socio-technique au regard de l'objectif fixé et des actions engagées mais la course de celui-ci peut à tout moment être modifiée par des facteurs externes (crise énergétique/sanitaire/économique, guerre, changement de majorité politique, innovations sociales et technologiques, etc.), nécessitant alors de procéder à des réajustements de la trajectoire ou à une redéfinition de l'objectif. Une trajectoire est donc une estimation, elle n'est pas une fin en soi : elle est évolutive, adaptable et incertaine, dans la mesure où elle repose sur la réalisation de scenarii de développement (Hughes et al., 2013). En outre, recourir au terme de « trajectoire » permet d'explorer la possibilité de solutions alternatives venant questionner l'orientation du système, issues par exemple des innovations technologiques, sociales ou encore territoriales.

Quelles sont *a priori* les caractéristiques d'une trajectoire ? Dans le domaine des sciences techniques, une trajectoire est décrite selon sa forme (rectiligne, circulaire, curviligne) et dépend de nombreux facteurs externes (résistance de l'eau ou de l'air, gravité, frottements, obstacles, etc.). Ceux-ci changent de nature lorsque la notion est appliquée à l'évolution d'un système socio-technique, fortement marquée par le facteur humain. De fait, les trajectoires sont les « *résultats d'une multitude de décisions prises par des acteurs en interaction* »[70] (Foxon et al., 2013, p. 147) sur le temps long, décidant quelle trajectoire poursuivre ou s'il est nécessaire de bifurquer sur une autre voie, dessinant par là-même les contours de nos sociétés. En un sens, les choix de trajectoires révèlent donc les représentations associées à un idéal de société car elles sont orientées selon les objectifs pris par les acteurs appartenant à la « forme dominante

[69] Le modèle Multi-Level Perspective, longuement théorisé par F. W. Geels (2002, 2019), est une grille de lecture des transitions des systèmes socio-techniques vers un développement bas-carbone, fondé sur trois niveaux de compréhension : les niches technologiques, les régimes et le paysage socio-techique.
[70] « Pathways reflect the outcomes of multitudes of decisions made by interacting actors along the way. »

de gouvernance » (*ibid.*, p.152), que ce soit le marché, la société civile ou le pouvoir public (*government*). Dans le cas des systèmes énergétiques, les trajectoires se construisent autour de choix politiques et économiques qui ont conduit, à certains moments de l'histoire des systèmes, à l'adoption de nouvelles technologies et/ou pratiques, à l'exploitation de nouvelles ressources, à l'émergence d'acteurs ou à la modification structurelle des réseaux de transport de l'énergie. L'accumulation des décisions allant dans le même sens tend ensuite à renforcer l'orientation du système énergétique dans une certaine direction, inscrivant celui-ci dans une forme de dépendance au sentier (Lovell, Foxon, 2023).

En résumé, une trajectoire repose sur la caractérisation d'un état initial, perçu comme étant en décalage avec des idéaux politiques, culturels ou économiques de certains acteurs ; la rectification de cet état vers un état souhaité impose d'établir un objectif à atteindre, dont l'échéance à plus ou moins long terme traduit la vitesse de la trajectoire ; enfin, la trajectoire se caractérise par les moyens mis en œuvre pour atteindre cet objectif, qu'ils soient matériels, humains, financiers ou organisationnels.

Les trajectoires de transition sont le fruit d'un processus décisionnel résultant dans l'émergence et/ou le maintien de structures matérielles et organisationnelles ; elles sont contraintes par des facteurs structurels à différentes échelles et soumis à une forte incertitude qui vient jouer sur sa mise en œuvre sur le long terme. L'impératif de transition écologique constitue un choc majeur en venant questionner la durabilité des trajectoires issues des révolutions industrielles mais les effets de ce choc restent encore imprévisibles (Quenault, 2020) : la transition écologique représente-t-elle une « opportunité de rupture » permettant une réforme en profondeur des trajectoires de développement actuelles non durables ou ne permet-elle que des ajustements à la marge ?

Les « branching points » ou « embranchements » dans les trajectoires de transition

Tout comme une intersection indique la rencontre de plusieurs routes en un point donné, les trajectoires sont des possibilités de développement qui trouvent leur point d'origine dans des instants de prise de décision. Ces moments critiques dans l'histoire des systèmes socio-techniques constituent des « embranchements » ou « points de bifurcation » (*branching points* en anglais) lors desquels la trajectoire en cours est questionnée à différents niveaux, parfois jusqu'à l'effondrement de la logique dominante : « *we define a branching point as a key decision point on a pathway at which actor's choices, made in response to internal or external pressures, determine whether and in what ways the pathway is followed* » (Foxon et al., 2013, p. 147). L'introduction de la notion de *branching points* par T. J. Foxon (2013) dans le cadre du projet de recherche sur les *Transition Pathways* (Foxon et al., 2010) a été le point de départ pour la construction théorique et empirique de ce concept. Une synthèse des recherches menées

sur ce sujet ces dix dernières années distinguent trois grandes approches complémentaires (Lovell, Foxon, 2021).

Premièrement, les embranchements sont abordés comme un outil analytique pour étudier les transitions en cours et accompagner les décideurs dans leurs processus de décision. Les études se fondent sur des projections dans l'avenir et la réalisation de scenarii pour déterminer les trajectoires garantissant la durabilité des systèmes socio-techniques, et s'inscrit dès lors dans la continuation des travaux sur l'énergie et l'émergence des transitions socio-techniques dont le Multi-Level Perspective Model en est un des exemples les plus connus. Selon cette approche, chaque trajectoire de développement est caractérisée par la prédominance d'une logique spécifique à un système de gouvernance (marché, gouvernement, société civile), qui possède ses propres dynamiques et traduit une certaine vision du monde (Foxon et al., 2013). Lors d'un embranchement, sous l'effet de contraintes internes ou externes au système, cette logique est remise en question – autant dans ses choix technologiques que dans ses politiques – et se retrouve en compétition avec les autres logiques. Les choix effectués peuvent alors avoir trois effets : (1) le maintien et le renforcement de la trajectoire en cours, instituant dès lors un phénomène de *path dependence*, (2) la modification de la trajectoire et la création de nouvelles « branches » caractérisées par des logiques mixes, (3) l'effondrement de la logique dominante, menant à l'échec de la transition. Les choix sont généralement effectués de manière inconsciente lorsque les acteurs cherchent à répondre à un défi, qui peut être de nature technologique, sociale, économique ou environnementale, et d'ampleur variée. Dès lors, la caractérisation de ces contextes de décisions offre de premiers éléments de compréhension sur les conditions d'émergence de nouvelles trajectoires de transition et les obstacles à leur réalisation (Lovell, Foxon, 2021).

Deuxièmement, le cadre conceptuel des embranchements est utilisé pour caractériser les moments critiques de décision au cours des transitions technologiques passées. Les *branching points* auraient été des moments privilégiés pour accorder les visions et les attentes de différents groupes d'acteurs, participant à la conduite d'une trajectoire unique et partagée : « *key branching points were forged that maintained or reconfigured the pathway's character and coordinated and aligned or realigned the visions and activities of different actor groups* » (Fotopoulos et al., 2019, p. 87). Dans cette même idée, les transitions énergétiques passées ont mis en avant l'importance de la confiance et de la mise en réseau des acteurs dans la gouvernance des transitions, et tout particulièrement dans les moments critiques que sont les prises de décision, où le maintien ou l'abandon d'une trajectoire de développement est en jeu (Arapostathis et al., 2013).

Troisièmement, les embranchements sont utilisés pour déconstruire les processus politiques de création des trajectoires. En effet, comme il a été dit précédemment, les trajectoires de systèmes socio-techniques sont créées par l'accumulation d'une série de prises

de décision (Rosenbloom, 2018), où les acteurs sont confrontés à la diversité des choix possibles, aux divergences d'intérêts des acteurs et aux relations de pouvoir qui se développent au moment de choisir (Foxon et al., 2013). Par ailleurs, « *la prise en compte des embranchements permet d'exposer plus explicitement les implications et les compromis inhérents aux choix en établissant un lien entre les décisions à court terme et les configurations à long terme* »[71] (Rosenbloom et al., 2018, p.24). De fait, chaque décision prise lorsqu'une situation particulière l'impose entraînera des répercussions sur le long terme et contribuera à préfigurer les systèmes socio-techniques futures (**Figure 10**), que ce soit par l'enfermement du système dans une dynamique de dépendance au sentier ou au contraire en s'ouvrant à des trajectoires alternatives de transition.

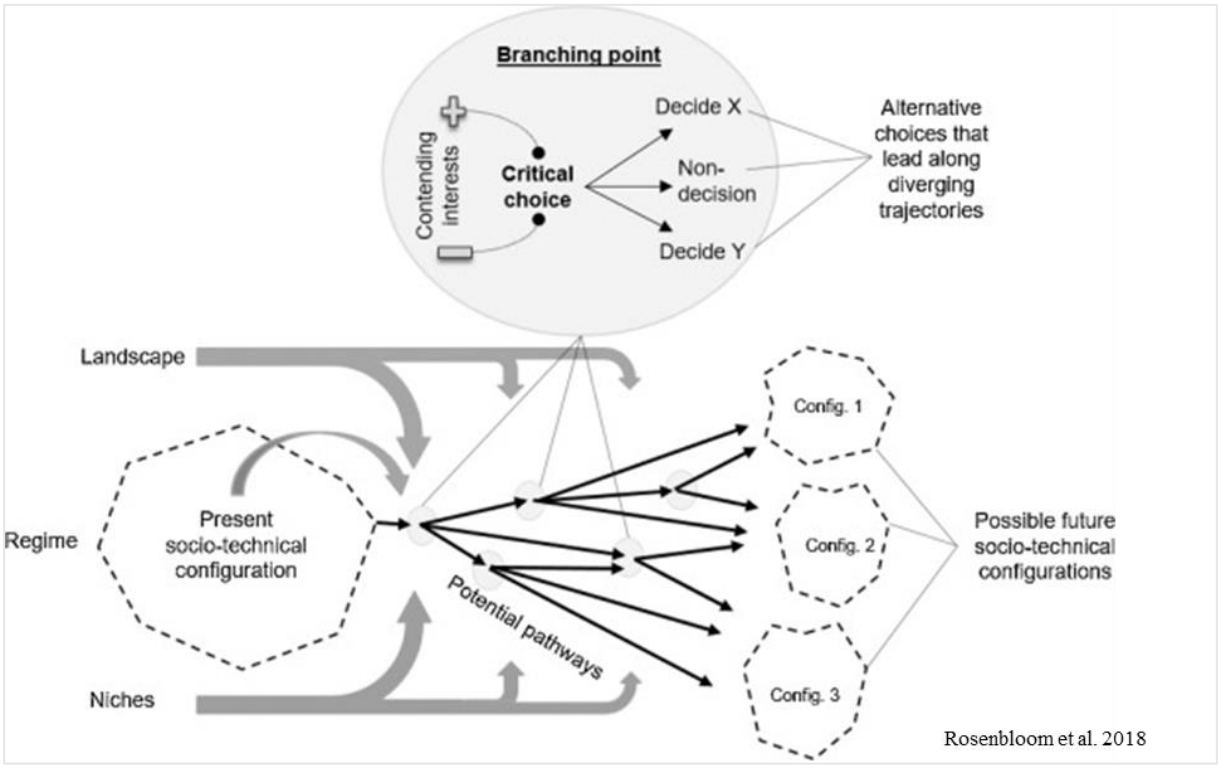


Figure 10. Les *branching points* dans l'émergence de trajectoires de transition.
Source : Rosenbloom et al., 2018

Les travaux importants de T. J. Foxon et de ses collègues sur les trajectoires de transition proposent une analyse générale des *branching points* au niveau national, que les évolutions du système socio-technique soient motivées par des dynamiques de marché ou par des stratégies politiques. Toutefois, à quelles échelles peuvent émerger de nouvelles trajectoires ? Qu'en est-il du processus de décision des acteurs locaux ? Comment s'effectuent les arbitrages locaux, par exemple autour de choix de projets de transition ou de reconversion d'un site industriel,

[71] Trad. « *attending to branching points more explicitly exposes the implications and trade-offs embodied within choices by linking near-term decisions to long-run low-carbon configurations* » (Rosenbloom et al., 2018, p.24).

lorsque ces choix peuvent entraîner des conséquences sur le développement du territoire dans son ensemble ?

3. La transcription des objectifs de transition énergétique au niveau politique

Le souci de composer avec des besoins énergétiques croissants, des ressources premières qui diminuent et des demandes sociétales de plus en plus fortes pour la protection de l'environnement contraint les pouvoirs publics à maîtriser et organiser sur le temps long le processus de transition vers de nouveaux systèmes énergétiques. La transposition des programmes d'action dans les agendas politiques interroge dès lors sur les acteurs participant à l'émergence des trajectoires de transition. Déclinée à toutes les échelles, la transition relève d'un processus de planification qui questionne les compétences et stratégies des différentes institutions.

3.1. L'État, vers un rôle de régulateur de l'énergie en France ?

De l'État aménageur à l'État coordinateur : les relations ambigües du pouvoir central avec les collectivités territoriales

Selon sa définition générique, la planification est une « méthode consistant à choisir des objectifs et à proposer des moyens pour y parvenir » (CNRTL, 1971). Si ce terme peut trouver ses usages dans la vie courante et domestique, il a acquis une signification toute particulière au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, quand la reconstruction du pays nécessita la coordination à haut niveau de ressources matérielles, financières et humaines (Vayssière, 2009). La création du Commissariat Général au Plan en 1946, puis de la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale (DATAR) en 1963, furent des exemples de la prise en main de la planification territoriale par l'État. La planification prend alors une nouvelle dimension en devenant une « *action formalisée qui permet à une société de provoquer et/ou de gérer des changements du contexte économique et urbain ou encore l'évolution des demandes sociétales* » (Douay, 2013, p. 45). La politique très interventionniste de nationalisation du secteur de l'énergie en 1946 (Vuillermot, 2003), tout comme ceux des chemins de fer, des télécommunications, des banques et de l'automobile (Chabanas, Vergeau, 1996), témoigne de la volonté du pouvoir central de transformer l'organisation spatiale du territoire par la réorientation massive de crédits vers de grandes opérations d'aménagement (Pitte, 2009), afin d'assurer des missions de service public ; l'État endosse dès lors son rôle de planificateur et d'aménageur. La Loi d'Orientation Foncière de 1967 [72], conçue par le ministère de l'Équipement de l'époque, marque un tournant dans les relations État-collectivités territoriales. Instituant les schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme (SDAU) et les plans

[72] LOI n° 67-1253 du 30 décembre 1967 d'orientation foncière.

d'occupation des sols (POS)[73], la LOF pose les fondements de l'aménagement et du droit de l'urbanisme en France. Elle distingue une planification territoriale à deux niveaux (Desjardins, Estèbe, 2021) : le premier de niveau communal permet d'arbitrer sur le droit des sols, par la délimitation de zonages orientant les investissements immobiliers et limitant les conflits d'usage, le deuxième de niveau intercommunal s'entend sur la programmation des investissements sur le long terme et l'élaboration d'une vision prospective pour les territoires. Cette loi fondatrice marque donc la naissance de l'aménagement concerté (Melot, 2009, p. 181), autrement dit négocié entre l'État et les collectivités territoriales. Il s'agit là d'une première étape vers la dévolution des compétences de l'État aux collectivités, précédant la grande période de décentralisation initiée tout d'abord dans les années 1980[74] avec la loi du 7 janvier 1983 puis dans deuxième temps en 2014-2015, avec les lois MAPTAM[75] et NOTRe[76]. L'élaboration conjointe des documents d'urbanisme se présente cependant en « trompe l'œil » (Moderne, 1977) camouflant la mainmise de l'État sur la pyramide normative qui caractérise le droit de l'urbanisme. En effet, « *l'exercice de l'urbanisme décentralisé a été progressivement enfermé dans une superposition de normes supérieures et de documents de planification placés sous la responsabilité de l'État* » (Goze, 1999, p. 112), qui continue d'exercer son autorité en dépit du principe constitutionnel de libre administration des collectivités territoriales[77]. Par conséquent, de nombreux travaux estiment que les politiques de décentralisation ont conduit à un renforcement du pouvoir de l'État plutôt qu'à son affaiblissement (Huglo, 2014; Lascoumes, Le Galès, 2005). La décentralisation s'est accompagnée d'un processus de contractualisation territoriale qui a, sous couvert d'un « partenariat » institutionnel, conduit à une dilution des responsabilités aux niveaux politique et juridique (Huglo, 2014), de sorte que l'État se déleste des conséquences de ses choix sur les collectivités tout en continuant à tirer les ficelles. S'ensuit à cette époque un phénomène d'inertie dans l'action publique car « *tout en organisant par le biais de la contractualisation les transferts de compétences, l'État ne fait pas nécessairement suivre les ressources équivalentes – pourtant constitutionnellement exigées – tout en affichant politiquement la nécessité pour les collectivités territoriales de participer à l'effort national* » (*ibid.*, p.404).

Le Grenelle de l'environnement de 2007 et 2010 inscrit un autre changement dans les relations entre l'État et les collectivités territoriales en introduisant les problématiques du développement durable et de l'environnement dans les champs d'action des différents échelons

[73] La Loi d'Orientation Foncière est demeurée le texte de référence en matière d'aménagement et d'urbanisme jusqu'à la loi Gayssot du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbain (SRU), qui institue les SCoT et les PLU.
[74] De 1982 à 1986, 25 lois complétées par environ 200 décrets se succèdent dans ce qui a été appelé « l'Acte I de la décentralisation »
[75] LOI n°2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles.
[76] LOI n°2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République.
[77] Selon l'article 12 de la Constitution du 4 octobre 1958, les « collectivités s'administrent librement par des conseils élus et disposent d'un pouvoir réglementaire pour l'exercice de leurs compétences ».

territoriaux. Plus spécifiquement, ce dispositif législatif vient superposer aux logiques de compétitivité et de souveraineté nationale, qui orientaient jusque-là les stratégies politiques en matière d'énergie, des objectifs sur le long terme en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de l'efficacité énergétique et de transversalité des questions énergétiques vis-à-vis des politiques environnementales et sociétales (Pissaloux, 2017). Le Grenelle conforte et légitime donc le rôle des régions et des métropoles dans un domaine qu'elles avaient investi dès les années 1990, et valide l'orientation vers une territorialisation des politiques énergétiques. Celle-ci, néanmoins, « *traduit moins une nouvelle répartition du pouvoir entre l'État et les territoires qu'une nouvelle modalité de gouvernement des territoires* » (Chailleux, Hourcade, 2021, p. 5). Le passage d'une relation hiérarchique entre niveaux de territoires à un fonctionnement en réseau, s'appuyant sur les coopérations interterritoriales et mobilisant l'État, les élus locaux et les services déconcentrés, témoigne en effet d'une forme de « gouvernance multiniveaux » (Vivekanandan, 2009), complexifiée par le rôle croissant de l'Union Européenne concernant les questions climatiques et environnementales (Jeffery, 1997).

LTECV, SNBC, PPE : les trois piliers de la stratégie climatique nationale

De la loi POPE instaurant le Facteur 4 en 2005 au Grenelle de l'environnement en 2007 et 2009, en passant par la création de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat en 2008, à l'organisation de la convention citoyenne sur le climat en 2017 ou encore la promulgation de la Loi Énergie-Climat en 2019, les mesures ne manquent pas pour tenter de répondre aux enjeux environnementaux et climatiques de ce début de siècle. Mêlant les problématiques de l'environnement, du climat et du développement durable, les politiques portent majoritairement sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (Dupuis, 2009), reconnus comme un facteur majeur du dérèglement climatique (GIEC, 2023). Cette problématique centrale constitue ainsi la colonne vertébrale de la stratégie climatique nationale, dont trois piliers fournissent les objectifs et le cadre d'action du gouvernement français dans tous ses secteurs d'activité.

Premièrement, la Loi de Transition Energétique pour la Croissance verte[78] (LTECV) promue en août 2015 a pour triple objectif la lutte contre le changement climatique, le renforcement de l'indépendance énergétique du pays et le maintien d'un accès économiquement abordable à l'énergie. Elle concrétise les engagements de la France en matière de maîtrise de l'énergie, quelques mois seulement avant l'organisation de la COP21 à Paris, dans la même philosophie de réduction des émissions de GES. Concrètement, la loi remet l'accent sur la nécessité d'atteindre le Facteur 4, c'est-à-dire de diviser par quatre les émissions de GES d'ici 2050, par rapport à 1990. Deux autres objectifs sont directement corrélés à cela : tout d'abord, en ce qui concerne la quantité d'énergie consommée, il s'agit de réduire de 50% la

[78] LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

consommation énergétique finale d'ici 2050 par rapport à la consommation de 2012 (avec un objectif intermédiaire de 20% en 2030). Ensuite, pour ce qui est de la transition vers un système énergétique décarboné, la loi prévoit d'une part de réduire de 30% la consommation primaire d'énergies fossiles entre 2012 et 2030, et d'autre part de monter à 32%[79] la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale brute d'ici 2030[80]. Avec des objectifs intermédiaires non atteints en 2020, la lenteur du déploiement des énergies décarbonées tient au coût très supérieur des énergies renouvelables par rapport aux énergies « classiques » comme le nucléaire (Acket, Vaillant, 2011), qui « *bénéficient, en raison des siècles de développement industriel, d'énormes avantages structurels* » (Abdesselam et al., 2019, p.29).

Deuxièmement, la Stratégie Nationale Bas Carbone[81] (SNBC) agit comme une feuille de route pour la LTECV, avec un objectif initial à long terme d'atteindre le facteur 4 en 2050. Sur le plus court terme, la stratégie définit des budgets-carbone, autrement dit des plafonds d'émissions de GES, exprimés en millions de tonnes de CO_2 et valables pendant cinq ans – sauf pour la période 2015-2018. Par la suite, une première révision du document en 2018 inscrit la neutralité carbone pour 2050 comme la nouvelle ambition de la stratégie nationale et présente les trajectoires d'émissions du pays vers l'atteinte du « facteur 6 ». La réduction massive des émissions de GES reposerait alors sur une « *combinaison de mesures de mitigation et de technologies d'atténuation des émissions, sur une maximisation des absorptions anthropiques de carbone par les forêts et les terres agricoles et, enfin, sur les compensations d'émissions autorisées par l'achat de crédits de carbone sur les marchés internationaux* » (Boutang & Tuddenham, 2018, p. 35). En d'autres termes, le zéro émission brute ne suffirait pas à atteindre l'objectif de limiter le dérèglement climatique en-dessous de la barre des 2°C d'ici 2100 ; en conséquence, les politiques de décarbonation, de sobriété et d'efficacité énergétiques doivent s'accompagner de mesures environnementales et économiques pour la compensation des émissions de CO_2 ne pouvant être évitées.

Troisièmement, des programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE) sont instaurées par la LTECV sur deux périodes successives de cinq ans (sauf la première qui durera huit ans). Agissant comme des outils de pilotage national de la politique énergétique, elles renseignent sur les orientations et priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion des différentes formes d'énergie présentes sur le territoire, ainsi que pour leur mise en relation dans des réseaux d'énergie. Les PPE portent sur les sujets de la mobilité propre, sur le développement des énergies renouvelables et de récupération, la sécurité d'approvisionnement, la préservation du

[79] Ce taux a par la suite été augmenté à 33% avec la loi Énergie-Climat de 2019.

[80] En 2021, la consommation électrique de la France est assurée à 19,5% par les énergies renouvelables. La production repose majoritairement sur la biomasse (38%), l'énergie hydraulique (à 17%), l'énergie éolienne (11%), suivies de l'énergie solaire et des bioénergies (MTES, *Chiffres clés de l'énergie*, Edition 2022). Cette production décarbonée a permis d'atteindre à 94% les objectifs nationaux de 2018 établis dans la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE).

[81] Décret n°2015-1491 du 18 novembre 2015

pouvoir d'achat des consommateurs, le développement de réseaux intelligents et de production locale d'énergie, l'évaluation des besoins de compétences professionnelles. Les PPE servent de référence pour les autres documents nationaux de programmation des politiques énergétiques et écologiques, qui doivent s'articuler avec eux. Parmi ces documents, on compte le Plan de déploiement de l'hydrogène mais aussi la stratégie pour le développement de la mobilité propre, la stratégie nationale de mobilisation de la biomasse et la stratégie nationale de la recherche énergétique.

Enfin, dans une extension du cadre d'action existant, la Loi Énergie-Climat de 2019[82] vient revoir à la hausse certaines des dispositions prises précédemment : outre le fait d'augmenter la part attendue des énergies renouvelables dans le mix énergétique d'ici 2030, elle inscrit pour la première fois l'objectif de neutralité carbone pour 2050 dans la loi. La fermeture programmée des centrales à charbon pour 2022 est un exemple des actions envisagées par le politique pour sortir des énergies fossiles.

3.2. Le poids croissant des collectivités territoriales dans la maîtrise de l'énergie

Si les collectivités territoriales n'ont joué qu'un rôle mineur dans le pilotage de l'action publique au lendemain de la Seconde Guerre mondiale (Brizé, 2007), le Grenelle de l'Environnement marque un « *infléchissement très net* [...] *en faveur d'une territorialisation accrue des politiques énergétiques* » (Chailleux & Hourcade, 2021, p. 5), alors même que les politiques de décentralisation des années 1980 et la libéralisation des marchés de l'énergie à la fin des années 1990 ont renforcé la position de l'État dans une fonction d'arbitrage et de régulation (Poupeau, 2013, p. 444). On observe ainsi une redistribution des compétences liées à l'énergie aux niveaux régional (Vaché, 2009) et intercommunal (Desjardins, Leroux, 2007), qui se poursuit encore à l'heure actuelle (Nessi, 2018).

La Région, chef de file en matière de maîtrise de l'énergie

La Région est, depuis la fin des années 2000, un échelon territorial toujours plus impliqué dans la maîtrise de l'énergie. Alors que la « faiblesse de l'institution » dans la période précédant la décentralisation (Jégouzo, 2015, p. 1053) limitait ses apports dans la planification stratégique (Marie, 2015), le Grenelle de l'environnement la munie de Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE), qui fixent des objectifs de développement pour les horizons 2020 et 2050 en matière d'énergies renouvelables, d'efficacité énergétique, de réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques. Cependant, si ces SRCAE sont obligatoires pour chaque région, ils ne sont pas prescriptifs : ils ne font que définir les orientations

[82] Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat.

stratégiques de développement énergétique, sans pouvoir l'imposer aux documents d'aménagement des territoires infrarégionaux. Il est ainsi du ressort des Plans Climats Energie Territoriaux (PCET) et des autres documents d'urbanisme (PLU, PLUi, SCoT) de mettre en œuvre ces orientations ; les documents produits restent par ailleurs soumis à l'approbation de l'État. A la suite de la Loi de 2015 définissant la Nouvelle Organisation Territoriale de la République de 2015 (dite loi NOTRe), les différents schémas et plans sont modifiés pour laisser place à de nouveaux documents de référence. Dans le cas de la Région, les SRCAE sont remplacés par des Schémas Régionaux d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires[83]. Les SRADDET ainsi créés portent sur l'aménagement, la mobilité, les énergies et la lutte contre le changement climatique. En cela, ils reprennent les éléments essentiels des SRCAE (par exemple la maîtrise de l'énergie et le développement des énergies renouvelables). Il s'agit de documents obligatoires pour toutes les régions concernées, qui doivent s'en être dotées au plus tard en juillet 2019. Par ailleurs, et contrairement aux précédents SRCAE, les SRADDET sont prescriptifs : ils s'imposent dans un rapport de compatibilité aux documents de planification infrarégionaux tels que les SCoT, les PLU, les PDU, les PCAE ou les chartes de PNR. À travers le SRADDET, la loi NOTRe offre à la Région un outil pour « *organiser l'espace régional autour d'un projet d'aménagement et de développement durable* » (Jégouzo, 2015, p. 1054), inscrivant dès lors cet échelon comme chef de file de l'aménagement du territoire. Le SRADDET s'impose aux documents infrarégionaux, et n'est quant à lui soumis à aucun autre dispositif. Ses seules contraintes sont la prise en compte des objectifs et des orientations de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) et du Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA).

L'intercommunalité : vers des compétences Climat Air Energie renforcées

Après une longue période de tâtonnements et d'hésitations, marquée par un défaut de moyens humains et financiers pour mettre en application les politiques climatiques voulues par l'État, la décennie 2010-2020 marque un renouveau dans l'appréhension de l'enjeu climatique à l'échelle locale avec la généralisation des plans climat territoriaux (Arnauld de Sartre et al., 2021).

Tout d'abord, les Plans Climat Energie Territoriaux (PCET), créés par le Plan Climat National de 2004, sont rendus obligatoires à partir du Grenelle II de l'environnement[84], qui les place dans un rapport de comptabilité avec les SRCAE. Leur raison d'être était alors de proposer « *une démarche générale de mise en cohérence de l'ensemble des politiques locales qui peuvent*

[83] Ce changement vaut pour l'ensemble du territoire à l'exception de l'Ile de France et de la Corse, qui conservent leur SRCAE ; quant aux territoires d'outre-mer, ils doivent se doter d'un Schéma d'Aménagement Régional (SAR).
[84] Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (ENE, dite Grenelle II)

avoir un impact en matière d'émissions de gaz à effet de serre »[85]. Les PCET prévoyaient par ailleurs des orientations pour l'adaptation des territoires aux effets du changement climatique. Il s'agissait par conséquent d'outils de planification censés s'adapter aux spécificités locales des territoires et apporter des changements dans les secteurs des transports, de l'habitat, de l'agriculture et de l'urbanisme, dont ils ont les compétences. Dans la réalité, les PCET venaient s'insérer dans une « architecture planificatrice verticalisée » (Ibanez, 2011), où la hiérarchie des normes venait fortement contraindre l'opposabilité du document sur les autres. Impulsée au niveau national, la logique « énergie-climat » y remplace progressivement celle du « développement durable » et traduit dès lors un « *fonctionnement descendant et sectorialisé de l'action publique* » (Angot, 2013, p. 128). En effet, les capacités de planification locales sont strictement encadrées au niveau national, notamment par l'imposition de normes, le respect d'objectifs chiffrés, le système de récompense par les labels et la réalisation de documents obligatoires (Demazière, 2016, p. 84), ce qui tendrait à décourager les initiatives décentralisées et l'expérimentation locale (C. Garnier, 1994).

Ensuite, au même titre que la Région, les compétences Climat Air Energie de l'intercommunalité sont renforcées par la loi NOTRe, qui donne à cet échelon territorial le rôle de coordonner et d'animer la transition énergétique sur son territoire. Les Plans Climat Air Énergie Territoriaux[86] (PCAET) viennent alors se substituer aux PCET à partir d'août 2015. Document territorial de planification « fédérateur », le PCAET constitue une référence pour toutes les activités et acteurs du territoire. Il contient un diagnostic territorial, une stratégie de développement et des objectifs chiffrés à atteindre, un programme d'actions et un dispositif de suivi et d'évaluation. De plus, afin de prendre en compte les évolutions du territoire, le PCAET est révisé tous les six ans. Pour les collectivités territoriales des échelons autres que celui de l'intercommunalité, elles ne sont pas dans l'obligation de réaliser un Plan climat mais doivent élaborer un Bilan des Emissions de GES (BEGES) sur l'ensemble de leur patrimoine et de leurs compétences. Ce bilan sert de plan d'action territorial pour la réduction des émissions de GES. En élargissant les compétences de l'intercommunalité au développement des énergies renouvelables et à la maîtrise des consommations énergétiques, les PCAET ont incarné une première étape vers la « *territorialisation des politiques énergétique* », donnant une « *nouvelle légitimité aux niveaux intermédiaires de l'action publique* » (Chailleux, Hourcade, 2021).

La loi de 2015 pour la transition énergétique ne se limite pas cependant à créer de nouveaux documents de planification, elle révise et modifie aussi les documents existants, comme c'est le cas du PLUi et de ses outils. Dans ce document, le Plan d'Aménagement et de

[85] Projet de loi n° 155 portant engagement national pour l'environnement, janv. 2009, Etude d'impact, p. 94.
[86] Ceux-ci sont rendus obligatoires pour tous les EPCI à fiscalité propre comptant plus de 20 000 habitants en janvier 2017, qui ont jusqu'au 31 décembre 2018 pour réaliser leur document. Pour ce qui est des EPCI de plus de 50 000 habitants, la date butoir est en décembre 2016. Les collectivités qui sont déjà dotées d'un PCET à la date du 17 août 2015 ne sont pas concernées par l'échéance de décembre 2016 mais elles doivent réviser leur PCET pour qu'il corresponde aux objectifs et enjeux du PCAET

Développement Durable (PADD), qui détermine les grandes orientations des projets d'urbanisme du territoire, doit avec la loi définir aussi les orientations générales concernant les réseaux d'énergie (gaz, électricité, chaleur). De même, le règlement peut imposer des exigences de production d'énergies renouvelables, tant en matière de quantité (part de production minimale) que de qualité (type d'énergie renouvelable). Enfin, la loi donne la possibilité de déroger aux règles d'urbanisme lorsqu'un projet concerne l'isolation par l'extérieur, la surélévation des bâtiments ou l'installation de dispositifs de protection solaire en saillie des façades.

3.3. L'Union Européenne, à la recherche d'une cohérence des politiques énergétiques

À une échelle plus macro, l'Union Européenne (UE) se montre de plus en plus proactive dans la définition de trajectoires de transition communes, partagées par les différents pays du continent. Cependant, elle ne dispose d'aucune compétence particulière en matière d'aménagement et n'exerce son pouvoir d'influence sur les États membres que via ses directives et ses politiques régionales de cohésion (Douay, 2013, p. 57). Les objectifs qu'elle identifie percolent néanmoins au niveau des politiques nationales et jouent un rôle dans la définition des stratégies climatiques.

De la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier au Green Deal, la recherche d'une politique commune de l'énergie

L'énergie est au fondement même de la création de l'Union Européenne lorsque, en 1951, six pays signent un traité assurant la gestion commune des industries du charbon et de l'acier. La Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier (CECA) voit ainsi le jour, dans un contexte de reconstruction, avec pour objectifs d'assurer la sécurité d'approvisionnement et une égalité d'accès à l'énergie (Berger, 2020). La création de la Communauté économique européenne (CEE) et de la Communauté européenne de l'énergie atomique (CEEA ou Euratom) en 1957 entérinent le rôle fondateur de l'énergie dans la construction d'une politique européenne unique : « *l'Union serait une union de l'énergie ou elle ne serait pas* » (Keppler, 2007, p. 52). La question de l'énergie est par la suite laissée en suspens au profit de considérations plus économiques, jusqu'aux grandes politiques de libéralisation du secteur de l'énergie initiées dans les années 1990. Un premier « paquet-énergie » en 1996-1998 fixe alors les règles pour un marché commun du gaz et de l'électricité, qui ouvre la voie à l'intégration des marchés nationaux de l'énergie. Cette dynamique se poursuit avec la création d'autorités

de régulation nationales indépendantes[87] en 2003, puis la directive de 2009 instaurant la séparation des activités de production et d'approvisionnement de la gestion des réseaux. Ces directives étaient principalement motivées par des arguments économiques : la libéralisation des secteurs de l'énergie tout comme la création d'un marché intégré devaient d'une part participer à l'amélioration de la compétitivité des entreprises au niveau européen, afin de diminuer les coûts de l'énergie, et d'autre part optimiser la planification des capacités de production à l'échelle européenne, en améliorant les complémentarités saisonnières et géographiques possibles entre les pays du continent (Jauréguy-Naudin, 2012).

Au-delà de ses priorités en matière de sécurité d'approvisionnement énergétique et de compétitivité économique, la lutte contre le changement climatique constitue, depuis les années 1990, le troisième pilier de la politique européenne de l'énergie (*ibid.*). Le Pacte vert (*Green Deal*) présenté par la Commission Européenne en 2019 se présente comme un plan de relance européen portant l'objectif de neutralité carbone pour le continent d'ici 2050 et opérant pour le réaliser une nouvelle forme de planification (Berrod, 2021). Un des axes d'action identifiés par ce Pacte est le renforcement d'un système énergétique européen intégré, qui passe par la multiplication des interconnexions entre les réseaux nationaux, désignées explicitement comme des projets « d'intérêts européens » (Palle, 2021). Connaissant l'histoire de la construction de la politique énergétique européenne, les objectifs de transition portés par l'UE s'inscrivent explicitement dans la continuité de l'héritage de la double politique d'intégration des réseaux et des marchés de l'énergie, et de la libéralisation des secteurs (*ibid.*). Toutefois, si l'Europe semble être l'échelle la plus pertinente pour traiter la problématique de l'interconnexion des réseaux nationaux (Deshaies, 2014), en particulier sur les longues distances (Rivera et al., 2018), la transition énergétique prend majoritairement forme au niveau des États membres, qui restent maîtres de leurs politiques nationales. Le traité de Lisbonne[88] envisage en effet une compétence partagée entre l'UE et ses États membres dans le domaine de l'énergie mais reconnaît dans le même temps la souveraineté énergétique de chaque nation (Palle, 2021). La réalisation de la politique énergétique européenne rencontre donc des résistances aux niveaux nationaux, où les décisions majeures concernant l'énergie sont prises sans coordination ni coopération avec les pays voisins, de sorte que « *les États modifient l'équilibre des trois axes de la politique européenne de l'énergie et remettent en question la réalisation des objectifs* » de l'UE (Jauréguy-Naudin, 2012, p. 181). L'UE est donc contrainte de composer avec les

[87] En France, cette autorité indépendante est incarnée par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE), crée en février 2000 (Beatrix, 2012).

[88] Signé en 2010, le Traité de Lisbonne introduit pour la première fois dans le Traité sur le Fonctionnement de l'Union Européenne (TFUE) un chapitre spécial pour une politique énergétique de l'UE (article 191 TFUE), tout en conservant les autres dispositions en matière d'énergie. Aux objectifs de gestion d'un marché commun de l'énergie, de sécurité d'approvisionnement énergétique et de développement des énergies renouvelables s'ajoute celui de l'interconnexion des réseaux énergétiques. N'est pas remise en question la souveraineté des États membres, c'est-à-dire leur droit à déterminer les conditions d'exploitation de leurs ressources énergétiques, leur choix entre différentes sources d'énergie et la structure générale de leur approvisionnement énergétique.

politiques nationales de chacun pour construire sa propre politique énergétique, ce qui pose la question de sa cohérence générale.

La sécurité énergétique au service de la transition ?

Quels sont concrètement les objectifs climatiques portés par l'UE ? En 2008, le « paquet énergie-climat » présentait déjà l'objectif « ambitieux » du « 3x20 » : réduire de 20% les émissions de GES, réduire de 20% les consommations d'énergie et atteindre 20% de la production d'énergie renouvelables d'ici 2020. Le Pacte vert européen de 2019, dernier grand document en date portant la stratégie climatique de l'UE, augmente ses ambitions et pose pour la première fois l'objectif de neutralité carbone pour 2050. Il propose une vision sur le long terme, avec un objectif intermédiaire de 32% d'énergies renouvelables en 2030[89]. Pour atteindre cet objectif, qui suppose des changements économiques et sociaux majeurs, 37% des investissements du plan de relance européen NextGenerationEU (800 milliards d'euros) et du budget septennal de l'UE sont orientés vers le financement du Pacte vert. Par une volonté du Conseil Européen d'actualiser les objectifs climatiques de l'UE, un nouveau paquet énergie-climat intitulé « fit for 55 » est adopté en octobre 2023. Il fournit l'architecture normative du Pacte vert et rend l'objectif de neutralité carbone contraignant au niveau de l'UE.

La crise de la Covid-19 – et ses conséquences économiques mondiales – puis le conflit en Ukraine sont ensuite venus questionner les priorités de la politique énergétique de l'UE (Bec, 2022) : « *dans ce contexte de double crise, la réduction de la demande d'énergie fossile est passée au premier plan des préoccupations nationales* » (Defard, 2023, p. 61). La volonté de la part des États membres de réaffirmer leur souveraineté industrielle et énergétique aide l'UE à sortir de sa dépendance au gaz russe (Hache, 2022) : le plan REPowerEU proposé par la Commission Européenne en mars 2022 prévoit 300 milliards d'euros pour réduire les consommations d'énergie et diversifier les approvisionnements énergétiques de l'Europe. Cela passe notamment par la substitution des importations de gaz russe (réduites de 41% à 8% entre septembre 2022 et août 2021) par des importations de gaz naturel liquéfié provenant principalement d'Égypte, d'Israël et des États-Unis, le développement des filières de biométhane et d'hydrogène « vert » (des accords sont passés avec la Namibie, l'Égypte et le Kazakhstan) et des mesures renforcées de sobriété énergétique dans les politiques européennes[90]. Avec ce plan, l'UE souhaite ainsi réaffirmer la sécurité énergétique comme « facteur de solidarité européenne » (Derdevet, 2009, p. 41) en la liant avec l'impératif climatique (Tubiana, 2022, p. 19).

[89] Tel que présenté dans la directive européenne Renewable Energy de 2018 (RED II, directive 2018/2001/EU).
[90] Commission Européenne, *REPowerEU : Key documents*, 18 mai 2022.

La gouvernance de la transition énergétique est une question complexe qui mobilise de nombreux chercheurs et questionne les compétences de chaque échelon territorial en matière de planification écologique. Les trajectoires de transition énergétique empruntées à différentes échelles sont fortement influencées – ou renforcées – par les évolutions du contexte international et interrogent le rôle des territoires, à une échelle plus micro, dans la mise en œuvre des politiques énergétiques pensées sur un modèle centralisé.

Conclusion du chapitre 2

La transition énergétique est un concept complexe qui anime aussi bien les sphères politiques que scientifiques. La pluralité des définitions la concernant résulte en grande partie de l'approche disciplinaire de cet objet d'étude, révélant dans le même temps l'absence de consensus sur certaines de ses caractéristiques comme la composition du mix énergétique visé, la temporalité de la transition, l'échelle géographique la plus adaptée à sa mise en œuvre, l'échelon administratif le mieux adapté pour s ou encore les retombées socio-économiques attendues. Le terme même de « transition énergétique » fait débat car « *il tend à homogénéiser des trajectoires en réalité multiples et à taire les rapports de force que leur mise en œuvre suscite* » (Labussière & Nadaï, 2020, p. 94). De nombreux travaux ont en effet démontré la grande hétérogénéité des pratiques de transition énergétique (optimisation technologique, déploiement des énergies renouvelables, sobriété énergétique, autoconsommation, etc.) qui, par les différentes visions du monde et des sociétés qu'elles véhiculent, peuvent être à l'origine de processus conflictuels (Ory, 2021).

L'inscription des objectifs de décarbonation de notre société – notion qui semble trouver un consensus – dans les différents agendas politiques illustre les enjeux et les difficultés de la planification de la transition énergétique. Celle-ci se matérialise dans des documents stratégiques « *édictés au niveau national avec une influence croissante de l'Union Européenne en matière environnementale,* [et qui] *forment un canevas de règles du jeu pour les collectivités territoriales* » (Demazière, 2016, p. 83). Entre la recherche d'une politique énergétique cohérente au niveau européen, le souci d'affirmer une souveraineté énergétique nationale tout en se reposant sur un système politique décentralisé et une hiérarchie des normes qui vient contraindre l'action des collectivités territoriales, la mise en œuvre de la transition énergétique en France semble avant tout poser la question de la gouvernance et de la coordination des échelles et des compétences. Le choix des modèles de transition, des trajectoires à construire pour les réaliser et du système de gouvernance à privilégier nécessitent des arbitrages, des négociations, des prises de position qui font de la transition énergétique un processus éminemment politique. Celui-ci n'est cependant pas un concept abstrait, couché sur le papier pour donner des chiffres et donner à voir le monde de demain, il trouve sa réalité dans les territoires, espaces construits, vécus, représentés (Di Méo, 1998) qui donnent la matière première et le terrain à la réalisation des politiques de développement. À un cadre d'action déjà très contraignant vient donc s'ajouter la complexité de composer avec et par les territoires, uniques dans leurs enjeux, leurs ressources et leurs difficultés.

Chapitre 3
De la nécessité d'une approche territoriale de la transition énergétique

'If energy and society are parts of the same cloth, geography is the thread that ties them together'

Martin Pasqualetti, Marilyn Brown, 2014, p. 122

La transition énergétique est un sujet largement étudié qui continue à faire l'objet d'un travail acharné de conceptualisation, de modélisation et de théorisation pluridisciplinaire. Il semblerait toutefois qu'un nombre croissant d'études développent ou adoptent des approches spatiales de l'énergie, la territorialisation de la transition étant alors présentée comme une condition de sa réussite. Cette tendance réaffirme la place centrale des territoires dans la compréhension des structures socio-spatiales des sociétés, de sorte que « *le territoire entre désormais dans le jeu économique comme matrice d'organisation et d'interactions sociales, et non plus, d'abord, comme stock ou assemblage de ressources techniques* » (Veltz, 1996, p. 10). Faisant état de ce tournant épistémologique, ce troisième chapitre est l'occasion de présenter le positionnement théorique de la thèse vis-à-vis de la multitude des travaux déjà effectués en géographie de l'énergie et dans d'autres disciplines. La question à laquelle il s'agit de répondre est la suivante : quel rôle est amenée à jouer la géographie dans les grands réseaux de recherche pluridisciplinaires au sein desquels les études sur l'énergie sont de plus en plus engagées ? Et, plus spécifiquement, comment le travail ici présenté participe-t-il à la construction d'une géographie de l'énergie ?

Un premier point est consacré à la présentation des travaux en géographie de l'énergie et au positionnement de cette recherche à l'interface de trois grands champs théoriques qui sont le territoire, l'énergie et l'industrie. Le point suivant propose un cadre conceptuel relatif à la construction de trajectoires territoriales de transition. Enfin, un dernier point aborde plus en détail la relation étroite qui unit territoire et industrie.

1. La lente émergence d'une géographie de l'énergie

La multiplication des événements scientifiques, des groupes de recherche et des publications autour de la transition énergétique révèle la structuration de ce projet politique en méta-objet scientifique. Mettant en avant sa capacité et ses compétences à analyser les relations entre les sociétés et leur environnement, la géographie se fait peu à peu une place au cœur des échanges interdisciplinaires.

1.1. L'énergie comme facteur d'organisation des territoires

Énergie et territoire, deux concepts en interaction

Sans nécessairement remettre en question le travail conceptuel qui a mobilisé de nombreux géographes et chercheurs en sciences humaines et sociales ces dernières décennies – travail qui n'est pas au cœur de cette recherche –, il semble inévitable de revenir sur la notion de « territoire » lorsque l'on revendique une approche territoriale de la transition énergétique. Son caractère polysémique (Moine, 2006) se traduit par la multitude de ses entrées dans le *Dictionnaire de la géographie* de Lévy et Lussault (2013). Succédant au concept de « milieu » (XIXe siècle), à celui « d'espace géographique » (début XXe), puis à celui de « région » (jusque dans les années 1970) il est l'objet d'un travail épistémologique et théorique important depuis de nombreuses années. Défini il y a trente ans comme une « *portion de surface terrestre appropriée par un groupe social pour assurer sa production et la satisfaction de ses besoins vitaux* » (Le Berre, 1995, p. 601), il acquiert progressivement une dimension sociale résultant « *d'enjeux de pouvoirs concurrents et divergents* » (Paquot, 2011, p. 25). Le concept de territoire est rapidement retravaillé pour intégrer de nouvelles dimensions et rendre compte des multiples interactions entre les sociétés et leur environnement, jusqu'à être considéré comme un « *système complexe évolutif qui associe un ensemble d'acteurs d'une part, l'espace géographique que ces acteurs utilisent, aménagent et gèrent d'autre part* » (Moine, 2006, p. 126).

L'énergie incarne une des nombreuses thématiques (agriculture, logement, dynamiques relationnelles, etc.) pouvant être sollicitées comme portes d'entrée pour saisir les ressorts et les mécanismes de ce système complexe. En tant qu'élément constitutif de nos sociétés, elle offre une « clef de lecture des territoires » (Mérenne-Schoumaker, 2011) pouvant servir au déchiffrage des grandes recompositions sociétales à l'œuvre. L'énergie et le territoire peuvent en effet être envisagés comme deux sous-systèmes en interaction, qu'il convient d'étudier de manière conjointe et complémentaire car « *on ne peut analyser, et donc chercher à comprendre – et ce à toutes les échelles – les mises en forme des territoires, leurs organisations spatiales, sans prendre en compte leur système énergétique* » (Mérenne-Schoumaker, 2007, p.9). La réciproque est tout aussi vraie dans la mesure où la compréhension des systèmes énergétiques

est indissociable des connaissances des caractéristiques démographiques, économiques, naturelles des territoires ; en ce sens l'énergie ne peut être étudiée indépendamment de ses problématiques spatiales (Tsayem Demaze, Chartier, 2021). Dans cet ordre d'idée, de nombreuses recherches ont mis en lumière l'interdépendance de ces deux systèmes, révélant que « *le territoire ne peut fonctionner sans énergie tandis que la disponibilité et l'exploitation des ressources sont conditionnées par les aptitudes naturelles et la configuration matérielle des territoires* » (Chanard, 2011, p. 45). Mais au-delà des aspects purement techniques et naturels, les récents travaux abordant la relation énergie-territoire intègrent une dimension sociale et politique, notamment en ce qui concerne le choix des sources énergétiques (Bridge et al., 2013), l'implication des usages de l'énergie (C. Martin, 2016), l'évolution des politiques publiques (Vaché, 2009), les inégalités d'accès à l'énergie (Abdourazack Niandou, 2020), etc. La géographie de l'énergie vient dès lors s'inscrire en opposition ou en complément des recherches socio-techniques en mettant en avant les problématiques spatiales et actorielles (Bolzon et al., 2013), temporelles et conflictuelles (Herrero Luque, 2016; Hunsberger, Kløcker Larsen, 2021). Partant de là, ce pan de la géographie « *prend appui sur une approche intégrée du territoire incluant ses caractéristiques physiques, sociales et économiques, son organisation spatiale et fonctionnelle, les jeux d'acteurs qui le font vivre* » (Chanard, 2011, p. 41). Les apports de la discipline pour traiter de ces relations énergie-territoire ne s'arrêtent pas à la diversification des thématiques et des domaines de recherche : « *comprendre le rôle des choix et contraintes en matière d'énergie dans la définition et les processus de transformation des territoires requiert d'articuler questions d'échelles, temporalités différenciées, inerties et sentiers de dépendance* » (Bocquet, 2021, p. 203). En d'autres termes, l'intégration des problématiques liées à l'énergie conduit les chercheurs à étoffer et adapter leur arsenal théorique et méthodologique, tout en continuant à explorer les bénéfices de recherches transversales et interdisciplinaires (Tsayem Demaze, Chartier, 2021). Si le champ de l'énergie a tardé à être investi par la géographie – comme nous le verrons par la suite – celle-ci tend assez vite à se structurer autour d'un nouveau méta-objet, autant politique que scientifique, qui est celui de la transition énergétique.

La transition énergétique comme objet géographique

Les chocs pétroliers des années 1970 puis les mobilisations massives en faveur de l'environnement et du climat à partir des années 1980 ont été des moteurs dans l'intégration des problématiques énergétiques dans les programmes politiques comme dans les études scientifiques. Peu à peu, ces problématiques se spécialisent, se détachent, prennent de l'importance, et acquièrent, sous l'effet de l'urgence politique, une forme distincte dont les contours sont ceux de la transition énergétique. La transition devient alors un projet politique qui touche tous les pans de la société, mobilise chaque acteur, introduit de nouvelles technologies, suggère de nouvelles pratiques et modifie les réseaux, les flux, les relations des habitants à leur territoire. Par cette capacité à produire et transformer les paysages et les

territoires (Fortin, 2014), la transition énergétique se constitue progressivement en objet géographique, qui mobilise les outils conceptuels et théoriques de la discipline pour l'analyse de ses processus spatiaux et scalaires (Duruisseau, 2014). La géographie a sa place à prendre dans la compréhension de la transition énergétique car elle mobilise « *un cadre systémique pour appréhender, à la fois, l'aspect technico-économique et la dimension sociopolitique et territoriale par une analyse multiscalaire* » (Tsayem Demaze, Chartier, 2021, p. 12). En affirmant que « *la transition énergétique n'est pas un processus de décision politique indifférent aux lieux* » (Chabrol, 2016, p. 1), la géographie rend compte de la reconnexion des politiques publiques avec les territoires, leurs ressources et leurs héritages. Il s'agit d'un phénomène éminemment géographique car il implique des processus de différenciation spatiale, une variabilité des échelles d'organisation, une prise en compte des structures spatiales existantes et de nouvelles infrastructures énergétiques.

La question des structures territoriales héritées est ici fondamentale dans la mesure où elles peuvent autant agir comme des leviers que comme des freins à la territorialisation de la transition énergétique. D'une part, « *la structure spatiale actuelle des systèmes énergétiques exerce des contraintes sur l'exploitation des nouvelles ressources* » (Chabrol, 2016, p.10) et on assiste notamment à des phénomènes de dépendance au sentier, dans lesquels le poids des structures héritées limite la reconversion vers d'autres sources d'énergie (Fouquet, 2016). D'autre part, les infrastructures liées à l'exploitation des énergies fossiles peuvent servir de support au développement des énergies renouvelables et permettre le passage à un système décentralisé (Deshaies, 2016). On pense par exemple à la reconversion des anciens bassins miniers en Allemagne, qui possèdent le double avantage d'être à proximité des grands centres urbains (lieux de consommation) et des centrales thermiques (lieux de production). Les anciens terrils représentent alors des espaces propices à l'accueil de sites de production électrique par énergie éolienne ou solaire, d'autant plus que ces espaces se situent à proximité des lignes de transport électrique sur lesquelles peuvent venir se raccorder les nouvelles capacités de production renouvelables (ibid.). De même, la culture industrielle de la population de ces anciens bassins miniers peur faciliter la reconversion énergétique et industrielle du territoire, dans la mesure où ce sont des espaces porteurs de valeurs et d'histoire, éléments constitutifs d'une territorialité forte, ce qui renforce la performance économique locale (Daviet, 2005).

La géographie n'est bien entendu pas la seule discipline à s'intéresser à la transition énergétique d'un point de vue spatial, d'autres sciences humaines et sociales ont depuis longtemps intégré cette thématique dans leur paysage théorique et empirique (Avocat, Chanard, 2012) ; l'appel graduel à des approches et des notions territoriales pour étayer leurs analyses est par ailleurs révélateur d'un « *spatial turn* » dans la construction des savoirs liés à l'énergie (Bridge, 2018; Pasqualetti, Brown, 2014). L'intérêt géographique pour cet objet de recherche suppose néanmoins une redéfinition des relations énergie-territoire. Plusieurs auteurs pointent

à ce sujet le flou, l'absence de direction, les incertitudes quant à l'intégration de ce « nouveau paradigme énergétique » (Bridge et al., 2013) dans l'émergence de nouvelles géographies.

1.2. De l'énergie en géographie aux géographies de l'énergie

Une multiplication assez récente des travaux en géographie de l'énergie

En dépit des interactions fortes entre ces deux concepts, de nombreux auteurs ont pointé le faible nombre de travaux mêlant explicitement géographie et énergie avant les années 1950, les premiers grands manuels sur ce sujet datant de la seconde moitié du siècle[91]. Certains expliquent ce vide théorique par le caractère « évident » que représentent les interactions entre énergie et organisation des territoires, pointant du doigt la facilité avec laquelle ces liens intimes ont échappé au regard du profane (‘*they escape casual notice’*) et comment nous avons si longtemps tenu pour acquis qu'en matière d'énergie, la géographie a toujours son importance (Pasqualetti, 2012). La situation ne diffère pas dans les travaux francophones, bien que des recherches récentes ont mis en avant les aspects précurseurs de certaines avancées scientifiques du début du XXe siècle, qui ont posé les bases des travaux futurs en géographie de l'énergie[92] en thématisant celle-ci comme « *une médiation centrale pour comprendre les relations entre l'homme et l'environnement* » (Labussière, 2020, p. 7). Les crises pétrolières des années 1970 et la remise en question des systèmes énergétiques dans leurs dimensions techniques, sociales et environnementales sont ensuite venues souligner la nécessité d'expliciter les relations étroites qu'entretiennent les sociétés et l'énergie. C'est ainsi qu'à partir de cette période, on observe une floraison de manuels comme la *Géographie mondiale de l'énergie* (1973) de D. W. Curran, édité par Masson et Cie ; l'auteur publiera dans les années 1980 d'autres ouvrages spécialisés de même type. En outre, l'énergie devient progressivement une thématique spécifique dans les revues de géographie (comme c'est le cas de *Espaces et Sociétés*), que se multiplient les événements scientifiques et groupes de travail autour de ce sujet en émergence, que des géographes contribuent à la publication de la nouvelle revue académique *Energy Research and Social Science* et que de nouveaux ouvrages sur l'énergie, écrits ou édités par des géographes, paraissent.

Dès les années 1980, tandis que la géographie connaît une « mutation épistémologique » en passant de « science de l'observation de l'espace à [celle] de science de l'organisation et des pratiques spatiales » (Chanard, 2011, p. 40), un changement similaire s'opère concernant le traitement spatial des questions énergétiques : au-delà de la seule cartographie de la localisation des ressources énergétiques, l'intérêt se porte par la suite sur la compréhension des schémas

[91] Manners, G. (1964). *The Geography of Energy* ; Guyol, N. (1971). *Energy in the perspective of Geography* ; Wagstaff, H. R. (1974). *A Geography of Energy* ; Fernie, J. (1980). *A Geography of Energy in the United Kingdom* ; George, P. (1950). *Géographie de l'énergie*.

[92] Bruhnes, F. (1925). *La géographie humaine* ; Sorre, M. (1947). *Les Fondements de la géographie humaine* ; Gottmann, J. (1952). *La Politique des États et leur géographie*.

spatiaux, des interactions offre/demande, de l'influence de la localisation et des coûts environnementaux de la production à toutes les échelles territoriales (Pasqualetti, Brown, 2014). Dans cette nouvelle appréhension, la géographie de l'énergie est définie comme « *l'étude du développement, du transport, des marchés ou des modes d'utilisation de l'énergie et de leurs déterminants dans une perspective spatiale, régionale ou de gestion des ressources* »[93] (Cleveland, 2004, p. 831). L'absence notable des acteurs et des formes de gouvernance, pourtant inhérents à l'étude des territoires, sera comblée dans les années qui suivront, notamment par l'analyse des modèles de transition énergétique et des processus conflictuels l'accompagnant. De fait, les études des dernières décennies sur cette thématique cherchent à comprendre « *en quoi les ressources et les spécificités des territoires jouent un rôle dans la réalisation concrète des projets de transition* » (Nessi, 2018, p. 223). L'enjeu est d'étudier l'adaptation des modèles internationaux et généraux à l'échelle locale, où ils se confrontent à la réalité et la diversité des territoires, ce qui passe en partie par l'appropriation des enjeux de la transition énergétique par les acteurs territoriaux. D'une manière générale, l'approche géographique de la transition énergétique s'oriente vers l'analyse des transformations territoriales résultant du changement de système énergétique. Ce changement repose fondamentalement sur trois dimensions : les contraintes sociotechniques à surmonter pour réaliser un changement de système énergétique, le temps nécessaire à la substitution de ce système et l'émergence d'une nouvelle organisation territoriale[94].

Malgré cette effervescence scientifique, la géographie de l'énergie peine cependant à se structurer, car « *l'énergie fait l'objet de travaux isolés et souvent sectoriels destinés prioritairement à l'enseignement* » (Labussière, 2020, p. 4). En France comme à l'étranger, la géographie traite de l'énergie en empruntant les théories, concepts, techniques issues d'autres disciplines (histoire, sciences politiques, psychologie environnementale, sciences juridiques, etc.), si bien que certains auteurs remettent en cause la cohérence disciplinaire des différents travaux : « *there is no discernable desire within the community of geographers studying energy to produce a coherent approach that might be considered 'energy geography'* » (Calvert, 2016, p. 108). Beaucoup de géographes revendiquent alors explicitement le recours à une pluralité d'approches, préférant miser sur « des géographies de l'énergie » dans toutes leur diversité. À partir de 2010, tandis que la transition énergétique mobilise les chercheurs de toutes les disciplines, des géographes se saisissent de l'occasion pour donner le cadre d'une 'géographie de l'énergie' et ce faisant « orienter les choix parmi différents futures énergétiques potentiels » (Bridge et al., 2013). Les auteurs proposent une feuille de route conceptuelle pour l'étude des territoires vers un fonctionnement bas-carbone ; les concepts mobilisés sont la localisation, le paysage, la territorialité, la différenciation spatiale, l'échelonnement et l'intégration spatiale. À

[93] Trad. 'the study of energy development, transportation, markets, or use patterns and their determinants from a spatial, regional, or resource management perspective'.
[94] Deshaies, M. (2020), Introduction à la journée d'étude sur la transition énergétique de l'Association des Géographes de France, Paris

leur suite, d'autres chercheurs se sont essayés à la proposition de thématiques pouvant faire l'objet d'une spécialisation des géographes : O. Labussière (2020) met par exemple l'accent – de manière non exhaustive – sur les paysages de l'énergie, la géopolitique de l'énergie, les initiatives locales énergie/climat, la géographie politique des ressources énergétiques ou encore les vulnérabilités énergétiques.

Aperçu des travaux de recherche doctoraux en France

Depuis les années 2000, le champ scientifique de l'énergie a largement été investi par les sciences politiques, les économistes et les sociologues, reléguant le reste des sciences humaines et sociales aux études sur « l'acceptabilité » des sources d'énergie ou technologies (Labussière, Nadaï, 2015). L'arrivée plus tardive de la géographie dans le champ des *transition studies* se reflète dans la multiplication des thèses en géographie de l'énergie ces deux dernières décennies. Au fil des années, les sujets de recherche doctoraux constituent des traceurs de l'évolution de la relation énergie-territoire et de la structuration de la transition énergétique en tant qu'objet géographique, de sorte qu'il est possible d'en retracer les champs de recherche passés et en cours (**Figure 11**). Un recensement des thèses en géographie de l'énergie a donc été effectué par le recoupage de plusieurs sources : tout d'abord, un état des lieux fut mené à partir du moteur de recherche Thèses.fr, qui présente l'ensemble des thèses de doctorat soutenues ou en préparation en France depuis 1985. L'application du filtre disciplinaire 'géographie' et du mot-clef 'énergie' donna un premier recensement des travaux sur le sujet. Il fut complété par des recherches plus ciblées sur les pôles de recherche connus en géographie de l'énergie (UMR PACTE à Grenoble, UMR TREE à Pau, UMR ESO au Mans, etc.), qui permit l'identification de directeur·rices de recherche spécialisé·e·s sur la thématique, d'accéder aux thèses qu'ils encadrent ou ont encadrées et enfin d'acquérir la liste des doctorant·e·s en géographie de l'énergie dans ces laboratoires, permettant de compléter les informations manquantes sur leur objet de recherche (résumé, mots-clefs, etc.). De cette recherche a résulté une liste de 57 thèses en géographie de l'énergie, réalisées entre 2005 et 2024. Leur catégorisation thématique fut réalisée après lecture des résumés et des tables des matières, donnant les indications nécessaires quant aux analyses effectuées. Notons toutefois que leur appartenance thématique n'est pas exclusive car de nombreuses thèses peuvent se rattacher à plusieurs axes de recherche.

À partir des années 2000, la prise de conscience sociétale et politique du dérèglement climatique et de la finitude des ressources fossiles amène à repenser les modes de production de l'énergie dans une perspective de développement durable des sociétés. Cette durabilité est notamment associée au déploiement des énergies nouvelles renouvelables qui, par la redistribution spatiale des ressources énergétiques et de la décentralisation de la production d'énergie, participe à la construction de nouveaux espaces et paysages énergétiques.

S'inscrivant dans des espaces géographiques bien délimités, de nombreux travaux ont pour le démontrer adopté des approches sectorielles de l'énergie, en s'attachant à l'examen d'un type d'énergie : le bois-énergie (Evrard-Marais, 2021; Tabourdeau, 2014), le gaz (Beauloye, 2020; Hou, 2015; Missaghieh-Poncet, 2019), l'éolien (Chezel, 2018; Herrero Luque, 2016) ou encore le seolaire (Benalouache, 2017; Duruisseau, 2016).

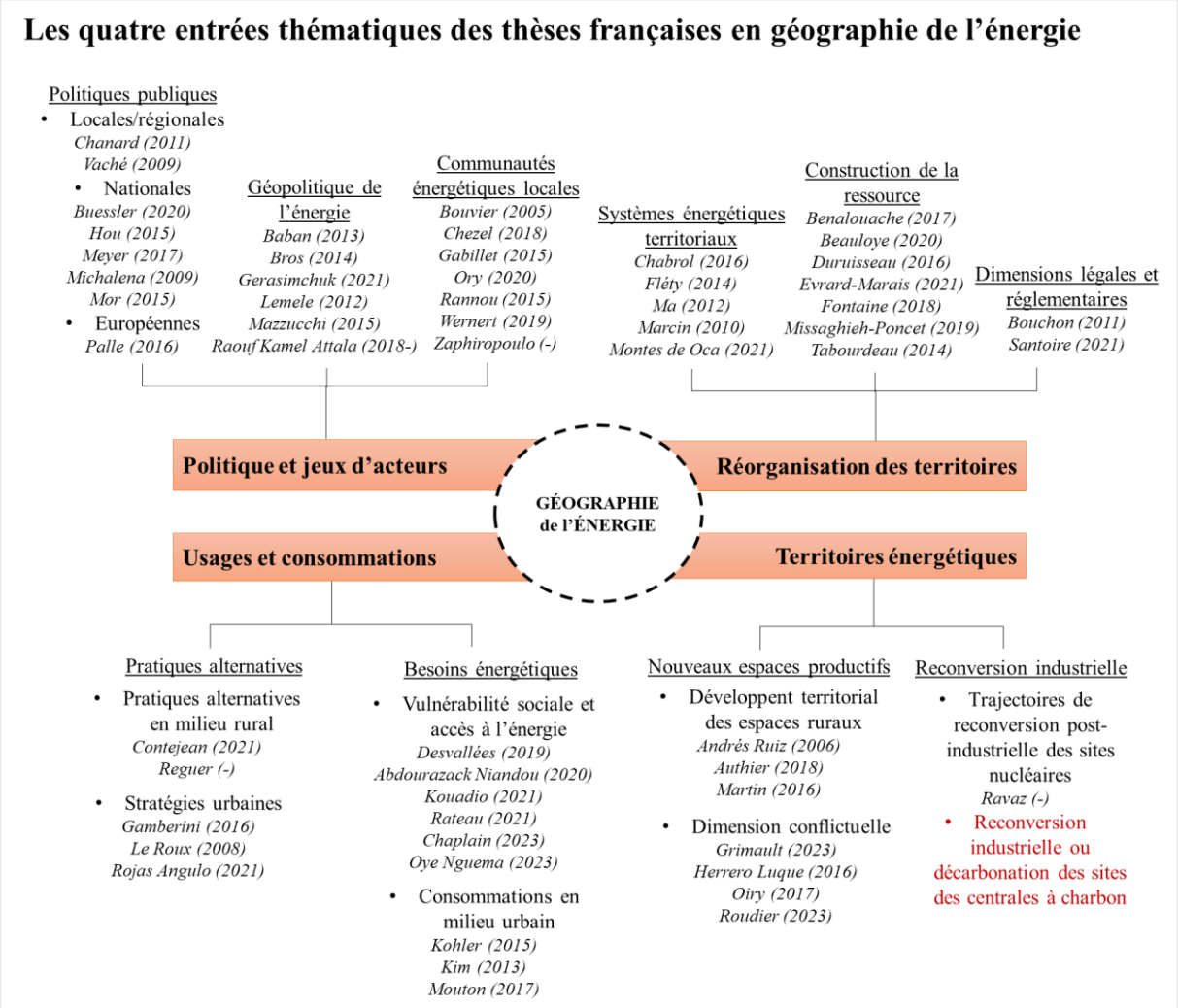


Figure 11. Typologie des thèses françaises en géographie de l'énergie.
Réalisation S. Perroux, novembre 2023.

La valorisation de ces nouvelles sources d'énergie s'accompagne d'un changement de paradigme dans l'approche géographique, dans le sens où les études montrent l'importance de saisir les dynamiques énergétiques dans leur dimension systémique, par la mise en relation multiscalaire de facteurs, sociaux, économiques, politiques, spatiaux au sein de systèmes énergétiques territoriaux (Fléty, 2014; Ma, 2012; Montes de Oca, 2021). Quelques années après l'engouement pour le « développement durable », la « transition énergétique » devient ainsi un objet d'étude à part entière dans les travaux doctoraux en géographie de l'énergie pour rendre compte des transformations substantielles et structurelles vécues par nos sociétés, autant en ce

qui concerne les mutations de l'appareil productif que l'évolution des usages et des pratiques en milieux urbains, avec la diffusion de stratégies durables (Gamberini, 2016; Le Roux, 2008) et d'innovations technologiques (Rojas Angulo, 2021), qu'en milieux ruraux (Contejean, 2021; Reguer, 2023). La transition vers des systèmes bas-carbone soulève en parallèle des questionnements sociaux et éthiques, avec la nécessité de garantir une « transition juste », c'est-à-dire un accès à l'énergie pour toutes et tous (Abdourazack Niandou, 2020; Desvallées, 2019; Kouadio, 2021; Oye Nguema, 2023).

La géographie a par ailleurs été très prompte à se saisir des enjeux de territorialisation des systèmes énergétiques, que ce soit par l'étude des mobilisations citoyennes et la multiplication des initiatives locales en faveur des énergies renouvelables (A. Fontaine, 2018; Rannou, 2015; Zaphiropoulo, 2020) ou au contraire par celle des résistances (Grimault, 2023; Oiry, 2017; Roudier, 2023) et des stratégies d'ancrage territorial des projets dans une perspective d'acceptabilité par les populations. Si les enjeux énergétiques y ont alors été appréhendés à l'échelle locale, d'autres travaux ont mis en lumière des enjeux bien différents à plus large échelle et dans des cadres d'action institutionnalisés. La mise en œuvre des politiques énergétiques soulève des enjeux forts concernant la définition des stratégies climatiques locales et régionales (Chanard, 2011; Vaché, 2009) mais aussi nationales (Buessler, 2020; Meyer, 2017b), tout en posant la question de l'interconnexion et de l'intégration des systèmes énergétiques régionaux dans l'espace énergétique européen (Palle, 2016).

1.3. Positionnement théorique

La géographie pour une approche systémique de la transition énergétique

C'est donc dans la continuité de ces travaux de recherche que vient s'inscrire cette thèse de doctorat. Adoptant une démarche résolument systémique, l'objectif est d'identifier les facteurs territoriaux susceptibles de jouer un rôle dans l'émergence de trajectoires de transition. La fermeture des quatre dernières centrales thermiques en France offre l'opportunité de comparer les dynamiques d'émergence de ces trajectoires dans des territoires particulièrement variés. Cette thèse propose donc un triple croisement des travaux précédemment réalisés : (1) loin de se limiter à l'étude d'un seul type d'espace, nous nous intéressons à la diversité des territoires soumis à ce processus de transition (périurbain, zone industrialo-portuaire, rural, transfrontalier), qui illustre la complexité territoriale de la mise en œuvre de la transition énergétique ; (2) aucun tri *a priori* des projets énergétiques n'a été effectué, nous avons donc une approche plurielle de l'énergie, afin d'identifier les freins et les leviers à la valorisation de certaines ressources énergétiques ; (3) ce travail de recherche s'inscrit en amont de la réalisation des projets énergétiques, il met donc en lumière les facteurs multiples ayant orienté les trajectoires de transition sur ces territoires et permet d'observer une transition « en train de se faire ». Cette temporalité nous inscrit par conséquent dans l'analyse des possibles, les

reconversions et les réflexions qui ont suivi les fermetures constituant de véritables *branching points* dans l'émergence de nouvelles trajectoires de développement.

Tous ces éléments concourent à l'adoption d'une démarche systémique permettant de replacer les dynamiques et processus de transition dans leur contexte territorial, politique, économique, historique et social, de l'appréhender dans ses ressorts scalaires et de cerner les différents mondes actoriels qui la mettent en œuvre. En reprenant les mots de M. J. Pasqualetti et M. A. Brown (2014), « *le monde énergétique moderne est trop complexe, trop interdépendant et trop vulnérable pour que nous ignorions comment tout se combine* »[95]. Nous faisons ainsi le pari, ambitieux mais réaliste, de traduire les mécanismes et les rouages d'une transition énergétique qui doit s'adapter – et participer - à un monde en constante évolution et composer avec des stratégies de développement divergentes voire contradictoires.

Un positionnement théorique à l'interface énergie-industrie-territoire

Le recensement des travaux doctoraux en géographie de l'énergie a mis en exergue que les enjeux de décarbonation des filières industrielles et énergétiques n'ont pas encore été véritablement abordés ; nous nous engageons par conséquence sur un sujet de recherche émergeant. La propension à étudier les processus de déploiement des énergies renouvelables et la structuration de nouvelles filières énergétiques a laissé de côté le souci du devenir des grandes infrastructures de production de l'énergie, en dépit de leur place centrale au sein de nos sociétés et de nos systèmes socio-économiques[96]. Ces grandes installations, issues des secteurs de l'énergie comme de l'industrie, sont pourtant amenées à jouer un rôle de premier ordre dans les trajectoires de développement dessinées par les pouvoirs politiques, et la défossilisation de leur production s'annonce comme un enjeu majeur du siècle à venir. La reconversion des sites industriels – parmi lesquels les centrales à charbon – mobilise toutefois des concepts, modèles et problématiques entièrement différents de ceux utilisés pour étudier la création de nouvelles filières comme celles des énergies renouvelables. Il semble en effet que les questions liées à l'intégration paysagère des infrastructures, à la multifonctionnalité des espaces, à la décentralisation des systèmes de production ou encore à la multiplication des initiatives locales laisse la place à d'autres interrogations portant davantage sur l'articulation des enjeux économiques, sociaux et énergétiques, la valorisation des actifs issus de l'industrie, les stratégies d'optimisation foncière ou le redimensionnement des unités de production. C'est donc finalement un nouveau pan de la géographie de l'énergie qu'il convient ici d'explorer et de mettre en perspective vis-à-vis des reconfigurations spatiales engendrées par la création des

[95] Trad. « the modern energy world is too complex, too interdependent, and too vulnerable for us to ignore how it all fits together ».
[96] Une thèse est réalisée depuis 2020 par B. Ravaz sur un sujet proche du nôtre : les trajectoires de reconversion territoriale des sites nucléaires mis à l'arrêt, avec une approche comparée entre la France (Fessenheim), l'Allemagne (Brunsbüttel), l'Espagne (Santa María de Garoña) et le Pays de Galle (Wylfa).

nouvelles filières. Nous proposons par conséquent d'aborder le sujet de la reconversion des centrales à charbon par une triple entrée : le territoire, l'énergie et l'industrie (**Figure 12**).

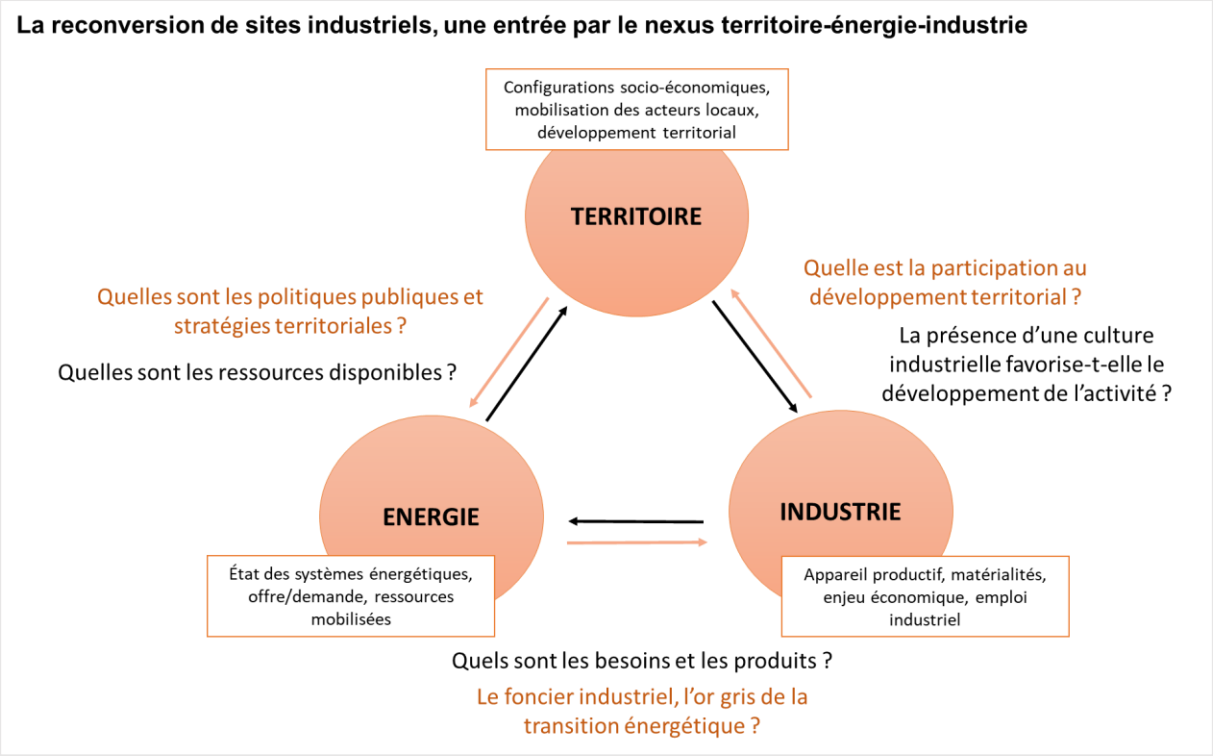


Figure 12. Le nexus territoire-énergie-industrie comme clef de lecture de la reconversion de sites industriels.
Réalisation S. Perroux, décembre 2023

Ces trois entrées renvoient à trois mondes politiques, théoriques, empiriques, dotés de multiples dimensions en interaction qui en font des systèmes complexes à part entière. Il s'agit ici de montrer comment ces trois mondes se retrouvent intimement liés lorsque l'on étudie la reconversion de sites industriels au nom de la transition énergétique. Cette interdépendance invite à considérer l'existence d'un nexus « territoire-énergie-industrie ». À l'instar du « water-food-energy nexus » (Urbinatti et al., 2020), on fait l'hypothèse que les évolutions d'un système ont des répercussions sur les deux autres et donc que les actions engagées envers l'un de ces systèmes doivent prendre en considération les effets d'influence et d'interaction concomitantes.

L'entrée par le territoire renvoie aux configurations socio-économiques, démographiques, culturelles qui contribuent à forger l'identité de l'espace étudié. L'énergie comme l'industrie y sont considérées au prisme des politiques publiques et des jeux d'acteurs qui alimentent les processus de transition et de reconversion (*interface territoire-énergie*). Le monde de l'énergie regroupe quant à lui l'ensemble des considérations techniques et politiques liées aux systèmes énergétiques, aux enjeux de sécurité d'approvisionnement et d'équilibre production/consommation. Il s'appuie sur le territoire pour mobiliser un certain nombre de ressources, autant matérielles (ressources naturelles, infrastructures) qu'immatérielles (réseaux organisationnels), participant ce faisant à la territorialisation des transitions (*interface énergie-*

territoire). Dans un contexte de pression politique pour la décarbonation du système productif et contre l'artificialisation des sols et la dégradation des paysages, les sites industriels représentent des réserves foncières non négligeables pour l'implantation de grosses unités de production d'énergie (*interface énergie-industrie*). Enfin, la sphère industrielle nous renvoie à l'appareil productif des territoires, à la circulation de matérialités (produits manufacturés, flux, etc.) et à la création de valeur économique pour les territoires. L'industrie, quelle que soit la nature de sa production, nécessite des apports en énergie (électricité, bois, gaz, vapeur, etc.) et restitue en échange de nouveaux produits (*interface industrie-énergie*). Ses liens avec les territoires sont généralement assez étroits et réciproques : elle alimente le développement économique des territoires par la création d'emplois, la fiscalité et le renforcement de l'attractivité (*interface industrie-territoire*), tandis que le territoire offre – ou non – les conditions matérielles et humaines au développement de l'activité (*interface territoire-industrie*). Chaque entrée (territoire, énergie, industrie) évolue évidemment au rythme de ses propres temporalités et rencontre des freins, des impulsions, des contradictions à l'origine de tensions et de déséquilibres. Loin de remettre en question les réflexions autour des transitions, ces moments de tension constituent au contraire des lieux de renégociation des enjeux et des priorités entre ces différents mondes.

Au cœur de cette sous-discipline en cours de structuration qu'est la géographie de l'énergie, l'objet de notre recherche se porte en résumé sur l'étude systémique de territoires en mutation, où la triangulation des enjeux territoriaux, énergétiques et industriels oriente le choix des concepts, des théories et des modèles servant à notre analyse.

2. Proposition d'un cadre conceptuel des trajectoires de transition énergétique

À la suite de ce positionnement théorique, nous allons ici présenter les principaux concepts et notions géographiques utilisés au cours de ce travail de recherche. Reconnaissant la difficulté d'étudier les territoires en transition, perçus comme des systèmes complexes, nous proposons de revenir sur l'idée de trajectoire en proposant une grille de lecture fondée sur les notions de ressources, d'acteurs et d'articulation d'échelles.

2.1. Le territoire, un facteur déterminant dans le choix des trajectoires de transition

Regard géographique sur les notions de « trajectoire » et de « territoire en transition »

La notion de trajectoire évoquée au chapitre 2 dans le cadre des *transition studies* est ici développée en adoptant un regard géographique, dans l'optique d'orienter et de structurer le cadre conceptuel et théorique. Le lien entre « territoire » et « trajectoire de développement » n'a été qu'assez récemment établi par certains chercheurs (François et al., 2013; Lapostolle,

2021), mais il tend à renforcer l'idée déjà bien acceptée que le territoire joue un rôle important dans la durabilité des systèmes énergétiques (Cowell, 2020) en vertu des possibilités d'ancrage des réseaux et des infrastructures dans l'espace selon les spécificités territoriales (Hansen & Coenen, 2015). Il est cependant difficile d'appréhender ce lien et de saisir l'implication des territoires dans les processus de construction/destruction de trajectoires de transition. Pour y voir plus clair, nous pouvons dans un premier temps mobiliser le modèle conceptuel d'un territoire en transition établi par M. Chabrol (Chabrol, 2018). L'auteur identifie trois composantes caractérisant un territoire en transition.

Tout d'abord, une transition territoriale est conditionnée par les caractéristiques initiales du territoire : présence historique d'infrastructures énergétiques, difficultés plus ou moins marquée d'accès à l'énergie, démarches localistes, histoire énergétique, etc. et qui résultent de la multitude des choix effectués par les décideurs au cours du passé. On peut aussi rajouter à ces éléments « énergétiques » des caractéristiques plus socio-démographiques comme la part de l'emploi dans l'industrie ou l'énergie, le taux de pauvreté ou de chômage, le niveau de qualification de la population. Tout cela confère à chaque territoire des spécificités qui préfigurent leur trajectoire de transition. Ensuite, l'entrée en transition, en tant que changement d'état vers un autre, résulte d'une impulsion donnée par des acteurs à différentes échelles. Trois types de cas se présentent alors : (1) l'entrée en transition répond à une logique ascendante ou « endogène », auquel cas les acteurs du territoire s'emparent eux-mêmes des enjeux de leur développement ; (2) l'entrée en transition répond à une logique descendante suivant la hiérarchie des normes, ce qui illustre notamment les transition impulsées par un pouvoir centralisé et une gouvernance fortement hiérarchique ; (3) l'entrée en transition répond à une logique industrielle ou « exogène », c'est-à-dire dépendante des préoccupations et des stratégies économiques de grandes entreprises (liée par exemple à l'augmentation du prix du carbone). Enfin, la transition est influencée par le jeu de verrous spatiaux (ou *lock-in*), sur lesquels nous reviendrons par la suite. Ce modèle met en lumière le fonctionnement systémique d'un territoire en transition et justifie d'aborder la transition énergétique de manière transverse dans les politiques publiques et l'action territoriale. Il semble toutefois négliger la question des ressources mobilisées, héritées ou construites, qui apporte pourtant un éclairage sur la mobilisation des acteurs et suppose une approche plus dynamique de la transition.

Les processus de lock-in dans les trajectoires de transition

Comme le démontrent les multiples rapports du GIEC relatifs à la limitation du dérèglement climatique, la majorité des sociétés industrialisées éprouvent des difficultés à se défaire de leur consommation d'hydrocarbures pour aller vers une économie « bas-carbone » (Driscoll, 2014). Malgré le consensus sociétal autour de la nécessité de mener une transition énergétique, ces difficultés s'expliquent en partie par l'existence d'un *carbon lock-in* ou verrou

carbone, qui contraint l'action publique dans le maintien du système économique carboné en place. Au début des années 2000, et s'appuyant sur les travaux en cours, G. Unruh présente ce verrou comme résultant d'une « *coévolution technologique, organisationnelle, sociale et institutionnelle* » (Unruh, 2000, p. 17), qui mène à un phénomène de « dépendance au sentier » (Martin & Sunley, 2010). Les premiers verrous identifiés étaient initialement de nature **technologique** – les relations systémiques entre technologies, infrastructures, industries et consommateurs entraînant des externalités de réseaux sur le territoire – et **institutionnelle**, avec des justifications enracinées dans les politiques gouvernementales telles que la sécurité nationale ou le service public et qui dépassent les lois du marché (Unruh, 2002). L'implication croissante des géographes de l'énergie sur ces problématiques environnementales intègre par la suite une dimension spatiale à l'analyse des verrous, avec la reconnaissance de l'existence d'un *spatial lock-in* (Chabrol, 2016). On y distingue trois dimensions spatiales : un verrou **matériel** impliquant une dépendance des infrastructures au lieu et une influence des structures spatiales, un verrou **territorial**, lié à la planification et à la gestion historique de l'énergie, et un verrou **socio-spatial**, lié à l'inscription spatiale des sociétés. Quelle que soit leur nature, ces verrous *« perpétuent les infrastructures fondées sur les combustibles fossiles en dépit de la connaissance de leurs externalités environnementales et de l'existence apparente de solutions neutres en termes de coûts, voire rentables* »[97] (Unruh, 2000, p. 17). En d'autres termes, les verrous permettent d'expliquer le maintien d'un système carboné par l'importance des investissements réalisés sur le temps long pour atteindre l'état actuel du système et par l'adaptation des usages, des pratiques et des comportements à ce système. Au-delà du coût des seules infrastructures de production et de leurs réseaux de distribution, l'analyse spatiale met effectivement en évidence la transformation des structures socio-spatiales des sociétés industrialisées, façonnées par l'accès à des ressources fossiles abondantes « *qui ont ancré le carbone au cœur de nos habitudes énergétiques* » (Meyer, 2017b, p. 21). À des aspects technologiques, institutionnels, socio-spatiaux et territoriaux s'ajoute ainsi une dimension culturelle liée à la « *structure sociale et politique des sentiments produite au travers* [...] *de notre consommation énergétique* » (M. T. Huber, 2013)[98].

De la ressource à la trajectoire

Le modèle conceptuel d'un territoire en transition présenté plus haut interroge sur la place laissée à la construction de la ressource énergétique, aspect qui semble pourtant fondamental dans l'étude des trajectoires de transition. Elle a expressément été placée au cœur de ce sujet de recherche sur la fermeture et la reconversion énergétique des centrales à charbon, dans la mesure où la ressource agit comme un révélateur de l'engagement des acteurs locaux

[97] Trad. 'Combination of systematic forces that perpetuate fossil fuel-based infrastructures in spite of their known environmental externalities and the apparent existence of cost-neutral, or even cost-effective, remedies.'
[98] Cité par T. Meyer, 2017, p.21.

dans une trajectoire de développement. Étudier la ressource permet de se plonger dans les dynamiques d'acteurs d'un territoire, de voir comment celui-ci est produit et traduit une vision de l'avenir partagée – ou non – par l'ensemble des acteurs. En parallèle des dynamiques internes à un territoire, cela ouvre en outre la voie à l'analyse de son rapport à un marché, et donc à des déterminants externes, ce qui introduit la question des échelles d'action. C'est ainsi dans la continuité du *spatial turn* des années 1980, qui marque le passage de « l'espace » au « territoire » (Di Méo, 1998) et la reconnaissance des spécificités spatiales, que s'établit une distinction entre les ressources dites « génériques » et celles dites « spécifiques » (Colletis & Pecqueur, 1993, 2004) : alors que les premières sont données et ne dépendent que très peu des caractéristiques de leur territoire, les secondes sont au contraire ancrées dans le territoire et le résultat d'une construction sociale. On parle dans ce cas de ressources « activées » dans le sens où la ressource doit faire l'objet d'une révélation par un groupe d'acteurs, qui prend connaissance en interne de l'existence d'une spécificité locale, puis d'un processus de valorisation, c'est-à-dire d'entrée de la ressource sur un marché extérieur et l'adaptation à un système de normes (Gumuchian & Pecqueur, 2007). Sont alors désignées comme « territoriales » les ressources spécifiques « *qui sont révélées selon un processus intentionnel engageant une dynamique collective d'appropriation par les acteurs du territoire* » (François et al., 2013, p. 269). Selon les choix effectués et les objectifs fixés, ces ressources sont « *pensée[s] comme un construit social, elle[s] engage[nt] le territoire dans des trajectoires de développement différenciées selon les forces en présence* » (*ibid.*, p.270). C'est donc bien par la construction des ressources que se dessinent les trajectoires d'un territoire, ce qui rajoute un élément à la conceptualisation d'une trajectoire de transition (**Figure 13**).

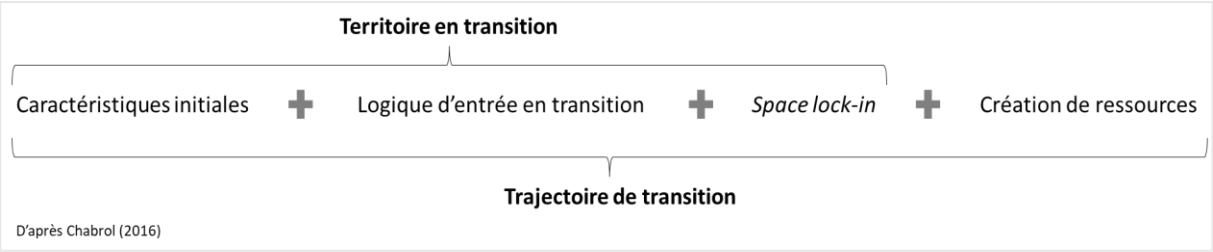


Figure 13. Caractéristiques d'une trajectoire de transition territoriale selon le modèle conceptuel d'un territoire en transition. Réalisation : S. Perroux, janvier 2024

D'après ces mêmes auteurs, il existerait au moins deux stratégies de valorisation des ressources territoriales, résultant en deux trajectoires de développement. Tout d'abord, une « trajectoire de spécification » propose de mettre en avant des produits existants en leur octroyant l'argument du local, garantie d'un avantage comparatif, indifféremment de la nature de la ressource (générique/spécifique). À l'inverse, une « trajectoire de banalisation » repose davantage sur l'orientation d'une production ancrée localement selon les normes imposées par un marché extérieur. L'une comme l'autre dépendent de la construction de la relation entre les acteurs et les ressources, qui passe par la reconnaissance d'un opérateur territorial (Durand &

Landel, 2015; Landel, 2007; Landel & Pecqueur, 2011; Régnier et al., 2017), véritable instrument au service des projets de territoire.

2.2. Les acteurs de la transition énergétique

Décentralisation et multiplication des acteurs de l'énergie

La transition énergétique remet en cause la gestion nationalisée jusqu'alors dominante au sein du système énergétique français en y intégrant de nouveaux acteurs territoriaux (Buessler & Weber, 2016), en particulier les régions et les intercommunalités qui voient leurs compétences en matière de planification énergétique et d'aménagement renforcées. Cela ouvre la voie à de nouvelles opportunités d'échanges et d'interactions entre les collectivités, les entreprises, la puissance politique nationale et les instances communautaires comme l'Union Européenne (Chanard, 2011). La transition énergétique apparaît alors comme un projet commun, devant être co-élaboré entre les parties prenantes de nos sociétés et prenant en compte les objectifs et contraintes de chacun. L'enjeu est de trouver une nouvelle forme de gouvernance parmi un large choix d'échelles spatiales (Bridge et al., 2013) car « *la vision étatique se dilue dans une gouvernance partagée multipliant les échelles de décision, acteurs, et objectifs de planification* » (Fléty, 2014, p. 70). On peut voir ici une forme d'obsolescence de la planification traditionnelle centralisée, avec une transition des logiques *top-down*, où les acteurs publics sont les seuls décideurs, vers des logiques *bottom-up*, où ces mêmes acteurs ne donnent que les grandes orientations et laissent aux acteurs locaux le soin de mener les actions répondant à ces ambitions générales. Cette nouvelle organisation mène à la création d'écosystèmes locaux, bien distincts des territoires administratifs : ce sont les nouveaux territoires de l'énergie. Révélatrice d'une nouvelle forme de gouvernance de l'énergie, elle offre une place de premier ordre aux territoires locaux, « *capables d'exprimer leurs difficultés énergétiques propres et de maîtriser les sources locales d'énergies renouvelables pour y répondre* » (Lormeteau, 2023, p. 371). De plus en plus de recherches tendent ainsi à démontrer la capacité nouvelle des acteurs locaux à être vecteurs de solutions de transition énergétique (Maestroni, 2013), convoquant la notion des « communs »[99] pour justifier la prise en main de la problématique énergétique par des communautés plus « démocratiques ». Cependant, certains chercheurs mettent en garde contre cette représentation trop segmentée et schématique des oppositions d'échelles : la transition énergétique amène des acteurs et des réseaux d'acteurs à s'impliquer à toutes les échelles, pas seulement dans le local, suscitant une « indistinction des dimensionnements » (Labussière & Régnier, 2016). Par ailleurs, la décentralisation politique et administrative des compétences en matière d'aménagement et d'énergie ne saurait expliquer à elle seule la

[99] Les « communs », concept théorisé par E. Ostrom (1990) sont entendus comme un « ensemble de ressources collectivement gouvernées, au moyen d'une structure de gouvernance assurant une distribution des droits entre les partenaires participant au commun (*commoners*) et visant à l'exploitation ordonnée de la ressource permettant sa reproduction sur le long terme » (Lormeteau, 2023, p.371).

redéfinition du rôle des acteurs locaux sans prendre en considération les conséquences liées à la libéralisation des marchés, l'institutionnalisation du problème climatique et les politiques d'intégration européenne (A. Evrard, 2020). L'émergence de nouveaux acteurs dans la planification énergétique territoriale engendre une requalification des relations entre ces acteurs, dans le sens où la mise en œuvre de la transition énergétique « *ne s'inscrit par forcément dans un rapport de force conflictuel mais plus souvent dans un rapport de force constructif au sein duquel de plus en plus d'acteurs ont la capacité de s'exprimer* » (Moine, 2006, p. 122). En résumé, l'analyse des acteurs intervenant dans l'élaboration et la mise en œuvre de nouveaux projets de territoire au service de la transition énergétique est un enjeu essentiel pour la compréhension des conditions d'émergence d'une nouvelle forme de gouvernance de cette transition.

Saisir la transition au prisme de ses jeux d'échelle

Comme il a été énoncé dans le chapitre précédent, une trajectoire de développement résulte de l'ensemble des choix effectués par les acteurs d'un territoire sur le temps long. Que se passe-t-il toutefois pour la constitution des trajectoires de transition lorsque l'on multiplie les acteurs de l'énergie à toutes les échelles ? Comment se font les arbitrages ? Qui s'assure de la réalisation des objectifs à moyen long terme et du respect des engagements internationaux ? Qui prend garde à la cohérence des actions menées au niveau global ?

Si la nécessité de décarboner les systèmes énergétiques, et plus largement les sociétés, tend à fédérer les acteurs politiques, économiques et sociétaux, aucun consensus n'a toutefois été trouvé concernant l'échelle la plus appropriée ou la plus pertinente pour mener cette transition énergétique. Dans les milieux scientifiques *a fortiori*, certains chercheurs défendent un modèle de proximité fondé sur des initiatives et des innovations sociales portées par des communautés locales (Authier, 2018; Calame, 2013; Mor, 2011; Zaphiropoulo, 2020). Sans que la limite ne soit très claire en matière de définition de la « localité », d'autres font reposer la transition sur la mobilisation des collectivités territoriales en raison du renforcement de leurs compétences en matière d'aménagement et de planification climatique (Angot, 2013; Arnauld de Sartre et al., 2021; Chanard, 2008). D'autres encore préconisent un retour de l'État, perçu comme garant d'une transition unifiée et égalitaire, et seule autorité susceptible de certifier la tenue des engagements nationaux (De Schutter, 2022; Tellenne, 2021). Enfin, l'échelle européenne est au cœur de nombreux débats car elle met en lumière la nécessité d'une interdépendance des États membres par la mise en réseaux des différents systèmes énergétiques et le maintien d'un marché européen de l'énergie (Berrod, 2021; Derdevet, 2015; Palle, 2021).

De nombreux modèles invitent cependant à considérer les échelles – constructions sociales délimitant des périmètres d'intervention politique et d'action publique et collective (Chailleux, 2018) – comme des frontières poreuses structurant la transition énergétique (Cox,

1998; Labussière & Régnier, 2016). Le modèle du Multi-Level Perspective (Geels, 2002) permet par exemple d'appréhender les transitions socio-techniques selon trois niveaux d'implémentation d'une innovation : la niche, le régime et le système socio-technique. Des recherches complémentaires lui attribuent par la suite une dimension spatiale, chaque niveau correspondant à une échelle géographique : le niveau micro correspondant à l'échelle locale (un technopôle ou un système productif local favorisant des effets de niche), le niveau méso du régime renverrait à l'échelle régionale et/ou nationale (politiques climatiques, normes, modes de production, etc.) et le système socio-technique serait un niveau macro, caractérisé par les contraintes énergie-climat à l'échelle mondiale (Duruisseau, 2014). Ce modèle, qui fait référence dans le champ des *transition studies*, répond à un vide scientifique identifié au début du siècle, celui de conceptualiser « *une manière systématique de penser et de relever les défis liés à l'intégration de la science et des politiques sur plusieurs échelles* »[100] (Cash & Moser, 2000, p. 110). L'articulation du local avec les niveaux supérieurs constitue alors une condition indispensable et inévitable à la réalisation d'un processus de transition, de sorte qu'il n'y aurait pas de sens à étudier des phénomènes de reconversion énergétique au niveau des territoires sans considérer l'emboîtement des échelles et des cadres d'action.

Aborder la relation énergie-territoire par la notion de trajectoire de transition a permis de développer les concepts de ressources, d'acteurs et d'échelles, tout en spécifiant leur interaction dans le cadre de ce sujet de recherche. En restant assez large dans la présentation de leur contenu théorique, c'est par leur conjugaison avec les autres champs d'analyse qu'ils prennent leur sens et révèlent l'intérêt de leur usage.

3. Territoire et industrie : des relations réciproques fortes

On ne saurait traiter d'un sujet sur la reconversion des centrales à charbon sans définir au préalable ce qu'est l'industrie et les liens qu'elle entretient historiquement avec les territoires. Les nombreux travaux qui ont été menés notamment sur les districts industriels, les externalités et les systèmes productifs locaux fournissent des éléments de cadrage indispensables pour comprendre les mécanismes en cours pour la reconversion des sites industriels.

[100] Trad. « What is missing from these ongoing efforts, however, is a systematic way of thinking about and addressing the challenges involved in integrating science and policy across multiple scales »

3.1. Définir l'industrie au prisme de sa complexité

L'industrie en France

Parmi la diversité des activités économiques et sociales qui anime la société, l'industrie constitue une catégorie spécifique et bien délimitée. Selon la définition donnée par le ministère français de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique, « *l'industrie rassemble les activités économiques dédiées à la conception, la fabrication et la vente de biens matériels. Elle fait intervenir de nombreux acteurs pour transformer des matières premières en biens de consommation* »[101]. Il y a donc production – par des process souvent répétitifs – d'un bien répondant à un besoin sur le marché et porteur de valeur ajoutée, comme un service ou un savoir-faire technique (Gallois, 1989). On distingue plus spécifiquement les industries « lourdes » qui produisent un matériau brut : ce sont la sidérurgie (acier), la cimenterie (clinker et ciment), la papeterie (papier-carton), les industries chimiques de l'éthylène, de l'ammoniac et du dichlore, ainsi que les productions de sucre, de verre et d'aluminium[102]. Ces neuf industries, caractérisées par leur consommation intensive d'énergie, font l'objet de politiques sectorielles de décarbonation dans le cadre du programme européen Finance ClimAct ; les études concernant les opportunités de décarbonation ont été engagées par l'ADEME en 2021. La production d'énergie (dont le raffinage) n'est donc pas associée à l'industrie « lourde » ; elle fait l'objet par l'INSEE d'une catégorie spécifique de l'industrie, classée sous « électricité/gaz ». Alors que l'industrie représentait 20% des émissions nationales de GES en 2019 (soit 84 $MtCO_2eq$), la SNBC adoptée en mars 2020 fixe la réduction de ces émissions à 53 $MtCO_2eq$ d'ici 2030, et à 16 $MtCO_2eq$ pour 2050[103]. Dans un contexte d'intégration des considérations environnementales dans l'ensemble des politiques publiques, tous les secteurs d'action publique sont cependant concernés par les objectifs de décarbonation de leurs activités.

Définir l'industrie par le territoire ?

Après des décennies de désindustrialisation (Dufourcq, 2022) et d'abandon de toute politique industrielle nationale, l'initiative « territoires d'industrie » lancée en 2018 est le premier programme de redéveloppement industriel, et celui-ci promeut « une stratégie de reconquête industrielle par et pour les territoires »[104]. Par la mobilisation des collectivités territoriales, des EPCI et des acteurs industriels locaux de 146 territoires, ce programme

[101] Site Internet du ministère, consulté en ligne le 13/12/2023.
[102] « Décarbonation de l'industrie française : l'ADEME publie son plan de transition sectoriel pour la filière de l'ammoniac », Ademe Presse, billet du 2 octobre 2023. Consulté en ligne le 14/12/2023.
[103] « La décarbonation de l'industrie en France », Ministères de l'Économie, des Finances et de la Relance, Direction générale du Trésor, Trésor-Éco, n°291, octobre 2021.
[104] Site Internet de l'Agence Nationale de la Cohésion des Territoires, présentation du programme Territoires d'industrie, consulté en ligne le 22 août 2024.

« *constitue une évolution notable de la politique industrielle, en reconnaissant les territoires comme espace et levier de réindustrialisation* » (Basset, 2022, p. 63). Il témoigne ainsi des liens étroits qui existent entre industrie et territoire, et qui se sont renforcés depuis les années 1990 avec la nécessité pour l'industrie « de construire un environnement propice » à son redéploiement par « une dialectique ancrage/mondialisation » (Daviet, 1999, p. 40). Par l'affirmation de son caractère spatial, l'industriel devient alors « *un acteur du champ territorial auquel il appartient, capable de modifier son environnement pour mieux l'adapter à ses besoins* » (*ibid.*, p.37). Il tisse des liens avec les acteurs du monde institutionnel, contribue à des programmes de recherche par les transferts de technologie, s'insère dans des réseaux d'acteurs, valorise des ressources, participe au développement de filières par ses liens avec les entreprises en amont et en aval, anime le développement économique local et dynamise le marché de l'emploi sur son territoire.

En cela, la définition de l'industrie ne saurait se réduire à celle d'une activité de production, en un lieu donné, d'une grande quantité de biens matériels destinés à des marchés finaux non locaux (Battiau, 1999) : elle se distingue des autres activités économiques par un mode de production spécifique (impliquant une forte division du travail, une sensibilité aux économies d'échelle et un coût élevé du matériel de production) tout autant que par son « comportement spatial » aux modalités diverses et multiples : insertion paysagère, conséquences environnementales, distinction des lieux de production et des lieux de consommation. Certains auteurs, notamment dans le monde anglophone, évoquent quant à eux les aspects économiques de la relation industrie-territoire, tels que les économies d'agglomération, tandis que d'autres en Europe du Sud pointent davantage les spécificités socio-culturelles de l'industrie (savoir-faire, esprit de communauté, culture d'entreprise, innovation). Quoi qu'il en soit, les différents travaux de la géographie industrielle et socio-économique des trente dernières années postulent une redéfinition de l'industrie par le territoire dans la mesure où « *s'orienter vers une démarche systémique, s'intéresser aux systèmes productifs locaux et intégrer la notion d'acteurs témoignent de fait d'une entrée territoriale* » (Daviet, 2005, p. 124). L'intérêt pour une lecture territoriale de l'industrie n'est toutefois pas totalement inédit. Il puise de lointaines racines dans les travaux d'E. Marshall, repris dans la période post-fordiste par G. Becattini (1992) et de larges courants de la littérature (Benko & Lipietz, 2000). Quelques décennies plus tard, avec l'entrée de l'économie française dans sa phase post-industrielle, cet intérêt est réactualisé autour des transformations territoriales, sociales et économiques induites par la disparition de pans entiers du secteur industriel (Bost & Messaoudi, 2017).

3.2. Industrie et mutation des « systèmes productifs »

Districts industriels et systèmes productifs locaux

La forte croissance économique que connaissent les pays occidentaux lors des Trente Glorieuses (1945-1975), puis la déprise des décennies suivantes marquées par les débuts de la mondialisation, laissent dans leur sillage de nombreux territoires en déclin, fragilisés par la perte de leur activité industrielle. Si les délocalisations des activités à l'étranger n'expliquent que partiellement la désindustrialisation des territoires – les industries étant entre autres touchées par la mise en concurrence avec les pays en cours d'industrialisation et des transferts d'activité vers le secteur tertiaire –, elles contribuent néanmoins à la mutation du système productif français (Messaoudi, 2014). À la lumière de ces mutations, on voit notamment apparaître de nouvelles configurations territoriales promouvant l'innovation et les savoir-faire locaux au service du développement productif de certains espaces. Il y eut ainsi la découverte, dans les années 1970, des microsystèmes productifs de la « Troisième Italie », à l'origine de l'essor des recherches consacrées au concept de district industriel (Benko, 1991; Fontana, 1997), « *dont le développement s'explique moins par leur dotation initiale en facteurs de production que par les avantages qu'ils tirent de la concentration géographique des activités* » (Daumas, 2007, p. 139). S'appuyant sur une organisation industrielle mêlant des stratégies de concurrence-coopération entre les firmes, ces districts sont des « entités socio-territoriales » (Becattini, 1992) qui traduisent une forme « *d'osmose entre communauté locale et entreprises* » (Courlet, 2001, p. 18). Sur cette même période, l'affirmation des Systèmes Productifs Locaux (SPL) réaffirme le recentrage du développement productif sur le territoire et vient élargir l'analyse des districts industriels vers une « *forme généralisée d'organisation productive territorialisée* » (*ibid.*, p.123). Puis, à la fin des années 1980, les travaux du Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs (GREMI) s'intéressent, à partir de plusieurs cas d'étude en France et à l'étranger, au rôle des spécificités territoriales dans la constitution de cadres favorables à l'implantation et au développement d'entreprises novatrices. Postulant qu'un milieu innovateur – caractérisé par son histoire, sa structure politique et sociale, son profil socio-culturel, etc. – préexiste aux entreprises innovatrices, l'innovation résulte alors de la créativité des milieux et vient répondre à un besoin en matière de développement local. Qu'il s'agisse des districts industriels, des milieux innovateurs ou encore des SPL, c'est par la dimension spatiale et territoriale que les auteurs se saisissent de l'évolution des systèmes productifs ; chacune de ces théories accordant une grande importance aux externalités et aux effets de proximité spatiale dans le développement économique et productif.

Si la richesse de toutes ces recherches met en avant les avantages socio-économiques liés à la concentration spatiale d'industries – ce qui n'entre pas en ligne de compte dans le cas de la reconversion des centrales à charbon, sites souvent isolés – elles illustrent tout autant le

rôle central qu'est amené à jouer un territoire dans les processus d'innovation et de structuration de nouvelles organisations spatiales.

Saisir les liens industrie-territoire par le concept d'externalités

Le concept d'externalités désigne une situation dans laquelle une activité ou une infrastructure fournit un avantage, sans que cet avantage ne fasse l'objet d'une transaction économique. D'une manière générale, il s'agit des effets, positifs ou négatifs, qu'un acteur économique produit sur son environnement et qui échappent aux lois du marché (Darmon & L'Haridon, 2021). Les externalités ont ainsi un rôle à jouer dans le développement économique et social des territoires. C'est le cas du regroupement spatial d'industries ou des externalités de connaissances (Arrow, 1962; Marshall, 1890; Romer, 1986), dont les effets induits par la proximité spatiale participent à la formation d'économies d'agglomération (Hendrickx-Candéla, 2001). Tributaires d'un territoire, les externalités contribuent à ce titre à la compétitivité des firmes, des industries et des régions concernées (Autant-Bernard et al., 2010). À l'inverse, on parle d'externalités négatives pour évoquer les dégradations faites par des activités économiques et industrielles sur le capital naturel (modification des paysages, diminution des ressources naturelles, pollutions, nuisances sonores…) et social (impacts sur la santé, chômage, prix de l'immobilier...) (Bruel, 2016) sans qu'il n'y ait de compensation ni pour les populations, ni pour la restauration ou la préservation du capital naturel.

Reconnaître l'existence de ces externalités a son importance car cela permet de qualifier les relations étroites qu'entretiennent les industries avec leur territoire – et réciproquement –, relations qui dépassent de simples intérêts économiques. L'implantation d'une industrie et d'une entreprise sur un territoire n'est pas neutre : les externalités induites tissent des liens qui ancrent géographiquement les activités. Partant de l'idée que les externalités sont « géographiquement déterminées » (Catin, 1985), des recherches plus récentes invitent à en adopter une lecture multiscalaire : une activité économique « *peut avoir à la fois un impact positif (négatif) localement et un impact négatif (positif) dans un rayon plus important si les effets positifs (négatifs) sont davantage atténués par la distance que les effets négatifs (positifs)* » (Fawaz Osseni et al., 2019). Si l'exemple pris par les auteurs est celui de l'évolution des prix de l'immobilier à la suite de l'implantation d'une nouvelle activité agricole, d'autres cas peuvent illustrer cette différentiation scalaire des externalités. L'industrie se prête tout particulièrement à l'exercice, comme on peut l'observer à travers les nombreux conflits qui animent les nouveaux projets d'aménagement, et dont le huitième chapitre de cette thèse en fait l'analyse. L'identification des externalités en présence, quelle que soit leur valence, s'avère alors un élément crucial dans la compréhension des mécanismes d'acceptation ou de rejet de

l'industrie dans les territoires et invite, ce faisant, à une relecture du syndrome NIMBY[105] souvent mobilisé par les défenseurs des projets.

3.3. La reconversion industrielle et territoriale : opportunités et difficultés

Reconversion ou transition ?

Depuis le début de cette thèse, les concepts de « reconversion » et de « transition » ont été mobilisés à parts égales pour se référer à la dynamique initiée par les parties prenantes des projets de territoire sur les sites industriels et leur territoire d'implantation. Ces concepts renvoient toutefois à des champs d'étude bien distincts, résultant d'une longue construction théorique sur la base d'apports souvent multidisciplinaires. Ne pouvant rigoureusement les considérer comme interchangeables, c'est ici l'occasion de faire le point sur l'usage différencié qui est fait – et qui sera fait – de ces deux termes tout au long de ce travail de recherche. Le concept de transition ayant déjà été longuement abordé dans le chapitre 2, nous délaisserons ses multiples définitions pour en conserver l'idée centrale : celle d'un changement des systèmes et des sociétés vers un objectif préalablement fixé – principalement au niveau politique – mais dont les moyens de mise en œuvre, les échelles d'action et les visions de l'avenir restent incertains.

Si les « projets de transition » inscrivent donc le devenir des sites et des territoires dans un vaste projet politique de changement sociétal, à la fois multiforme et systémique, « les projets de reconversion » renvoient plutôt à des enjeux de redynamisation socio-économique de territoires en déclin. La redécouverte de A. Marshall par G. Becattini (1992) intervient en effet en pleine crise des vieux pays industriels, à partir des années 1970, où la question de la reconversion des sites et territoires industriels se pose alors avec acuité. Cette époque est de fait marquée par la désindustrialisation progressive des territoires dans les villes européennes comme américaines (Géronimi, 2006), laissant dans leur sillage des friches et des sites à l'abandon. Faisant état de la multiplication des politiques en faveur de la réaffectation de ces sites, « *le terme de reconversion industrielle désigne aussi bien le remplacement de certaines industries par d'autres sur un territoire bien identifié* [...] *que le repositionnement de certaines industries (comme celles du vêtement bas de gamme vers le vêtement haut de gamme)* » (Fontan et al., 2003, p. 102). Dans les premiers temps, la priorité a longtemps été donnée à l'industrie avec l'accueil de nouvelles activités d'origine exogène, qui ont pu faire l'objet d'une délocalisation depuis. Progressivement, le concept de reconversion a évolué, en passant de la « substitution d'activités » au « redéveloppement des territoires » (Daviet, 2006). Dans cette phase, les anciens territoires industriels sont parfois réinvestis par la culture et la

[105] *Not In My Back Yard* (« pas dans mon jardin ») : terme qui désigne la résistance d'acteurs locaux à un projet d'implantation d'une infrastructure sur leur territoire, souvent par refus des nuisances et des risques qui y sont associés, mais sans remettre en cause l'intérêt collectif du projet (Béhar & Simoulin, 2014).

patrimonialisation, sous l'impulsion conjointe des pouvoirs publics et des acteurs locaux (Edelblutte, 2010). En d'autres termes, cette réappropriation patrimoniale vise à transcender l'identité originelle et rétablir l'attractivité d'un territoire souvent sinistré. L'impératif de transition écologique semble toutefois instaurer un nouveau paradigme dans la manière d'aborder les enjeux de reconversion industrielle : les contraintes foncières liées à la loi ZAN, la nécessité de maintenir les capacités de production du pays dans un souci d'indépendance énergétique et la volonté de réguler les impacts de l'arrêt des sites sur les territoires se conjuguent pour donner lieu à une nouvelle forme de reconversion. Celle-ci semble marquer le retour à une « substitution d'activités » mais dorénavant orientée vers le développement d'activités endogènes, reposant sur la valorisation des ressources territoriales et la mobilisation des acteurs locaux. Ainsi, loin d'opposer les dynamiques de reconversion à celles de transition, il paraît plus pertinent d'analyser la première sous l'angle de la deuxième et de considérer, sur nos quatre terrains de recherche, que la reconversion des sites est pensée comme étant au service de la transition écologique ou, tout du moins, comme ne devant pas aller à l'encontre des objectifs de ce projet politique.

Les spécificités de la reconversion des anciens bassins miniers

De nombreux travaux portent spécifiquement sur la reconversion d'anciens bassins miniers, fortement impactés par l'arrêt de leurs activités industrielles et connexes dans le cadre de la désindustrialisation, de l'introduction de nouvelles technologies ou de la dissolution de Charbonnage de France. Comme ce fut le cas à Gardanne (ancien bassin minier de Provence) et à Saint-Avold (ancien bassin houiller de Lorraine), ces activités ont laissé leur empreinte dans les territoires, que ce soit de manière visible à travers la dénaturation des paysages (puits de mines, chevalements, carreaux, terrils, friches industrielles) et l'organisation architecturale et urbanistique de certaines zones urbaines (cités ouvrières, toponymes), ou de manière plus subtile concernant le devenir des populations (taux de chômage élevé, perte de population active, perturbations de la santé des travailleurs) et de l'environnement (risques d'affaissement, pollution de l'eau et des sols). Face à l'ampleur des enjeux liés à la redynamisation de ces territoires en déclin économique et social, nombre d'entre eux ont connu un processus de revalorisation par la patrimonialisation (Mortelette, 2020), le passage à une économie de la connaissance et de la créativité (Liefooghe, 2017) ou encore l'accueil d'industries de pointe (Daviet et al., 2023). Le plus souvent, ces dynamiques de reconversion furent amorcées par les acteurs locaux, engagés au sein d'une « gouvernance de proximité » (Zuindeau et al., 2018) : on retrouve notamment l'intervention des réseaux politiques et associatifs communaux, certains acteurs assurant un rôle de relai avec les échelons supérieurs (Tosi & Vitale, 2013) mais aussi la mobilisation de syndicats intercommunaux comme dans les années 1960 dans le bassin minier du Nord-Pas-de-Calais (Vavasseur-Desperriers, 2020). Les territoires miniers constituent ainsi des supports privilégiés pour le développement de nouvelles activités (Berte,

2017; Lambert & Mioche, 2016) en raison de la forte disponibilité foncière, des besoins marqués en matière d'emploi, de l'héritage de structures organisationnelles et parfois de la présence d'une main d'œuvre qualifiée. Par ailleurs, ils se prêtent tout particulièrement à l'accueil d'activités dans le secteur de l'énergie (Ladoucette, 2004 ; Morel-Journel, 1999), qui assurent ce faisant une continuité historique et spatiale dans le développement industriel. D'autres auteurs pointent toutefois les freins que représentent le passif social et environnemental pour le redéveloppement économique des bassins miniers, celui-ci nécessitant d'importants investissements pour compenser les externalités environnementales négatives engendrées par les industries et les mines (Chautard & Zuindeau, 2001; Letté, 2012). À bien des égards, ces territoires miniers proposent des configurations socio-démographiques héritées d'un long passé industriel qui jouent un rôle crucial dans le passage d'un système énergétique « traditionnel » vers un système énergétique décarboné (Deshaies, 2016). Pour le sujet qui est ici le nôtre, il paraît intéressant de se questionner sur l'articulation des enjeux locaux de la reconversion avec des enjeux plus nationaux liés à la mutation du système productif ; l'intervention de l'État dans le processus de reconversion des sites et des territoires des centrales à charbon interroge alors les modalités de négociation des différents enjeux de développement des territoires.

Pour conclure ce focus sur l'industrie, son lien avec les territoires se matérialise par différentes configurations spatiales, sociales et économiques à travers le temps. Les concepts de ressources et d'externalités permettent de mieux saisir les interactions complexes et réciproques qui participent à l'ancrage de l'industrie dans son territoire.

Conclusion du chapitre 3

Le recensement des travaux doctoraux en géographie de l'énergie a mis en évidence la faiblesse des recherches intégrant les dimensions industrielles de la transition énergétique qui requiert, en accord avec les objectifs de décarbonation édictés à l'échelle nationale, une mutation de l'appareil productif de notre société. Une triple entrée énergie-territoire-industrie prend alors tout son sens pour explorer les articulations entre trois sous-systèmes en interaction, et dont les enjeux en matière de développement ont pour un temps été pensés comme contradictoires. Comme l'énonce très justement K. Calvert (2016), « *les géographes de l'énergie sont bien placés pour contribuer aux débats scientifiques et politiques sur l'énergie en raison de leur position privilégiée à la frontière entre diverses traditions philosophiques et méthodologiques ; [cela] permet une recherche multidisciplinaire solide qui peut s'attaquer aux complexités des réalités énergétiques* »[106] (p.125). C'est donc par le prisme de cette complexité que nous décortiquerons le sujet de la reconversion industrielle et énergétique des dernières centrales à charbon en France qui, loin de ne mobiliser que les sphères techniques et technologiques, sollicite aussi les dimensions sociales, économiques, politiques, foncières et territoriales de notre société à toutes les échelles.

[106] Trad. « Energy geographers are well positioned to contribute to scientific and policy debates surrounding energy due to their privileged position at the borderland between various philosophical and methodological traditions; [it] enables strong multidisciplinary research which can engage the complexities of energy realities ».

Chapitre 4
Méthodologie de la thèse

Ce travail de recherche a mobilisé de nombreuses méthodes, autant qualitatives que quantitatives. Le croisement des différentes sources et techniques d'enquête a donné lieu à une structuration méthodologique complexe qu'il s'agit ici d'expliciter. Nous verrons dans un premier temps ce qui a justifié le choix des terrains et des objets d'étude, en précisant les bornes spatiales et temporelles de notre recherche. Nous aborderons ensuite la question des méthodes et des enjeux inhérents à la poursuite d'une analyse comparée, qui repose sur un double principe de spécification et d'objectivation. Un troisième point sera consacré à la présentation des trois axes thématiques qui structurent le travail d'enquête et mobilisent chacun leurs techniques d'investigation. Enfin, nous rentrerons dans le détail de ces techniques en indiquant l'origine, la nature et les traitements réalisés sur chacune de ces sources.

1. Choix et délimitation des terrains d'étude

La définition initiale du sujet de recherche a dès le début mis en avant la nécessité de prendre pour objets d'étude les centrales à charbon – et leur territoire d'implantation – concernées par la loi Énergie-Climat de 2019. Fondamentalement différents dans leurs caractéristiques sociales, économiques, paysagères, énergétiques, ces territoires sont pourtant soumis à un même choc, celui d'une décision nationale, unilatérale et aspatiale de fermeture des centrales thermiques au charbon. L'opportunité qui se présentait alors de rendre compte de la diversité des réponses territoriales possibles à ce choc a justifié le recours à une approche comparative, qui a structuré l'ensemble de la méthodologie de recherche. Les quatre sites retenus sont situés au Havre en Seine-Maritime, à Cordemais en Loire-Atlantique, à Saint-Avold en Moselle et à Gardanne-Meyreuil dans les Bouches-du-Rhône. À noter que la proximité spatiale de la centrale de Provence avec mon laboratoire de rattachement explique en partie le déséquilibre des données en faveur de celle-ci (nombre d'entretiens, visites sur le terrain, observation non participante aux réunions des groupes de travail, etc.).

Les quatre centrales concernées par la loi de 2019 ont la particularité d'avoir fait l'objet de Pactes de territoire signés en 2020, qui sont des dispositifs de mobilisation et de coordination

multiscalaire des acteurs publics et privés pour la reconversion des sites, des territoires et des salariés. Par la planification du redéveloppement des activités au niveau des territoires, ces documents témoignent de la volonté des pouvoirs publics d'accompagner les industriels et les acteurs locaux dans un « après-charbon » qui leur est imposé. Nous sommes là en présence de laboratoires, grâce auxquels les politiques et les idées de chacun des acteurs peuvent être expérimentées et observées ; ils nous offrent un panorama des opportunités, des obstacles, mais aussi des enjeux liés à la transformation de ces territoires. Chacun de ces espaces proposant des projets différents, l'étude comparée des quatre territoires doit permettre d'analyser leurs capacités d'adaptation à de nouveaux usages et modes de production des énergies. Davantage que sur les centrales à charbon elles-mêmes, notre réflexion s'appuie plutôt sur les Pactes de territoire comme cadres d'action publique pour la construction de nouvelles trajectoires de transition. Cette perspective présente un intérêt heuristique dans un contexte où la fin des centrales à charbon est envisagée selon des temporalités différentes à l'échelle du territoire européen. En Allemagne par exemple, l'ouverture de nouvelles centrales à charbon a été programmée ces dernières années pour « compenser les fluctuations de la production des renouvelables », dont la part ne cesse d'augmenter depuis les années 2000 (Deshaies, 2014).

Les sites des centrales à charbon sont faciles à identifier car leur périmètre est bien défini dans les documents d'urbanisme. Qu'en est-il toutefois de leur « territoire d'implantation » ? Maintes fois mentionnés dans les discours politiques, ces territoires ne sont jamais explicitement délimités et leurs contours demeurent incertains : sont-ils restreints à des limites administratives, comme leur commune d'implantation ou l'intercommunalité qui en perçoit les retombées fiscales ? ou bien sont-ils déterminés en fonction d'autres facteurs ? Peut-on déterminer une échelle propice à la comparaison de territoires très diversifiés et sur quels critères serait-elle fondée ? Au niveau méthodologique, ce flou pose ainsi un problème d'échelles : les variations en termes de superficie et de diversité politico-administrative peuvent rendre difficile la comparaison des processus de transition car les territoires considérés se trouvent alors engagés dans des dynamiques de développement complétement différentes. La justification des périmètres d'étude autour des sites industriels est donc d'une grande importance. Le choix a été fait d'utiliser les périmètres de mise en œuvre des pactes de territoire car ils ont l'avantage de fournir une justification politique et sociale à la comparaison des quatre terrains. Ils coïncident avec les bassins d'emploi des centrales à charbon et sont donc constitués sur la base d'un critère socio-économique. Partant de là, l'objectif n'est pas de remettre en question le choix politique de ces périmètres mais de s'en servir pour comparer les profils de territoire, et ainsi analyser leur pertinence sociale, démographique, économique, etc.

Enfin, pour ce qui est des bornes temporelles de ce travail de recherche, nous nous concentrons ici sur les projets qui ont émergé grâce aux pactes de territoire, que ce soit à la suite de leur signature ou dans le cadre de leur rédaction, entamée en 2018. Celle-ci repose sur la coordination de groupes de travail sur chaque territoire, et c'est bien cette mobilisation des

acteurs territoriaux et étatiques qu'il s'agit d'interroger au prisme de notre problématique. Dans la perspective d'analyser l'ancrage spatial et temporel des trajectoires de développement poursuivies par les acteurs, il est cependant requis de revenir sur l'évolution du contexte territorial pour identifier les facteurs favorables ou défavorables à la mise en œuvre de certains projets. Les projets de reconversion industrielle de la centrale à charbon de Gardanne-Meyreuil ne peuvent par exemple être appréhendés sans revenir au préalable sur l'histoire de la reconversion vers la biomasse de l'autre unité du site. Pareillement, le projet phare de la reconversion de la centrale de Cordemais est né bien avant l'annonce des Pactes de territoire et doit être étudié en tant que tel. Le pas de temps reste malgré tout assez restreint car il s'agit là d'étudier une transition « en train de se faire ». La mise à jour continue des informations qui en découle a nécessité un travail de veille permanent et ininterrompu, qui est arrivé à son terme au 1er janvier 2024.

2. Enjeux et méthode d'une approche comparée

Une décision de principe, deux industriels, quatre sites et une multitude de configurations territoriales dessinent le canevas de ce travail de recherche. La grande diversité des enjeux et des problématiques d'aménagement qu'il sous-tend appelle à croiser les terrains pour démêler les implications spatiales du politique (Rodrigues, 2012) et interpréter les arbitrages sociaux, économiques et politiques effectués sur chaque territoire. Les choix de trajectoires de transition sont en effet déterminés en fonction des structures socio-spatiales existantes, héritées de passés économiques, industriels, urbains variés et qui orientent le devenir des territoires. L'enjeu de ce sujet est, dans ce contexte, de saisir les dynamiques de différenciation et d'organisation de l'espace terrestre (Brunet et al., 1992), autant dans leur dimension spatio-temporelle qu'évolutive (Louargant & Ghiotti, 2000), afin de produire de nouvelles connaissances géographiques sur les mécanismes et les rouages des transitions territoriales. L'adoption d'une démarche comparée vient dès lors répondre à un besoin, celui de comprendre les processus d'évolution territoriale à l'œuvre, que ceux-ci trouvent leur explication dans les spécificités propres à chaque territoire ou au contraire dans ce qu'ils ont en commun. Sur ce sujet, les approches géographiques semblent partagées en ce qu'elles font historiquement état d'une ambivalence méthodologique. D'une part, certaines approches s'attachent à saisir les transformations d'un territoire au prisme de ses spécificités sociales, paysagères, politiques, économiques, géomorphologiques, urbaines, etc. Elles tentent de brosser le portrait d'un espace en rendant compte de la complexité territoriale de son évolution, dont les ramifications imposent de pratiquer une lecture interdisciplinaire. Cette branche de la géographie, héritée de la géographie régionale, se focalise donc « *sur la recherche de l'unique, de la connaissance précise de micro-régions et non sur la recherche de régularités fondamentales des phénomènes* » (Bailly et al., 2016, p. 18). Par la réalisation de monographies régionales, la priorité est donnée aux analyses de cas particulier, à la recherche de

différenciations et à la description de l'hétérogénéité des phénomènes. L'idée est de comparer un objet avec d'« autres » (territoires, processus, systèmes d'acteurs) pour en révéler le caractère unique. D'autre part, une deuxième méthode repose sur la construction de modèles et de schéma généraux servant à la lecture et à la compréhension de ces grandes dynamiques. Sans s'attarder sur l'identification de similarités ou de particularités au niveau local, elle vise à extraire des grands principes d'organisation territoriale.

Dans le souci d'étudier les mécanismes de construction de trajectoires de transition énergétique à partir des freins et des leviers spécifiques à chaque territoire, il semble opportun d'associer ces deux méthodes de recherche, cela afin d'éviter le double écueil des spécifications excessives – délétères à une approche comparée – et des généralisations trop simplificatrices. Comment en ce cas satisfaire aux exigences de ces deux approches méthodologiques ? Comment traiter la complexité d'un sujet sur les transitions territoriales par la diversité de ses objets d'étude ? L'« appréhension intelligible d'une telle complexité » (Louargant & Ghiotti, 2000, p. 4) peut passer par l'engagement dans une démarche comparative, « *qui reste le plus sûr moyen d'éviter à la géographie le double écueil des monographies, précises, éclairantes mais non généralisantes et des modèles, rigoureux mais dogmatiques, ne permettant pas aux géographes de traduire la réalité* » (Reynaud, 1984, p. 27). Ainsi donc, ma méthodologie de recherche peut se schématiser comme suit (**Figure 14**).

La première étape invite à analyser les spécificités territoriales des terrains de recherche. Chacun d'entre eux est étudié au prisme de ses différences avec les trois autres dans ce que l'historien G. Bouchard (2000) nomme un « modèle référentiel ». Dans ce modèle, un terrain de recherche constitue une *unité de référence*, qui est mis en lumière par d'autres terrains, considérés comme des *unités de comparaison*. Le premier reste le principal objet d'étude mais sa compréhension nécessite de décentrer le regard vers ce qui se passe ailleurs dans des conditions similaires. Dans notre cas, chaque terrain d'investigation – les centrales à charbon – est à la fois *unité de référence* et *unité de comparaison*. La connaissance produite sur un terrain est extériorisée, mise en dialogue avec les dynamiques observées dans les autres cas, avant de revenir enrichie de nouvelles réflexions et une relecture du terrain initial. Il s'agit ici « *d'acquérir une image plus précise de soi dans le miroir de l'autre* » (*ibid.*, p.42), autrement dit de tirer ses spécificités des absences et des manques qu'on observe 'ailleurs'. Nos quatre territoires étant considérés sur un pied égal, ce processus est répété simultanément pour chacun d'entre eux.

La deuxième étape propose de « croiser les terrains » selon les termes de A. Fleury (2007). Par des allers-retours constants et systématiques entre les différents terrains d'investigation, l'objectif est d'adopter une approche multidimensionnelle par la multiplication des points de comparaison possibles. À travers cette démarche, « *les entités ou les objets ne sont pas seulement considérés les uns par rapport aux autres mais également les uns à travers*

les autres, en termes de relations, d'intersections, de circulation » (Werner & Zimmermann, 2003, p. 22). C'est donc au croisement, ou à l'intersection, de ces terrains d'investigation que se trouve le terrain de recherche à proprement parler, c'est-à-dire le lieu de mise en débat des observations empiriques et des connaissances théoriques. Cette pratique du croisement offre aussi la possibilité d'appréhender la complexité et le changement (Fleury, 2007).

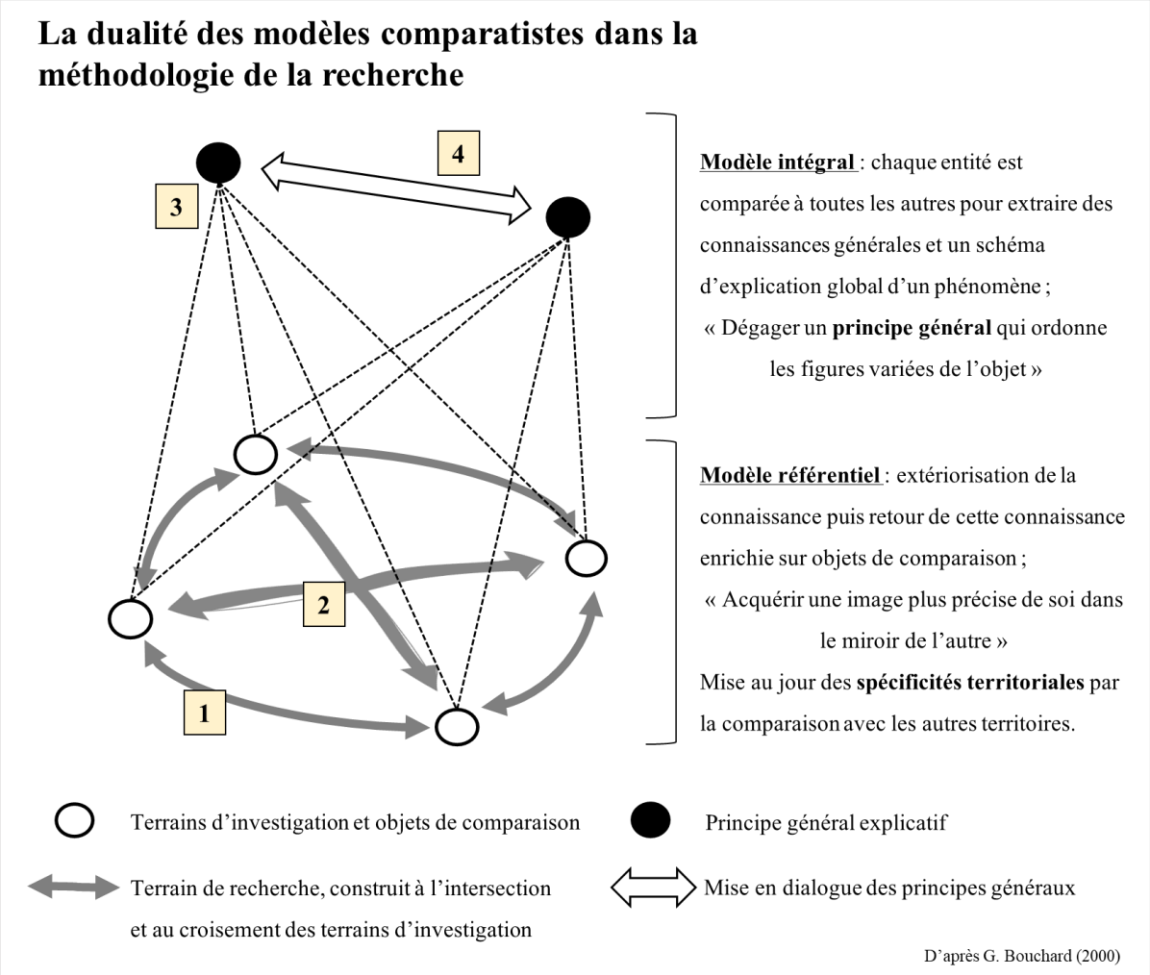


Figure 14. Dualité des modèles pour des études comparées.
Réalisation : S. Perroux, janvier 2024, d'après Bouchard, 2000, p. 41-46.

La troisième étape consiste à tirer des principes généraux à partir de la comparaison des terrains. On se retrouve là dans un « modèle intégral » (Bouchard, 2000) où chaque partie est simultanément comparée à toutes les autres pour dégager un schéma d'explication global servant à ordonner les figures variées d'un objet, ici la transition énergétique des territoires. L'objectif est de guider la compréhension des mécanismes à l'œuvre dans les territoires et d'éventuellement paver le chemin vers de futurs travaux prospectifs. C'est à ce niveau-là que la thèse propose de modéliser des processus de construction des trajectoires territoriales de transition, à partir des observations réalisées sur les quatre terrains.

Enfin, la quatrième étape est le moment de discuter des interactions entre ces grands principes généraux, de considérer leurs recoupements théoriques, méthodologiques, empiriques et d'envisager leurs éventuelles contradictions.

3. Une architecture méthodologique structurée autour de trois axes thématiques

Le cadre méthodologique repose sur trois axes thématiques permettant, par les différents outils et méthodes qu'ils mobilisent, de répondre aux hypothèses de recherche (

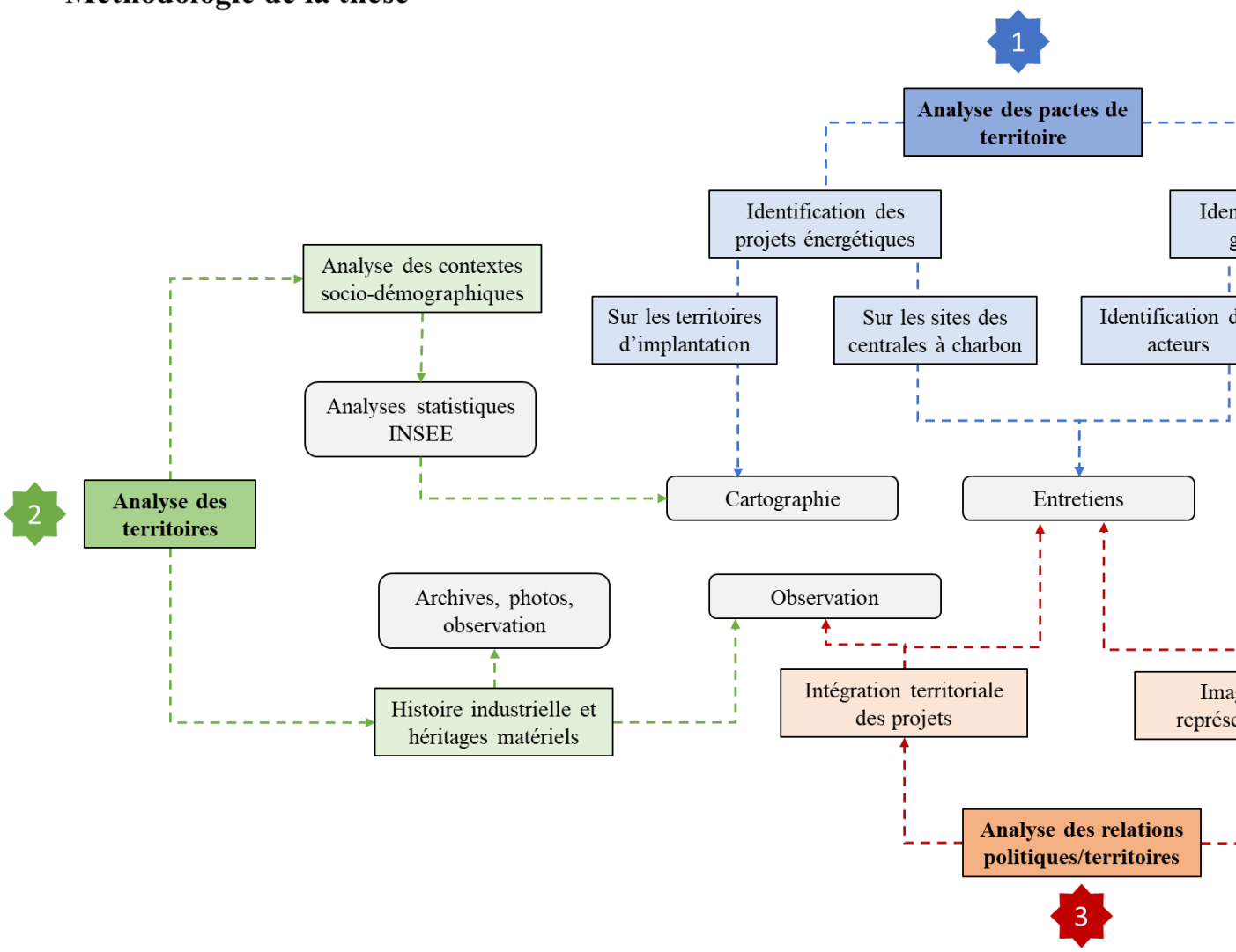


Figure *15*).

Un **premier axe** porte sur **l'analyse des pactes de territoire en tant que politiques publiques territorialisées**. Rendus publics en 2020, les quatre projets de territoire constituent l'origine de ce travail de recherche et ont donné lieu aux premiers questionnements sur le potentiel de territorialisation de la transition énergétique dans ces territoires. En outre, chacun des pactes a été élaboré dans des contextes socio-politiques différents, qui ont donné le ton à l'orientation de ces documents et potentiellement favorisé – ou non – son intégration

territoriale ; l'analyse de ces contextes est donc une étape essentielle dans la compréhension des trajectoires de transition adoptées. Un premier travail fut de déterminer, dans chaque document, quelles étaient les priorités locales en matière de développement territorial afin de qualifier la place laissée à l'industrie et à l'énergie dans ces territoires : tandis que le pacte de Gardanne-Meyreuil est centré sur le développement industriel et énergétique, celui du Havre porte davantage sur des problématiques de transport, de santé et d'environnement, celui de Saint-Avold sur la réindustrialisation de ses friches et celui de Cordemais sur la protection de l'environnement et les synergies industrielles. Ensuite, l'identification des projets de nature industrielle et/ou énergétique a permis la réalisation d'une **typologie des projets** en présence selon leur puissance, le type de ressources utilisées et les actifs mobilisés. Une distinction spatiale fut réalisée entre les projets s'implantant sur les sites des centrales thermiques – impliquant dès lors des dynamiques de reconversion industrielle – et ceux s'implantant dans les périmètres d'action des pactes, participant à la mise en œuvre de nouvelles dynamiques territoriales. Pour les projets du premier cas, des **entretiens** ont été menés auprès des acteurs locaux. Les questions posées portaient sur les caractéristiques propres aux projets, leur intégration dans le territoire, les difficultés rencontrées et les stratégies poursuivies ; parallèlement, des informations ont été collectées concernant la mise en œuvre des pactes territoriaux, les relations de pouvoir entre les acteurs et les attentes de chacun concernant le devenir des sites industriels. Pour ce qui est des projets s'implantant dans le périmètre des pactes, un travail de **cartographie** a été réalisé mettant en avant les dynamiques spatiales des transitions engagées. L'enjeu était de répondre à quelques grandes questions : quels territoires sont les plus actifs dans la réalisation de projets énergétiques ? voit-on émerger de nouvelles filières énergétiques ? y'a-t-il des spécialisations énergétiques territoriales ? Quels peuvent être les facteurs explicatifs à la répartition spatiale de ces projets ? Il en ressort une cartographie des ressources et des projets eux-mêmes, rendant compte de l'intégration plus ou moins prononcée des projets dans les dynamiques régionales et/ou transfrontalières.

Dans un deuxième temps, les pactes de territoire étant des documents de planification co-construits entre l'État, les propriétaires des sites et les acteurs territoriaux, un focus a été fait sur la caractérisation de la **gouvernance** de ces dispositifs. Le processus d'élaboration des pactes a en effet entraîné une grande variabilité dans leur mise en œuvre, postérieurement à leur signature. Une partie de notre analyse a ainsi traité de la **comitologie des pactes** en replaçant les acteurs dans la chaîne de décision politique afin d'étudier quels sont les acteurs qui entrent en jeu dans la planification de la transition énergétique de ces territoires et à quelles échelles sont négociés les projets. Ces interactions entre les acteurs sont analysées dans le cadre d'entretiens semi-directifs mais aussi, dans le cas du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil, observées en direct lors des moments de rencontre entre les différentes parties prenantes (réunions de travail, comités, commissions, tables-rondes, etc.). Le dispositif des pactes de territoire questionne par ailleurs les **financements** dédiés à ces projets, et plus généralement les

crédits alloués à la transition énergétique. Pour répondre à la question de « qui prend en charge la transition énergétique ? », les recherches se sont donc appuyées sur une analyse de la **littérature grise**, et plus particulièrement sur les rapports et publications produits par les collectivités territoriales, bailleurs de fonds, ministères, institutions européennes, etc. Tous ces documents ont permis d'identifier l'origine des fonds mobilisés pour financer les projets ainsi que leurs conditions d'attribution, celles-ci influençant en partie la définition de nouvelles trajectoires de transition dans les territoires.

Le **deuxième axe** porte sur **l'analyse des territoires d'implantation des centrales à charbon**. Cet axe repose principalement sur les missions effectuées sur les quatre terrains d'étude, entre 2021 et 2023. Une première partie, principalement qualitative, s'est concentrée sur la description de l'histoire industrielle des territoires et la connaissance de ses héritages matériels. Plusieurs visites aux archives départementales de Moselle, à Saint-Avold, ont permis de collecter des photos historiques des centrales de Saint-Avold et de Gardanne, tirées des archives nationales des Charbonnages de France. Ont aussi été recueillies quelques photos sur les infrastructures issues du passé industriel et minier de ces deux territoires (chevalements, lignes de transport aérien du charbon, puits de mine), qui a fortement marqué les paysages. Ces marqueurs territoriaux contribuent à la construction d'une culture industrielle et énergétique sur ces territoires, qui les distinguent de leurs deux homologues de la façade Atlantique. Puis sur l'ensemble des quatre sites, le regard s'est porté sur le territoire lui-même, dans une perspective de caractérisation des paysages et des milieux pour comprendre le degré d'intégration des centrales thermiques dans leur territoire. Enfin, la **visite des quatre centrales** constitue un élément à part entière dans la méthodologie car ce fut l'occasion de se familiariser avec l'objet d'étude, d'identifier et de recenser les infrastructures intervenant dans le processus de reconversion, et de réaliser l'importance de ces sites industriels dans le système électrique français. Une deuxième partie plus quantitative s'est focalisée sur l'analyse des **contextes socio-démographiques des quatre territoires**. A partir des recensements de l'INSEE, des traitements statistiques ont éclairé les trajectoires socio-économiques et démographiques locales : en matière de chômage, de part d'emplois dans l'industrie, d'ancienneté des ménages (part de primo-arrivants) et d'évolution démographique. Tous ces éléments ont mené à une cartographie des profils territoriaux à l'échelle des périmètres d'action des pactes de territoire.

Un **troisième axe** porte sur la **confrontation entre les objectifs annoncés dans les Pactes et les réalités de leur territoire**. La réalisation de grands projets industriels est généralement plus difficile que ce qui est énoncé sur le papier. Les différences de visions, d'attentes et de besoins entre différents groupes d'acteurs peut être à l'origine de conflits de différentes natures et les projets réalisés dans le cadre des Pactes de territoire n'échappent pas à la règle. Les recherches sur cette thématique ont principalement été effectuées sur le territoire de Gardanne-Meyreuil car les communes ont fait l'objet d'une **concertation publique** à l'automne 2022, portant sur un des projets pour la reconversion industrielle du site. La

participation à cet événement a permis d'observer les difficultés d'intégration territoriale du projet, manifestées par une forte mobilisation des acteurs locaux au différentes réunions publiques. Au-delà du projet en lui-même, les contestations ont révélé certains enjeux spécifiques à la transition énergétique sur ce territoire. La période d'observation a été complétée par une série d'entretiens avec les acteurs y ayant participé. Des recherches *a posteriori* ont ensuite été menées sur des concertations publiques ayant eu lieu sur les trois autres territoires avant le début de ce travail de recherche (par exemple la concertation sous l'égide de la CNDP sur les enjeux sociaux et techniques de la production d'énergie à Cordemais, en avril 2018, dans le cadre du débat public sur la programmation annuelle de l'énergie). Les données utilisées sont alors issues du site du débat public, des articles de presse publiés sur le sujet et d'entretiens menés auprès des acteurs locaux ayant pris part à cette manifestation.

Méthodologie de la thèse

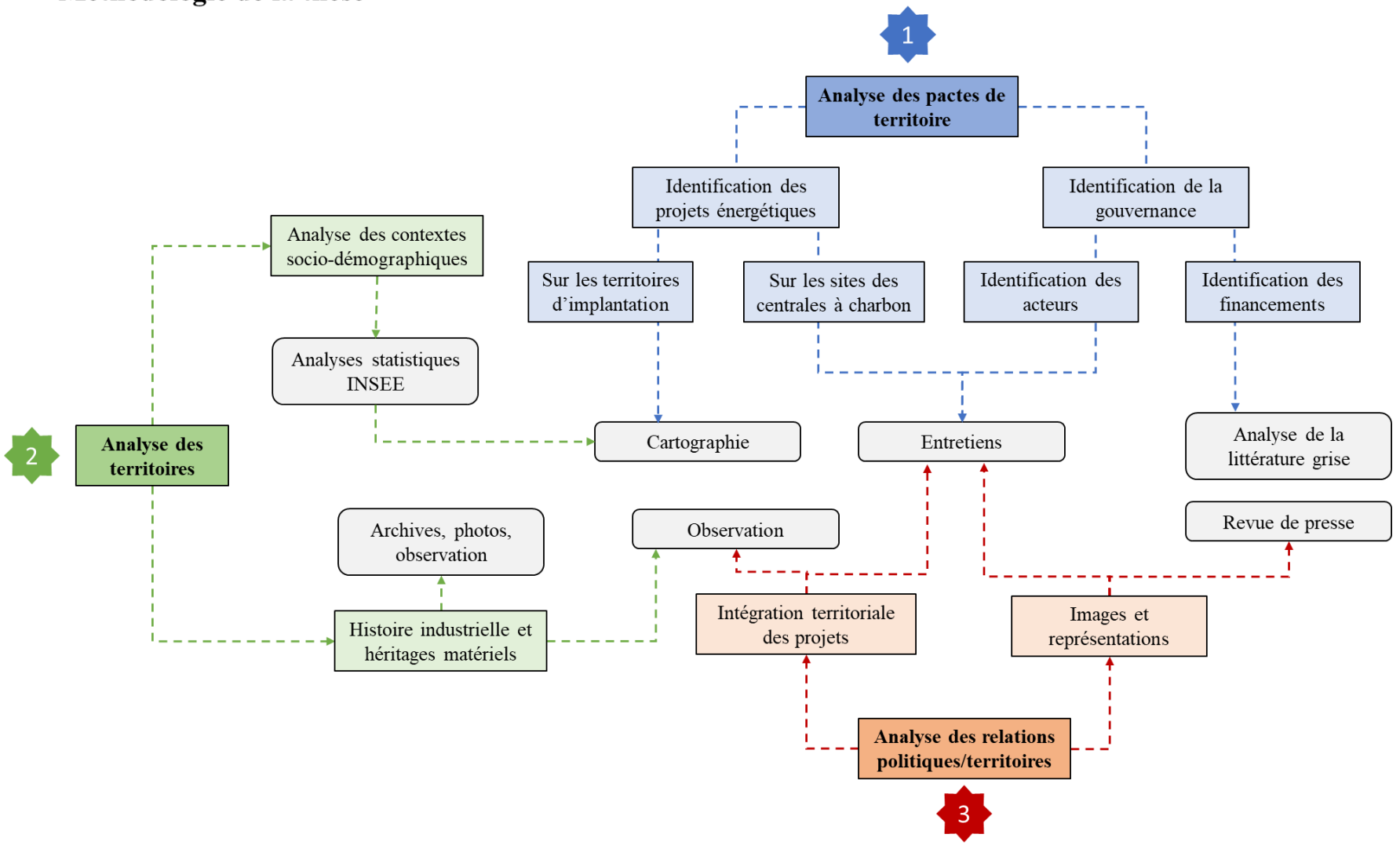


Figure 15. Les trois axes orientant la méthodologie de la recherche

Pour compléter et approfondir les observations réalisées dans ce troisième axe, une **revue de presse** a été réalisée sur la période 2013-2022 pour étudier l'évolution des représentations associées à la centrale thermique de Provence (dans le cadre du projet MEDETECC). Cette étude des médias a permis de mettre en lumière la diversité des enjeux liés à la reconversion de sites industriels, ainsi que les différentes représentations liées à la transition énergétique selon les échelles (presse locale et presse nationale). Elle a par ailleurs fourni des informations utiles pour retracer l'histoire des conflits sur le site, qui entremêlent des enjeux sociaux, environnementaux et de gouvernance, tout en identifiant des acteurs-clefs pouvant être sollicités pour des entretiens semi-directifs.

4. Méthodes et construction des données

4.1. Pratique des terrains et observations

Missions sur les terrains

Au cours des quatre années de réalisation de la thèse, trois missions sur les terrains ont été effectuées (**Tableau 2**). Celui de Gardanne-Meyreuil se situant à proximité du lieu de réalisation de la thèse, les visites sur le territoire se sont faites au fil de l'eau et de manière plus spontanée.

	Saint-Avold	**Le Havre**	**Cordemais**
2021	20-27 juin	27-30 juin	30 juin-2 juillet
2022	25 mars-2 avril	16 mai-24 mai	22-30 juin
2023	3-13 mai	13-20 mai	20-25 mai

Tableau 2. Calendrier de réalisation des déplacements sur les terrains d'étude.

Ces missions sur le terrain répondaient à plusieurs objectifs :

- Visiter les quatre centrales à charbon : prise de photos personnelles ou recueil des photos de l'industriel, recueil de documents de communication ou de promotion des projets, entretiens officiels et/ou informels avec les salariés des centrales ;
- Rencontrer et interroger les acteurs locaux dans le cadre d'entretiens semi-directifs ;
- Visiter les territoires d'implantation pour qualifier et caractériser l'environnement immédiat et plus lointain des centrales à charbon : prise de photos et observations sur le terrain ;
- Visiter les archives départementales de Saint-Avold : recueil de photos anciennes des sites de Moselle et de Provence issues des archives des Charbonnages de France ;

Participation aux concertations publiques

La tenue d'une concertation publique pour le projet Hynovera sur le territoire de Gardanne-Meyreuil a fourni l'occasion d'obtenir des informations de première main quant à l'intégration territoriale des projets de reconversion industrielle. Organisées à l'initiative des porteurs de projet, six réunions thématiques se sont déroulées entre septembre et novembre 2022, réunissant rapidement plusieurs centaines de participants. La grande quantité de productions issues de cette concertation (cartes T, cahiers d'acteurs, verbatims, comptes-rendus, etc.) a alimenté de nombreux stages, financés dans le cadre du projet ENERGON. Pour cette thèse, le choix a été fait de s'intéresser à une source de données moins fréquemment traitées : les questions posées par les participants lors des prises de parole des réunions. Les questions, systématiquement retranscrites, ont été soumises à une analyse thématique ; il en ressort quatre grandes thématiques, similaires aux catégories de conflits identifiées par J.-M. Dziedzicki (2015) et confirmant l'existence d'une conflictualité locale complexe et multiforme. Partant de là, la **participation aux réunions de concertation** a mis en lumière la nature des oppositions au projet de reconversion, et plus largement aux stratégies politiques et économiques qui étaient jusque-là dominantes sur la scène publique.

Parallèlement, l'opposition des acteurs au projet s'est manifestée par une forte mobilisation en-dehors des réunions de concertation. Un autre travail a donc consisté à recenser et qualifier ces différentes formes de mobilisation : tracts, affiches, groupes de réseaux sociaux, pétition, chanson, etc.

Immersion à la sous-préfecture

Après deux années marquées par la difficulté d'obtenir des entretiens sur le terrain de Gardanne-Meyreuil, la situation s'améliore – voire s'inverse – à la suite de l'intégration de la **« Mission Transition »** pilotée par la sous-préfecture d'Aix-en-Provence, qui assure le suivi et la mise en œuvre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. L'équipe de cette Mission est composée d'une représentante de la sous-préfecture, d'une représentante de la métropole Aix-Marseille Provence depuis janvier 2023 et ponctuellement d'un·e stagiaire. L'accès à la Mission a découlé d'un entretien accordé par le sous-préfet d'Aix-en-Provence, qui a pris connaissance de mon sujet de thèse et a émis le souhait d'une contribution scientifique à la Mission Transition. À l'issue de mon contrat au sein de la Mission, une restitution des principaux résultats de la thèse a été effectuée en sa présence en septembre 2023. La Mission a fait l'objet d'un contrat d'autorisation de mise à disposition de la part de l'ADEME, après justification du cadrage et des conditions spécifiques à la réalisation de ce terrain. Ce contrat a permis un rattachement à la Mission Transition à hauteur d'une journée par semaine pendant un an, de septembre 2022 à septembre 2023. Un bureau dans les locaux de la sous-préfecture m'a été attribué ainsi qu'un accès à la base de données de l'institution. Un **travail d'archives** a dans un premier temps été réalisé afin de retracer la construction du pacte territorial de Gardanne-

Meyreuil depuis 2017, établir une synthèse des projets envisagés, étudiés, écartés ou financés, et faire état de la gouvernance du Pacte en matière de comitologie, de représentativité institutionnelle et de calendrier de mise en œuvre. L'invitation à assister aux réunions du Pacte a constitué une deuxième opportunité de se plonger dans un processus de transition « en train de se faire ». L'**observation non participante** lors des commissions « industrie » et « cadre de vie », mais aussi lors des tables-rondes à la sous-préfecture, des comités de suivi de site et des réunions de restitution de la Mission Rebonds, a permis d'étudier en temps réel les choix effectués par les acteurs territoriaux concernant la reconversion industrielle du site. Cela a aussi faciliter l'obtention de nouveaux entretiens avec certaines parties prenantes. Enfin, la Mission a été l'occasion de cerner dans le détail l'état d'avancement des projets industriels et énergétiques sur le site de la centrale, et d'identifier l'origine des financements locaux, régionaux, nationaux et européens de ces projets. Il y a donc une forte disparité dans les volumes de données entre Gardanne-Meyreuil et les trois autres terrains de recherche (annexe), mais les informations obtenues sur le premier site ont conduit à interroger et à mettre en perspective les dynamiques territoriales des autres territoires.

4.2. Entretiens semi-directifs

Les entretiens semi-directifs représentent une des sources principales de ce travail de recherche. L'étude de la construction de nouvelles trajectoires de transition, autrement dit d'un processus en cours et incertain, a en effet comme conséquence de limiter la quantité d'informations publiées ou communiquées auprès du grand public ; ceci est d'autant plus vrai lorsque certains projets requièrent la confidentialité dans les premières étapes de leur évaluation. La rencontre directe des acteurs locaux au travers des **entretiens** joue alors le rôle de porte d'entrée dans les territoires. Elle permet l'obtention d'informations factuelles, parfois officieuses et souvent introuvables par ailleurs, ce qui en fait une source qualitative de données primaires. Dans le même temps, les entretiens sont l'occasion d'interroger le positionnement des acteurs et leurs attentes vis-à-vis de certains projets ou politiques publiques. L'analyse des stratégies et des jeux d'acteurs est un élément central de cette thèse pour comprendre les mécanismes d'une transition énergétique territorialisée.

Au total, 84 entretiens (cf. **annexe 1**) ont été réalisés auprès des représentants de l'État, des industriels, des salariés ou des représentants syndicaux, des collectivités territoriales et des associations (**Tableau 3**). Ces entretiens sont cependant inégalement répartis dans l'espace et dans les temps, avec une sur-représentativité des acteurs interrogés sur le territoire de Gardanne-Meyreuil qui s'explique par l'intégration de la Mission Transition, la proximité de ce terrain avec mon laboratoire de rattachement et ma participation à d'autres projets de recherche intégrant ce territoire dans leur périmètre d'étude (ASTEN, ENERGON, MEDETECC). À l'opposé, très peu d'entretiens ont été réalisés sur le territoire de Cordemais en raison d'une

difficulté d'accès au terrain. Pour finir, la méthode de réalisation des entretiens a évolué au cours de la thèse. Alors que les premiers échanges faisaient l'objet d'un enregistrement audio dans la perspective d'une retranscription postérieure, la dimension chronophage de ce travail et l'absence d'analyse de discours ont justifié son abandon. Par ailleurs, il a très vite été évident que l'enregistrement avait un effet dissuasif sur la capacité d'expression et la liberté de parole des personnes interrogées.

	Le Havre	Cordemais	Saint-Avold	Gardanne-M.	National
Représentants politiques	2	0	1	3	0
Industriels (entreprises et associations)	1	0	4	4	2
Représentants associatifs	0	0	1	2	0
Acteurs économiques et de l'aménagement des territoires	2	0	4	8	0
Collectivités territoriales et services de l'État	6	2	6	14	3
Universitaires	4	1	2	2	0
Syndicalistes	1	2	2	5	0

Tableau 3. Nombre d'entretiens semi-directifs par terrain et par type d'acteurs.

4.3. Cartographie des profils territoriaux

Outre la localisation des ressources, des acteurs et des projets, la cartographie a permis de replacer les centrales thermiques dans les dynamiques de leur territoire d'implantation. Pour cela, des diagnostics territoriaux ont été réalisés à partir des bases de données de l'INSEE pour mettre en avant les principales évolutions sociales, économiques, industrielles et démographiques des quatre terrains d'étude. Pour chacun d'entre eux, cinq cartes contribuent à composer un « portrait de territoire ». L'objectif est d'identifier des facteurs contribuant à expliquer les facilités – ou au contraire les difficultés – de reconversion des sites industriels. La première est classiquement une carte de **localisation** resituant la centrale dans son territoire administratif et donnant de premiers éléments contextuels quant aux spécificités de son implantation (espace transfrontalier, intégration métropolitaine, proximité des zones industrialo-portuaires et des grandes agglomérations, etc.).

Une deuxième carte fait état de l'**évolution de la population** entre 2009 et 2020 (*source : INSEE, RP2009 et RP2020, exploitations principales, géographie au 01/01/2023, chiffres détaillés par communes*). Elle rend ainsi compte du niveau d'attractivité du territoire sur la dernière décennie et de l'état de la démographie à la date de signature des Pactes de territoire. Les premières différences territoriales commencent alors à apparaître : on observe entre autres un fort déclin démographique sur les périmètres de Saint-Avold et du Havre tandis

que ceux de Cordemais et de Gardanne-Meyreuil se distinguent par leur croissance démographique.

Une troisième carte précise l'**ancienneté des ménages** sur le territoire (*source : Insee, RP2020 exploitation principale, géographie au 01/01/2023, chiffres détaillés par communes*). L'objectif est d'éclairer le niveau de renouvellement démographique des populations sur les deux dernières décennies. Autrement dit, en 2020, quelle était la part de la population présente sur le territoire depuis plus de vingt ans, et celle qui est arrivée moins de cinq ans auparavant ? Derrière ces interrogations, il s'agit avant tout de déterminer le degré d'habituation des populations à la présence de la centrale thermique dans le paysage local. À Gardanne-Meyreuil, l'hypothèse avait été émise que le rejet de l'industrie pouvait être lié aux mutations urbaines que connaît le territoire depuis une vingtaine d'années, qui a vu l'arrivée massive de nouvelles populations plus qualifiées et moins sensibilisées à l'histoire industrielle du bassin minier. Cette cartographie du renouvellement démographique des territoires doit donc, par la comparaison avec les autres terrains d'étude, répondre à cette hypothèse de travail.

Une quatrième carte informe sur le taux de **chômage** des communes en 2020 (*source : Insee, RP2009, RP2014 et RP2020, exploitations principales, géographie au 01/01/2023, chiffres détaillés par communes*). Elle tente de répondre à deux questions : en quoi la reconversion des centrales et le développement de nouvelles activités sont-ils importants pour le territoire ? Et quels sont les besoins en matière d'emploi ?

Une cinquième carte, enfin, indique la **part de l'emploi dans l'industrie** des communes en 2008 et en 2019 (*sources : Observatoire des territoires – ANCT, INSEE – RP – données historiques trois derniers millésimes (commune, 2022)*. Années disponibles : 2008, 2014, 2019). Elle permet d'analyser l'importance des activités industrielles sur le territoire et de saisir le lien de la population avec ce secteur d'activités. Pour les cas de Saint-Avold et de Gardanne-Meyreuil, l'accès aux données de 2008 permet d'identifier les héritages du passé industriel des anciens bassins miniers en matière d'évolution des emplois dans l'industrie.

4.4. La presse comme vectrice de représentations sociales : matériel et méthodologie

En tant que rapporteurs de nos sociétés dont ils se veulent le reflet, les médias sont un outil privilégié pour étudier la manière dont sont perçus les enjeux de la transition énergétique dans les territoires. Ils constituent en effet des canaux de transmission de l'information dont la subjectivité inévitable tient autant au regard que porte le journaliste sur le monde, qu'à l'orientation politique du journal et à l'interprétation du lecteur. Par leur intermédiaire, il est possible de réaliser une analyse diachronique des discours portant sur un objet spécifique – ici la centrale thermique de Provence – dans la presse locale, régionale et nationale sur les dix dernières années. L'objectif est d'explorer l'évolution des représentations relatives au site

industriel et de mettre en lumière la complexité du jeu d'acteurs dans ses variations spatiales et temporelles[107]. Nous nous intéressons à la manière dont les médias se saisissent de cet objet, que ce soit à travers la fermeture de la centrale, de sa reconversion ou des divers faits et rebondissements liés à son histoire. Depuis le projet de reconversion de la tranche 4 vers la biomasse en 2013 jusqu'à la fin de la concertation publique du projet Hynovera en 2022, une revue de presse a en ce sens été effectuée dans le triple objectif de : (1) reconstituer partiellement l'histoire du territoire et de ce site, les conflits passés et présents, les projets envisagés, les enjeux liés à cet espace, (2) identifier les acteurs de ces territoires, (3) analyser les représentations associées à ce site énergétique.

Le recensement des articles de presse a été réalisé *via* la base de données *Europresse*, qui recense 8 500 sources médiatiques allant de la presse locale (ex : *La Provence*) et nationale (ex : *Le Monde*, *Figaro*), à la presse internationale (ex : *The Economist*), généraliste ou spécialisée[108]. Le choix a été fait de procéder à un recensement le plus exhaustif possible, sans distinction d'échelle ou d'orientation politique. Enfin, après plusieurs essais et de nombreux entretiens avec les acteurs locaux pour s'imprégner de leur vocabulaire, la recherche des articles a été effectuée selon la formule : « centrale (charbon|thermique) ET Gardanne ». Sur notre période allant du 1er janvier 2013 au 31 janvier 2022, 89 revues ont ainsi publié au moins un article portant sur la centrale de Provence, pour un total de 544 articles[109]. La réalisation de ce corpus d'articles a ensuite donné lieu à des traitements statistiques, après identification des variables et des modalités d'analyse. Pour ce qui nous intéresse ici, les articles ont été codés en fonction de leur thème général (Comby & Lay, 2011). Cette classification fait ressortir un *système de représentation* (cf. **annexe 2**) permettant d'identifier les freins et les leviers à la reconversion du site de la centrale.

[107] Ce travail d'analyse médiatique a été réalisé dans le cadre du projet de recherche MEDETECC (Médias et Transition Énergétique des Centrales à Charbon), lauréat de l'appel à projets 2022 de l'OHM-BMP.
[108] La base de données *Europresse* n'est pas exhaustive, certaines revues n'y sont pas recensées, comme la presse en ligne et certains journaux locaux (ex *Marsactu*) et n'ont donc pas été prises en compte.
[109] Après un premier tri écartant les doublons, les hors-sujet et les mentions trop succinctes de la centrale thermique dans des articles de grande taille (1 208 articles écartés).

Conclusion de la première partie

La transition énergétique est un imbroglio politique, spatial, économique et social. La diversité des technologies, présentes à différents degrés de maturité, s'enchevêtrent avec des modèles économiques évolutifs et incertains ; les mobilisations sociales en faveur de l'environnement et la question de l'emploi viennent peser dans le jeu électoral et politique ; et l'organisation tortueuse de l'administration territoriale française place le changement sociétal dans l'impasse des emboîtements d'échelles et de l'éclatement des compétences. À tout cela s'ajoute, sur la scène internationale, un contexte de conflits, de pandémie et de crise économique qui contraint les nations et les communautés à reconsidérer leurs priorités politiques. Confrontée à la difficulté de sa mise en œuvre, la transition devient un casse-tête aux combinaisons infinies dont l'issue ne peut aboutir sans des arbitrages, des discussions voire des sacrifices. En tant que processus « en train de se faire », il paraît pertinent de parler de « trajectoires » pour traduire la nature multiforme de la transition énergétique mais aussi sa dimension évolutive, autrement dit sa capacité à se transformer au gré des stratégies et objectifs des acteurs politiques, sociaux et des industriels. Ces trajectoires sont pour partie influencées par des facteurs macro, dont l'incidence se mesure au niveau mondial ; d'autres facteurs sont plus nationaux voire supranationaux, ils relèvent des politiques publiques mises en œuvre et qui fournissent un cadre d'action en fixant des contraintes ou des aides orientant le développement de certaines filières.

La transition énergétique n'est cependant pas qu'une affaire d'État, son application dans les territoires révèle les difficultés de sa planification (Dubois, 2024). De nombreux travaux de recherche réalisés en géographie de l'énergie et dans d'autres disciplines mobilisant des approches spatiales mettent l'accent sur les liens très forts qui existent historiquement entre territoire et énergie. Le rôle joué par les territoires dans la constitution des systèmes énergétiques invite à nous interroger sur la nature de facteurs plus territoriaux jouant un rôle dans la constitution de trajectoires de transition. Étudiés à travers le prisme de la reconversion des centrales à charbon en France, l'identification de ces facteurs territoriaux est indispensable pour comprendre les modalités de réalisation de la transition énergétique mais aussi les conditions de sa réussite ou de sa mise en échec. La mobilisation des acteurs locaux, des représentants de l'État et des industriels autour du devenir des sites et des territoires de notre étude se matérialise alors comme un *branching point*, un moment d'arbitrage entre les différentes opportunités de développement des territoires, pour lesquelles l'énergie n'est une solution ni évidente, ni systématique.

PARTIE II

PLANIFIER L'ARRÊT DES CENTRALES THERMIQUES : QUELLES TRAJECTOIRES DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?

Les engagements de décarbonation du système socio-technique fixés aux échelles européenne et nationale ont conduit le gouvernement français à programmer en novembre 2019 la fermeture des quatre dernières centrales à charbon du territoire métropolitain « d'ici 2022 ». Au-delà de leur seule fermeture, la question se pose de savoir si ces sites industriels peuvent rester des sites de production de l'énergie en expérimentant une reconversion industrielle favorable à la transition énergétique. Autrement dit, peut-on continuer à y produire de l'énergie en valorisant d'autres ressources ? Et, dans ce cas, quelles seraient-elles et qui en aurait l'initiative ? Les choix effectués dépendent en grande partie des configurations naturelles, matérielles et économiques présentes dans les territoires et qui sont considérées par les acteurs en présence comme des opportunités de développement. Cette seconde partie porte donc sur la mobilisation des acteurs locaux, des industriels et des représentants de l'État autour de la reconversion des sites et de leur territoire, et sur leur capacité à identifier et construire de nouvelles trajectoires de transition territoriales. En filigrane, il s'agit de déterminer quels sont les facteurs territoriaux qui orientent leurs choix, qu'ils agissent comme des éléments contraignants ou au contraire comme des facilitateurs.

L'ambition de mettre fin aux centrales de production d'électricité à partir de charbon est une décision politique nationale qui s'inscrit dans la continuité des opérations de décarbonation des infrastructures menées par les divers propriétaires des sites ces deux dernières décennies. Justifiée par des arguments écologiques, cette décision est cependant doublement remise en question : d'une part au niveau national, lorsque le conflit russo-ukrainien invite à redéfinir les priorités politiques entre préservation de l'environnement, souveraineté énergétique et sécurité d'approvisionnement, d'autre part au niveau local quand elle se voit confrontée à la réalité des territoires d'implantation de ces sites, tous différents dans leur configuration socio-démographique, politique, économique et territoriale (**chapitre 5**). Dans un souci de prise en compte de cette diversité, le gouvernement appelle de ses vœux une construction « par le bas » de nouvelles dynamiques industrielles et territoriales, qui passe par la mobilisation active des acteurs locaux. À cet effet sont signés en 2020 quatre Pactes de territoire entre l'État, ses services déconcentrés, les propriétaires des sites et les collectivités territoriales. L'analyse de leurs caractéristiques mais aussi de leur construction et de leur gouvernance permet d'interroger l'appropriation de ce dispositif d'action publique par les acteurs locaux ainsi que leur rôle dans la construction de trajectoires de reconversion (**chapitre 6)**. Les choix qui résultent de ces espaces de discussion sont divers et foisonnants ; ils témoignent pourtant tous d'une connexion profonde entre les sites et les territoires sur lesquels ils sont implantés. Cette diversité industrielle et énergétique ne peut ainsi se comprendre sans saisir au préalable les pressions territoriales, sociales, politiques et économiques qui se sont exercées lors des processus décisionnels (**chapitre 7**).

Chapitre 5

Fermer les centrales à charbon : Une décision de principe aux quatre réalités territoriales

« Si quelqu'un dit 'énergie', il doit aussitôt ajouter qu'elle se déploie dans un espace. Si quelqu'un dit 'espace', il doit aussi dire ce qui se meut ou change. L'espace pris séparément devient abstraction vide, et de même l'énergie et le temps. »

Henri Lefebvre, *La Production de l'espace*, 1974

La fermeture des dernières centrales à charbon en France répond à une injonction du gouvernement de se conformer aux objectifs nationaux en matière de neutralité carbone. Cependant, cette décision prise avant les crises successives de 2020 à 2022 questionne les conséquences de ces arrêts sur le fonctionnement du réseau électrique et sur la sécurité nationale d'approvisionnement. En arrière-plan, c'est aussi la question de la temporalité de la transition énergétique qui se pose et qui souligne les difficultés d'une planification énergétique sur le court terme. Avant d'en venir aux analyses des processus de reconversion industrielle et de transition énergétique, ce cinquième chapitre a pour objectif de planter le décor en présentant le contexte national menant à la fermeture des quatre sites et les spécificités de chaque territoire dans une approche territoriale et comparative.

Dans la continuité des actions menées par les différents opérateurs de ces sites ces vingt dernières années, le gouvernement acte en 2019 la disparition de son parc thermique fonctionnant au charbon, mobilisant l'argument écologique comme élément premier de justification. Cette décision de principe, prise au sommet de l'État, ne semble pourtant pas prendre en compte l'histoire de ces centrales et les contextes territoriaux des espaces sur lesquels elles sont implantées. La diversité des facteurs sociaux, économiques, démographiques et naturels de chacun des territoires interroge sur les conséquences des fermetures au niveau local ainsi que sur les potentiels de reconversion vers de nouvelles activités industrielles, tel qu'indiqué par les pouvoirs publics à différentes échelles. La compréhension de la nature et de

l'évolution des territoires apparaît pourtant comme une condition de premier ordre pour saisir les enjeux liés à la territorialisation de la transition énergétique et les critères d'émergence de trajectoires de transition vers des sociétés décarbonées.

1. Une décision politique qui questionne la stratégie énergétique nationale

La transition de nos systèmes productifs vers des systèmes décarbonés implique des pouvoirs publics qu'ils assurent la maîtrise de la production, des ressources et des besoins énergétiques, dans le temps comme dans l'espace. La planification de la transition doit par ailleurs anticiper et intégrer des marges de manœuvre pour faire preuve de résilience en cas de perturbations majeures. Il en ressort un mélange complexe d'enjeux techniques, sociaux, politiques, économiques et énergétiques, mis en lumière par le défi que représente la réalisation de l'agenda politique de fermeture des centrales à charbon, perturbé par les crises énergétique, géopolitique et économique qui ont traversé l'Europe en 2021-2022.

1.1. De la difficulté de mettre fin aux centrales à charbon en France

De la taxe carbone à la Loi Énergie-Climat : une décision tâtonnante

La sortie du charbon en France s'est effectuée de manière progressive, tant dans sa dimension spatiale que temporelle. Si l'arrêt des dernières mines de charbon en Lorraine en 2004 a effectivement mis fin à l'exploitation de cette ressources géologique sur le territoire national, de nombreuses centrales ont maintenu la production d'électricité à partir de charbon importé, repoussant leurs pollutions vers d'autres territoires (Jarrige, Vrignon, 2020). En avance sur la décision des Participants à l'Arrangement de l'OCDE[110] de mettre fin à leur soutien aux centrales électriques conventionnelles au charbon en 2021, le gouvernement français annonce tout d'abord la fin des crédits à l'export pour les projets liés au charbon dès 2014. Cela marque la fin des aides de l'État pour la construction de centrales à charbon à l'étranger, les subventions devant être redirigées vers le développement des énergies renouvelables. Cette décision, prise un an avant la tenue de la COP21 mais officialisée par la loi finance de 2020, montre la portée symbolique des engagements politiques en matière de stratégie climatique. Parallèlement à cette politique internationale, le gouvernement de F. Hollande annonce en avril 2016 la mise en place d'un prix plancher du carbone. L'idée était alors de surtaxer l'électricité produite par les centrales thermiques (charbon, fioul, gaz) pour encourager la production issue des énergies renouvelables. La restriction du recours au charbon dans les centrales thermiques passait alors

[110] L'Arrangement de l'OCDE sur les crédits à l'exportation est une convention non contraignante entre ses participants : l'Australie, le Canada, la Corée, les États-Unis, le Japon, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, le Royaume-Uni, la Suisse, la Turquie et l'Union européenne. Dans l'objectif d'encourager la concurrence entre exportateurs, il définit les limites des modalités et conditions financières qui s'appliquent à l'octroi de crédits à l'exportation bénéficiant d'un soutien public.

par une réévaluation de la valeur de la tonne de CO_2 sur le marché carbone européen – de l'ordre de 5 à 6 euros en 2015 – à un prix minimum de 30 euros, estimé comme étant le « *montant nécessaire pour compenser le différentiel entre la production d'un kWh avec du charbon et avec du gaz* »[111]. Cette taxe ne vit pas le jour cette année-là, le gouvernement y ayant temporairement renoncé, mais deviendra quelques années plus tard un des axes de la loi sur la transition énergétique de 2019 et de la PPE de 2018. Après une première vague de fermeture de sites en 2015[112], l'arrêt des quatre dernières centrales à charbon est véritablement programmé dans le Plan Climat de N. Hulot, alors ministre de la Transition Écologique, en juillet 2017[113]. Ce plan, qui prévoyait la sortie des énergies fossiles dans une perspective de neutralité carbone, inscrivait notamment l'abandon des centrales à charbon pour 2022. Cette même mesure se retrouve ensuite dans la Stratégie Nationale Bas Carbone révisée en 2018. Réitéré parmi les promesses électorales du président E. Macron, l'arrêt des sites est définitivement acté par la loi Énergie-Climat du 7 novembre 2019[114], qui officialise l'objectif de neutralité carbone pour 2050. Plus spécifiquement, la loi fixe des plafonds pour les émissions de CO_2 des installations de production d'électricité à partir de combustibles fossiles ce qui limite, de fait, le fonctionnement des sites. Estimées responsables de 28% des émissions nationales de CO_2 du secteur électrique français[115] (RTE, 2018), l'arrêt de ces centrales thermiques est présenté comme un élément essentiel pour la mise en œuvre de la Stratégie Nationale Bas Carbone et la réalisation de ses objectifs. Conformément à la loi, trois centrales devaient être déconnectées du réseau au 1er janvier 2022 (Le Havre en Seine-Maritime, Saint-Avold en Moselle et Gardanne-Meyreuil dans les Bouches-du-Rhône), avec une exception admise pour la centrale de Cordemais (Loire-Atlantique) qui bénéficiait d'un moratoire jusqu'en 2024 voire 2026 en raison d'un manque de capacités électriques installées en Région Bretagne.

Justifier la fin du charbon par l'argument écologique : quelle réalité ?

Si le charbon a joué un rôle de premier ordre dans l'industrialisation des sociétés occidentales (Woronoff, 1990), il reste une des ressources les plus polluantes pour la production d'énergie (Vindt, 2006). Tout comme la France, vingt pays dans le monde ont programmé leur sortie progressive du charbon, à plus ou moins long terme. Un rapport de l'Agence Internationale de l'Énergie sorti en 2021[116] rend compte de ces engagements et des enjeux qu'ils représentent en matière de réduction des émissions de CO_2 et de modification des systèmes énergétiques nationaux (**Figure 16**). Sur les 21 pays ayant annoncé leur sortie du charbon, la France apparaît comme celui où les centrales à charbon contribuent le plus faiblement à la

[111] Le Monde, « Pourquoi François Hollande propose un 'prix plancher du carbone' », 26 avril 2016
[112] Près de vingt sites ont cessé leur activité entre 2013 et 2017 en France continentale.
[113] Ministère de la Transition Écologique et solidaire, *Plan climat*, 6 juillet 2017, 10 p.
[114] Loi Énergie-Climat n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'Énergie et au Climat.
[115] En 2018, les centrales à charbon ont émis 5,8 millions de tonnes de CO_2 pour 5,8 TWh d'électricité produite.
[116] IEA. (2021). *Phasing-out unabated coal, Current status and three case studies*, 36 p.

production énergétique nationale. En 2018, lorsqu'elles étaient encore toutes les quatre en activité, elles ne participaient en effet qu'à 1,44% de l'offre électrique du territoire métropolitain[117], celle-ci reposant à plus de 70% sur la production des centrales nucléaires (Foulquier, Cauvin, 2014). En comparaison, les centrales à charbon représentaient en 2020 près de 26% de la production d'énergie en Allemagne, 31% au Chili et 28% en Israël.

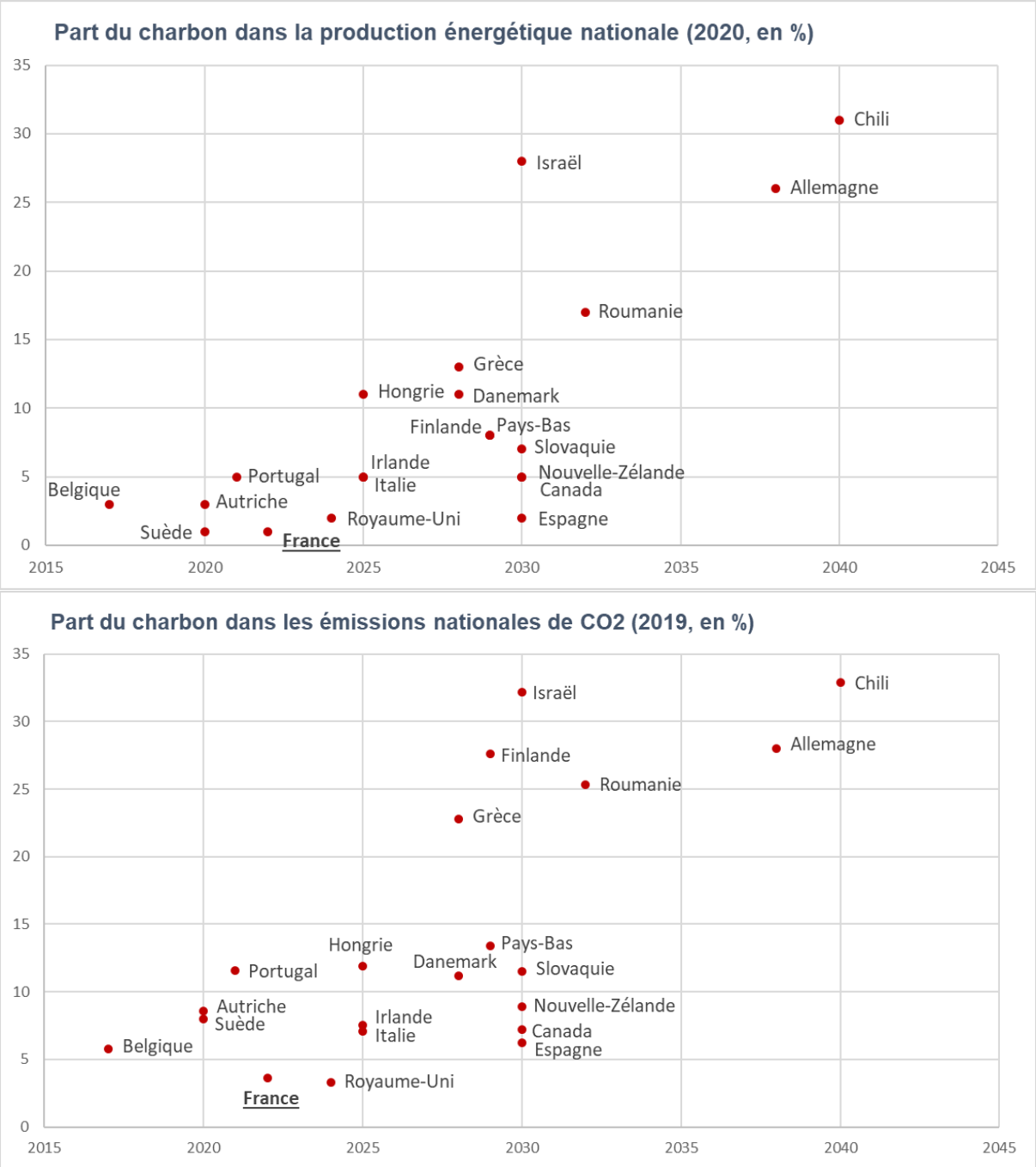


Figure 16. Part du charbon dans les émissions nationales de CO_2 et dans la production énergétique nationale des pays ayant planifié leur sortie du charbon, selon leur date programmée pour l'arrêt de ce combustible.
Source : IEA, Phasing-out unabated coal, Current status and three case studies, 2021, p.12.
Réalisation : S. Perroux, septembre 2023

[117] D'après OurWorldInData.org et l'Energy Institute Statistical Review of World Energy

Le nucléaire étant une énergie décarbonée, la France a par ailleurs la particularité d'avoir un système électrique très peu émetteur de CO_2 (cf. Chapitre 1, 2.3.), ce qui facilite la réalisation de ses engagements climatiques. En conséquence de cela, les centrales à charbon ressortent comme une des activités les plus émettrices de dioxyde de carbone, en contribuant à près du quart des émissions du secteur électrique en France (10 millions de tonnes de CO_2)[118]. Cependant, le charbon ne contribue que faiblement aux émissions totales de CO_2 (4%), tous secteurs confondus. En raison de la faiblesse de ses capacités installées (cinq unités de production pour un total de 3 GW de puissance installée), la France se place aussi très loin dans la liste des pays consommateurs de charbon pour la production d'énergie[119]. Les principaux pays consommateurs de charbon pour la production énergétique (Chine, Inde, États-Unis, Brésil, Inde...) ne se sont d'ailleurs pas engagés sur l'arrêt de leurs unités de production[120].

À la lumière de ces premiers éléments, l'engagement de l'État français à fermer ses dernières centrales à charbon en moins de trois ans paraît cohérent vis-à-vis du rôle limité – en apparence – que ces centrales ont été amenées à jouer dans leurs dernières années de fonctionnement. Leur fermeture au nom de la neutralité carbone, telle qu'annoncée dans la SNBC, ne semble donc *a priori* pas poser d'enjeux techniques et sert à illustrer l'engagement du gouvernement en faveur de l'environnement et du climat.

Une décision politique appuyée sur des rapports techniques prudents

La réalité technique de la fermeture des centrales à charbon s'avère dans les faits beaucoup plus complexe. En effet, les mesures annuelles ont tendance à lisser les variations saisonnières liées à la production d'énergie, et à ne pas distinguer les capacités de production selon leur fonctionnement en « base » ou au contraire en « pointe ». Dans le premier cas, il s'agit d'installations caractérisées par une forte puissance de production et donc capables de fournir de l'électricité en grande quantité ; elles nécessitent généralement un temps de démarrage long (de l'ordre d'une journée) et un coût de construction élevé, compensé ensuite par un plus faible coût de fonctionnement. Avec pour objectif de répondre aux besoins énergétiques « réguliers », ce mode de fonctionnement est assuré en France par les unités nucléaire et hydroélectriques, qui produisent en continu. En revanche, lors des périodes de forte consommation énergétique (par exemple en hiver avec les besoins en chauffage et en été avec

[118] Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, *Fermeture des centrales à charbon d'ici 2022, enjeux et projets de territoire*, dossier de presse, janvier 2020, 19 p.
[119] La Chine dispose par exemple de 1 109 GW de puissance installée fonctionnant au charbon, contribuant à 61,33% à la production électrique du pays, les États-Unis de 205 GW et l'Inde de 235 GW (d'après le Global Coal Plant Tracker, mis à jour en juillet 2023).
[120] Malgré une augmentation de 19,5 GW de puissance installée dans le monde en 2022, principalement liée à l'installation de nouvelles infrastructures en Chine, on observe un déclin du volume de nouvelles capacités au charbon en pré-construction dans les autres régions du monde. Aucun projet n'est considéré en Europe ni en Amérique du Nord (Global Energy Monitor, *Grandeur et décadence, l'état des centrales à charbon du monde*, juillet 2023, p.10).

l'usage des climatisations) quand la base ne suffit plus pour répondre à la demande, d'autres unités sont appelées sur le réseau électrique pour combler le déficit de production dans le délai le plus court possible. Alimentées par du gaz, du charbon ou de la biomasse, il s'agit d'unités de production pilotables, c'est-à-dire capables de produire de l'électricité de manière contrôlée (ce type de fonctionnement ne peut par conséquent pas être assuré par les énergies renouvelables). Ces deux modes de fonctionnement sont donc aussi indispensables l'un que l'autre pour assurer l'équilibre du réseau électrique. Initialement, les centrales à charbon constituaient des moyens de semi-base, conçues pour fonctionner suffisamment longtemps pour couvrir des coûts de fonctionnement assez élevés. Cependant, l'augmentation du prix du CO_2 et des périodes de fonctionnement de plus en plus réduites ont rendu difficiles la couverture des coûts fixes (achat de la matière première, pris des certificats d'émission de CO_2, etc.)[121]. Contrairement à d'autres pays comme la Chine, l'Inde et le Japon, les centrales à charbon françaises ne sont plus sollicitées que lors des pics de consommation saisonniers ; elles assurent à ce titre un rôle essentiel dans la stabilité du réseau électrique national, qui ne se résume pas à leur seule contribution annuelle à la production énergétique du pays.

Cette distinction réalisée, le bilan prévisionnel de RTE sur la période 2018-2023[122] donnait ses analyses et ses préconisations concernant le maintien de la sécurité d'approvisionnement à moyen terme, dans la perspective de l'arrêt de ces centrales thermiques. Partant du constat que les « *surcapacités historiques ont été entièrement résorbées avec la fermeture de nombreuses installations thermiques au cours des dernières années* » (p.5), l'arrêt des centrales à charbon devait se faire de manière progressive, échelonnée sur la période 2020-2022, après le lancement d'autres unités de production. Dans les prévisions de RTE, le relai devait ainsi être assuré par le développement massif des énergies renouvelables terrestres, le lancement de la centrale à cycle combiné gaz de Landivisiau (Finistère) et de l'EPR[123] de Flamanville (Manche), l'ouverture de parcs éoliens en mer ou encore la création de nouvelles interconnexions, notamment avec la Grande-Bretagne et l'Italie. Toutes ces mesures ont pour objectif de maintenir le niveau de sécurité d'approvisionnement après la fermeture des sites en 2022 à un niveau proche de celui de 2018. Ce document prospectif, qui établit plusieurs trajectoires de développement en fonction de la date de mise en service des capacités de production s'inscrivant dans une dynamique de transition du système énergétique, valide la possibilité d'une sortie du charbon pour 2022 et fournit ce faisant une légitimité technique à une décision jusque-là politique. Mais ces analyses n'intégraient pas à cette époque de scenarii en cas de perturbations majeures sur la scène internationale et les événements qui suivirent ont montré les difficultés techniques de la sortie du charbon en France.

[121] RTE, *Bilan électrique 2020*, Éd. 2020
[122] RTE, *Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande de l'électricité en France*, Éd. 2018, 30 p.
[123] *European Pressurized Reactor* (EPR), puissance de 1 600 MW, prévu en 2024

1.2. Un calendrier de fermeture perturbé par des facteurs exogènes et endogènes

Sécheresse, guerre et défauts techniques : un système électrique mis en défaut

Marquées par des crises sanitaires, géopolitiques et énergétiques, les années 2020 à 2022 ont mis à l'épreuve la stabilité des réseaux énergétiques en Europe. En France, les conséquences du rebond économique post-Covid puis de l'invasion de l'Ukraine par la Russie sur les prix du gaz ont alimenté une crise énergétique d'ampleur inégalée depuis les chocs pétroliers des années 1970. La co-occurrence de deux autres événements – la maintenance du parc nucléaire et la faible production des installations hydrauliques – ont amplifié ce phénomène, entraînant un recul de 15% dans la production d'électricité en 2022 par rapport à l'année précédente (445 TWh contre 522 TWh en 2021) [124]. Concernant le parc nucléaire, il était prévu et anticipé que plusieurs réacteurs parmi les plus anciens fassent l'objet d'une visite décennale afin de valider leur durée de fonctionnement au-delà de 40 ans. Ces visites, pouvant durer quelques mois, étaient prévues de longue date pour la période 2021-2022 par RTE et EDF. Cependant, d'autres centrales ont dû être mises à l'arrêt fin 2021 en raison d'un problème de corrosion sous contrainte découvert sur les réacteurs les plus récents, portant à 32 le nombre de réacteurs à l'arrêt à l'été 2022 (soit près de 65% du parc nucléaire). En conséquence, cette année compte le niveau de production nucléaire le plus bas depuis 1988, avec une baisse de 82 TWh par rapport à 2021, signifiant un recul de 30% par rapport à la moyenne des deux décennies précédentes (RTE, 2022). Conjointement, des conditions météorologiques et climatiques défavorables ont fait peser de lourdes contraintes sur la production hydraulique, provoquant une diminution de la production de 12 TWh en 2022, soit un recul de 20% par rapport à la moyenne 2014-2019 (*ibid*.). Les nombreuses périodes de sécheresse, dont rend compte Météo France[125] qui estime l'année 2022 comme étant la plus chaude jamais enregistrée depuis le début du XXIe siècle, ont entraîné une baisse du débit des cours d'eau, impactant tout autant la production d'hydroélectricité – à son plus bas niveau depuis 1976 – que le secteur nucléaire, qui utilise l'eau pour rafraîchir ses réacteurs.

Ces trois événements cumulés ont entraîné la crise qui a secoué le système énergétique français durant ces années. Les baisses de production des installations nucléaires et hydrauliques n'ont été que partiellement compensées par l'augmentation de la production à partir de gaz (+11 TWh) et d'énergie solaire (+4 TWh). Le manque de grosses capacités de production pilotables sur le réseau en 2022 a surtout mis en lumière la défaillance du réseau électrique face à des perturbations internes et externes au territoire. Dans ce contexte difficile, le processus d'arrêt des centrales à charbon offrait un cadre de réajustement des priorités nationales, entre assurer la sécurité énergétique d'une part et tenir les engagements environnementaux d'autre part. Si ces deux enjeux ne sont pas intrinsèquement opposés et sont

[124] RTE, *Bilan électrique 2022, principaux résultats*, Éd. 2022, 22 pp.
[125] Météo-France, *Bilan climatique de l'année 2022 – Bilan définitif*, 2023.

disposés à s'alimenter mutuellement[126], ils nécessitent une planification minutieuse des capacités de production et de la composition du mix énergétique.

Réouverture de sites : le « retour du charbon » ?

Le besoin important et imprévu de recourir à des capacités de production pilotables pour répondre à la forte réduction de la production d'électricité en France amène le gouvernement à demander le rappel de la centrale thermique de Saint-Avold sur le réseau électrique pour l'hiver 2022-2023. La centrale du Havre, débranchée du réseau en mars 2021 et celle de Gardanne-Meyreuil, arrêtée officiellement en juin de la même année, ne sont alors plus mobilisables d'un point de vue technique, tandis que celle de Cordemais poursuit sa production en vertu du moratoire sur sa durée de fonctionnement. La centrale de Saint-Avold avait pourtant acté la fin de son activité au 31 mars 2022, à l'occasion de journées portes ouvertes et d'une cérémonie publique en présence d'élus locaux, de représentants politiques nationaux, de journalistes, d'anciens salariés et mineurs, et des familles des salariés. Les besoins énergétiques prononcés à partir de l'été 2022 entraînent cependant son rappel sur le réseau électrique, tout d'abord pour l'hiver 2022-2023, puis à nouveau pour l'hiver 2023-2024, repoussant d'année en année sa fermeture effective. En dépit de ces rappels successifs, aucune stratégie sur le long terme n'est toutefois engagée. Devant la difficulté de revenir sur la décision de fermer les centrales à charbon pour 2022, les pouvoirs publics ont fait le choix d'une « navigation à vue », amenant à reconsidérer au cas par cas la mise en service des unités restantes en fonction des prévisions et préconisations du gestionnaire de réseau RTE. Si l'on reprend les travaux de l'anthropologue A. Van Gennep (1961) sur les rites de passages marquant les transitions de la vie personnelle, cette situation d'incertitude politique amène à considérer les centrales comme des objets liminaux, « *où le passé est momentanément nié, suspendu ou abrogé, et où l'avenir n'a pas encore commencé, un instant de pure potentialité où tout, pour ainsi dire, tremble dans la balance* »[127] (Rozelle, 2010, p. 443). La fermeture puis la réouverture du site sans prise de position politique claire semble les intégrer dans une forme de « limbe sociale » ou de « zone d'ambiguïté » (Turner, 1969) qui n'est pas sans soulever un certain nombre de problématiques, par exemple en matière de gestion des stocks de charbon (enjeu économique) ou encore de rappel des salariés qui avaient été mutés ou placés en pré-retraite (enjeu social). Pour Cordemais, les multiples sollicitations au cours des derniers hivers conduisent EDF à entamer une réflexion autour d'un possible maintien de l'activité au-delà de la date limite de 2026 permise par le moratoire de la centrale.

[126] Fonds Monétaire International, *La ruée sur l'énergie*, Finances et Développement, 2022, 68 pp.

[127] Trad. "an interval, no matter how brief, of margin or limen, when the past is momentarily negated, suspended or abrogated, and the future has not yet begun, an instant of pure potentiality when everything, as it were, trembles in the balance".

Des cas similaires de prolongation du fonctionnement de sites de production d'électricité à partir de charbon ont été observés dans des pays voisins sur cette même période, conduisant certains journalistes à questionner un possible « retour du charbon » en Europe[128]. C'est notamment le cas en Allemagne, en Italie, en Autriche ou encore aux Pays-Bas, malgré les recommandations de la présidente de la Commission Européenne Ursula von der Leyen d'éviter un « retour en arrière vers les combustibles fossiles polluants »[129]. En France, malgré le redémarrage d'une des unités de production, le « retour » reste à nuancer car le charbon n'a apporté qu'une contribution marginale à la production d'électricité nationale cette année-là (0,6% en 2022, soit 3 TWh). Le pays garde donc le cap de sa trajectoire initiale vers la fin du charbon : de 23 TWh annuels entre 2000 et 2009 à 12 TWh par an entre 2010 et 2018, le niveau de production de 2022 acterait une « sortie du charbon déjà quasiment effective » (RTE, 2022, p.15).

Les modifications successives des seuils d'émission dans la loi

Le redémarrage du site de Saint-Avold, à contresens de l'agenda politique de fermeture des centrales à charbon, a nécessité des ajustements réglementaires et des modifications législatives. La loi Énergie-Climat de 2019 instituait en effet des mesures contraignantes en matière de pollution afin d'accompagner la sortie du charbon. L'article 12, plus particulièrement, fixait par décret « *un plafond d'émissions applicable, à compter du 1er janvier 2022, aux installations de production d'électricité à partir de combustibles fossiles situées sur le territoire métropolitain continental et émettant plus de 0,55 tonnes d'équivalents dioxyde de carbone par mégawattheure* »[130]. C'est en ces termes qu'est formulée dans la loi la décision d'arrêter les centrales à charbon : ne pouvant plus produire d'électricité sans émettre moins de CO_2 qu'un certain seuil réglementaire, elles sont inévitablement contraintes de cesser leur activité. En prévision d'un arrêt graduel, un autre décret datant du 26 décembre 2019 instaure un plafond intermédiaire d'émissions à 0,7 kt de CO_2/MW jusqu'à la fermeture effective des sites en 2022 (soit une production annuelle de 428 GWh par installation). L'objectif est ainsi de restreindre la production d'électricité à partir de charbon à 700 heures annuelles de fonctionnement, contre près de 4 000 heures auparavant. Le rappel de la centrale de Saint-Avold sur le réseau a par la suite nécessité la renégociation de ce plafond d'émissions, qui posait alors un obstacle à la sécurité d'approvisionnement national. Le redémarrage de ce site inaugure dès lors une longue succession de décrets visant le maintien de l'activité au-delà des seuils précédemment autorisés, dans un contexte de tensions sur le réseau électrique (**Figure 17**).

[128] Les Échos, *Électricité, cinq graphiques pour comprendre le retour du charbon en Europe*, 29 juin 2022 ou encore La Tribune, *Crise du gaz : le grand retour du charbon en Europe*, 20 juin 2022.
[129] Propos tenus lors d'un entretien avec des médias européens le 21 juin 2022.
[130] Article 12 de la loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat, modifiant l'article L. 311-5-3 du Code de l'énergie.

Avant même la fermeture officielle du site de Saint-Avold, les conditions climatiques rigoureuses de l'hiver 2021-2022 ont amené les autorités publiques à reconsidérer les limitations restreignant la production électrique de l'installation.

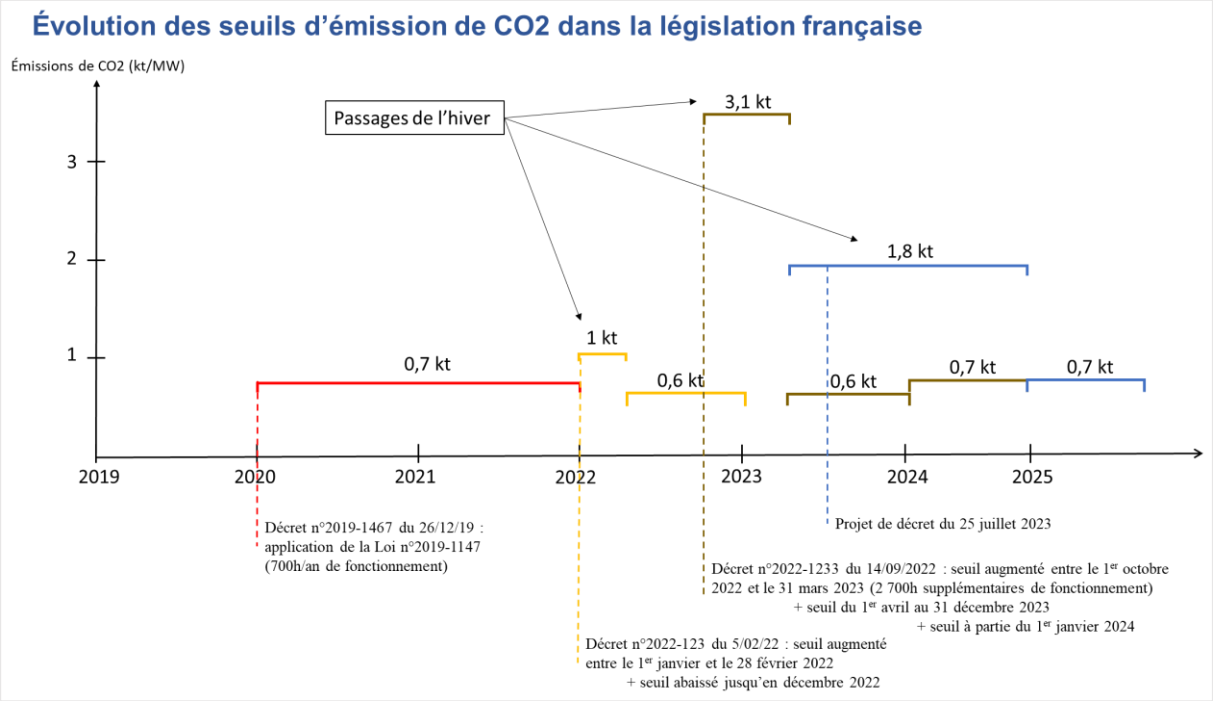


Figure 17. Évolution des seuils d'émissions de CO2 dans la législation française.
Sources : Sénat, Légifrance. Réalisation : S. Perroux, 2022

Un premier décret du 5 février 2022 augmente le plafond des émissions à 1 kt de CO_2/MW pour permettre à la centrale de soutenir le réseau jusqu'à la fin de l'hiver ; par effet rebond ou dans une volonté de compenser cet « excès » de production, le plafond est rabaissé à 0,6 kt de CO_2/MW jusqu'à la fin de l'année 2022. Les perturbations que connaît le réseau électrique français cet été-là ont cependant donné lieu à la publication de deux nouveaux décrets. Le premier, en date du 14 septembre 2022, augmente considérablement le plafond des émissions autorisées, le portant à 3,1 kt de CO_2/MW entre le 1er octobre et le 31 mars 2023 (1,8 TWh par unité de production), faisant état des besoins électriques sur le réseau. Il autorise donc 2 500 heures supplémentaires de fonctionnement pour les centrales thermiques, alors même qu'une trentaine de réacteurs nucléaires est à l'arrêt. Ce seuil redescend à nouveau à 0,6 kt de CO_2/MW dès la fin de l'hiver (31 avril) et jusqu'à décembre 2023, où une première anticipation des besoins énergétiques à venir pour l'hiver 2023-2024 permet de justifier une légère augmentation à 0,7 kt de CO_2/MW. Ce décret est également à l'origine du dispositif de compensation écologique[131], par la création de l'article D. 311-7-3 du code de l'énergie, qui

[131] Article 36 de la loi 2022-1156 du 16 août 2022 portant mesures d'urgence pour la protection du pouvoir d'achat. Cette loi prévoit qu'un décret puisse rehausser le seuil d'émissions applicables aux centrales thermiques sous réserve d'une obligation de compensation des émissions résultantes.

prévoit pour tous les sites et les projets émettant du CO_2 le versement d'un montant forfaitaire de 40 euros la tonne de CO_2 émise. À une limitation réglementaire s'ajoute donc une contrainte économique, dans une volonté de limiter les effets du maintien de cette activité au-delà de la date de fin initialement prévue. Enfin, le dernier projet de décret datant du 25 juillet 2023 prévoit une nouvelle hausse du plafond d'émissions à 1,8 kt de CO_2/MW du 1er avril 2023 à la fin de l'année 2024, suivi d'un retour au plafond de 0,7 kt de CO_2/MW à partir de 2025. Au-delà de souligner une fois de plus les contributions des centrales thermiques au réseau électrique lors des pics de consommation saisonniers, ce dernier décret interroge sur une potentielle poursuite de l'activité sur le moyen terme, que ce soit pour la centrale de Cordemais ou celle de Saint-Avold. En dépit de la volonté de fermer les sites pour 2022, les centrales encore en état de fonctionner sont mobilisées chaque année pour aider au passage de l'hiver, même marginalement. D'un point de vue pragmatique, les modifications successives des seuils d'émissions de CO_2 dans la loi illustrent ainsi l'absence de relai du charbon par d'autres installations énergétiques, dont les caractéristiques techniques ne garantissent pas nécessairement les mêmes services (rapidité au démarrage, coûts de fonctionnement, capacités de production, etc.). D'un point de vue théorique, les évolutions réglementaires se révèlent des témoins des rythmes saccadés des transitions énergétiques (Grubler, 2012).

1.3. Un approvisionnement énergétique à flux tendus : quelle marge de manœuvre pour la transition énergétique ?

Le développement des énergies renouvelables dans une perspective de décarbonation des systèmes énergétiques n'est pas sans soulever la question de la sécurité d'approvisionnement du territoire national sur le long terme. Le déploiement des filières solaire et éolienne depuis les années 2000 (Abdesselam et al., 2019) s'est accéléré à partir de la COP 21 en 2015, en même temps que commence à se réduire la production d'électricité à partir de combustibles fossiles (**Figure 18**). Ces deux phénomènes ont conjointement un double effet : d'une part, une diminution de la production totale d'électricité ces dernières années (baisse de 5,1% entre 2010 et 2021), et d'autre part une réduction des capacités de production assurant le fonctionnement de base du réseau électrique (baisse de 11% sur cette même période). En conséquence, les importations d'électricité du territoire national sont devenues en 2022 – et pour la première fois depuis 1980 – supérieures aux exportations, avec un solde d'échange net de 16,5 TWh avec les pays voisins (RTE, 2022, p.16). Le véritable problème cependant réside dans le remplacement progressif des capacités de production pilotables par des unités non maîtrisables dans le temps, qui ne garantissent pas une flexibilité suffisante du réseau électrique pour répondre à la demande.

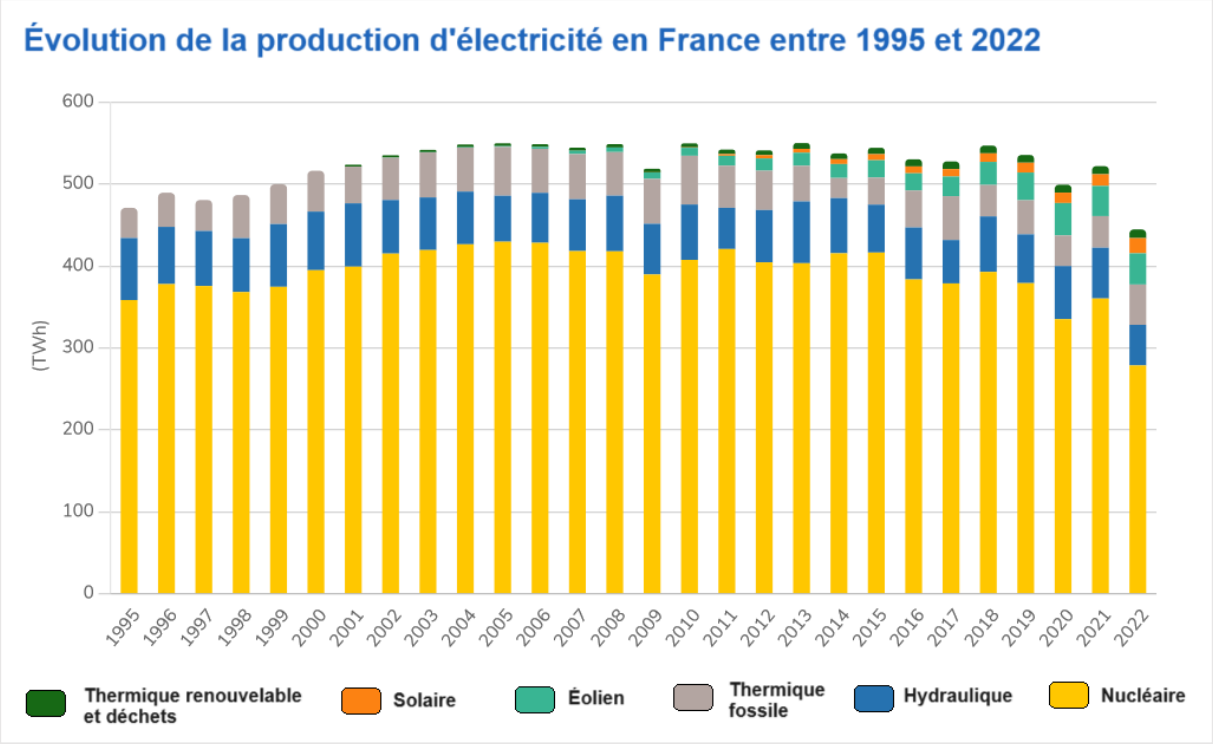


Figure 18. Évolution de la production d'électricité en France entre 1995 et 2022.
Source : RTE, *Bilan électrique 2022*

Dès 2018, les prévisions réalisées par RTE[132] avaient certes validé la fermeture des centrales à charbon pour 2022 mais elles insistaient dans le même temps sur la nécessité d'assurer un relai à l'arrêt de ces installations. Ce relai reposait sur le lancement de nouvelles capacités de production, principalement les énergies renouvelables terrestres et l'éolien en mer, qui a bénéficié d'un fort soutien de l'État (500 MW en 2022). Ces énergies étant par essence intermittentes, les préconisations concernaient dans le même temps le déploiement de nouvelles unités de production pilotables (au gaz et au nucléaire notamment) qui devaient se substituer au charbon. Encore en cours de travaux en 2023, leur agenda de mise ne service se superposait néanmoins avec celui de la fermeture des centrales à charbon, fragilisant le réseau en cas d'événement perturbateur. Dans l'ouest de la France tout particulièrement, le système énergétique se caractérise par une défaillance de grosse capacité de production d'électricité, menant à un état d'instabilité et de sous-approvisionnement[133]. L'éventualité d'un nouveau retard dans la mise en service de l'EPR de Flamanville, qui devait voit le jour en 2020, justifiait ainsi pour RTE un réajustement de la trajectoire de fermeture de la centrale de Cordemais afin de garantir la sécurité d'approvisionnement sur le quart nord-ouest de la France, qualifié de « péninsule électrique ». Cela a conduit à l'obtention d'un moratoire pour le site nantais, censé autoriser le fonctionnement du site jusqu'au démarrage de l'EPR. Cependant, après dix ans de travaux et de réajustements, l'installation nucléaire d'EDF n'a toujours pas vu le jour en

[132] RTE, *Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande de l'électricité en France*, Éd. 2018, 30 p.
[133] DREAL, *Le Pacte électrique breton*, 2013

septembre 2023, questionnant les marges de manœuvre du réseau électrique en matière de production. Le raccordement au réseau du parc éolien de Saint-Nazaire (480 MW) doit constituer un levier supplémentaire pour le maintien de la tension en Bretagne mais reste un mode de fonctionnement dépendant des conditions climatiques. Cette co-occurrence d'événements sur un même territoire illustre bien la spatialité des réseaux électriques, qui ne sont pas insensibles à des effets de localisation et de diffusion et révèle les différences inter-territoriales en matière de connexion aux réseaux.

Revenant à une échelle plus nationale, l'arrêt des installations au charbon supposait la pérennisation des autres unités de production thermique pilotables existantes dans le parc français : les cycles combinés gaz (CCG) et les turbines à combustion (TAC). Là encore, une incertitude résidait dans le devenir du parc de turbines à fioul (1,4 GW) dont certaines installations, fortement émettrices de CO_2 (Amann, 2007), atteignaient les quarante ans d'exploitation. Toujours selon RTE, une « *fermeture de l'ensemble des TAC au fioul, en plus du déclassement des centrales charbon, fragiliserait considérablement la sécurité d'approvisionnement* » (RTE, 2018, p.16). L'arrêt du charbon imposait donc le maintien d'autres unités de production polluantes pour répondre à l'impératif national de sécurité d'approvisionnement. Enfin, l'arrêt des quatre sites était conditionné à la maîtrise du planning des visites décennales des centrales nucléaires, qui entraîne des arrêts prolongés des sites pendant plusieurs mois. Ne connaissant alors l'état dans lequel serait le parc nucléaire à l'été 2022 en raison de ces maintenances, RTE annonçait déjà que le grand nombre de visites ne remettait pas en cause l'arrêt des centrales à charbon mais qu'une durée prolongée de celles-ci nécessiterait un réajustement de la trajectoire des fermetures.

La superposition des calendriers de fermeture et d'ouverture des sites de production d'électricité, les retours sur décision, les renégociations et les moratoires sont autant d'indicateurs de la difficulté de mener à bien la transition d'un système énergétique lorsque celui-ci doit répondre à plusieurs problématiques dont les enjeux sont contradictoires. La nécessité de décarboner les capacités de production implique un fort développement des énergies renouvelables qui, par essence, ont une production dissociée des besoins en matière de consommation ; ce type d'énergie ne pouvant à lui seul répondre à la demande sur le réseau électrique, le maintien d'unités de production avec un fonctionnement en base et en pointe est primordial pour assurer la sécurité d'approvisionnement du territoire national. Les centrales à charbon contribuaient certes faiblement à la production totale d'électricité mais elles assuraient un fonctionnement de semi-base et de pointe indispensable pour équilibrer l'offre et la demande lors des pics de consommation. Cette fonction ne pouvant être assurée par les énergies renouvelables, les difficultés éprouvées par le réseau électrique en 2022 à la suite de la crise énergétique illustrent bien la non-interchangeabilité des différents types d'énergie, qui ne répondent pas aux mêmes besoins. L'absence de relai concernant les plus grosses installations de production pilotables a placé le système énergétique français en position de vulnérabilité lors

de la crise énergétique de 2022, révélant tout autant les temporalités complexes des processus de transition que le défaut de vision stratégique de la politique climatique nationale[134]. L'adoption de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2028 en avril 2020, pendant la crise économique et sanitaire, fonde par exemple la politique énergétique de la décennie suivante sur des hypothèses économiques faussées par la situation internationale, qui ne prennent pas en compte la nouvelle donne suscitée par le Coronavirus (notamment en matière d'augmentation des consommations énergétiques). Avant même d'attendre la mise en place de l'ensemble des dispositifs permettant de garantir la stabilité du réseau électrique (interconnexions, énergies renouvelables, centrales nucléaires et à gaz, etc.), la décision politique de fermer les centrales à charbon vient peser sur un réseau déjà en tension. L'absence de relai réduit les marges de manœuvre pour la réalisation de la transition énergétique, la nécessité de répondre à la demande induisant le redémarrage d'un site et le maintien d'un autre.

Cinq ans après la publication des préconisations de RTE, l'évolution du contexte national et international a effectivement mis à mal la stabilité du réseau électrique français. La crise énergétique a montré les faiblesses et les limites de certaines modalités de mise en œuvre de la stratégie climatique nationale, comme le montre le caractère prématuré de la sortie du charbon et l'absence de relai par d'autres installations de production d'électricité. L'impératif de procéder à la décarbonation des activités tout en en maintenant la sécurité d'approvisionnement révèle donc la nécessité d'une approche pragmatique de la transition énergétique. La réduction des émissions de CO_2 dans le mix énergétique ne pouvant se réaliser au détriment de la stabilité et de la flexibilité du réseau électrique, la disponibilité d'une réserve de production énergétique – composée pourquoi pas d'une part marginale de charbon – semble pertinente pour faire face aux pointes exceptionnelles de consommation et aux situations d'urgence. Ces deux enjeux ne sont cependant pas nouveaux, leur articulation se retrouvaient déjà dans les stratégies des entreprises qui opéraient les centrales à charbon en France ces vingt dernières années, et qui avaient amorcé des stratégies de décarbonation et de réduction des capacités de production sous l'effet d'une réglementation européenne de plus en plus contraignante.

2. Quatre centrales et de multiples opérateurs : l'histoire mouvementée des centrales à charbon en France (2003-2023)

Sur les quatre centrales de ce travail de recherche, deux appartiennent historiquement à l'entreprise publique EDF (Le Havre et Cordemais) tandis que les deux autres (Gardanne et Saint-Avold) sont héritées des Charbonnages de France (CDF) et ont fait l'objet d'une

[134] Le rapport d'information n° 551 (2021-2022) déposé le 25 février 2022 au Sénat évoque à ce sujet un « défaut d'anticipation » du gouvernement ayant conduit à des risques importants sur la sécurité d'approvisionnement du réseau électrique.

privatisation à partir des années 2000, passant entre les mains de divers opérateurs européens. Cette distinction historique et économique confère de premiers éléments d'analyse quant à la nature des stratégies de développement promues par les propriétaires des sites et à la construction des identités sociales locales.

2.1. Les centrales thermiques héritées des CDF dans le jeu des grandes multinationales

Depuis 1999 et l'ouverture du marché électrique français à la concurrence dans un contexte de libéralisation économique, le secteur de la production énergétique se caractérise par l'arrivée de nouveaux opérateurs, majoritairement de grandes multinationales étrangères, qui possèdent leurs propres agendas et stratégies de développement. Avec la privatisation de la SNET en 2004 et jusqu'en 2024, quatre entreprises se sont succédé, avec chacune leurs objectifs et projets de développement pour les centrales thermiques héritées des CDF. Considérant le temps nécessaire à la réalisation des projets, certains n'ont pu aboutir avant que les sites ne changent de propriétaire, semant parfois la confusion auprès des acteurs locaux quant au devenir de leur territoire.

De la SNET à Endesa (2004) : L'ouverture du marché français de l'électricité

Créée en 1995 pour assurer la gestion des activités les plus rentables des CDF dans un contexte de fermeture imminente, la Société Nationale d'Électricité et de Thermique (SNET) est une société de production d'électricité qui a hérité des dernières centrales thermiques de l'industrie charbonnière, soit un total de huit unités thermiques réparties sur quatre sites industriels : Saint-Avold (Moselle), Gardanne (Bouches-du-Rhône), Hornaing (Nord) et Lucy (Saône-et-Loire). Avec une puissance installée de 2 500 MW, la SNET était la 3e société sur le marché français de l'électricité, après EDF et Electrabel. À sa création, le capital de la SNET se répartissait entre les CDF (81,25%) et EDF (18,75%), ce qui faisait d'elle une entreprise intégralement publique.

En 2000, compte tenu de la fermeture des dernières exploitations minières dans les Houillères du bassin du Nord Pas de Calais (1990), et par anticipation de la fermeture de celles de Provence (en 2003) et de Lorraine (en 2004), les CDF lancent un appel d'offres[135] pour trouver un repreneur à ses activités pérennes, en particulier la SNET. C'est dans ce contexte que l'électricien espagnol Endesa acquiert 30% (sur les 81,25% appartenant aux CDF) du

[135] Cet appel fait suite à la loi n°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité. Transposant dans le droit français la directive européenne 96/92/CE concernant les règles communes pour le marché intérieur de l'électricité, la loi de 2000 organise l'ouverture du marché français à la concurrence, ouvrant ainsi la voie à l'arrivée d'entreprises étrangères dans le secteur énergétique français.

capital de la SNET en février 2001. Premier sur le marché espagnol et implanté en Amérique latine, au Portugal et en Italie, l'appel d'offres des CDF représente pour lui une opportunité d'accéder à un nouveau marché. En outre, l'accord de cession signé en 2001 était assorti de dispositions particulières, dont deux qui concernaient la part restante des CDF[136] :

- *le droit pour Endesa d'acquérir dans des conditions prédéterminées la participation résiduelle de 51,25% de Charbonnages de France dans la SNET et, en cas de refus de Charbonnages de France de céder, le droit de lui revendre à un prix majoré sa participation initiale de 30% ;*

- *le droit pour Charbonnages de France d'obliger Endesa à acquérir les 51,25% auxdites conditions, et en cas de refus d'achat d'Endesa, le droit pour Charbonnages de France de racheter les 30% initiaux à Endesa à un prix réduit.*

Conformément à ces dispositions, CDF exige à l'automne 2002 qu'Endesa rachète les 51,25% qui lui restent et devienne l'actionnaire majoritaire de la SNET. Le refus de l'entreprise espagnole d'accéder à cette demande et celui de CDF de ne pas racheter les 30% initiaux conduisent CDF à se tourner vers d'autres électriciens européens pour trouver d'éventuels nouveaux acquéreurs, sans qu'aucun ne donne suite. Cette recherche d'acquéreurs au-delà des frontières nationales suscitait alors des inquiétudes auprès de certains élus et représentants de la société civile, soucieux du devenir du service public en cas de privatisation. La plaidoirie d'un sénateur mosellan pour le rachat des parts restantes de la SNET par EDF n'est cependant pas entendue, cette démarche allant à l'encontre des règles de la concurrence sous-tendues par l'ouverture du marché français de l'électricité. En 2003, les négociations reprennent donc entre les CDF et Endesa pour parvenir à un nouvel accord en mars 2004, par lequel Endesa achète à nouveau 35% des parts des CDF. Cet accord est validé par l'État en juillet de la même année, après révision de l'estimation financière de la SNET, jugée dans sa première version non satisfaisante au regard de la valeur réelle de la société ; celle-ci est ainsi achetée au prix de 571 millions d'euros[137]. Au terme de ce deuxième contrat de cession, le capital de la SNET se répartit entre Endesa (65%), CDF (16,5%) et EDF (18,5%). De plus, l'accord de cession modifie le contrat de 1996 liant la SNET et EDF, par lequel 93% de la production électrique de la SNET était réservée à EDF, en écourtant son échéance de 2019 à 2009.

Après avoir acheté les installations de production thermique françaises, Endesa ne tarde pas à investir le secteur. Deux mois seulement après la validation de l'accord par l'État, soit en septembre 2004, l'entreprise espagnole lance un lourd programme de modernisation de ses nouvelles infrastructures[138] en trois phases. En premier lieu, Endesa s'attaque à la capacité de

[136] Avis n°2004 – A.C.C – 3 du 26 juillet 2004 relatif au transfert au secteur privé de la SNET par Charbonnages de France, Commission des participations et des transferts
[137] La Tribune, « *Hornaing, petite commune du nord, sous le choc après l'abandon du projet d'E.ON* », article paru le 17 octobre 2012
[138] L'Usine Nouvelle, « *Endesa veut moderniser la SNET en profondeur* », 23 septembre 2004.

production de la SNET et vise une augmentation de 2 000 MW avant 2010, notamment par la mise en service de centrales à cycle combiné gaz (CCG) sur ses différents sites : 1 200 MW à Saint-Avold, 800 MW à Gardanne, Lucy et Hornaing. Ces centrales CCG viendraient s'ajouter à la vingtaine qu'Endesa possède déjà en Europe et sont destinées à être alimentées par GDF, qui a repris les parts restantes de la SNET (35%) aux CDF et à EDF en 2004. En second lieu, Endesa prévoit d'investir 156 millions d'euros pour la rénovation et la modernisation de certaines centrales dans le cadre d'un « plan d'adaptation environnementale ». De fait, les récentes directives prises par la Commission Européenne en 2001 obligent les propriétaires d'installations de production électrique à réduire leurs émissions de polluants (voir plus bas). Ce plan d'adaptation a principalement concerné la tranche 6 de la centrale Emile Huchet à Saint-Avold et la tranche 5 de la centrale de Provence à Gardanne, avec des travaux de désulfuration et de dénitrification. Enfin, Endesa engage une politique de restructuration des coûts, qui s'accompagne d'une réduction des effectifs dans les centrales. C'est donc une nouvelle page de l'histoire des centrales à charbon qui s'ouvre, avec l'arrivée sur le marché français de l'électricité d'un nouvel opérateur. Celui-ci fait reposer l'avenir des centrales sur une filière combinée charbon-gaz en investissant largement dans une nouvelle technologie (les CCG), et en s'associant avec le leader français du gaz GDF.

D'Endesa à E. ON (2008) : Le temps des fusions-acquisitions

La présence d'Endesa sur le marché français n'est que de courte durée, l'entreprise étant rattrapée quelques années plus tard par les stratégies économiques de ses rivaux européens. En 2005, l'opérateur espagnol Gas Natural lance une Offre Publique d'Achat (OPA) sur l'électricien Endesa dans l'objectif de s'agrandir et de diversifier ses activités de production énergétique. Cette stratégie frontale, « prédatrice », de croissance d'une société par l'acquisition d'une autre société s'inscrit dans un contexte européen de fusions-acquisitions des entreprises, phénomène qui s'est accéléré à partir des années 1990 (Pujals, 2013). En Europe et dans de nombreux pays en cours d'industrialisation, la « course à la taille » est devenue le moteur de la croissance des entreprises, tous secteurs d'activités confondus, dans une recherche permanente de compétitivité et d'accès à de nouveaux marchés. C'est donc dans ce contexte que Gas Natural fait une offre d'achat de 21 milliards d'euros à Endesa, surenchérie en 2006 par l'énergéticien allemand E. ON et sa proposition à 41 milliards d'euros. E. ON est un opérateur allemand qui intervenait jusqu'en 2016 dans la production et la distribution de gaz et d'électricité. La fusion avec Endesa représente pour E. ON l'opportunité de devenir le leader européen dans le secteur énergétique, dépassant l'opérateur français EDF et l'Italien Enel, avec l'accès à un marché de 50 millions de consommateurs. Cette fusion est cependant contrée par l'alliance de deux sociétés énergétiques qui rachètent 46% du capital d'Endesa en avril 2007[139].

[139] Commission Européenne, *Regulation (EC) N° 139/2004 – Merger Procedure*, avril 2008

Il s'agit d'une part de la société espagnole Acciona, implantée dans une trentaine de pays, qui joue un rôle de premier plan dans les domaines des énergies renouvelables, de l'eau, des services urbains, environnementaux et de transport. D'autre part, la société Enel, opérateur énergétique le plus important en Italie ; il intervient principalement dans la production et la distribution d'électricité pour des usages domestiques et industriels. Tout comme son nouvel allié Acciona, Enel est implanté dans de nombreux pays européens et cherche à renforcer encore davantage son poids dans le secteur énergétique.

A la suite de l'acquisition d'une grande part du capital d'Endesa par Acciona et Enel, E. ON signe un accord avec les deux autres opérateurs : en échange de l'abandon de son offre d'achat, l'entreprise a la priorité sur l'achat de certains actifs. En avril 2007, E. ON obtient ainsi la société Viesgo (filiale d'Enel), des centrales thermiques en Espagne (d'une puissance installée de 1 475 MW) et bénéficie d'un contrat de fourniture d'énergie nucléaire pour dix ans. En outre, E. ON obtient pour 11,5 milliards d'actifs en Italie, en Pologne, en Turquie et en France, parmi lesquels la part de 65% du capital de la SNET et les 2,5 GW de puissance installée qui l'accompagnent[140]. Par cet accord, E. ON devient le nouveau propriétaire des centrales à charbon françaises héritées de CDF. Dans les années qui suivirent cette acquisition, l'opérateur allemand a entre autres initié la fermeture de plusieurs tranches, dans un double souci de rentabilité économique et d'adaptation aux exigences environnementales européennes. Le plan de restructuration, lancé en septembre 2012, explique en grande partie la survivance des seules centrales de Saint-Avold et de Gardanne.

D'E.ON à Uniper (2016) : Séparation des activités de production fossiles et renouvelables

Au premier janvier 2016, E. ON procède à un remaniement de sa structure interne en créant une nouvelle entreprise indépendante, Uniper. La raison d'être de cette filiale n'est pas la conduite de nouvelles activités mais la gestion de la filière de production d'électricité issue des énergies fossiles d'E. ON. Un tel remaniement s'intègre dans la stratégie de « verdissement » de la société-mère qui, délestée de ses centrales thermiques, peut promouvoir une électricité 100% renouvelables auprès de ses clients et consommateurs, sans coût supplémentaire[141].

Dès 2018, à la suite de la décision gouvernementale de fermer les dernières centrales à charbon avant 2022, Uniper lance un « appel à initiatives pour le développement industriel » pour les deux centrales thermiques dont la société a la charge. L'objectif était alors de « développer des activités industrielles nouvelles, en priorité énergétiques »[142] en jouant sur

[140] Commission Européenne, *Enel et Acciona signent un accord avec E. ON sur l'avenir d'Endesa*, communiqué de presse, avril 2008.
[141] https://www.eonenergy.com/renewable.html
[142] Uniper, *Transition écologique – Uniper France lance un appel à initiatives pour le développement industriel de ses deux centrales thermiques*, communiqué de presse, 7 novembre 2018.

l'« attractivité » et les « atouts » du territoire. Il n'était donc pas question de vendre ces installations de production thermiques mais de les reconvertir vers d'autres modes de production énergétique pour assurer le devenir des territoires dans un avenir post-charbon. Faisant appel à un tiers pour la conseiller, elle mandate le cabinet Capgemini Invent pour étudier les différentes propositions et évaluer les possibilités de faire de ces deux sites des « plateformes territoriales de valorisation énergétique ». Parmi les propositions reçues par Uniper figure notamment celle de l'opérateur tchèque EPH, prochain propriétaire des dernières centrales thermiques des CDF.

D'Uniper à GazelEnergie (2018)

EPH (Energetický a Průmyslový Holding) est une société tchèque de production et de distribution d'électricité d'origine thermique fondée en 2009 [143]. Elle est dirigée par D. Křetínský, un industriel tchèque ayant d'abord fait fortune dans l'énergie avant d'investir à contre-courant dans les mines et centrales à charbon du continent européen, et plus généralement dans les industries en perte d'activités. En 2018, il diversifie ses activités et fait son entrée sur les marchés français en acquérant des parts dans la grande distribution (supermarchés Casino) et dans les médias français, se construisant un véritable « empire médiatique »[144]. Le 24 décembre 2018, EPH fait une offre d'achat unilatérale à Uniper pour acquérir tous les biens de l'entreprise en France, alors même que les deux sites de production sont encore soumis à l'appel à initiatives et ne sont par conséquent pas à vendre. Uniper justifie cette vente par l'argument de la rentabilité, les installations françaises ne contribuant que faiblement aux revenus globaux du groupe en 2017[145]. La décision gouvernementale de mettre un terme définitif au fonctionnement des centrales à charbon a renforcé cet argument, comme le confirme E. Rümmler, alors chef opérateur chez Uniper : « *The decision by the French government to close our two coal-fired power plants long before the end of their technical operating lives would have affected our entire business* »[146]. La vente de ces sites industriels est aussi un moyen pour la société allemande de se séparer des centrales sans avoir à gérer leur fermeture et les problématiques financières, sociales et politiques qui l'accompagnent.

Les deux opérateurs entament ainsi des négociations exclusives et actent la transaction en juillet 2019, après approbation par la Commission Européenne et le Ministre français de l'Economie et de la Finance. En vertu de cet accord, EPH acquiert les deux centrales à gaz de Saint-Avold (de 400 MW chacune), les deux centrales à charbon de Gardanne et Saint-Avold

[143] Le groupe emploie près de 25 000 personnes au sein d'infrastructures implantées en République Tchèque, Slovaquie, Allemagne, Italie, Irlande, France, Hongrie, Pologne, Royaume-Uni et Suisse.
[144] Sa société Czech Media Invest (CMI) a par exemple acheté le journal *Marianne* et sept magazines du groupe Lagardère dont *Elle* et *Télé 7 jours,* avant de devenir copropriétaire du *Monde* en 2018.
[145] AA Energy, *Total to acquire 2 gas power plants from Uniper* France, 25 décembre 2018.
[146] Site Internet d'Uniper.

(600 MW chacune), la centrale biomasse de Gardanne (150 MW), ainsi que plusieurs éoliennes et parcs solaires (d'une puissance installée de 100 MW)[147]. Le rachat de ces activités jugées peu rentables pour leur précédent propriétaire s'intègre dans une double stratégie de l'entreprise tchèque. En premier lieu, les centrales auraient été rachetées à Uniper à un prix très bas, limitant les risques financiers pour le groupe : dans son rapport financier annuel de 2019[148], Uniper annonce avoir réalisé un « *gain comptable net non significatif* » (p.41) à la suite de la cession des activités en France pour un « *montant négligeable* » (p.35). La filiale Gazel Energie réalise par ailleurs une plus-value en négociant auprès de Total la vente immédiate des deux centrales à cycle combiné gaz de Saint-Avold, le jour même de la transaction avec Uniper en décembre 2018[149]. Gazel Energie aurait ainsi acquis ces sites industriels à faible coût tout en réalisant un bénéfice lui permettant d'investir dans des projets de reconversion industrielle. En second lieu, le rachat de sites industriels voués à être fermés s'inscrirait dans une stratégie économique visant à obtenir des contreparties financières et des indemnisations de la part des institutions publiques, faisant de l'arrêt des sites un « business »[150]. Cette stratégie a déjà été adoptée en Allemagne, où le groupe a acquis des centrales et des mines de charbon en 2016 alors même que la production électrique issue de ce combustible était en nette diminution. Dans une perspective de sortie « anticipée » du charbon, l'État allemand prévoyait une indemnisation d'EPH à hauteur de 1,7 milliard d'euros.

De la récupération des installations thermiques des CDF par la SNET en 1995 à leur rachat par Gazel Energie en 2018, pas moins de cinq groupes industriels se sont succédé pour exploiter parmi les dernières centrales à charbon françaises. Ce sont des sociétés européennes qui partent à la conquête de nouveaux marchés et qui perçoivent dans les centrales à charbon une opportunité d'intégrer le marché français de l'électricité. Les entreprises n'exploitent les centrales que quelques années avant de laisser leur place à une entreprise concurrente, bien que chacune d'entre elles possède des objectifs de développement et des stratégies économiques qui lui sont propres. Elles investissent ainsi dans des projets industriels, sans qu'il n'y ait de véritable continuité d'un exploitant à un autre. Ce phénomène tend à semer la confusion auprès des acteurs locaux et des salariés, qui perdent de vue la cohérence générale des projets de développement sur leur site. Les entreprises sont quant à elles forcées d'intégrer au fil des ans de nouvelles contraintes dans leurs stratégies économiques, imposées au niveau européen dans une perspective de préservation de l'environnement.

[147] Opéra Energie, *Uniper France : la Commission Européenne approuve son rachat par le tchèque EPH*, 9 mai 2019.
[148] Uniper. (2019). Annual Report 2019—Financial Results.
[149] TOTAL, *TOTAL confirme avoir signé un accord avec EPH en vue d'acquérir les deux centrales gaz d'Uniper France*, 24 décembre 2018.
[150] Bastamag, *« On nous a déjà pressé le citron, Křetínský va prendre le reste » : le business de la fin des centrales à charbon*, 10 novembre 2020.

2.2. Un cadre européen contraignant : le poids des exigences environnementales

Les directives de 2001 et 2010 relatives aux pollutions atmosphériques : vers une réduction des émissions des grandes infrastructures industrielles

Depuis l'ouverture des marchés de l'électricité et de l'énergie, les grandes entreprises et industries évoluent dans un milieu compétitif et concurrentiel où l'impératif de rentabilité ne s'associe jamais – ou très rarement – à un souci de préservation de l'environnement, du moins de manière spontanée. Les initiatives promouvant une dimension écologique surviennent souvent à la suite d'une injonction politique ou à la mise en place d'un cadre juridique contraignant pour les entreprises. C'est ainsi un des rôles des instances politiques nationales et/ou communautaires que de poser des cadres pour réguler les activités économiques et industrielles tout en garantissant leur pérennité. Ces cadres de régulation donnent une trajectoire générale de développement aux différents secteurs d'activités (par exemple la décarbonation des systèmes énergétiques), ainsi que des objectifs à atteindre (la neutralité carbone pour 2050). L'Union Européenne tient une place de premier choix dans cette dynamique. Concernant le fonctionnement des centrales à charbon : deux directives à l'échelle européenne ont mené à une modification radicale du parc thermique français. Ces directives concernent la limitation des émissions de polluants atmosphériques par les grandes installations de production énergétiques, et plus particulièrement les émissions de dioxyde de soufre (SO_2), d'oxyde d'azote (NOx) et de poussières, qui sont les trois principaux rejets des centrales à charbon. Dès le début des années 2000, des mesures sont ainsi prises au niveau supranational pour limiter l'impact de la production thermique d'énergie sur l'environnement, forçant la main des industriels pour qu'ils prennent en considération la menace écologique que représentent leurs activités.

La première directive européenne ayant eu un impact réellement significatif sur le parc thermique français date d'octobre 2001[151] et concerne les grandes installations de combustion (GIC)[152]. Cette directive, remise à jour sur la base de données plus récentes et prenant en compte les enjeux croissants de préservation de l'environnement et de la santé humaine, fixe de nouvelles valeurs limites d'émissions de polluants pour ces installations, en fonction de leur puissance et du nombre d'heures de fonctionnement. Les émissions de dioxyde de soufre pour une installation de plus de 500 MW de puissance sont ainsi réduites à 400 mg/Nm^3 et les émissions de poussières à 50 mg/Nm^3 (**Tableau 4**). La question des émissions d'oxyde d'azote, plus délicate à traiter, a fait l'objet d'une limitation progressive en deux phases, avec un premier objectif de 500 mg/Nm^3 pour 2008 et une valeur limite ultime de 200 mg/Nm^3 à l'horizon 2016. Ces valeurs limites s'appliquent automatiquement et sans délai à toute nouvelle autorisation d'installation de combustion (hors gaz) dont la puissance thermique nominale est égale ou

[151] Directive n°2001/80/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2001 relative à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphères en provenance des Grandes Installations de Combustion (GIC)
[152] Il s'agit en réalité d'une révision de la directive 88/609/CEE relative à la limitation de certains polluants acidifiants en provenance des GIC et datant de 1988.

supérieure à 50 MW ; concernant les installations existantes, elles doivent avoir pris des dispositions pour réduire leurs émissions de polluants avant le 1er janvier 2008, sous peine de sanctions. Toutefois, des dérogations ont été émises pour certaines usines ne fonctionnant pas à pleine capacité. Autrement dit, elles peuvent ne pas respecter les valeurs limites d'émissions les concernant si l'exploitant s'engage formellement à réduire le temps d'exploitation de son usine à une durée opérationnelle maximale de 20 000 heures entre le 1er janvier 2008 et le 31 décembre 2015. Les centrales du Havre, de Cordemais, de Gardanne et de Saint-Avold ont toutes les quatre bénéficié de ce régime dérogatoire, avant de subir des modifications visant la réduction de leurs émissions. De même, une dizaine d'autres unités thermiques à charbon ont fait l'objet d'une dérogation mais ont été contraintes de cesser leur exploitation en 2015[153]. La directive européenne de 2001 a donc joué un rôle considérable dans l'arrêt progressif et la fermeture définitive de nombreuses unités thermiques en France, et a contraint les exploitants des centrales à modifier leur mode de production pour les unités restantes (cf. 3.2.2. et 3.2.3.).

Polluants atmosphériques	**Directive GIC (2001)**		**Directive IED (2010)**
	2008	**2016**	**2016**
Dioxyde de soufre (SO_2)	400		150[1]
Oxyde d'Azote (NOx)	500	200	150[2]
Poussières	50		10
Taux de désulfurisation obligatoire	94%		96%

Tableau 4. Valeurs limites d'émissions de polluants atmosphériques pour les installations de combustion dont la puissance installée est égale ou supérieure à 500 MW (en mg/Nm 3) à échéance 2008 et 2016.

Source : Commission Européenne. Réalisation : S. Perroux, novembre 2020

[1] Valeur limite à 200 mg/Nm 3 en cas de lit fluidisé circulant

[2] Valeur limite à 200 mg/Nm3 si combustion de lignite pulvérisé

Moins de dix années après l'adoption de la directive GIC, une nouvelle directive (IED) vient renforcer ces mesures en modifiant encore à la baisse les valeurs limites d'émissions[154]. Notons que ces mesures sont déclinées au sein de chaque État membre de l'UE dans le cadre de schémas nationaux de réduction des émissions. Les centrales à charbon ne peuvent bénéficier d'un second régime dérogatoire (article 33) et se voient donc contraintes d'adapter leurs installations pour respecter de nouvelles valeurs limites d'émissions, sensiblement réduites par rapport à la directive de 2001. Par d'exemple, la valeur limite pour les émissions de dioxyde de

[153] Par exemple la centrale de Blénod dans le Nord, de Bouchain en Meurthe-et-Moselle, Lucy en Saône-et-Loire.

[154] Directive n°2010/75/UE du Parlement européen et du conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution)

soufre était fixée à 400 mg/Nm^3 pour 2016 par la directive GIC et tombe à 150 mg/Nm^3 avec la directive IED.

« Charbon 2035 » : un plan de modernisation et de rénovation du parc thermique d'EDF

À la suite de l'adoption de ces directives européennes, EDF est contrainte d'adapter ses installations sous peine de perdre ses capacités de production de pointe, garantissant la flexibilité du réseau électrique et la sécurité d'approvisionnement des territoires. Pour cette raison, l'entreprise lance le programme « Charbon 2035 » avec l'objectif de pérenniser l'activité de production d'énergie à base de charbon jusqu'en 2035. Ce programme, s'étalant sur la période 2007-2017, est en réalité un plan de rénovation et de modernisation du parc thermique d'EDF (alors d'une puissance totale de 5 500 MW), visant l'amélioration du bilan carbone du groupe sans modification de sa puissance installée. Pour améliorer les performances techniques et environnementales de l'entreprise, le plan se décompose en trois volets. Tout d'abord, il prévoit l'arrêt progressif mais définitif des centrales thermiques les plus anciennes et les plus polluantes au plus tard en 2015, c'est-à-dire à la date butoir prévue par la directive européenne 2001/80/CE. Les centrales concernées ont pu poursuivre leur production jusqu'à l'épuisement des stocks de charbon déjà importés. Parmi ces centrales, on compte entre autres la centrale de La Maxe (Moselle), de Bouchain (Nord), de Vitry (Val-de-Marne) ou encore de Blénod (Meurthe-et-Moselle). Ce sont en tout 10 tranches au charbon, pour une puissance installée de 2 850 MW, qui ont été arrêtées entre 2013 et 2015. Les centrales ont vocation à être démantelées dans les dix années suivant leur fermeture.

Un deuxième volet concerne la construction et la mise en service de nouveaux moyens de production, pour compenser la fermeture des centrales à charbon les plus anciennes. Il s'agit pour une part de turbines à combustion, pour une puissance de 1 060 MW et d'autre part de centrales à cycle combiné gaz (1 965 MW). Ces centrales sont implantées à Blénod (430 MW) et Bouchain (605 MW), sur les sites des centrales à charbon vouées à disparaître. Il y a donc là un véritable processus de reconversion des sites par de nouveaux projets énergétiques, avec le souci par ailleurs du réemploi des salariés des centrales à charbon dans les nouvelles centrales. Les deux technologies sont complémentaires en ce qu'elles ne répondent pas aux mêmes besoins du réseau électrique : si les turbines à combustion (TAC) répondent aux besoins d'extrême-pointe (avec une production d'électricité en 12 minutes), les centrales à CCG répondent quant à elles à une demande de semi-base. Le plan de modernisation du parc thermique est donc l'occasion pour EDF de diversifier ses modes de production dans un souci de stabilité et de flexibilité du réseau. Par ailleurs, les CCG sont plus performants et moins émetteurs de CO_2 que les centrales à charbon classiques, et contribuent à ce titre à améliorer le bilan carbone de l'entreprise. A titre d'exemple, la centrale de Bouchain (Nord) est un CCG de nouvelle génération présentant les meilleures performances au niveau de la vitesse de

production (605 MW atteignable en 30 minutes) du rendement (62%) et des émissions de carbone (inférieure de 10% à celles d'une centrale thermique classique). D'une manière générale, les CCG sont une technologie à haut rendement et en accord avec la réglementation environnementale sur les émissions des centrales thermiques.

Enfin, le troisième volet du plan de modernisation renvoie à la rénovation des centrales à charbon les plus récentes et les plus puissantes : les deux tranches de Cordemais, et celle du Havre, chacune dotée d'une puissance de 600 MW. Depuis 2007, 450 millions d'euros ont été investis pour renforcer leur performance au niveau environnemental. Les améliorations apportées à ces infrastructures sont indispensables pour que la production soit conforme avec la réglementation européenne et nationale ; par la même occasion, elles permettent à EDF de conserver des unités de production de forte puissance, mobilisables rapidement suivant la demande énergétique. De fait, à elle seule, la centrale de Cordemais avec ses deux unités, est responsable de 25% de la production énergétique de la Région Pays-de-la-Loire[155]. Avec 1 200 MW de puissance installée, elle représente 21,8% de la puissance du parc thermique d'EDF. Les deux centrales à charbon, les dernières du parc thermique d'EDF, sont alimentées par des combustibles de meilleure qualité (du charbon moins cendreux pour limiter les émissions) et équipées de technologies dépolluantes : des dépoussiéreurs pour capter jusqu'à 99% des poussières rejetées par les cheminées, des technologies de dénitrification qui réduisent de 80% les émissions d'oxyde d'azote, et des technologies de désulfurisation, qui diminuent les émissions de dioxyde de soufre de 90%.

Par ce plan de modernisation de son parc thermique, EDF se soumet certes aux exigences environnementales européennes relatives aux pollutions atmosphériques mais elle n'abandonne pas totalement la production thermique, qu'elle jugeait déjà à l'époque indispensable pour accompagner la transition énergétique. En effet, les centrales à charbon ont la capacité de « *répondre efficacement aux variations de consommation, ce qui leur permet d'accompagner le développement des énergies renouvelables dont il faut compenser la production en l'absence de soleil ou de vent* »[156]. En cela, les centrales thermiques étaient déjà reconnues pour leur contribution à la stabilité du réseau et leur rôle dans la gestion des pics de forte consommation. La décision gouvernementale de fermer les dernières centrales à charbon, et ce en dépit des modifications qui leur ont été apportées pour diminuer leur impact environnemental, porte le coup de grâce à EDF qui avait investi en vue de leur exploitation jusqu'en 2035.

[155] EDF, *La centrale thermique de Cordemais*, dossier de presse, 2019
[156] EDF, *La centrale thermique du Havre*, dossier de presse, 2018, p.4

La transformation du parc thermique hérité des CDF : entre abandon des centrales et diversification des modes de production

La directive européenne de 2001, et plus tard celle de 2010, contraignent les exploitants d'installation de production électrique à produire de l'énergie plus verte et moins néfaste pour l'environnement et la santé humaine. Concrètement, cela se traduit par une obligation de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques, sans pour autant qu'une alternative ne soit proposée. Il appartient donc aux exploitants de ces installations de mettre en œuvre les mesures qu'ils jugent les mieux adaptées afin d'atteindre les objectifs fixés par l'Union Européenne. Les cinq unités de production des centrales thermiques héritées des CDF bénéficiant d'un régime dérogatoire jusqu'à fin 2015, l'enjeu au début des années 2000 est moins la recherche de moyens immédiats pour réduire les émissions de polluants issus de l'exploitation charbonnière que la mise en place de nouveaux dispositifs de production destinés à conserver la capacité de production des différents exploitants. Dès 2005, le groupe Endesa s'engage sur la modification de son parc thermique : il lance notamment la construction de 7 centrales à cycle combiné gaz (CCG) sur le territoire français, dont deux unités sur le site de la centrale Emile Huchet à Saint-Avold. La mise en service de ces deux unités lorraines, d'une puissance initiale de 1 200 MW, est prévue pour 2010. Des CCG de moindre puissance installée (800 MW) sont aussi envisagés pour les centrales de Gardanne, de Lucy et d'Hornaing. En ce qui concerne l'exploitation du charbon, 75 millions d'euros ont été investis entre 2005 et 2006 dans des travaux de désulfurisation et de dénitrification sur les centrales de Saint-Avold et de Gardanne, pour garantir leur fonctionnement jusqu'en 2025[157]. Cela explique en grande partie leur exploitation jusqu'en 2020, contrairement aux centrales de Hornaing et Lucy.

Ces projets sont cependant de courte durée, en particulier parce que le groupe Endesa est soumise en 2005 à l'OPA de Gas Natural, et en 2006 à celle d'E. ON. La possibilité d'une fusion-acquisition laisse peu de place à la mise en œuvre de ses projets. La récupération du parc thermique par l'énergéticien allemand voit naître de nouveaux projets et remet en question les anciens. E. ON réfléchit au projet industriel porté par Endesa mais « sans prendre de décision formelle d'investissement »[158]. Des demandes sont faites auprès de l'État par des représentants politiques pour qu'il intervienne et incite E. ON, en jouant sur sa part de 35% du capital de la SNET (qu'il possède par le biais de GDF et EDF), à tenir les engagements pris précédemment par Endesa. La participation résiduelle de l'État au capital de la SNET ne permet toutefois pas d'influencer les décisions d'investissement de la société. Ainsi, dès 2009, deux milliards d'euros sont à nouveau investis pour la modernisation et la décarbonisation des outils de production thermique. Ces investissements entrent très vite en contradiction avec la volonté du

[157] L'Usine Nouvelle, « *Endesa veut moderniser la SNET en profondeur »,* article paru le 23 septembre 2004

[158] Question n°46484 de M. Mathus Didier au Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'aménagement du territoire, publiée dans le JO Assemblée Nationale du 14/04/2009 – page 3423

groupe de fermer plusieurs centrales à charbon en 2011. En effet, le groupe présente cette année-là au Comité Central d'Entreprise (CCE) de sa filiale SNET une analyse de la situation des cinq tranches à charbon encore exploitées par le groupe. Deux conclusions ressortent de cette analyse. Tout d'abord, plusieurs centrales ne répondent toujours pas aux exigences environnementales européennes, notamment celles d'Hornaing et de Lucy, qui n'avaient pas subi de travaux de la part d'Endesa pour la réduction de leurs émissions. Ensuite, l'exploitation des centrales entre en conflit avec un contexte économique et énergétique qui lui est défavorable. De fait, l'imposition d'une taxe carbone rendant payantes les émissions de CO_2 au 1er janvier 2013 baisse considérablement leur rentabilité aux yeux de l'opérateur allemand, alors même que la production d'électricité à partir de charbon est concurrencée par l'arrivée sur le marché d'une part croissante d'électricité issue des énergies renouvelables. Ces événements mènent E. ON à conclure que les centrales ne correspondent plus aux besoins du marché de l'électricité, et donc que des modifications importantes doivent être apportées sur le parc thermique. Dans ce contexte, E. ON annonce en juin 2011 une réorganisation de ses activités industrielles, qui comprend la mise en service de l'unité CCG à Hornaing, le maintien des CCG de Saint-Avold et l'installation d'une chaudière biomasse sur le site de Gardanne. Ce dernier projet fait suite à la réponse d'E. ON à un appel d'offres de la CRE portant sur la production d'électricité à partir de biomasse[159] (cf. Chapitre 7).

Si ce plan de restructuration de la production thermique semble s'inscrire dans la continuité des initiatives lancées par Endesa, cette impression ne dure que peu de temps. Le projet de CCG à Hornaing est abandonné en 2012, alors que la centrale avait bénéficié d'un investissement de 300 millions d'euros de la part d'Endesa, puis de 30 millions d'euros par E. ON pour son raccordement au réseau de gazoducs de GRTgaz. Son abandon est justifié par sa faible rentabilité au regard des nouvelles conditions de fonctionnement du parc électrique français (lié notamment aux énergies renouvelables). Cet argument économique est rapidement démenti par la construction, à seulement quelques kilomètres d'Hornaing, de la centrale CCG de Bouchain (Nord) par EDF. Cette nouvelle centrale est mise en service en 2015 et bénéficie du raccordement au gazoduc financé par E. ON. Pour ce qui est des CCG de Saint-Avold, leur puissance est réduite à 414 MW chacun, contre les 600 MW initialement prévus. Enfin, l'arrêt des tranches charbon de Lucy (31 mars 2014), Hornaing (31 mars 2013) et Saint-Avold (tranches 4 et 5, en 2015) entraîne la suppression de 215 postes. : 86 à Hornaing, 67 à Lucy, 42 à Saint-Avold et 20 à Gardanne. Les syndicats CGT et FO déposent un préavis de grève pour une mobilisation des salariés du 22 février au 22 mars 2013 et plaident en vain pour la construction d'une centrale biomasse sur le site de Lucy.

[159] Préfecture des Bouches-du-Rhône, *Rapport sur le déroulement de l'enquête*, Rapport d'enquête publique, août 2012

Seul exploitant de ses centrales thermiques de leur création jusqu'à leur fermeture, EDF a pu mettre en place une véritable stratégie de reconversion de ses sites industriels ainsi qu'un plan de modernisation et de rénovation de son parc thermique. L'entreprise française a acquis une expérience dans la fermeture et la déconstruction des centrales, expérience qui fait souvent défaut à d'autres opérateurs. En tant qu'entreprise d'État, elle dispense un service public et veille à l'équilibre du réseau électrique. La situation se révèle plus complexe pour les centrales héritées des Charbonnages de France, dont le passage répété d'un exploitant à un autre a rendu difficile l'élaboration d'une stratégie cohérente sur le long terme. Les plans de restructuration successifs ont mené à une baisse drastique des effectifs dans les centrales, à l'origine de nombreuses oppositions auprès des employés, voire à des grèves. Les différents opérateurs ont par ailleurs dû composer avec une culture industrielle forte, issue d'une histoire minière de longue date, partagée au sein de la population locale et portée par les syndicats. Si cette culture représente un atout pour le territoire dans un contexte de développement industriel, elle peut dans le même temps constituer un frein à l'arrêt des activités industrielles.

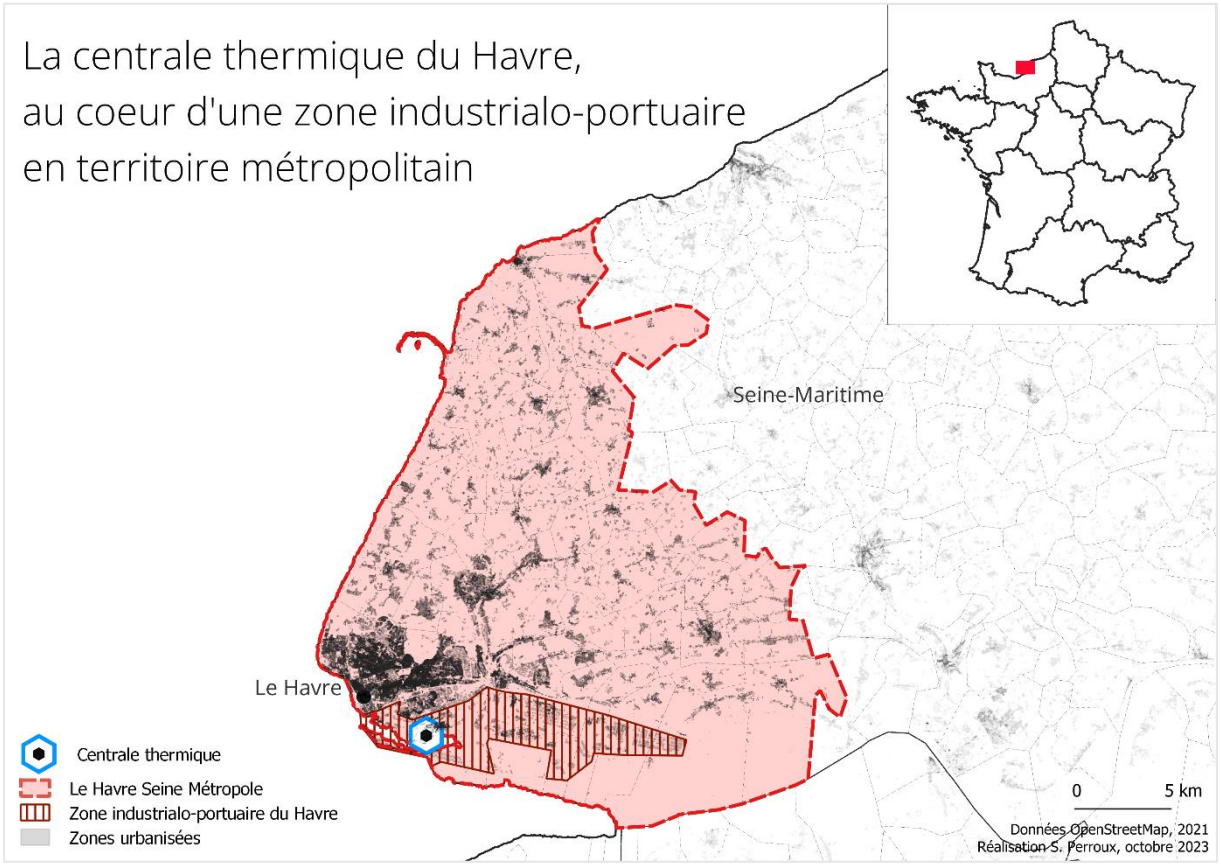
3. Portraits des territoires d'implantation des centrales à charbon

Au-delà des divergences en matière d'histoire industrielle, les quatre centrales à charbon sont implantées sur des territoires extrêmement différents, qu'il convient de présenter pour cerner les enjeux de leur reconversion. La territorialisation de la transition énergétique suppose, par essence, de composer avec et par les spécificités des territoires en matière d'acteurs, d'enjeux et de ressources. La caractérisation des spécificités naturelles, économiques et démographiques des territoires d'implantation des centrales à charbon constitue donc un élément essentiel pour comprendre les mécanismes et les *drivers* propres à cette double dynamique de transition énergétique et de reconversion industrielle.

3.1. La centrale du Havre, un site métropolitain au cœur d'une zone industrialo-portuaire

La centrale thermique du Havre se situe en Région Normandie, dans le département de la Seine-Maritime (**Photo 1**). Plus précisément, elle est implantée sur le périmètre de la communauté urbaine du Havre, rassemblant 54 communes et qui a obtenu le statut de métropole en 2019 (**Carte 3**). Plus grande ville de la Région, Le Havre compte 167 000 habitants en 2020, même si sa population a tendance à diminuer si l'on considère les chiffres sur la dernière décennie (**Carte 4**). De même, les autres communes les plus peuplées en 2020 connaissent une évolution démographique globalement négative. Ce déclin démographique s'observe en dépit de la proximité géographique de la métropole avec Paris (177 km soit deux heures de route en voiture) et des politiques de revitalisation du Havre dans l'objectif de renforcer son attractivité pour les investissements comme pour de nouvelles populations. Fondée *ex-nihilo* par François

Ier en 1517, la ville a particulièrement souffert des bombardements lors de la Seconde Guerre mondiale ; la reconstruction du centre urbain fut laissée à l'architecte Auguste Perret. Cependant depuis les années 2000, la ville tente de changer son image de ville industrielle et délaissée par la promotion des arts et de la culture, tout en tirant profit de sa localisation côtière. Cela se traduit notamment par la classification du centre-ville au patrimoine mondial de l'UNESCO en 2005, ce qui participe à la construction d'une fierté locale, « *facteur d'attachement au territoire et de mobilisation des habitants et des acteurs économiques* » (Cusin, 2022, p. 47). Au-delà du développement touristique qui a accompagné cette valorisation du patrimoine urbain, « *c'est la représentation même de la ville qui s'est transformée* » et qui a permis, par la mobilisation croissante des pouvoirs publics locaux, de « *multiplier les initiatives* » (Prigent, 2013, p. 133).



Carte 3. Localisation de la centrale du Havre. Réalisation : S. Perroux, octobre 2023

Dans une dynamique similaire à celle d'autres grandes métropoles côtières françaises comme Marseille, Nantes ou encore Bordeaux, la ville du Havre a ainsi initié la reconquête et la revalorisation de son front de mer, investissant massivement dans des opérations d'aménagement et de réhabilitation des quais, des ports, des logements et des infrastructures littorales. La culture a été un vecteur tout particulièrement important dans la relance de l'attractivité et du dynamisme de la ville (Philippe, 2018) : de nombreux établissements culturels et artistiques ont ainsi vu le jour sur cet espace en mutation. La promenade littorale

est aussi un lieu privilégié pour la mise en œuvre de programmes artistiques éphémères : la ville met en œuvre depuis 2017 la programmation *Un été au Havre* qui voit l'installation d'œuvres dans l'espace public (arches de Vincent Ganivet, Porte Océane...). C'est par ailleurs à l'occasion de cette programmation que les deux cheminées de la centrale thermique d'EDF ont fait l'objet d'animations nocturnes et ont participé à la construction d'une nouvelle identité urbaine. Toutes ces politiques de transformations urbaines ont participé à un renouvellement démographique, bien plus prononcé au cœur de la ville du Havre (38% de la population a emménagé il y a moins de cinq ans en 2020) que sur le reste du territoire métropolitain (**Carte 5**). Parallèlement à cette dynamique urbaine, le Havre Seine Métropole dispose au sein de son territoire d'une Zone Industrialo-Portuaire importante (10 000 ha de terres poldérisées), qui contribue à faire du Havre la « façade maritime de Paris »[160]. Le territoire normand est ainsi le premier port à conteneurs de France, et se place cinquième dans le classement des ports nord européens. Sur un autre registre, Le Havre est aussi la troisième ville nautique du pays et le premier port de croisière de la façade Manche-Atlantique. En plus de sa forte dimension portuaire, qui est vouée à se renforcer avec la stratégie Port 2000 de Haropa (cf. chapitre 7), la ZIP se caractérise par la présence de nombreuses activités industrielles qui rayonnent autant en matière d'emplois et de développement économique que de production énergétique et d'impact environnemental. On compte ainsi des sidérurgies, des cimenteries, des raffineries, des usines de construction automobile, des usines pétrochimiques ou encore des usines de traitement des déchets industriels. La zone est ainsi un gros pourvoyeur d'emplois et ce, de manière assez stable dans le temps (**Carte 7**) : la part des emplois industriels atteint 59,8% sur la commune de Sandouville, 42,7% à Octeville-sur-Mer, 40,9% à Gonfreville L'Orcher et 26,4% à Oudalle. Paradoxalement, le taux de chômage reste relativement élevé sur les communes du Havre (14,6%) et de Gonfreville L'Orcher (14,2%), alors qu'il reste bien inférieur à la moyenne nationale sur le reste du territoire métropolitain (**Carte 6**). Une étude de l'INSEE sortie en 2012 avait déjà fait état de cette situation et l'avait attribué à un niveau de formation inférieur sur ces communes spécifiques ainsi qu'à une spécialisation industrielle prononcée (raffinage, pétrochimie, automobile), ce qui peut présenter des « risques en matière de perspectives d'emploi »[161]. De plus, l'étude insistait sur la dimension très portuaire de la ville du Havre, qui a présenté pendant longtemps une faible croissance du secteur tertiaire.

[160] Tel que présenté dans l'appel à projets « Réinventer le Havre » de 2018 porté par la ville du Havre en partenariat avec le Grand port Maritime du Havre, Alcéane, le Groupe Hospitalier du Havre et la CCI Sine-Estuaire.
[161] INSEE. (2012). *Diagnostic socio-économique du bassin d'emploi havrais, contribution de l'INSEE au diagnostic partagé de la Maison de l'Emploi du Havre Pointe de Caux Estuaire*, Dossier d'Aval.



Photo 1. La centrale thermique du Havre avec, à gauche, l'espace de stockage des pales d'éoliennes en construction, juin 2023.



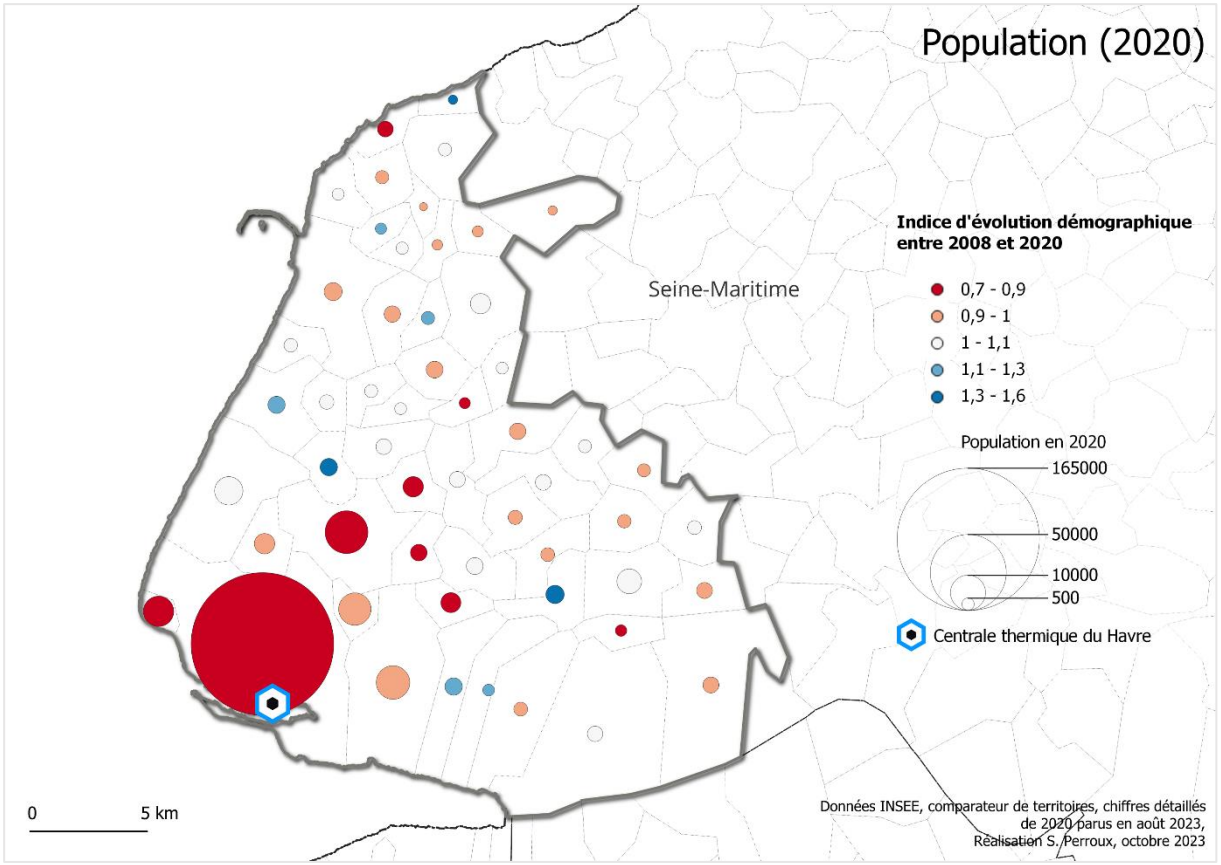
Photo 2. Intégration de la centrale thermique du Havre dans le paysage portuaire et urbain de la métropole, juin 2023.



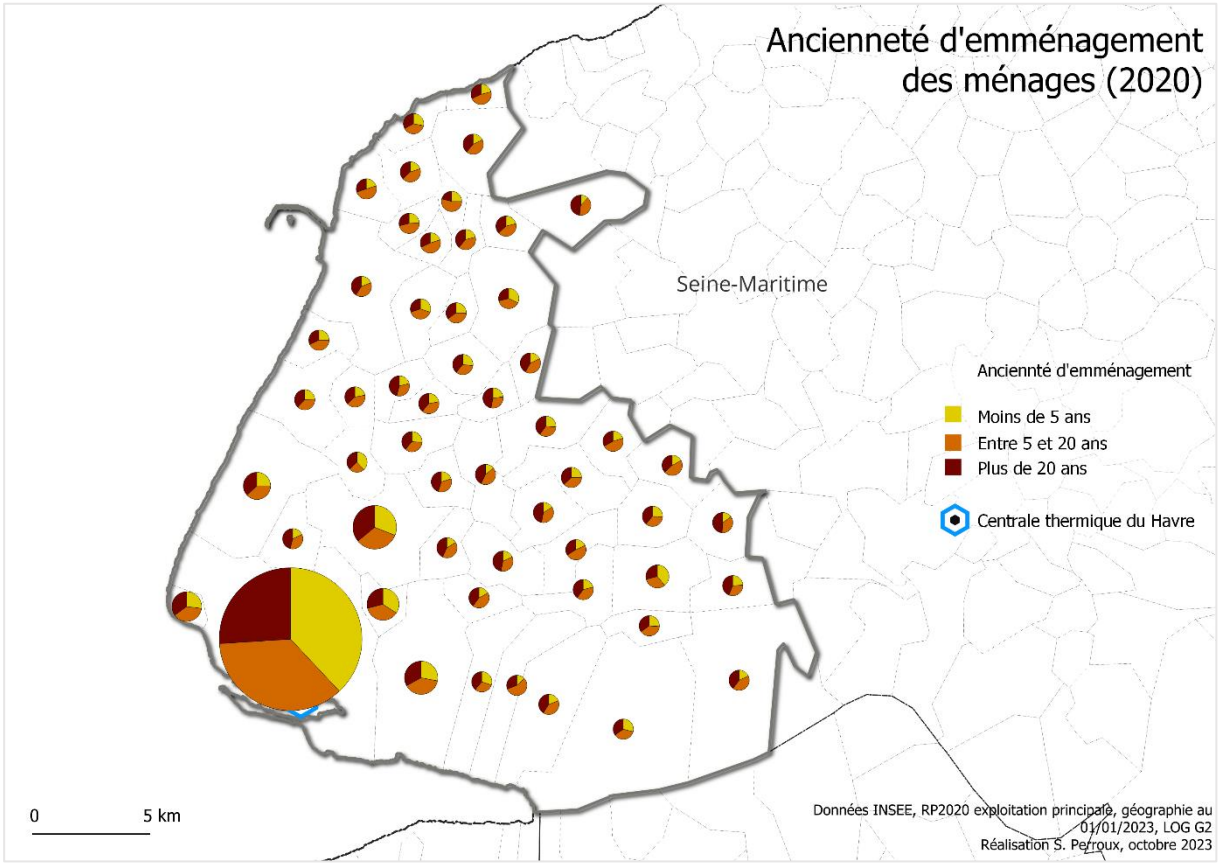
Photo 3. L'usine de construction des pales et des nacelles d'éoliennes de Siemens Gamesa, à proximité de la centrale thermique, juin 2023.



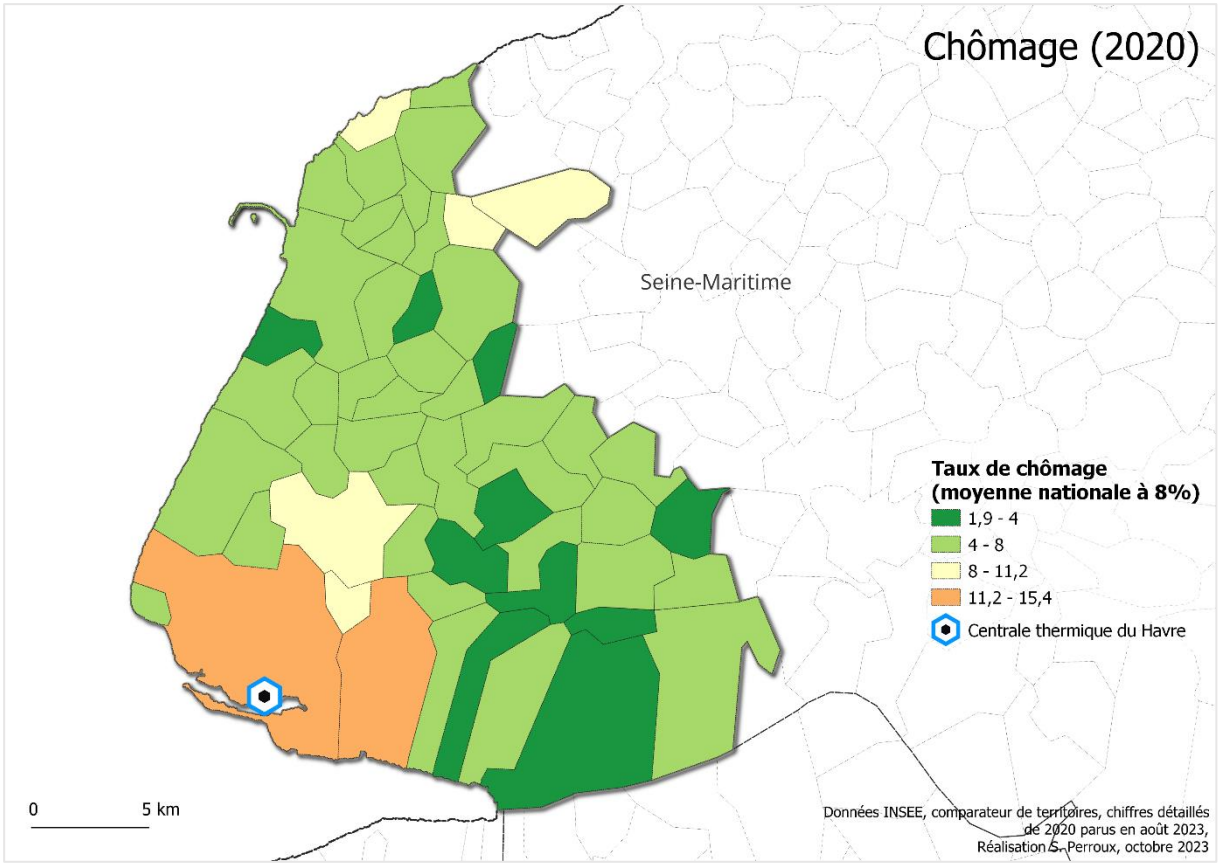
Photo 4. Panneau présentant la stratégie de développement de Haropa Port autour du fleuve et des activités portuaires, juin 2023.



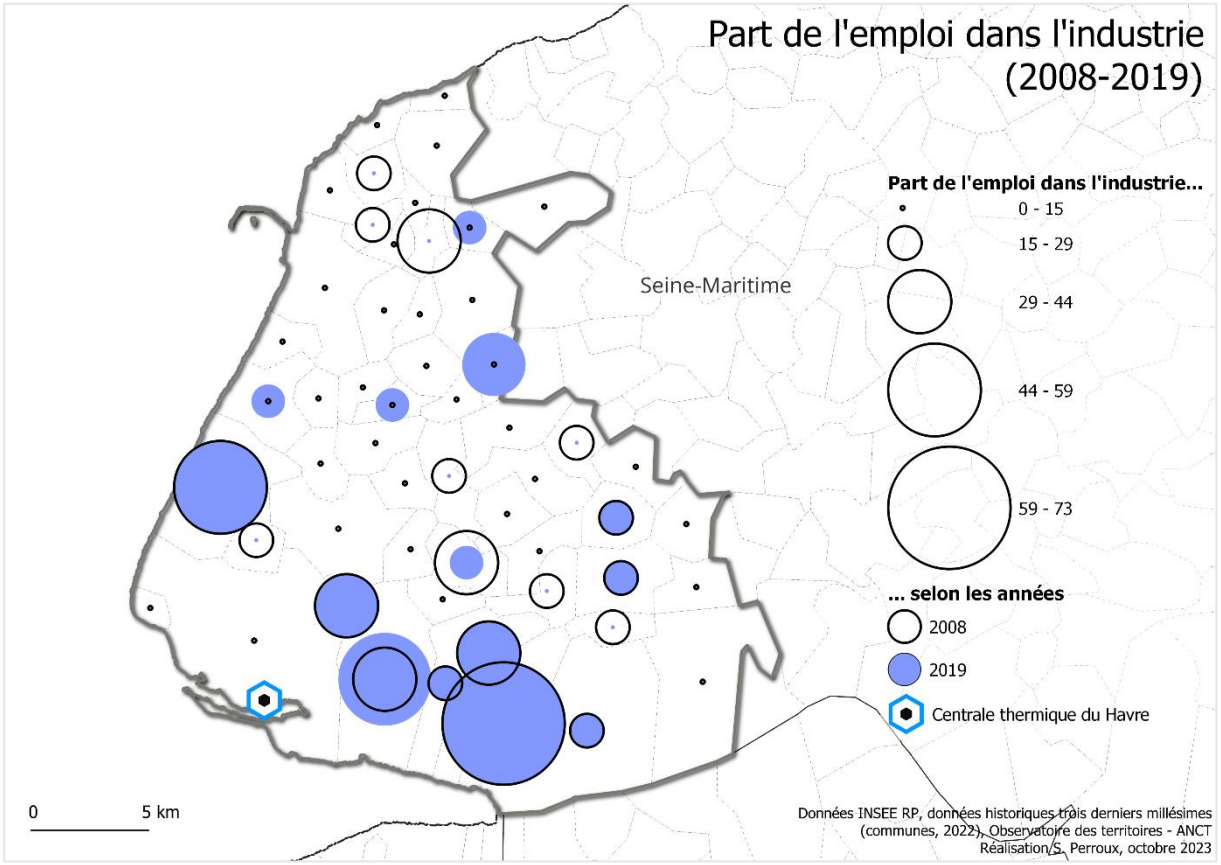
Carte 4. Évolution de la population entre 2008 et 2020, périmètre du pacte territorial du Havre.



Carte 5. Ancienneté d'emménagement des ménages en 2020, périmètre du pacte territorial du Havre.



Carte 6. Taux de chômage des communes en 2020, périmètre du pacte territorial du Havre.



Carte 7. Évolution de la part de l'emploi dans l'industrie entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial du Havre.

« Impossible aussi d'ignorer qu'il s'agit d'une ville maritime : des balises maritimes ornent les ronds-points, les marchés à poisson se succèdent sur les quais et des porte-conteneurs gigantesques défilent à l'horizon. Sans oublier bien évidemment la zone industrialo-portuaire, visible dès que l'on prend de la hauteur. Je me dirige vers l'office de tourisme dans l'optique de trouver des documents relatifs à la centrale thermique mais ne repars qu'avec un plan de la ville. Rien n'indique la présence du site industriel, qui semble avoir déjà été oublié. »

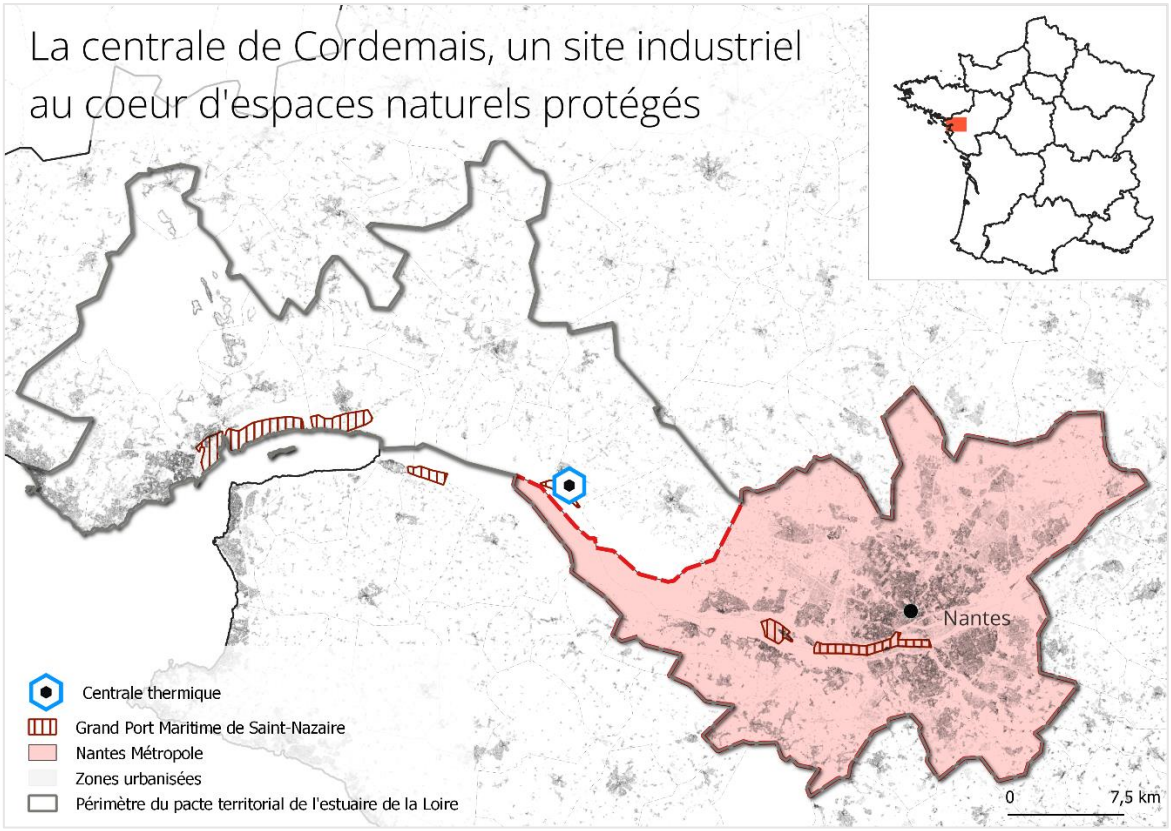
(Extrait du rapport de terrain de juillet 2021).

Située sur le périmètre de la ZIP, la centrale thermique d'EDF se situe à l'interface entre ces deux dynamiques territoriales : d'un côté une zone industrielle très active, de l'autre une zone portuaire en mutation, marquée par l'expansion de ses activités logistiques, économiques et portuaires, et par la reconquête progressive du port par la ville (construction de logements, d'infrastructures ludiques, créatives et culturelles). L'absence de tours aéroréfrigérantes et la présence d'autres installations portuaires de grande taille (grues portuaires) facilitent son intégration dans le paysage havrais (**Photo 2**). La population locale a sur le sujet affirmé son attachement aux deux cheminées de la centrale, qui sont devenues des symboles de l'identité de la métropole grâce aux politiques de valorisation mises en place dans le cadre d'un *Été au Havre* (éclairage lors des événements nationaux et sportifs).

3.2. La centrale de Cordemais, un site industriel au cœur d'espaces naturels protégés

La centrale thermique de Cordemais est implantée dans la Région Pays de la Loire et dans le département de la Loire-Atlantique (**Photo 5**). Elle se situe à équidistance entre la ville de Nantes à l'Est et la ZIP de Nantes-Saint-Nazaire à l'Ouest (25 km), sur les rives de la Loire (**Carte 8**). La vaste superficie du périmètre d'action du pacte territorial de Cordemais et de l'Estuaire de la Loire, qui est notre territoire d'étude, rassemble une grande variété de paysages et de milieux. Des territoires fortement industrialisés à l'embouchure de la Loire au parc naturel régional de Brière plus au Nord, en passant par les plaines agricoles et marécageuses en rive droite de la Loire et jusqu'à la zone densément urbanisée de la métropole de Nantes, tous ces espaces présentent des enjeux de développement extrêmement variés questionnant la cohérence du périmètre du pacte territorial. De manière générale, ce vaste territoire est relativement dynamique avec une évolution démographique positive sur la période 2009-2020 et une population concentrée dans deux pôles : la ville de Nantes (320 000 habitants) et dans une moindre mesure la ZIP de Saint-Nazaire (**Carte 9**). Ils ne présentent toutefois pas les mêmes capacités d'attraction auprès des populations : en 2020, 52% de la population avait emménagé moins de cinq ans auparavant, contre seulement 29% à Saint-Nazaire (**Carte 10**). Ces deux espaces ont par ailleurs la particularité de présenter un taux de chômage légèrement plus élevé que la moyenne nationale (estimé à 8% en 2020), tandis que le reste du territoire étudié présente

un taux de chômage particulièrement faible, atteignant jusqu'à 3,8% dans certaines communes (**Carte 11**).



Carte 8. Localisation de la centrale de Cordemais. Réalisation : S. Perroux, octobre 2023

Fait intéressant, les communes qui présentent le plus haut taux de chômage (La Chapelle-des-Marais, Trignac, Saint-Nazaire et Pornichet à l'Ouest, Saint-Sébastien, Nantes et Rezé à l'Est) sont aussi celles où la part des emplois industriels est la plus faible, avec 5 à 7% des actifs qui travaillent dans ce secteur d'activité (**Carte 12**). Ce territoire a la particularité d'avoir un nombre élevé d'emplois dans l'industrie – malgré de légères diminutions depuis 2008 – non seulement dans les communes proches de la ZIP (45,8% à Montoir-de-Bretagne et 39,4% à Besné), mais aussi au Sud de Nantes (53,8% à Indre et 25,9% à Bouguenais) et près de la centrale thermique (62,1% à Malville et 35,8% à Cordemais). Nombre de ces communes sont donc dépendantes des activités industrielles du territoire. Développée à partir du milieu du XIXe siècle pour décharger le port saturé de Nantes face à l'augmentation du trafic maritime, la ZIP de Saint-Nazaire compte en 2019 près de 522 établissements dont 68% dans les activités non maritimes (raffinerie, terminaux méthanier et charbonnier, centrale à gaz, services aux industries, etc.) et constitue une plaque tournante des flux d'énergies fossiles en raison de « *l'intégration historique d'infrastructures énergétiques de grande capacité* » (Tanguy, 2019, p. 178).



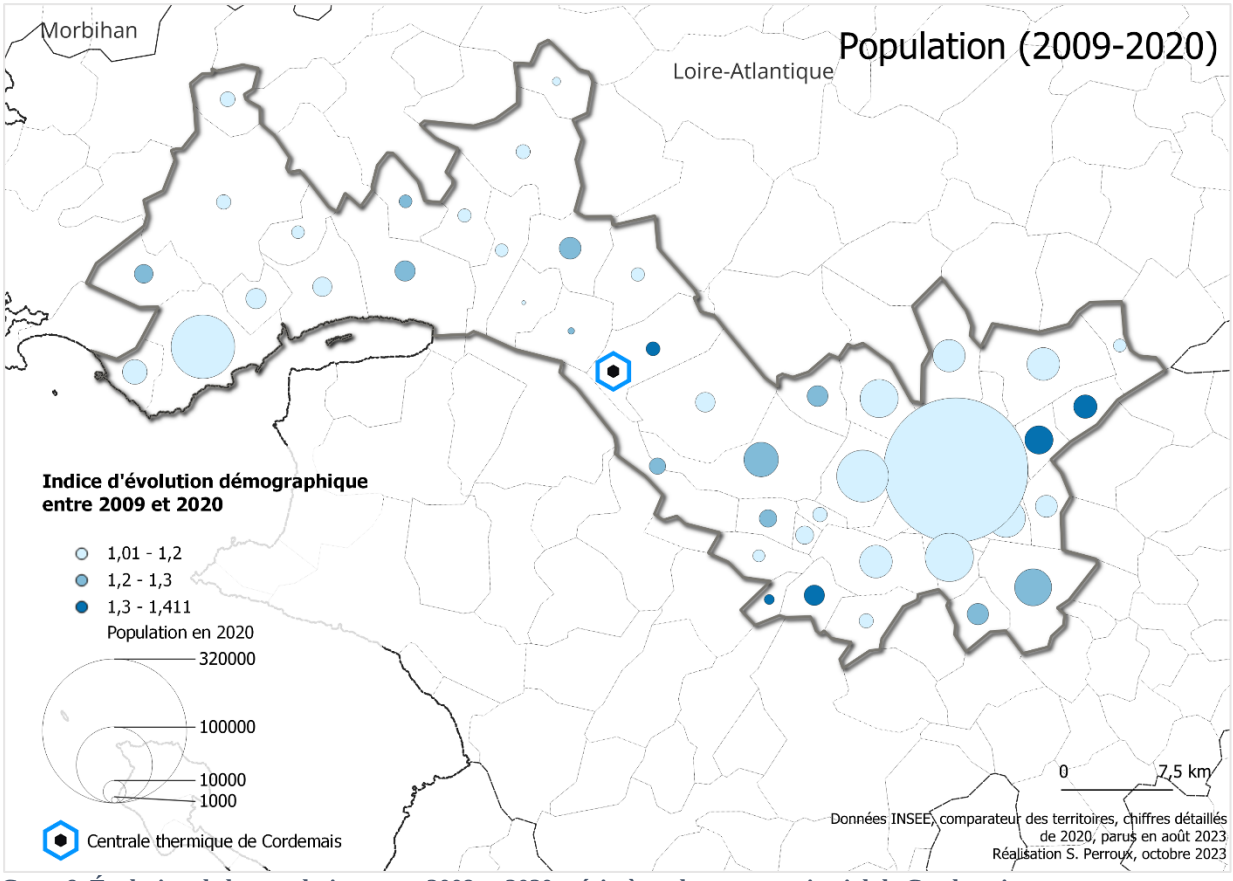
Photo 5. Vue de la centrale thermique de Cordemais depuis la rive gauche de la Loire, juillet 2021.



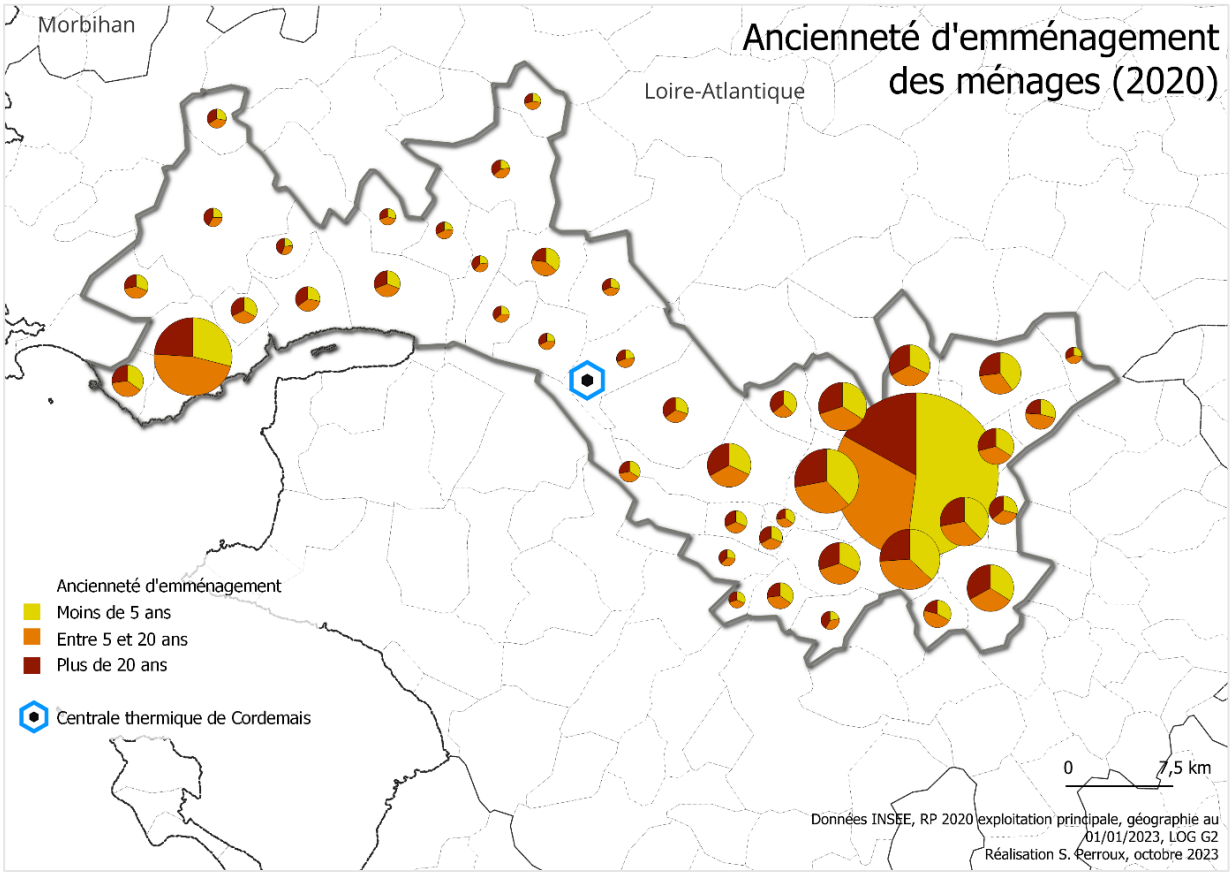
Photo 6. Le territoire d'implantation de la centrale thermique de Cordemais entre zones protégées et territoires agricoles, juillet 2021.



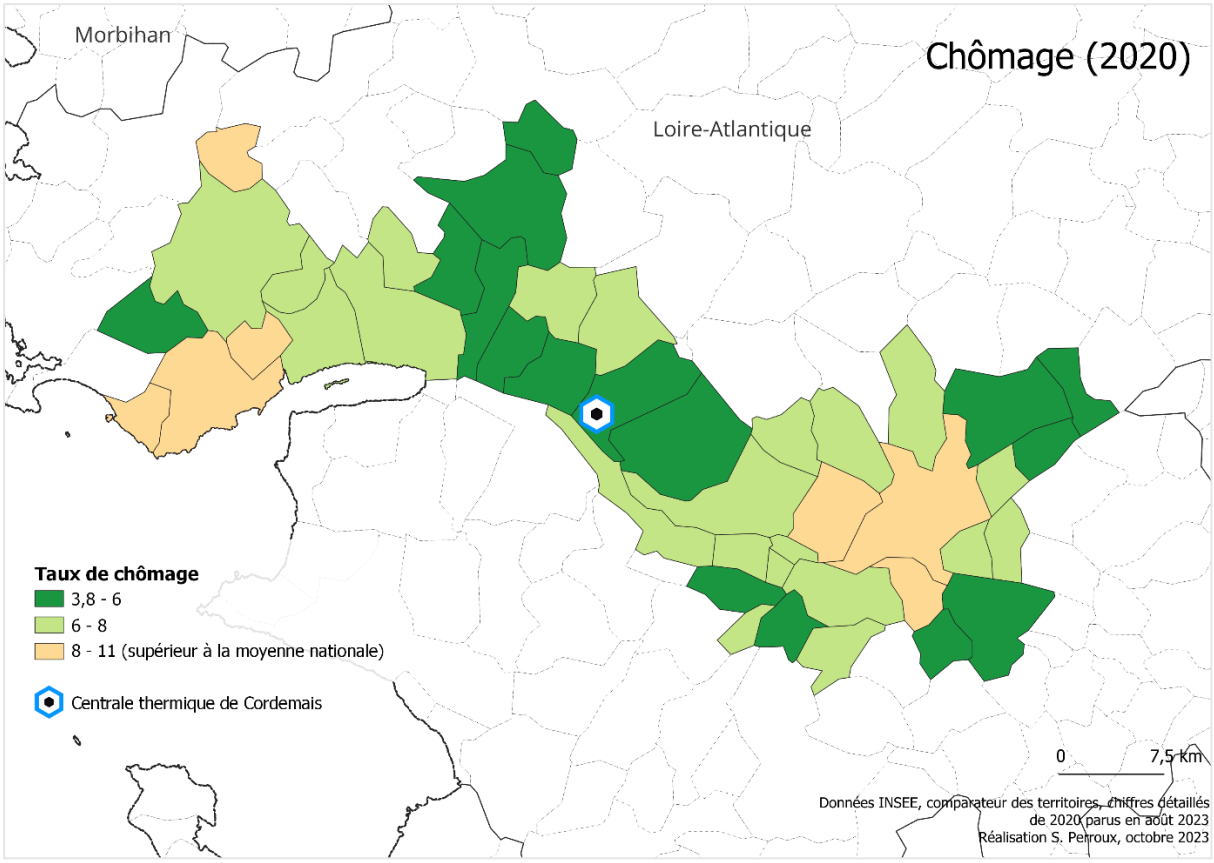
Photo 7. Vue de la centrale thermique depuis la ville de Cordemais, juillet 2021.



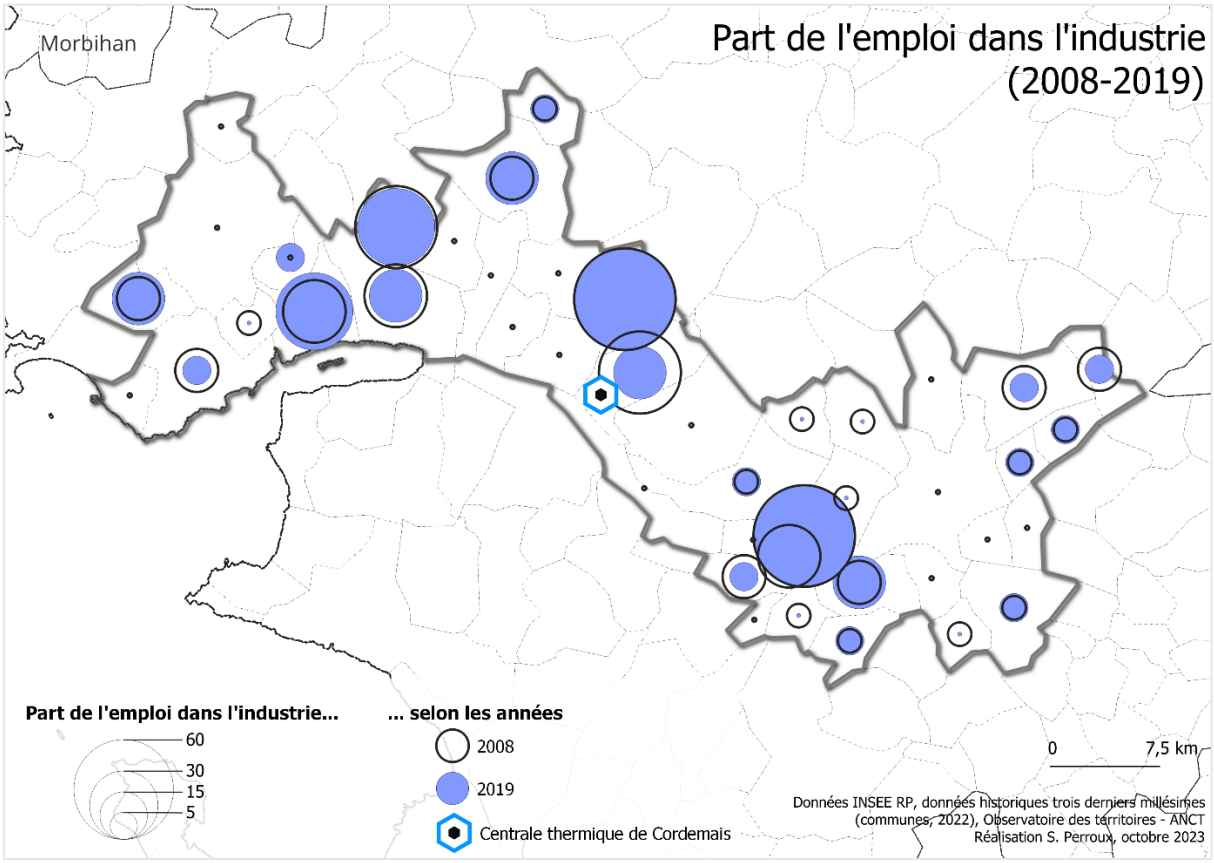
Carte 9. Évolution de la population entre 2008 et 2020, périmètre du pacte territorial de Cordemais.



Carte 10. Ancienneté d'emménagement des ménages en 2020, périmètre du pacte territorial de Cordemais.



Carte 11. Taux de chômage des communes en 2020, périmètre du pacte territorial de Cordemais.



Carte 12. Évolution de la part de l'emploi dans l'industrie entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial de Cordemais.

Au sein de ce territoire, la centrale thermique d'EDF se situe sur la commune de Cordemais, qui comptait en 2020 près de 3 800 habitants. Son environnement se caractérise par un milieu à dominante agricole (maïs, blé) et naturel : le réseau hydrographique important explique la présence de nombreux marais, qui prennent la forme de prairies permanentes dans le paysage (**Photo 6**). Ces espaces naturels font l'objet de protections réglementaires avec un classement en sites Natura 2000 ou encore en Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF). Le terrain relativement plat et l'absence d'autres bâtiments de haute taille confèrent à la centrale thermique une forte empreinte paysagère, en dépit de l'absence de tours aéroréfrigérantes (**Photo 7**).

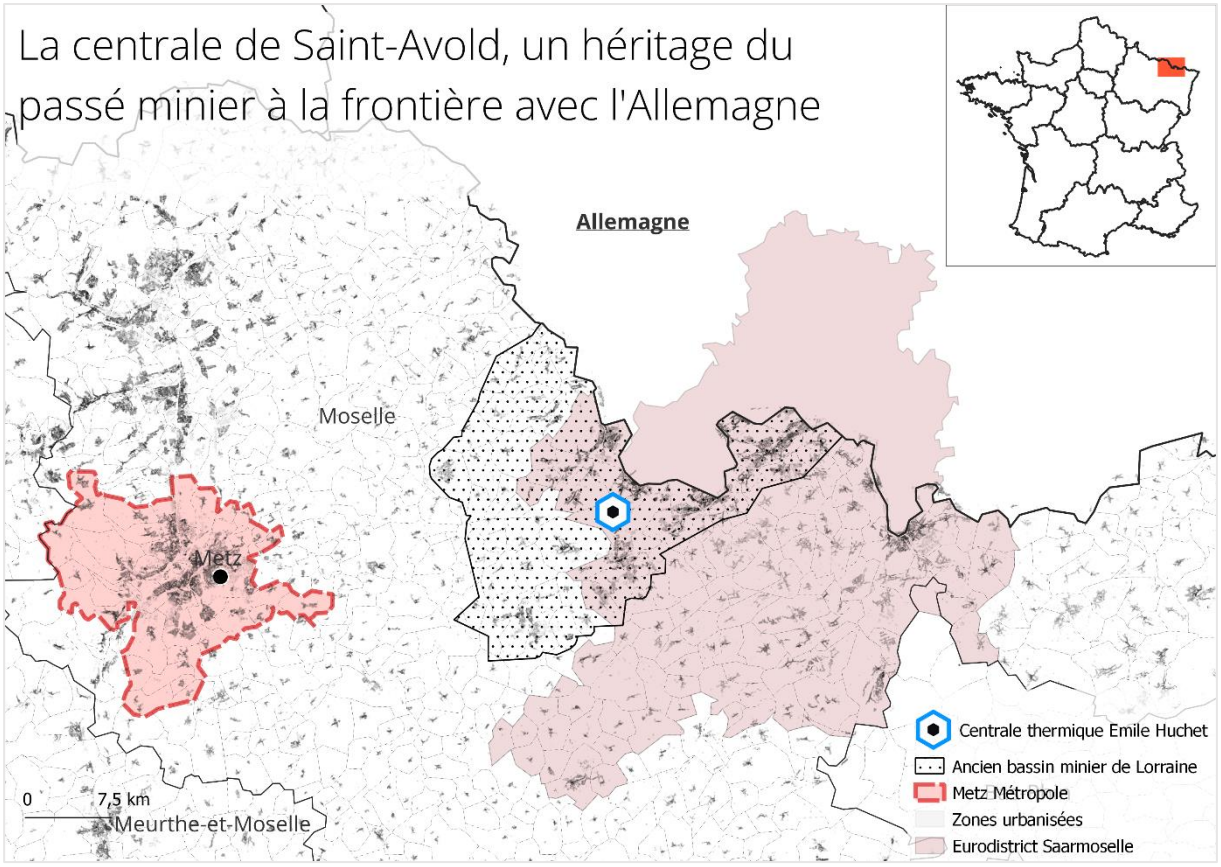
> *« Je remonte une des rues principales et vois graduellement apparaître à l'horizon une cheminée rouge et blanche. Chaque mètre que je fais semble me dévoiler une nouvelle partie de la centrale : une cheminée, la deuxième, le bâtiment principal abritant l'alternateur et la chaudière… Et partant du site, des dizaines de câbles électriques dans toutes les directions, qui se croisent et s'entrecroisent, s'emmêlent et s'enchevêtrent au-dessus de ma tête. Le fourmillement de l'électricité s'accentue alors que je passe à côté d'un poste RTE et je médite sur l'omniprésence visuelle et sonore de ces installations. Toutes les maisons de la ville semblent avoir la centrale dans leur champ de vision. »*
>
> (Extrait du rapport de terrain de juillet 2021).

Au-delà des aspects paysagers, l'intégration de la centrale dans le territoire nantais est facilitée par les retombées économiques qu'elle a entraînées pendant de nombreuses années, autant en matière d'emplois (370 en 2019) qu'en termes de retombées fiscales. Par ailleurs, la poursuite de l'activité industrielle et la reconversion à venir du site ont été préparées en amont au niveau politique par la tenue d'une concertation publique sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) en avril 2018. Il avait ainsi été discuté des aspects sociaux et techniques de la production d'énergie sur le territoire de la commune de Cordemais. Anticipant la signature du pacte territorial deux ans plus tard, l'événement avait été l'occasion pour les pouvoirs publics d'affirmer leur volonté de maintenir la vocation industrielle du site. On retrouve les traces de ce positionnement sur le site de la mairie de Cordemais, qui décrit la centrale comme « *inhérente à Cordemais, en témoigne la volonté de préserver l'environnement tout en pérennisant son activité* ».

3.3. La centrale de Saint-Avold, un héritage du passé minier à la frontière avec l'Allemagne

La centrale thermique de Carling-Saint-Avold (nommée centrale Emile Huchet) est implantée en Région Grand Est, dans le département de la Moselle et à 35 km à l'Est de la métropole de Metz. À la différence des territoires d'implantation des centrales du Havre et de

Cordemais, la centrale thermique mosellane est située au cœur de ce qui fut le bassin houiller lorrain, jusqu'à la fermeture de la dernière mine française en 2004 à la Houve (**Carte 13**).



Carte 13. Localisation de la centrale de Saint-Avold. Réalisation : S. Perroux, octobre 2023

Ce passé minier a fortement marqué le territoire local, qui conserve dans son paysage un grand nombre d'infrastructures issues de l'exploitation du charbon (chevalements, puits de mine, centrale, cités minières, terrils) ou des marqueurs spatiaux y faisant référence (toponymes, sculptures, peintures murales, musées) (**Photo 10**).

> *« Je continue mon excursion dans l'ancien bassin minier de Lorraine et découvre partout sur mon chemin l'histoire de ce territoire. Sur la commune de l'Hôpital, une fresque représentant des mineurs s'étale le long de la façade. Un peu plus loin, des bâtiments industriels en brique rouge sont laissés dans leur état d'abandon, témoins muets d'un passé minier à présent révolu. Dépassant entre deux collines, en bas de la vallée, trois chevalements ressortent tels des géants d'acier, deux d'entre eux sont aujourd'hui classés au patrimoine. Je traverse de nombreuses anciennes cités minières et croise à l'entrée des villes des références à cette histoire commune (wagons, sculpture…). À tous ces marqueurs spatiaux s'ajoute la toponymie des villes, rues, avenues et bâtiments, qui participe à retranscrire l'identité des lieux. »*
>
> (Extrait du rapport de terrain de juillet 2021)



Photo 8. La centrale thermique "Emile Huchet" de Saint-Avold, juin 2023.



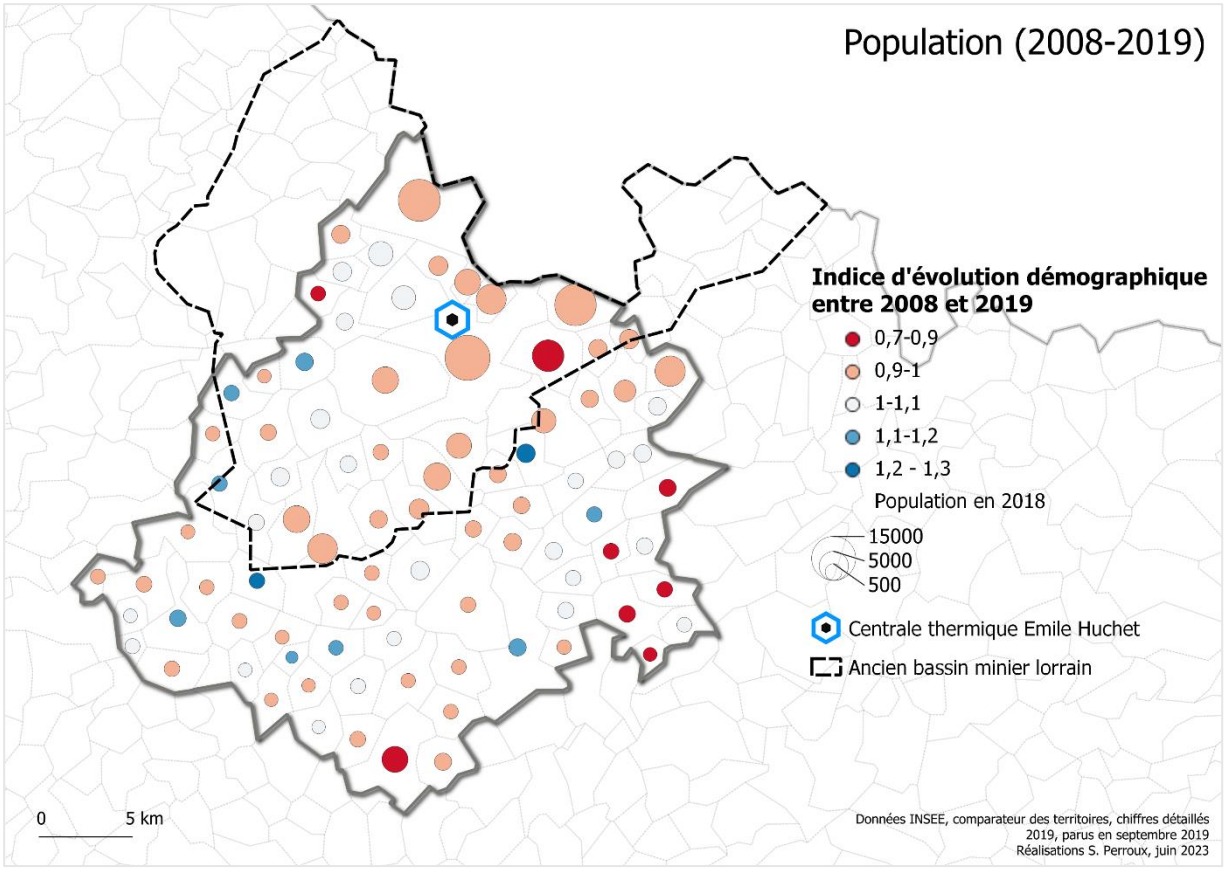
Photo 9. Vue aérienne de la centrale Emile Huchet, avec en arrière-plan la plateforme de Carling. Photo de G. Friedrich prise en octobre 1971. Source : Fonds photo Lorrain.



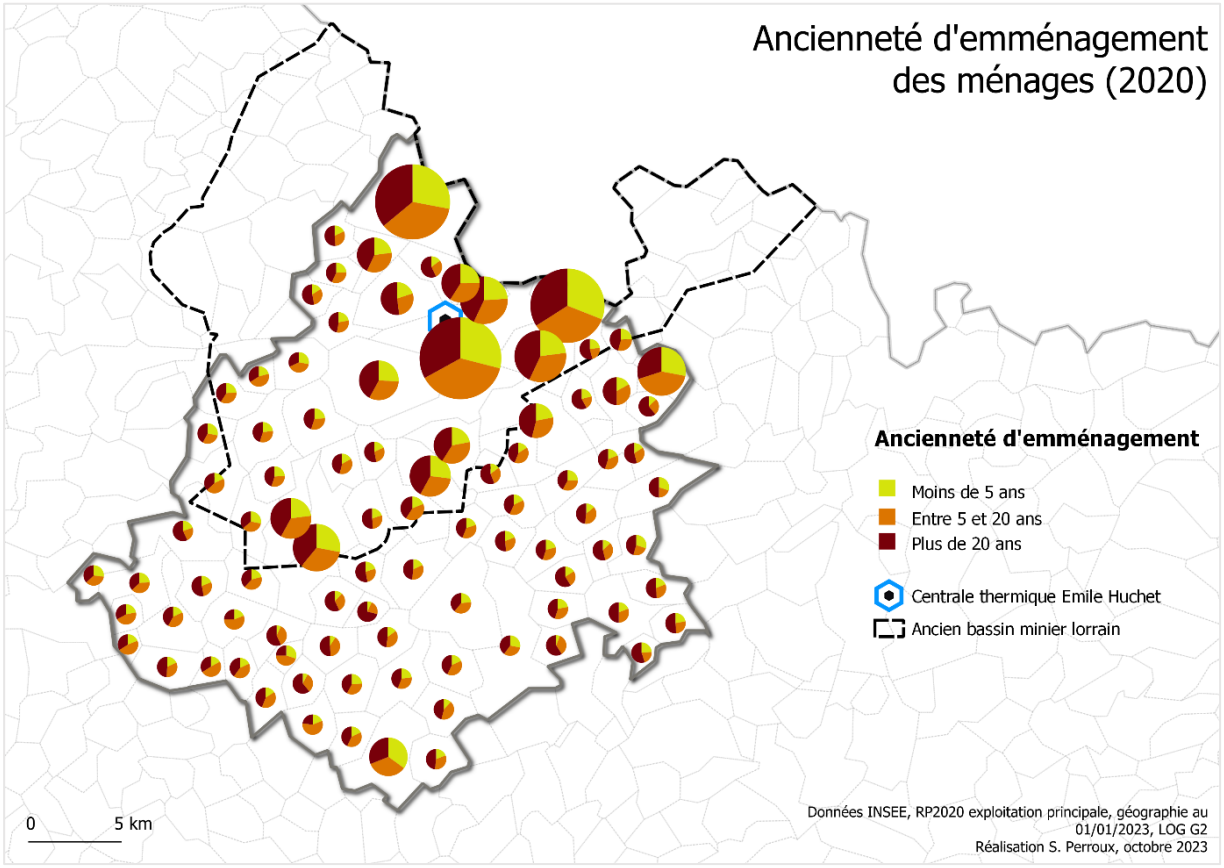
Photo 10. Monument du mineur à Forbach, juin 2023.



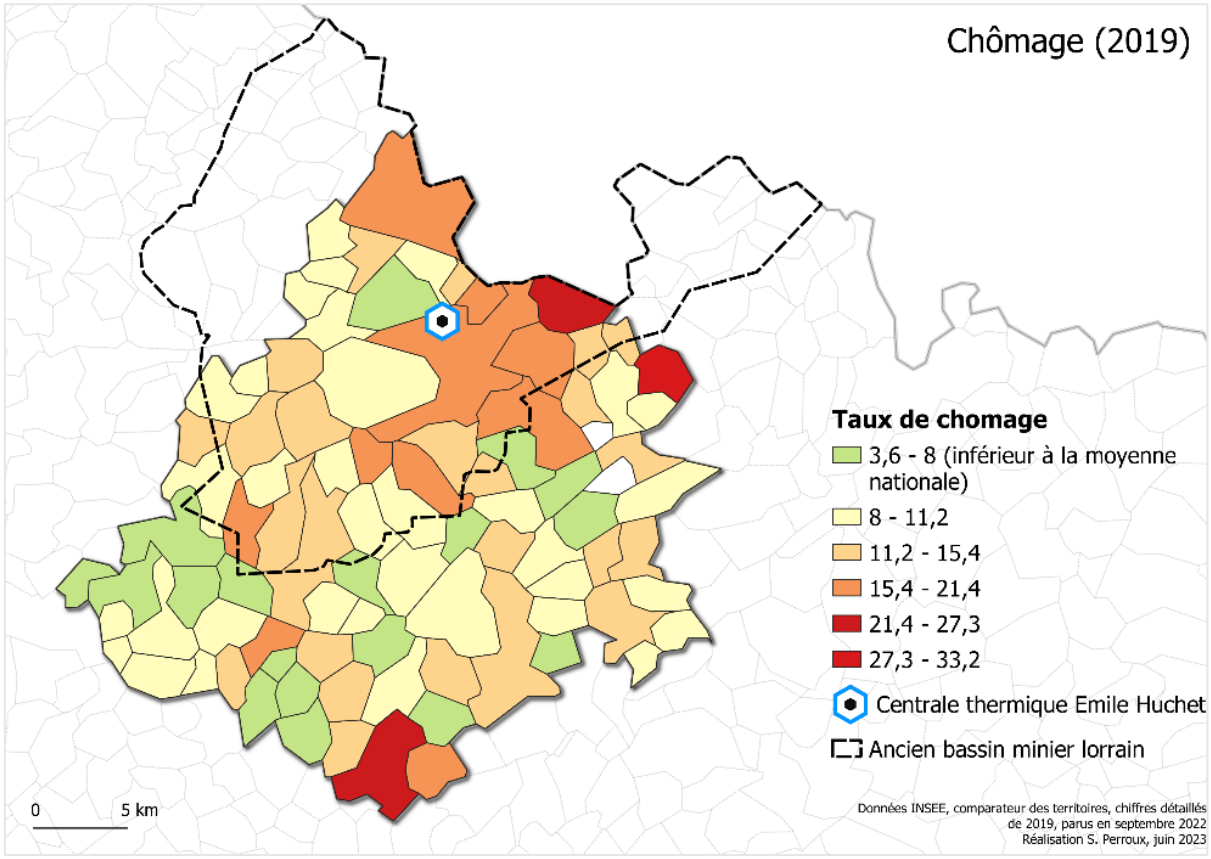
Photo 11. Vue depuis la centrale thermique de Saint-Avold. En premier plan, le parc à charbon et à cendres et les forêts protégées. En arrière-plan, les parcs éoliens allemands, juin 2023.



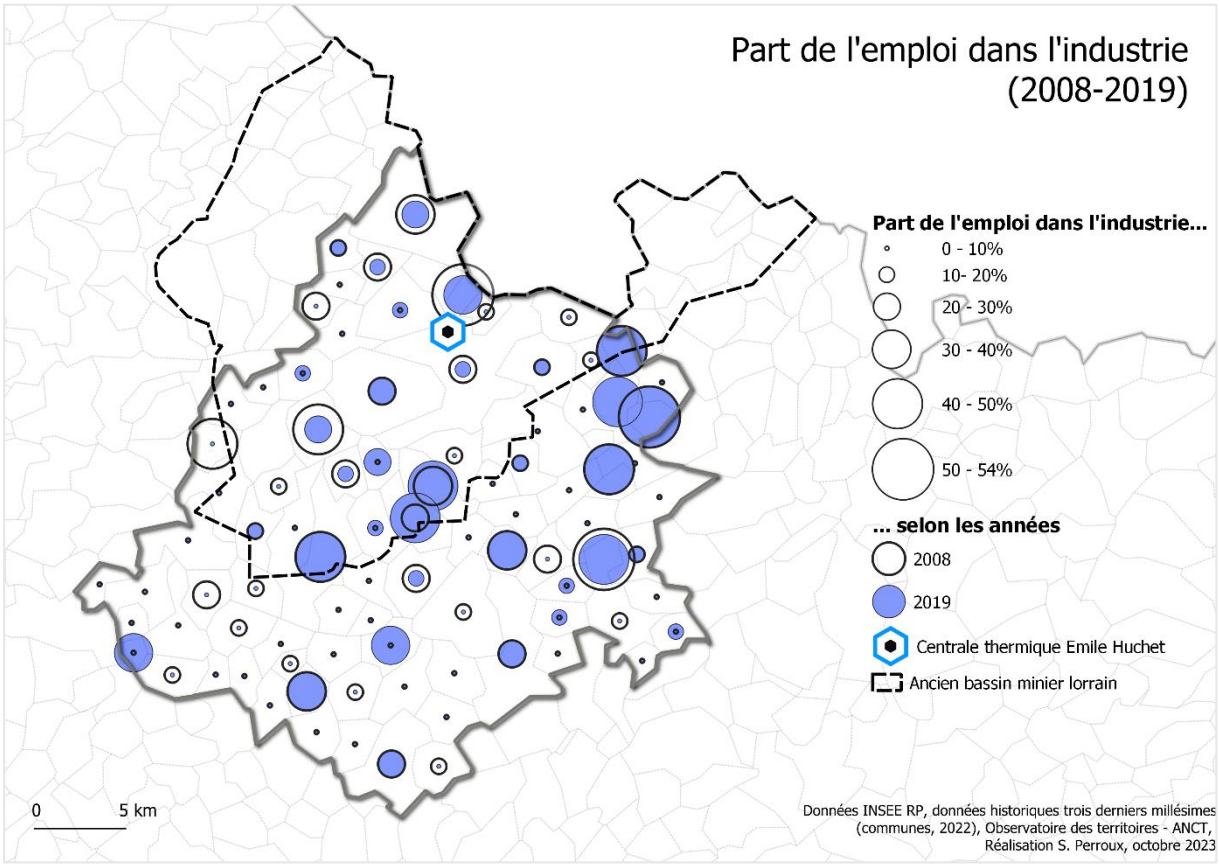
Carte 14. Évolution de la population entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial de Saint-Avold.



Carte 15. Ancienneté d'emménagement des ménages en 2020, périmètre du pacte territorial de Saint-Avold.



Carte 16. Taux de chômage des communes en 2020, périmètre du pacte territorial de Saint-Avold.



Carte 17. Évolution de la part de l'emploi de l'industrie entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial de Saint-Avold.

Outre ces « héritages matériels », ce territoire industriel dispose aussi d'un « capital social » [162] construit autour de l'exploitation de la mine et qui a souffert de la désindustrialisation au début des années 2000. Le profil démographique de ce territoire révèle ainsi de forts contrastes entre les communes appartenant à l'ancien bassin minier et les communes en périphérie. En matière d'évolution démographique tout d'abord (**Carte 14**), les communes au nord de notre périmètre d'étude présentent un léger recul démographique, entamé dès les années 1990, particulièrement marqué au niveau des communes les plus peuplées que sont Creutzwald, Saint-Avold et Freyming-Merlebach (environ 15 000 habitants en 2018). Contrairement aux communes plus agricoles et moins peuplées au sud du bassin, ces villes conservent cependant une certaine capacité d'attraction de nouvelles populations, avec respectivement 28%, 38% et 31% des habitants de ces trois villes qui ont emménagé moins de cinq ans avant 2020 (**Carte 15**). En raison de la désindustrialisation, le territoire montre un taux de chômage élevé, tout particulièrement dans l'ancien bassin minier où ce taux atteint 22% à Freyming-Merlebach et jusqu'à 32% à Farébersviller, à l'Est du périmètre d'étude (**Carte 16**). La seule commune affichant un taux de chômage inférieur à la moyenne nationale (8%) est celle de Carling sur laquelle est implantée une plateforme pétrochimique sur le site de l'ancienne cokerie. Après 100 ans d'activité industrielle, le site de 53 ha – dont le foncier est géré par l'Établissement Public Foncier du Grand Est (EPFGE) – accueille l'association Chemesis qui regroupe les industriels locaux, regroupés au sein d'une même plateforme (**Photo 9**). Sur cette commune spécifiquement, la part de l'emploi dans l'industrie a paradoxalement connu une forte diminution, passant de 52% en 2008 à 36% en 2019 (**Carte 17**). Le même phénomène s'observe dans la majorité des communes à l'Ouest du périmètre d'action du pacte territorial du Warndt Naborien, tandis que les communes à l'Est conservent voire augmentent leur nombre d'emplois industriels, comme à Folschviller (35 à 49% sur la même période) et Teting-sur-Nied (28 à 49%). De manière générale, ce territoire de 90 communes se caractérise par un recul démographique généralisé et une faible croissance économique en dépit de l'orientation industrielle des activités, ce qui amène les pouvoirs publics à composer avec d'importants besoins en matière d'emplois.

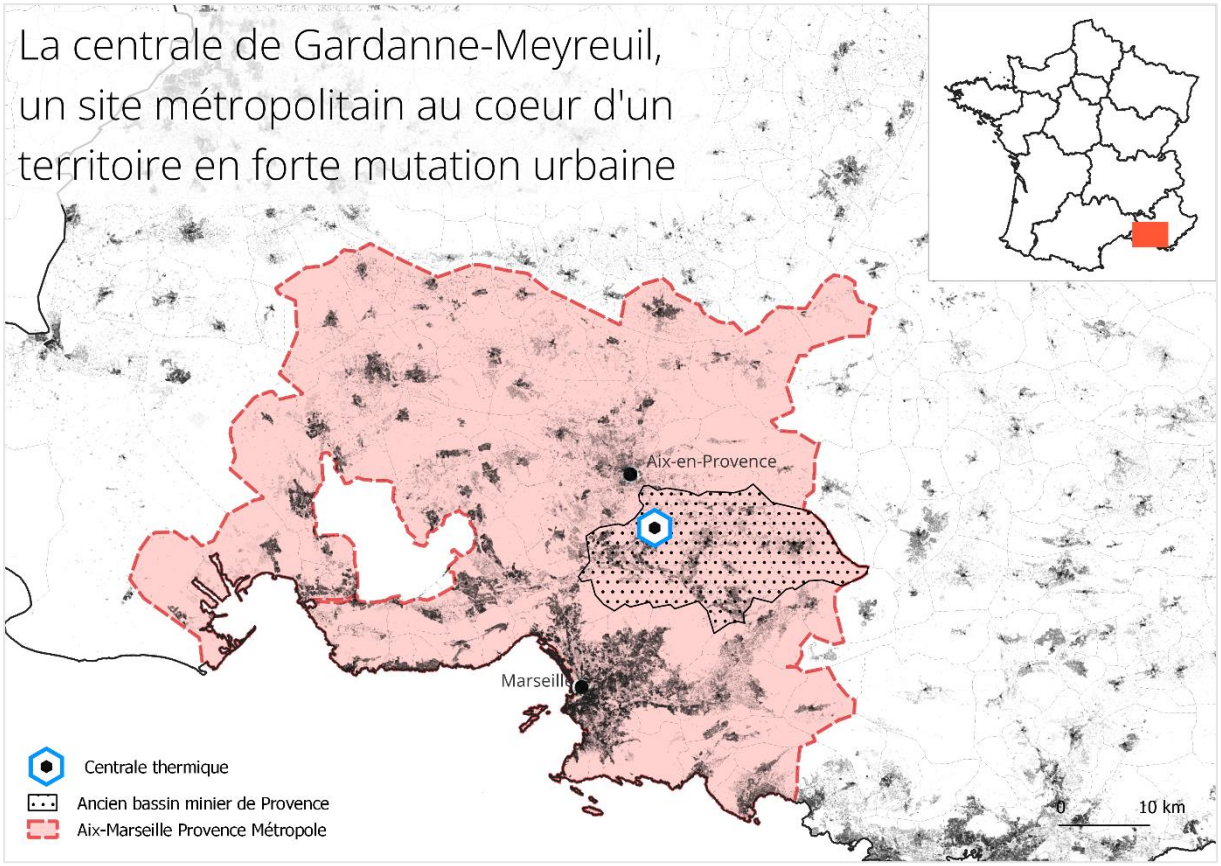
Le recoupage du périmètre de l'ancien bassin minier avec celui de mise en œuvre du pacte territorial marque une autre différence, cette fois-ci concernant la caractérisation des milieux : tandis que les communes au sud sont majoritairement agricoles, les anciens territoires miniers présentent une forte dominante forestière (**Photo 11**). Il s'agit de forêts protégées, classées par un décret d'avril 1989 pour les préserver du déboisement, du défrichement et de l'extraction de matériaux (en réaction des prélèvements massifs effectués pour les activités minières). En conséquence, la biomasse locale ne constitue qu'une ressource limitée pour une éventuelle production énergétique et industrielle. Le territoire d'implantation de la centrale

[162] Commissariat Général à l'Égalité des Territoires. (2018). « Regards croisés sur les territoires industriels, pour un dialogue entre fonction économique, capital social et héritage matériel », *La documentation française*, pp. 57

Emile Huchet a par ailleurs la particularité d'être situé à la frontière avec l'Allemagne et de partager avec elle une histoire commune (Gras, 2009), ce qui participe à entretenir une double culture locale. La proximité immédiate (à 3 kilomètres) d'activités sidérurgiques et d'autres industries lourdes de l'autre côté de la frontière, dans la région de la Sarre, favorise le maintien d'une culture énergétique et industrielle locale. Les discours véhiculés par les politiques sur « l'unité géographique » de cet espace frontalier et le fait de bénéficier d'une frontière « ouverte » (Hamman, 2004) font que l'industrie n'a pas totalement disparu du paysage, facteur important à prendre en compte dans l'intégration de nouveaux projets industriels. Pour finir, l'intégration de la centrale dans le paysage est facilitée par la topographie particulière du territoire : les nombreuses collines et les reliefs qui entourent le site ont tendance à limiter l'impact visuel de la centrale.

3.4. La centrale de Gardanne-Meyreuil, un site industriel au cœur d'un territoire métropolitain en mutation urbaine

La centrale thermique de Gardanne-Meyreuil, aussi appelée centrale thermique de Provence, est implantée dans la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et dans le département des Bouches-du-Rhône (**Carte 18**). Tout comme au Havre, la centrale est située sur un espace métropolitain, en étant au cœur d'Aix-Marseille Provence Métropole. Elle se trouve à proximité immédiate de la ville d'Aix-en-Provence (147 000 habitants en 2020) et de Marseille (870 000 habitants), les deux pôles urbains de cette métropole. Le périmètre d'étude est encadré par deux reliefs : au Nord la montagne Sainte Victoire et au Sud la Chaîne de l'Étoile. Sa localisation géographique très favorable, la proximité de grandes infrastructures de transport (aéroport, gare TGV, port maritime, autoroute), le climat, le paysage provençal et le plus faible coût du foncier (en comparaison des deux pôles) font du territoire d'implantation de la centrale un espace relativement attractif pour de nouvelles populations. Celle-ci connaît ainsi une légère augmentation sur l'ensemble des 17 communes du périmètre d'étude, à l'exception de Mimet (**Carte 19**). Cette augmentation ne permet cependant pas de justifier un réel renouvellement démographique, comme cela a pu être mentionné lors de nombreux entretiens avec les acteurs locaux : la part des emménagements de moins de cinq ans est en effet similaire à celle des autres territoires étudiés, c'est-à-dire qu'elle concerne environ un tiers de la population locale (**Carte 20**).



Carte 18. Localisation de la centrale de Gardanne-Meyreuil. Réalisation : S. Perroux, octobre 2023

Une différence majeure réside toutefois dans le niveau de qualification des nouvelles populations, qui tend à augmenter avec l'arrivée de cadres et professions intellectuelles supérieures. Sur la période allant de 2009 à 2020, on observe ainsi dans cette catégorie socio-professionnelle une augmentation de 21,1% sur la commune de Meyreuil, de 30% à Gardanne et de 32,1% à Mimet[163]. Ce territoire devient donc de plus en plus attractif pour des populations de cadres, qui ont les moyens d'investir dans des propriétés individuelles, contribuant dès lors au phénomène d'étalement urbain que l'on observe sur ces communes (**Photo 12**). Ces populations travaillent majoritairement en-dehors de leur commune de résidence et commutent dans la journée, motivées par le cadre de vie plus attractif dans l'ancien bassin miner de Provence. Elles témoignent dès lors des mutations urbaines et démographiques que ce territoire connaît depuis une dizaine d'années.

De manière générale, le taux de chômage est faible sur l'ensemble du territoire (**Carte 21**) avec un taux plus faible sur les communes de Belcodène (5%) et de Fuveau (5,9%) et légèrement plus élevé à Trets (9,5%). Le territoire dispose donc d'une population active importante, malgré un gros pourcentage de populations retraitées notamment à Rousset (24,8%), Gardanne (25%), Bouc-Bel-Air (27,9%) ou encore Mimet (33,5%). Enfin, la part de l'emploi dans l'industrie révèle en transparence le rôle qu'a joué ce secteur d'activité dans le

[163] Insee, RP2020 exploitation complémentaire, géographie au 01/01/2023, dossiers complets des communes.

développement du territoire. L'exploitation de la lignite a commencé dès le XVe siècle à l'Est du bassin minier de Provence avant de connaître un déplacement progressif vers l'Ouest avec l'industrialisation des techniques (Autran et al., 2014). Comme à Saint-Avold, les traces de ce passé minier se retrouvent encore dans le paysage à travers les puits, les chevalements, les terrils (**Photo 14**) et toutes les formes spatiales de patrimonialisation de cet héritage (sculptures, fresques, toponymes, musées, monuments aux morts, etc.).

À partir du milieu du XXe siècle, le charbon est utilisé pour la production d'électricité grâce à la construction de la centrale thermique de Provence par les CDF, les trois unités initiales de production étant remplacées dans les années 1980 par deux autres unités de plus forte puissance installée. La crise du charbon national et la volonté de reconvertir le bassin miner de Provence ont par la suite mené à l'implantation d'industries de pointe dans les technologies de la micro-électronique à Rousset (J. Garnier & Zimmermann, 2006, p. 228), dynamique qui s'est renforcée au début des années 2000 avec l'arrivée de nouvelles industries et l'augmentation du nombre d'embauches (Rychen & Zimmermann, 2001). En 2023, le fabricant de semi-conducteurs STMicroelectronics embauche près de 3 000 personnes et prévoit de s'agrandir encore avec la création dans la zone industrielle d'un centre européen de tests de plaquettes de silicium[164]. Cette commune constitue donc un pôle majeur dans la recherche et la fabrication de puces électroniques, de telle sorte que près de 46,7% de la population active de la commune travaille dans l'industrie en 2019, avec un rayonnement sur les communes limitrophes (**Carte 22**). Une diminution s'observe néanmoins sur l'ensemble de l'ancien bassin minier, avec huit communes concernées par la perte d'emplois dans ce secteur d'activité.

Entre milieux naturels et agricoles, zones industrialo-portuaires, territoires forestiers en déprise économique et espaces métropolitains en mutation urbaine, nous sommes là en présence d'une grande diversité de profils territoriaux se distinguant par leurs paysages, leurs histoires industrielles et leurs situations socio-démographiques. Les spécificités de ces territoires préfigurent les enjeux relatifs à la territorialisation des processus de transition industrielle et énergétique.

[164] Les Nouvelles Publications, « STMicroelectronics veut créer un Centre européen de tests à Rousset », 17 mars 2023.



Photo 12. La centrale thermique de Gardanne-Meyreuil et son intégration dans le tissu urbain, mai 2023.



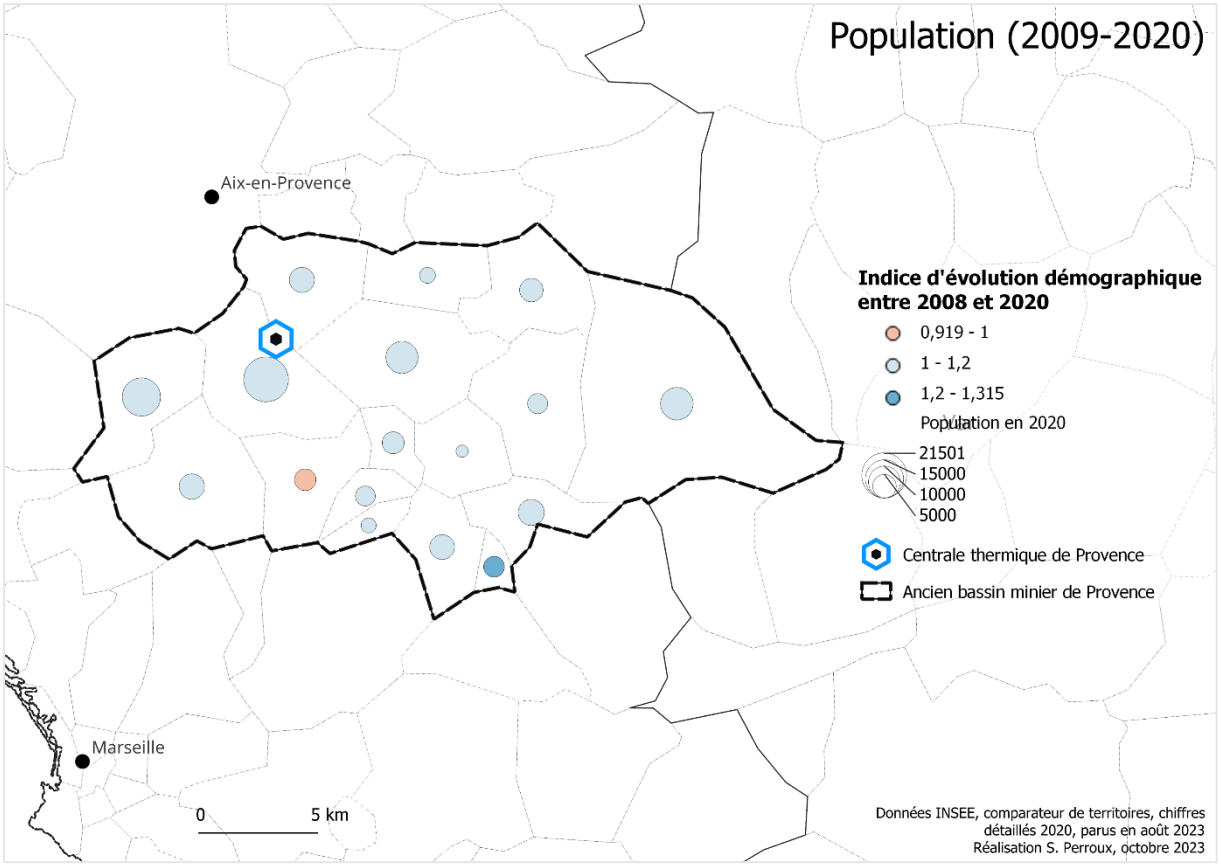
Photo 13. Banderole de mobilisation des salariés contre l'arrêt de la centrale thermique de Gardanne-Meyreuil, juillet 2021.



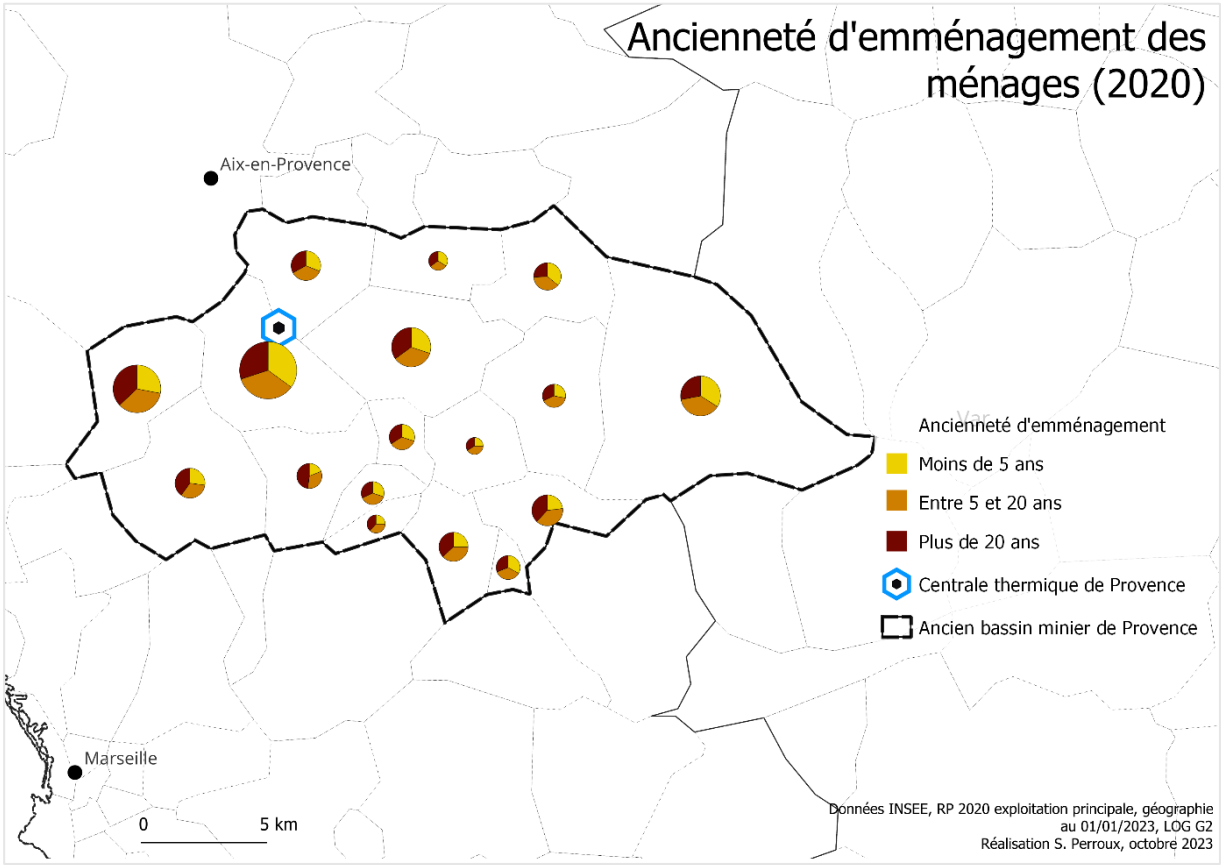
Photo 14. Les terrils de Bramefan vus depuis la ville de Gardanne, juillet 2021.



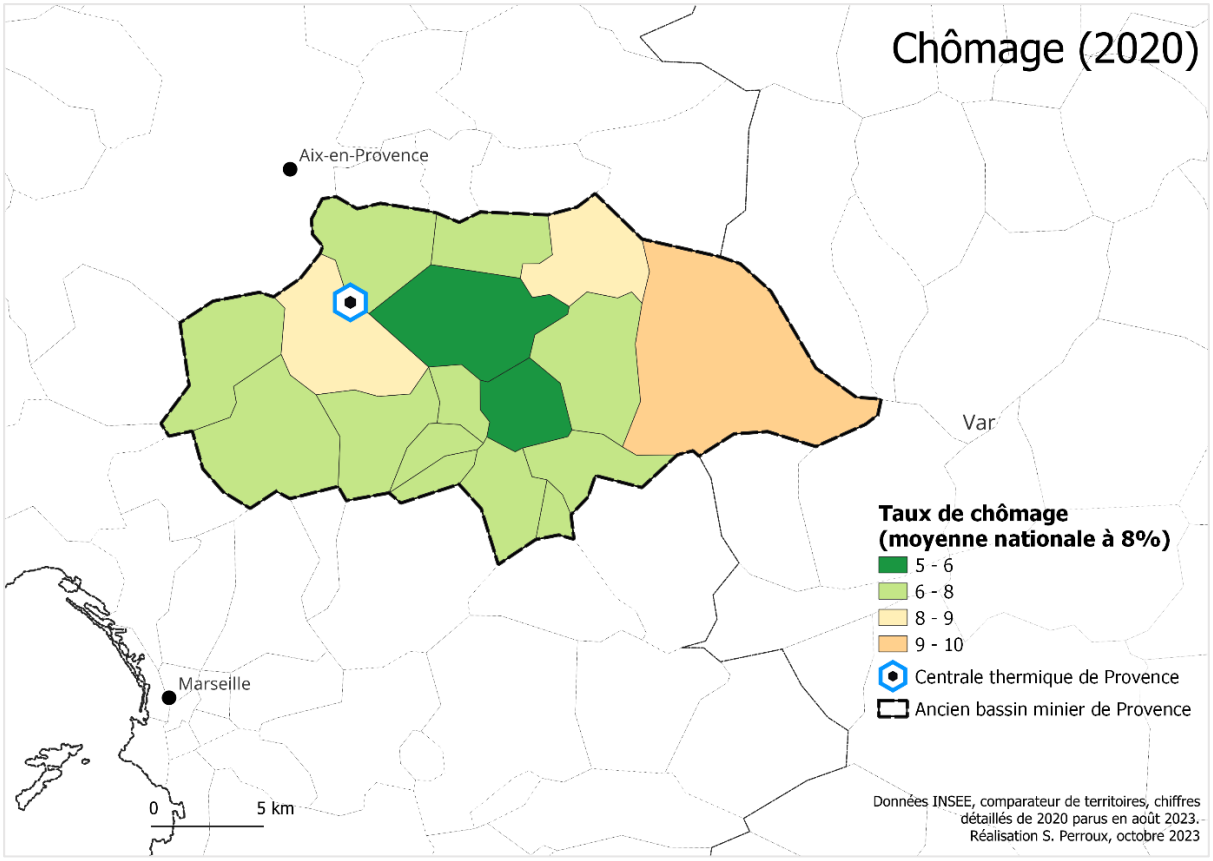
Photo 15. L'usine d'alumine au cœur de la ville de Gardanne, octobre 2020.



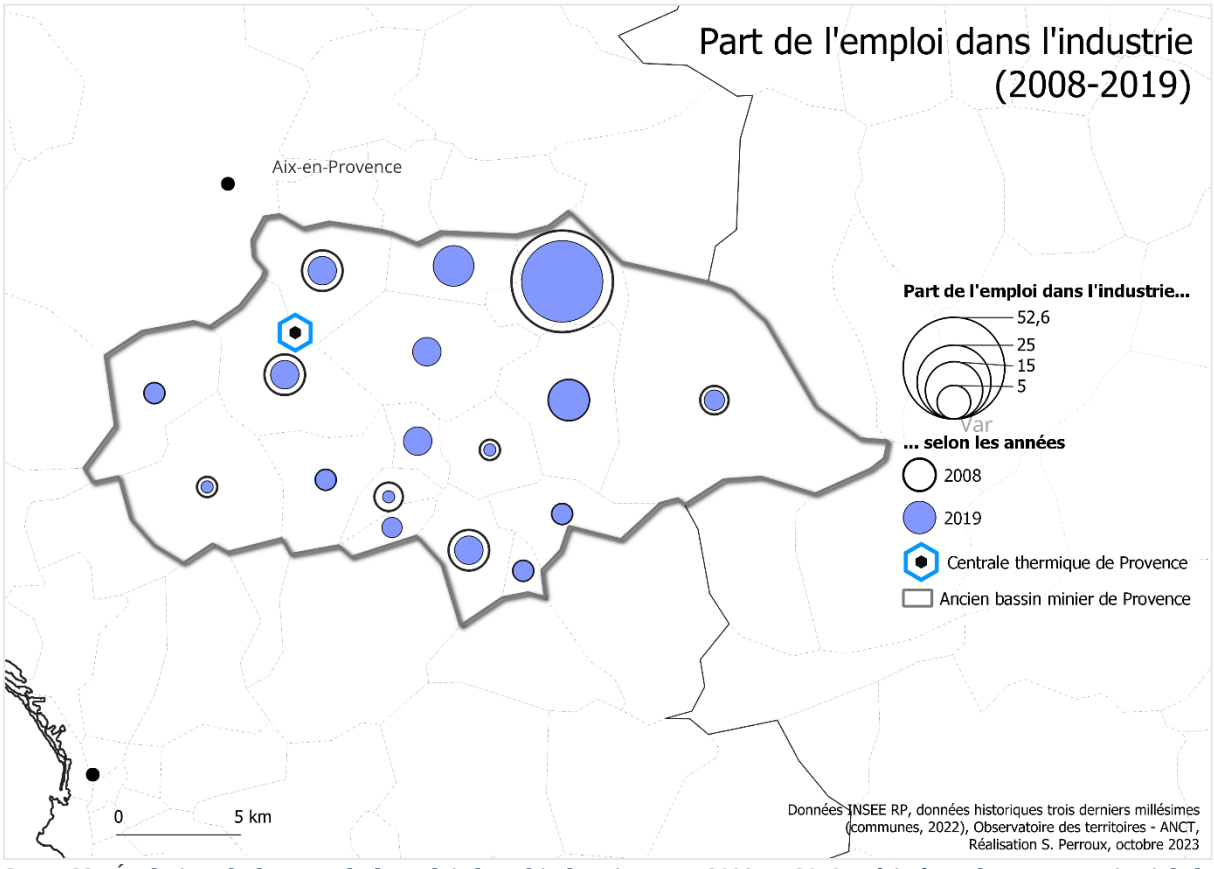
Carte 19. Évolution de la population entre 2008 et 2020, périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil.



Carte 20. Ancienneté d'emménagement des ménages en 2020, périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil.



Carte 21. Taux des chômage des communes en 2020, périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil.



Carte 22. Évolution de la part de l'emploi dans l'industrie entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil.

Conclusion du chapitre 5

Alors que la priorité était donnée depuis quelques années à la « décarbonation » des systèmes productifs, la crise énergétique de 2022 a ajouté une nouvelle variable à l'équation complexe qu'est la transition énergétique : assurer la sécurité d'approvisionnement par la souveraineté du territoire national. À la suite de la réouverture du site de Saint-Avold, la décision de fermer les centrales à charbon interroge sur la question de la temporalité de la transition énergétique, qui n'impose pas seulement de modifier les sources d'approvisionnement ou de réduire la consommation et la production d'énergie mais implique aussi de trouver des relais énergétiques. Ceux-ci doivent faire le lien entre, d'une part, des installations de production jugées polluantes et qui arrivent au terme de leur durée de fonctionnement, et d'autre part, de nouvelles infrastructures qui proposent dans l'idéal les mêmes services énergétiques (capacité installée, type de fonctionnement, temps au démarrage, etc.). La question se pose alors de savoir si l'échéance de 2022 et la volonté de reconversion industrielle des sites ont été suffisantes pour assurer ce relai sur le réseau électrique et trouver de nouveaux projets pour engager ces territoires vers un avenir post-charbon. Partant de là, les trajectoires de développement choisies par les acteurs locaux doivent se faire les témoins du rôle de la reconversion industrielle dans la mise en œuvre de la transition énergétique.

La volonté de mettre un terme à la production d'électricité issue du charbon est aussi une décision politique prise au niveau national indépendamment de la diversité des territoires d'implantation, de leur histoire et de leurs profils socio-démographiques. Peu de considération a aussi été portée aux temporalités de l'action publique : au-delà de la question des relais énergétiques, c'est celle de la reconversion des sites industriels, de leurs salariés et des territoires qui se pose avec acuité. Les trois années, entre la décision de mise à l'arrêt des sites et leur arrêt effectif, qui ont été laissées aux acteurs locaux pour mettre au point leur stratégie de reconversion interpelle sur les conditions de réussite des trajectoires choisies. À la lumière de nos dernières analyses en 2024, il ressort en effet qu'un échéancier sur du plus long terme aurait probablement permis aux différentes reconversions de s'engager et de se construire avant les fermetures effectives, de façon à permettre aux solutions locales de prendre le relais dans des conditions plus apaisées.

Chapitre 6

Les Pactes de territoire, des dispositifs d'action publique territorialisée pour une planification « par le bas » de la transition énergétique

« L'État national est trop grand pour gérer les petites choses et trop petit pour gérer les grandes choses. »

Daniel Bell, 1995

Avec un objectif affiché de « mettre tous les acteurs autour de la table » pour penser le devenir des territoires dans un avenir post-charbon, les Pactes de territoire signés en 2020 se veulent des outils d'aide à la construction de nouvelles trajectoires de développement. Face à la diversité des dispositifs d'action territoriale, qui se distinguent autant par leur périmètre d'action que par les acteurs qu'ils mobilisent, les objectifs à atteindre et les moyens d'action à leur disposition, la question se pose de savoir quelles sont les spécificités de ces documents de planification. Dans une perspective d'intégration des besoins et des enjeux locaux, la volonté des pouvoirs publics se porte, à travers les Pactes, sur une co-construction des transitions territoriales. Cette apparente co-construction territoriale se vérifie-t-elle dans les faits ? Qui prend réellement part à la construction des trajectoires de transition et quel(s) rôle(s) assument les Pactes ? Les Pactes participent-ils d'une forme de territorialisation de l'action publique ? Avant de caractériser les trajectoires énergétiques, industrielles et territoriales qui semblent se dessiner, nous nous penchons ici sur la construction politique et sociale des cadres d'action en faveur de la transition énergétique et industrielle.

Dans ce sixième chapitre, un premier point porte donc sur la description des Pactes de territoire en tant que dispositif d'action publique au service de la transition énergétique des territoires ; reprenant certaines caractéristiques des dispositifs existants, ils s'en distinguent toutefois sur certaines modalités spatiales, financières et politiques. Dans un second temps, il convient d'envisager les réponses apportées par les Pactes à certains enjeux soulevés par les territoires, qu'ils surviennent sur le plan de l'emploi, de l'environnement, de l'industrie ou du

développement économique. Enfin, la comparaison des quatre terrains d'étude fait ressortir des divergences temporelles et organisationnelles dans la planification de la reconversion des sites et de leurs territoires.

1. Les Pactes : un dispositif supplémentaire pour la mobilisation des territoires

La première partie vise à introduire les Pactes de territoire en tant que dispositifs de mobilisation des acteurs pour la reconversion des sites, des territoires et des salariés. S'il ne s'agit pas là d'une innovation territoriale à proprement parler, il est intéressant d'en étudier les particularités et de déterminer s'ils participent, ou non, d'une forme de territorialisation de l'action publique.

1.1. Des Contrats de Transition Ecologique (CTE) aux Pactes de Territoire : formaliser une décision politique dans les territoires

Quelle place pour le territoire dans la mise en œuvre de la transition écologique ?

En 2020, la signature des quatre Pactes de territoire avait pour dessein d'anticiper l'arrêt des centrales à charbon par le développement de nouvelles activités censées accompagner les territoires, les industriels et les salariés vers un avenir post-charbon. Par la mobilisation de tous les acteurs, de la sphère étatique jusqu'aux échelons les plus locaux, ces Pactes devaient contribuer à la mise en œuvre d'une planification territorialisée de la transition écologique. Le souci d'intégrer la dimension territoriale dans la construction de nouvelles trajectoires de développement n'est cependant pas nouveau et ne témoigne en aucun cas d'une innovation des Pactes de territoires. L'idée a effectivement fait son chemin depuis le début des années 2000, où s'exprimait déjà la nécessité d'avoir des projets d'aménagement au plus près des besoins et enjeux locaux. Le Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992 reconnaissait le rôle central des collectivités locales *« qui construisent, exploitent et entretiennent les infrastructures économiques, sociales et environnementales, qui surveillent les processus de planification, qui fixent les orientations et la réglementation locales en matière d'environnement »*[165]. Les Agendas 21 qui ont découlé de ce constat sont parmi les premiers plans d'actions territoriaux (Degron, 2017) en faveur d'une planification « par le bas » de la transition écologique, qui prenne en compte les matérialités de l'existant autant que les configurations socio-spatiales spécifiques à chaque territoire. Adoptés par 470 collectivités et territoires depuis 2006, les Agendas 21 encouragent au niveau local le dialogue entre la sphère institutionnelle (commune, intercommunalité, pays, département, parc naturel régional...) et le monde socio-économique (habitants, associations, entreprises privées)[166] autour des questions d'environnement et

[165] Programme Action 2021, article 28.1, Rio, 1992.
[166] Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, *Projets territoriaux de développement durable et Agendas 21 locaux. Cadre de référence*, août 2013, 34 pp.

d'écologie. Au fil des années, des « labels » viennent appuyer cet intérêt pour l'échelon local : territoires Zéro Gaspillage Zéro Déchet, Ville Nature, Territoires à Énergie Positive pour la Croissance Verte, etc. Dans le même temps, la décentralisation des compétences énergie-climat au profit des intercommunalités a vu la naissance des Plans Climat Énergie Territoriaux (PCET) à partir de 2004, remplacés en 2015 par les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET). Pensés comme des outils de planification adaptés aux spécificités locales des territoires, ces documents d'aménagement visent la réduction des émissions de GES par l'intégration transversale et intersectorielle des problématiques environnementales.

À partir de 2018, les Contrats de Transition Écologique (CTE) incarnent un glissement de la planification de la transition écologique vers une dynamique de projet. Pour les territoires qui se sont portés volontaires (au nombre de 107 en 2020[167]), il s'agit d'outils de planification territoriale visant à « accompagner et soutenir la transition écologique des territoires » par la mobilisation de moyens « au service des projets portés par les citoyens, les associations et les entreprises »[168]. L'idée de 'projet' joue ici un rôle central car c'est bien autour de lui que se fédèrent les acteurs, qui par son intermédiaire construisent une vision commune et partagée du territoire. Les CTE se construisent donc autour de projets locaux, souvent déclinés en plusieurs axes stratégiques permettant de mener des actions collectives ciblées : ils peuvent concerner les énergies renouvelables tout comme l'efficacité énergétique, les mobilités, la ruralité et l'agriculture, l'économie circulaire, la construction et l'urbanisme, la biodiversité, etc. L'objet des CTE est donc de montrer de manière opérationnelle que l'écologie et la préservation de l'environnement peuvent être des moteurs du développement économique local, notamment par la structuration de filières innovantes ou le développement de formations professionnelles. Ils s'appuient pour ce faire sur un principe de co-construction, entre les collectivités territoriales et l'État d'une part – qui accompagnent le projet aux niveaux technique, financier et administratif – et les acteurs socio-économiques locaux d'autre part (associations, entreprises…). Au niveau formel, les CTE sont signés après six mois de travail de la part des différents acteurs, période après laquelle un programme d'actions opérationnelles est défini pour 3 ou 4 ans, avec des engagements et des objectifs de résultats. Les Pactes de territoire se placent dans la droite lignée des CTE, dont ils héritent des principales caractéristiques. Cependant, contrairement aux CTE, les quatre territoires ne se sont pas portés volontaires pour la signature des Pactes, qui est ici une initiative du pouvoir public centralisé. Les Pactes sont par ailleurs construits dans une logique d'effectivité à court terme, jusqu'en 2025, où ils ont vocation à être incorporés dans les Contrats de Relance et de Transition Écologique (CRTE)[169].

[167] Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, *Les contrats de transition écologique : comment aller plus loin ?* juin 2020, 44 pp.
[168] Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, *Contrat de transition écologique*, juillet 2019, 2 pp.
[169] Commission des Affaires Économiques, *Suivi des mesures d'accompagnement des salariés concernés par la fermeture des centrales à charbon*, groupe de travail sur la mise en œuvre des dispositions de l'ordonnance n°2020-921 du 29 juillet 2020, communication à l'Assemblée Nationale du 2 février 2022, p.4.

Quelle place pour l'échelon local dans la contractualisation des Pactes ?

Sous l'égide de l'État et de sa représentante E. Wargon[170], les Pactes ont été signés en janvier 2020 pour Le Havre, Cordemais et Saint-Avold, et en décembre 2020 pour Gardanne-Meyreuil, en présence des différentes parties prenantes des territoires (**Tableau 5**).

	Le Havre	**Cordemais**	**Saint-Avold**	**Gardanne-Meyreuil**
L'État (préfet)	✓	✓	✓	✓
L'ANCT – délégation régionale		✓		
La Région	✓	✓	✓	✓
Le Département	✓	✓	✓	✓
Les EPCI concernés	✓	✓	✓	✓
La commune d'implantation	✓	✓		✓
Le propriétaire du site (EDF ou GazelEnergie)	✓	✓	✓	✓
La Caisse des Dépôts	✓			
La Banque des Territoires – direction régionale		✓	✓	✓
L'ADEME	✓	✓	✓	✓
L'Établissement Public Foncier (EPF) régional			✓	
L'Agence Régionale de Santé			✓	
Le Grand Port Maritime régional	✓	✓		✓
La Chambre de Commerce et d'Industrie	✓			✓
Organisation locale (Synerzip)	✓			

Tableau 5. Signataires des quatre Pactes de territoire. Sources : Pactes de territoire.

Chaque Pacte a été signé par l'ensemble des échelons de l'administration territoriale : Région, Département, EPCI et – hormis à Saint-Avold – communes d'implantation des centrales thermiques. On y retrouve aussi les délégations régionales de l'ADEME, qui assument

[170] Secrétaire d'Etat auprès du ministre de la Transition écologique et solidaire entre 2018 et 2020.

pleinement leur rôle d'accompagnateur de la transition écologique dans les territoires, et les propriétaires des centrales (EDF et GazelEnergie). Les bailleurs de fonds sont également présents, qu'il s'agisse de la Banque des Territoires ou de sa direction la Caisse des Dépôts. De manière moins systématique, certaines institutions régionales ont spécifiquement été mobilisées sur certains territoires : le Pacte de Saint-Avold étant en partie orienté vers l'amélioration de la santé des populations et la gestion de ses friches industrielles, il fut aussi signé par l'Agence Régionale de la Santé (ARS) et par l'Établissement Public Foncier du Grand Est (EPFGE). Le Pacte du Havre a de son côté mobilisé l'association Synerzip, qui accompagne les entreprises et les industriels de la ZIP dans la gestion des risques technologiques. Dans le cas du Pacte de Cordemais, la communauté de communes Estuaire et Sillon a manifesté très tôt son souhait de bénéficier d'un accompagnement spécifique de l'État pour disposer de son propre projet de territoire, ciblé sur le renforcement de l'attractivité économique pour l'implantation de nouvelles entreprises (identification des potentiels, des ressources et des offres à développer, analyse des opportunités, stratégies de communication à mobiliser, etc.). À cet effet, l'EPCI a obtenu le soutien de l'Agence Nationale de la Cohésion des Territoires (ANCT), traduisant dans le même temps un emboîtement et une superposition des échelles d'action. Enfin, les conséquences de l'arrêt des sites sur les activités portuaires et sur l'emploi des dockers, chargés de la réception et de la livraison du charbon importé, a justifié la signature des Pactes par les Grands Ports Maritimes du Havre, de Saint-Nazaire et de Fos-sur-Mer.

À la lumière de ce tableau, deux constats s'imposent. Premièrement, l'importance accordée à « l'échelon local » semble tenir une place relative dans le processus de contractualisation de l'action publique, en témoignent la forte représentation de la sphère institutionnelle (opérateurs, services et agences de l'État, collectivités territoriales) et la sous-représentation de la sphère socio-économique. L'absence des organisations locales, syndicales et associatives, des collectifs de riverains, des entreprises ou encore des organismes de recherche renforce cette tendance. Deuxièmement, et dans la continuité du premier point, la signature des Pactes n'est pas révélatrice de la complexité du système d'acteurs qui a effectivement pris part à leur élaboration et à leur mise en œuvre. Comme nous le verrons par la suite, la gouvernance des Pactes a mobilisé de très nombreux acteurs, autant publics que privés, issus des services déconcentrés de l'État, du monde de l'entreprenariat et de la société civile. Il apparaît donc nécessaire d'établir une première distinction entre les modalités de contractualisation de l'action publique et les réalités de son opérationnalité dans les territoires.

Des périmètres d'action variables

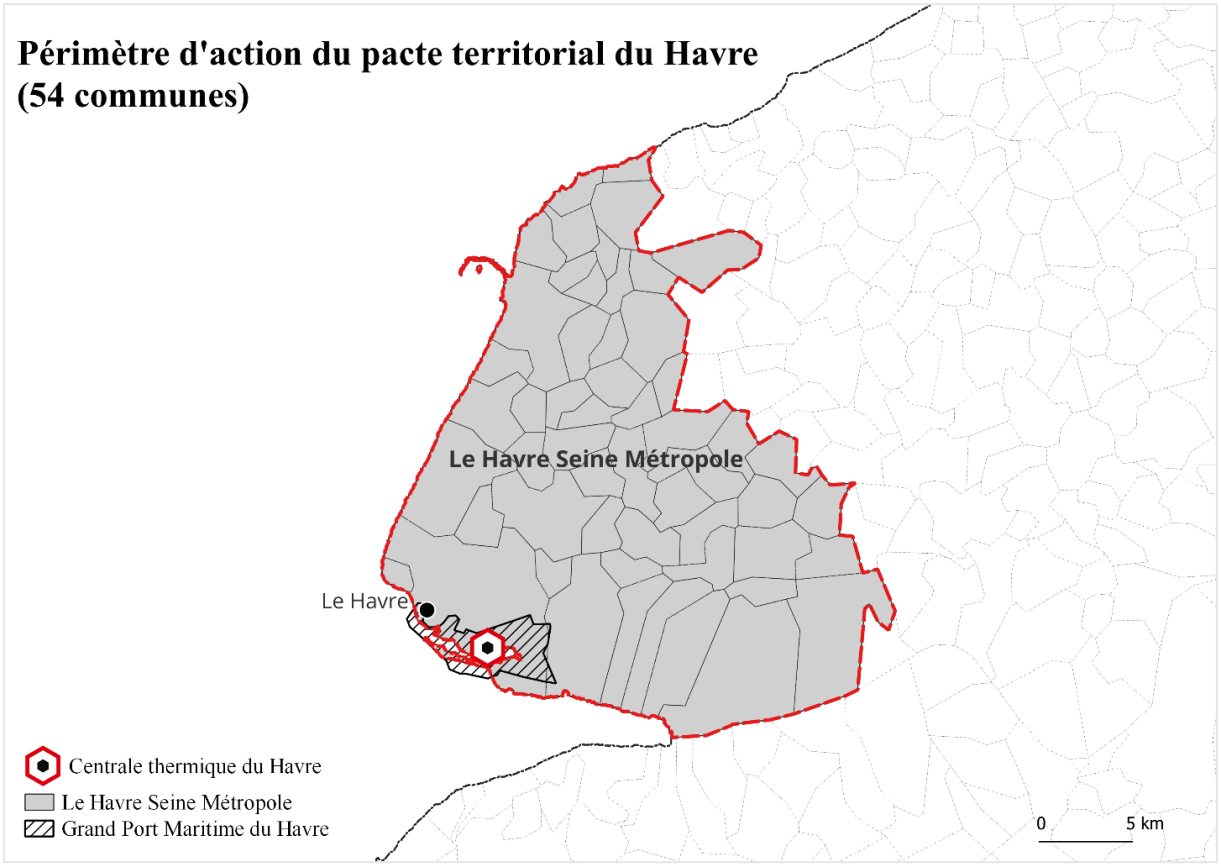
Les périmètres de mise en œuvre des Pactes de territoire ont été déterminés grâce aux recensements de l'INSEE[171] sur les bassins d'emploi des centrales à charbon, qui identifie les

[171] INSEE, recensement de la population « emploi au lieu de travail en 2018 ».

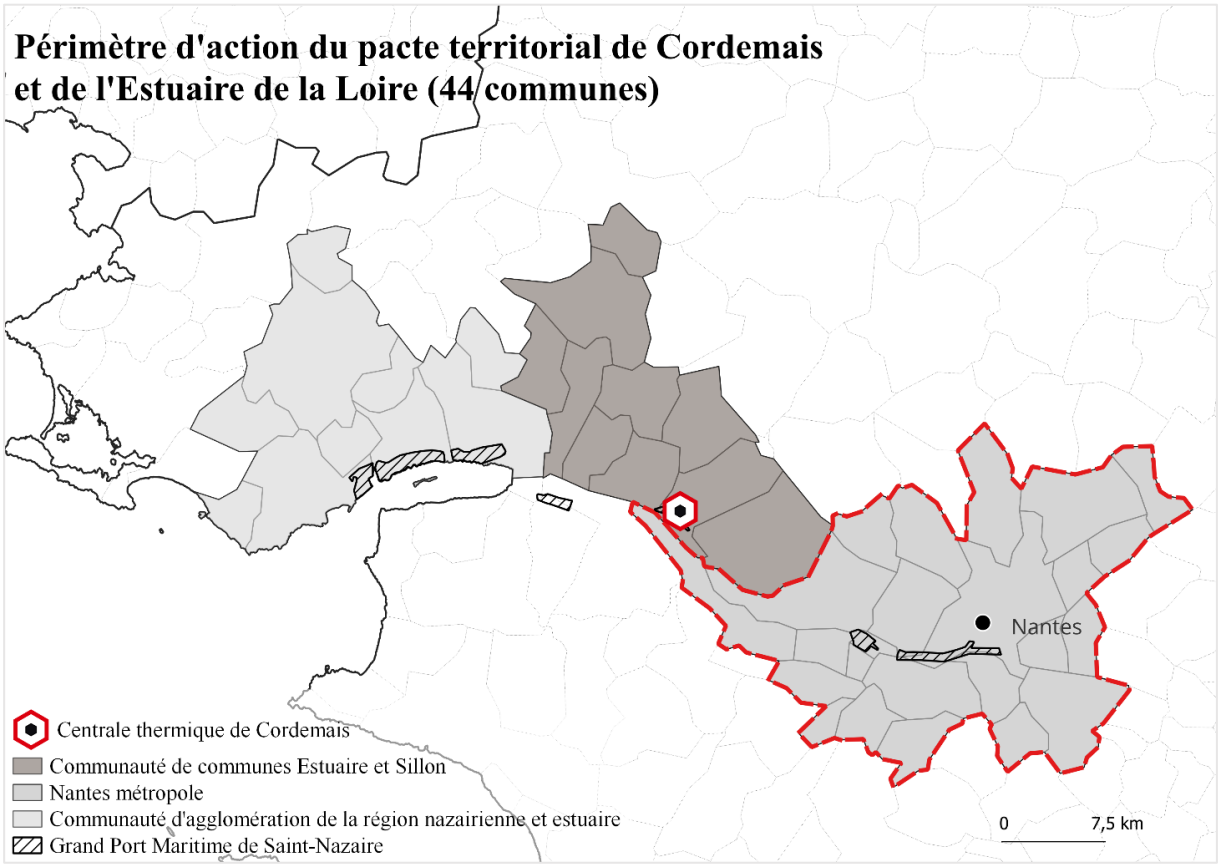
communes d'origine des salariés travaillant dans les centrales et sur les docks. Au niveau politique, ils se justifient donc avant tout par un critère socio-économique et révèlent l'importance de l'enjeu social dans la construction des Pactes. À ce critère socio-économique s'ajoutent cependant des critères plus territoriaux liés :

- À l'échelle de mise en œuvre de la transition écologique. Les périmètres ne considèrent pas uniquement les communes d'habitation des salariés concernés mais sont élargis par extrapolation à toute l'intercommunalité. Cela contribue d'une part à améliorer la cohérence et l'efficacité des actions menées, et d'autre part à s'aligner sur le rôle et les compétences de l'intercommunalité dans ses fonctions d'aménagement du territoire ;
- À la présence d'espaces, d'infrastructures et de réseaux plus indirectement impactés par l'arrêt des centrales et pouvant bénéficier de l'accompagnement des pouvoirs publics pour amortir les conséquences de cette décision politique. C'est par exemple le cas des Grands Ports Maritimes, dont une part de l'activité portuaire et des emplois reposait sur l'importation du charbon.

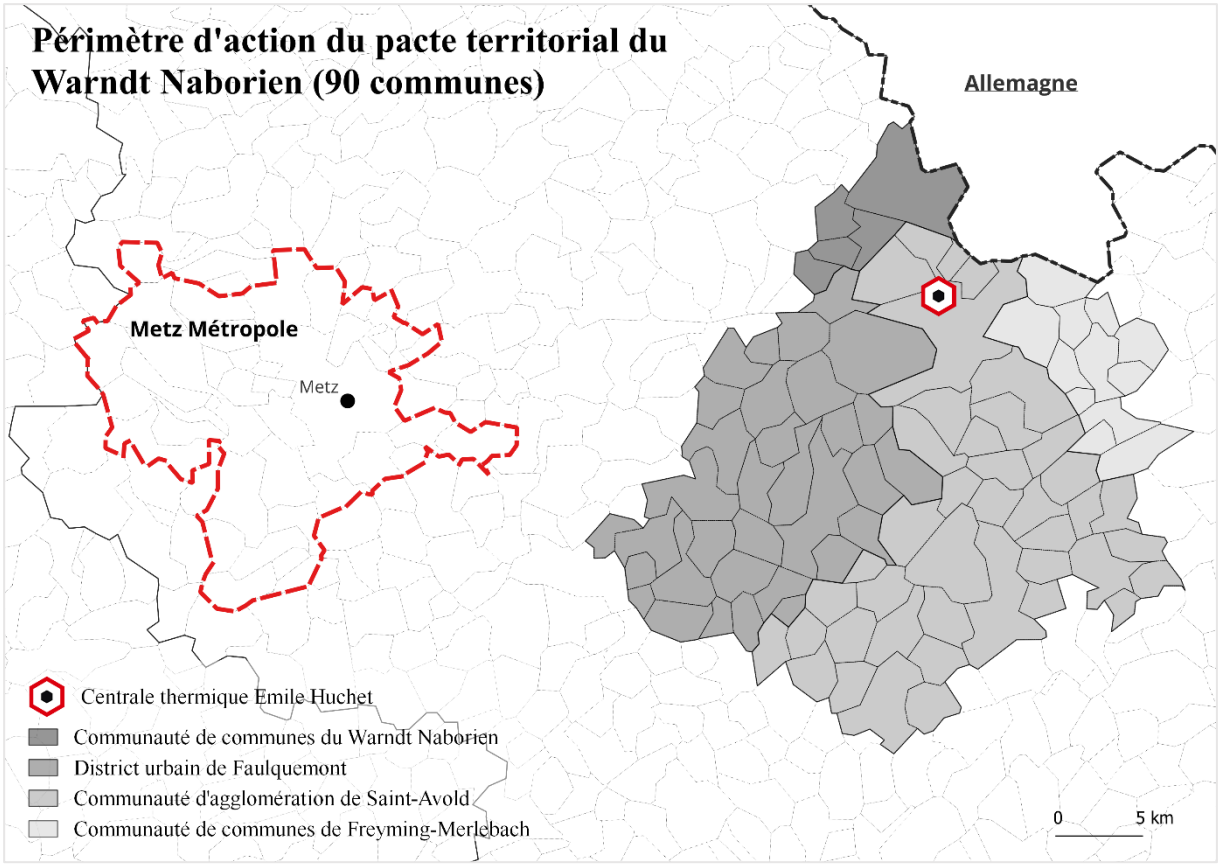
Il en résulte des périmètres d'action très variables, autant dans leur superficie que dans leur composition administrative. Le périmètre du Pacte du Havre se compose des 54 communes de l'ancienne Communauté Urbaine, devenue Le Havre Seine Métropole en 2019 (**Carte 23**). Celui de Cordemais et de l'Estuaire de la Loire rassemble les 44 communes de trois EPCI : la communauté de communes Estuaire et Sillon, la communauté d'agglomération de la région nazairienne et estuaire et la métropole de Nantes (**Carte 24**). Celui de Saint-Avold est le plus étendu, il couvre 90 communes sur 4 EPCI : la communauté de communes du Warndt Naborien, le district urbain de Faulquemont, la communauté d'agglomération de Saint-Avold et la communauté de communes de Freyming-Merlebach (**Carte 25**). Quant à celui de Gardanne-Meyreuil, son périmètre plus atypique est restreint aux deux communes d'implantation de la centrale de Provence, avec la possibilité d'intégrer les 15 autres communes de l'ancien bassin minier comme un périmètre élargi pour l'implantation de nouvelles activités (**Carte 26**). Il considère aussi les conséquences de l'arrêt du site sur la chaîne de sous-traitance et les emplois sur le Grand Port Maritime de Marseille, qui fait l'objet de nombreux projets et études. Le périmètre du Pacte de Gardanne-Meyreuil se distingue donc par la fragmentation et la stratification scalaire de ses aires d'intervention.



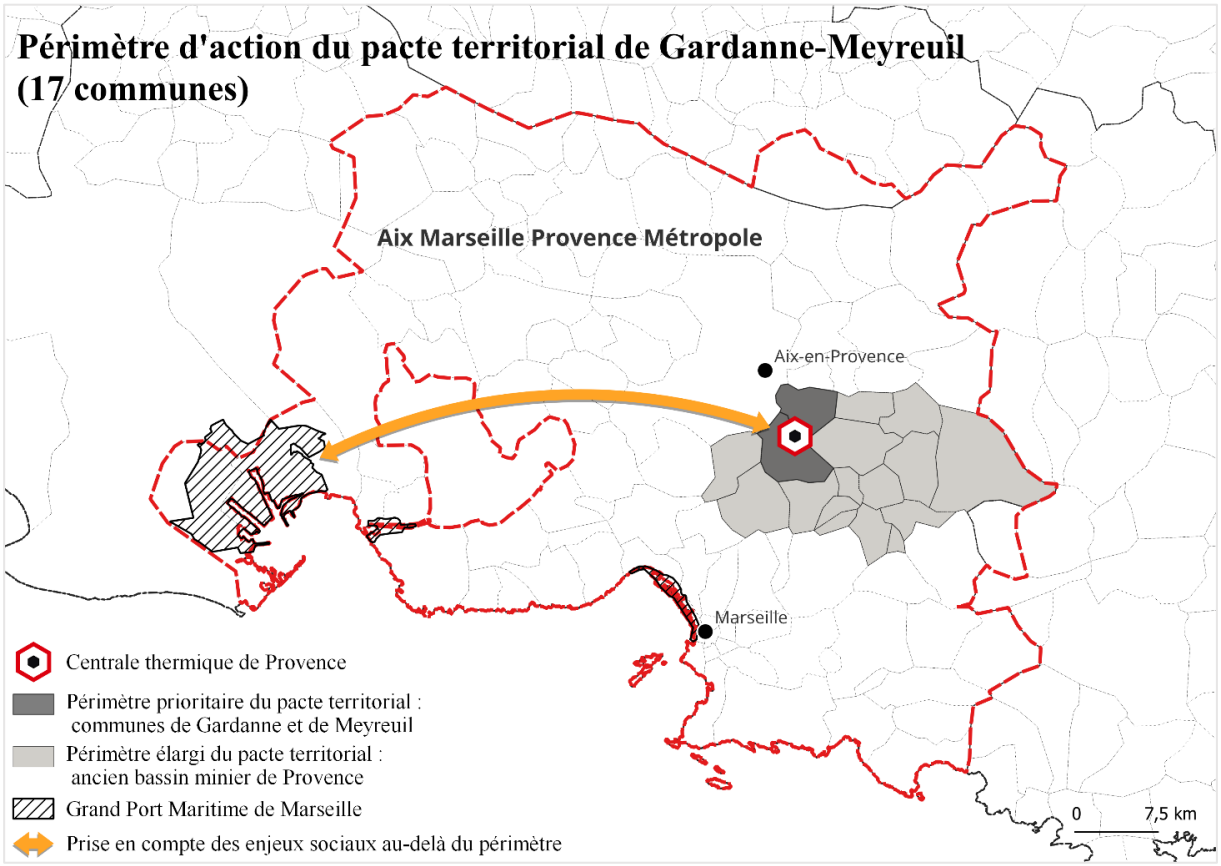
Carte 23. Périmètre d'action du pacte territorial du Havre



Carte 24. Périmètre d'action du pacte territorial de Cordemais et de l'estuaire de la Loire



Carte 25. Périmètre d'action du pacte territorial du Warndt Naborien



Carte 26. Périmètre d'action du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil

Face à l'hétérogénéité des périmètres d'action sur les quatre territoires, il convient de s'interroger sur leur pertinence spatiale, économique et politique. Au-delà de l'enjeu social, comment coordonner l'action publique face à une diversité de dynamiques territoriales ? Il s'avère en effet que plus le périmètre est étendu, plus les enjeux sont nombreux et parfois inconciliables. La transition écologique d'une zone industrielle est bien différente de celle d'un espace urbain ou d'une zone portuaire. Plus important encore, un périmètre qui intègre un grand nombre de collectivités est d'autant plus sensible au jeu des stratégies politiques ; il nécessite davantage d'arbitrages, de négociations voire de concessions de la part des parties prenantes, qui ont chacune leur propre agenda à défendre. À l'inverse, un périmètre restreint présente d'autres contraintes, notamment une plus faible disponibilité de ressources humaines, matérielles et foncières qui complexifient la réalisation d'un projet de reconversion d'envergure. De plus, ce cas de figure laisse de côté les communes qui seraient concernées par l'arrêt de la centrale, au niveau de l'emploi par exemple, ou par sa reconversion (nuisances).

Site, territoire, emploi : trois types de reconversion à distinguer

Préparer la fermeture des centrales à charbon par la signature de Pactes de territoire appelle à anticiper l'ensemble des conséquences qui en découlent, de la question de l'emploi à celle de la gestion des friches, en passant par la perte d'une activité économique et la diminution des retombées fiscales auprès des collectivités. Ces enjeux se retrouvent de manière systématique dans les Pactes, où trois grands types de reconversion sont mentionnés, sinon sous-entendus (**Figure 19**).

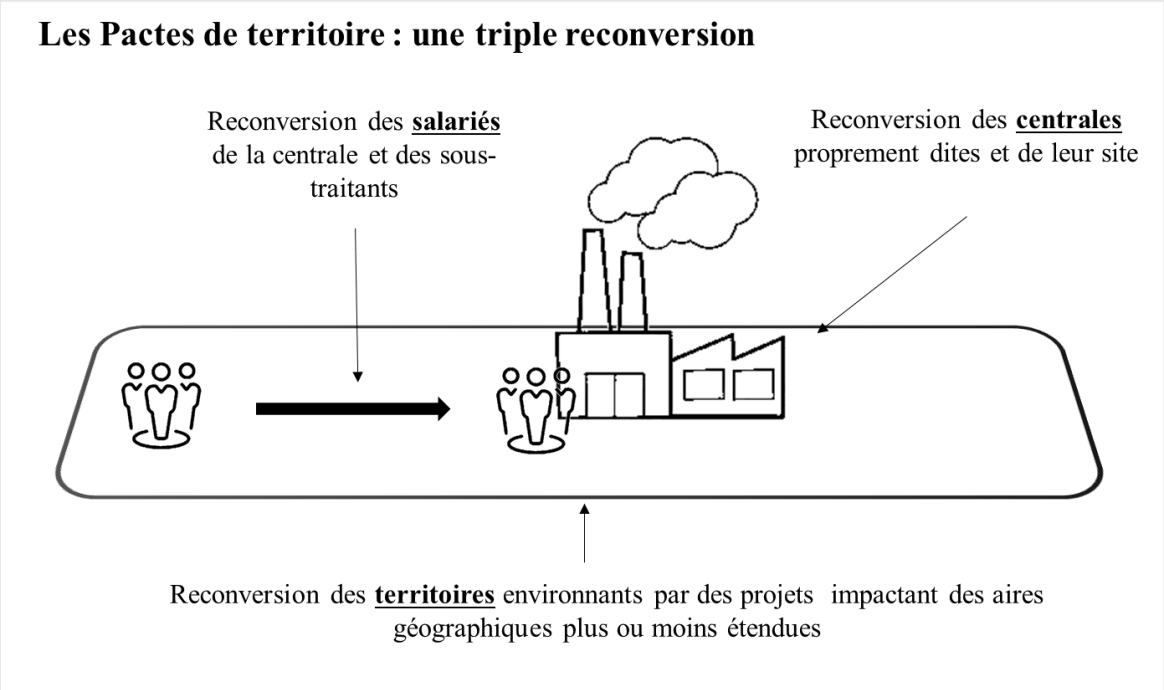


Figure 19. La triple reconversion des salariés, des sites et des territoires. Réalisation : S. Perroux, février 2024

Un premier type de reconversion porte sur l'enjeu social de la fermeture des centrales. La *reconversion sociale* revoie alors à la nécessité de maintenir une continuité dans l'accès à l'emploi des salariés, qu'ils soient directement employés par les opérateurs des sites, qu'ils disposent du statut de sous-traitant ou encore qu'ils travaillent dans les docks à l'acheminement de la matière première. On distingue ensuite la *reconversion industrielle,* qui concerne le renouvellement des activités sur les sites des centrales : l'enjeu est alors de mettre à profit les infrastructures et les actifs existants pour faciliter le passage vers de nouvelles activités industrielles et/ou énergétiques satisfaisant aux exigences environnementales tout en préservant la stratégie de l'opérateur (service public, rentabilité économique). Enfin, la *reconversion territoriale* renvoie aux mutations des territoires d'implantation des centrales pour compenser l'arrêt de cette activité industrielle. Cela passe par le déploiement de nouvelles activités après identification des potentiels et des limites socio-économiques de chaque territoire. Les diagnostics territoriaux réalisés dans le cadre des Pactes permettent de lister des axes stratégiques de développement, qui priorisent ou au contraire délaissent le secteur de l'industrie. Ces trois types de reconversion se différencient par leurs échelles d'intervention et les objectifs qu'ils cherchent à atteindre (social, économique, industrielle, énergétique). Ils restent néanmoins imbriqués les uns avec les autres : le développement industriel des sites peut fournir des opportunités d'emploi pour les salariés, tandis que l'accompagnement à l'emploi par des formations professionnalisantes peut contribuer à dynamiser les territoires.

1.2. Mener la transition écologique dans les territoires : quels financements ?

Le fonds charbon, un dispositif d'accompagnement financier pour le développement de nouvelles activités

Tel qu'il est prévu par la loi Énergie-Climat, les Pactes de territoire disposent d'un fonds spécifique de financement dit « fonds charbon » pour accompagner les acteurs locaux dans le pilotage et la mise en œuvre de leurs projets. Doté d'une enveloppe totale de 40 millions d'euros, ce fonds est équitablement réparti entre les quatre territoires où il y est géré par les sous-préfectures ou les secrétariats généraux pour les affaires régionales (SGAR). L'enveloppe budgétaire est donc limitée mais sa fonction première est avant tout de mobiliser d'autres sources de financement : dans de nombreux cas, le recours au fonds charbon n'est permis qu'au titre d'un cofinancement, garantissant la mobilisation des autres parties prenantes dans une démarche de co-construction territoriale. En février 2024, après cinq ans de mobilisation des parties prenantes, le fonds charbon a ainsi répondu à trois grands types de besoins (**Tableau 6**).

Un premier usage du fonds charbon est lié à un besoin de connaissance du territoire, qui se manifeste par la réalisation d'études de faisabilité, d'opportunité ou d'études de nature plus thématique (par exemple sur le foncier économique disponible pour l'implantation de nouveaux projets). Ces études portent d'une part sur la quantification et la qualification d'une ressource

spécifique sur le territoire (bois, déchets, foncier, hydrogène) ; elles deviennent alors des supports de travail permettant de justifier *a posteriori* la nature et le dimensionnement de certains projets. Dans le cas du territoire de Gardanne-Meyreuil, l'étude sur la filière bois et l'état de la ressource biomasse en PACA est venue en réponse aux oppositions d'acteurs locaux au projet Hynovera, lequel pesait selon eux sur une ressource déjà fragilisée. D'autres études s'attèlent pour leur part à démontrer la faisabilité technico-économique des projets en faisant ressortir les potentiels et opportunités économiques présents dans les territoires. C'est notamment le cas pour le projet Hynovera, pour celui de l'Association des Travailleurs de la Centrale de Gardanne (ATCG) ou encore pour celui de la SNCF sur le fret ferroviaire, qui prévoit de relancer la ligne de fret entre le site de la centrale et le site de réception des ressources primaires à Fos.

Un deuxième usage du fonds charbon réside dans l'augmentation des moyens humains mobilisés pour mettre en œuvre les Pactes et leurs projets structurants. À Saint-Avold comme à Gardanne-Meyreuil a ainsi été annoncée la volonté de former une cellule d'ingénierie territoriale au service des Pactes par le recrutement d'ingénieurs et/ou de cadres. Pour des raisons différentes, la démarche ne s'est pas concrétisée comme il était initialement prévu : tandis qu'en Moselle un seul des trois postes publiés a été pourvu par manque de candidats, l'appel d'offres de la sous-préfecture de Gardanne-Meyreuil ne fut pas déposé sur le marché de l'emploi public pour des raisons administratives floues, restreignant l'initiative au recrutement de stagiaires. Par ailleurs, le fonds charbon a permis à Saint-Avold l'embauche d'un chargé de projet pour cinq ans, dont la mission est d'animer la filière hydrogène en lien avec le Pôle de Plasturgie de l'Est (PPE).

Enfin, le troisième usage du fonds charbon est de participer à l'ingénierie des projets, autrement dit d'apporter une assistance dans la réalisation des ouvrages. Au nombre de ces projets, on retrouve entre autres l'aménagement des quais de la ZIP du Havre en vue de l'implantation de l'usine de Siemens Gamesa, l'aménagement du port de la Turballe près de Saint-Nazaire pour la construction du site de maintenance des parcs éoliens *offshore* ou encore la création de l'usine de tri des petits appareils mélangés dans le bassin minier provençal. Les projets sont à ce moment-là matures, ils ont justifié de leur intérêt économique et stratégique, et ont obtenu des sources de financement complémentaires auprès d'autres instances publiques et privées.

	Le Havre	Cordemais	Saint-Avold	Gardanne-Meyreuil
Études	-	-	Filière H2 ; Biomasse GazelEnergie ; CIRCA chimie verte ;	Pôle bois (75 k€) ; SNCF fret ferroviaire (50 k€) ; Cadre de vie ; Foncier économique disponible (75 k€) ; Hynovera (200 k€) ; Projet des salariés (100 k€) ;
Ressources humaines	-	-	1 chargé de projet au PPE pour animer la filière H2 ; + Pôle mutualisé d'ingénierie territoriale à la sous-préfecture : 3 recrutements prévus (282 000€)	1 stagiaire 7 mois
Travaux et ingénierie	Aménagement des quais pour l'installation de l'usine Siemens Gamesa (voierie, bords à quai...) (10 M€) ; Électrification des quais (900 k€) ; Développement d'une zone maraîchère urbaine (100 k€) ;	Aménagement du Port de la Turballe pour accueillir la base de maintenance des parcs éoliens en mer (3 M€) ; Déploiement PV à Nantes Métropole (étude + ingénierie : 500 k€) ; Production d'énergie innovante à Saint-Nazaire ;	-	Implantation d'une usine de tri des Petits Appareils en Mélange à Rousset (740 k€) ; Implantation de Lign'O sur le site du puits Y. Morandat ;
Part de l'enveloppe utilisée (en %)	100%	50%	50%	50%

Tableau 6. Utilisation du fonds charbon dans les quatre territoires.
Sources : fiches-actions des pactes de territoire, entretiens en sous-préfectures/SGAR. Données : juin 2023.

Plusieurs dynamiques de financement semblent dès lors se distinguer. À Cordemais et au Havre, où la majorité des projets avaient été identifiés préalablement à la signature des Pactes, leur mise en œuvre étaient suffisamment avancée pour que le fonds charbon intervienne au moment des travaux de construction et d'aménagement. En revanche, les territoires de Gardanne-Meyreuil et de Saint-Avold ont davantage investi dans la réalisation d'études et de diagnostics territoriaux en amont des projets, autant pour combler un déficit de connaissances des territoires sur certaines thématiques (ressources, foncier et potentiels économiques) que pour proposer de nouvelles perspectives de développement (filière hydrogène, relance du fret ferroviaire, amélioration du cadre de vie, etc.).

Un guichet unique pour les appels à projets et les demandes de subvention

Derrière la question des financements se cache une organisation hiérarchique et relationnelle complexe entre les différentes administrations territoriales, qui disposent chacune de leurs propres compétences et cahiers des charges en matière de subvention. Le fonds charbon adossé aux Pactes propose de faciliter l'accès à ce système pour les porteurs de projet en agissant comme un « guichet unique ». Par l'association de représentants des bailleurs de fonds et d'autres financeurs aux Pactes de territoire, les porteurs de projet sont en effet assurés d'être mis en relation ou orientés vers les sources de financement les plus adaptées à leur profil et à leurs besoins. Les Pactes se révèlent en ce sens des facilitateurs relationnels et pécuniaires au service de la transition des territoires. Au regard de la diversité des financements mobilisés dans le cadre des dispositifs, il convient de revenir brièvement sur leur nature, leurs critères d'attribution et leur articulation scalaire.

On distingue tout d'abord les fonds européens, au premier rang desquels le Fonds de Transition Juste (FTJ)[172]. Instrument financier au service du Pacte Vert pour l'Europe, le FTJ vise à accompagner les territoires « *affectés par la transition du fait de leur dépendance aux combustibles fossiles, notamment le charbon, la tourbe et le schiste bitumineux, ou à des procédés industriels fortement émetteurs de gaz à effet de serre* »[173]. Anticipant les difficultés socio-économiques auxquelles ces territoires ont à faire face dans la poursuite des enjeux de la transition bas-carbone, l'idée de garantir une justice environnementale et de limiter le creusement des inégalités régionales prend la forme d'un fonds d'aide pour le réemploi des salariés et l'accompagnement des entreprises et territoires impactés. Plusieurs domaines d'investissement sont identifiés pour assurer « la diversification et la modernisation de l'économie locale » : la connectivité numérique, les technologies énergétiques propres, la réduction des émissions, la réhabilitation des sites industriels et la reconversion des

[172] Règlement (UE) 2021/1056 du Parlement européen et du Conseil du 24 juin 2021 établissant le Fonds pour une transition juste.

[173] Communication de la Commission Européenne au Parlement sur le Pacte vert pour l'Europe, 11 décembre 2019 (COM/2019/640 final)

travailleurs[174]. Les Pactes de territoire venant répondre à plusieurs de ces priorités européennes, les quatre territoires de ce sujet de recherche sont par conséquent directement concernés par le dispositif financier. En plus de quelques territoires en Auvergne Rhône-Alpes et dans le Nord-Pas-de-Calais qui recensent de nombreux sites industriels à fortes émissions de GES, la région Normandie-Axe Seine et Bresle où se situe Le Havre dispose d'une enveloppe de 152 millions d'euros (soit 15% du total national), le Pacte de Cordemais de 69 millions d'euros (7%), le Grand Est de 160 millions d'euros (15%) et les Bouches-du-Rhône de 211 millions d'euros (20%)[175]. Les écarts de budget entre les territoires se justifient par la part des émissions industrielles, celle des emplois dans l'industrie et le niveau de développement économique de la région. Si les fonds proviennent de l'Europe, le dispositif est néanmoins piloté à deux autres échelles : le volet social fait l'objet d'un programme national « emploi et compétences » (297 millions d'euros) visant la reconversion professionnelle des salariés et piloté par les Directions Régionales de l'Économie, de l'Emploi, du Travail et des Solidarités (DREETS), tandis que le volet « projet » est porté par des programmes régionaux dont les deux axes prioritaires sont d'une part la transition écologique et énergétique, d'autre part la compétitivité, la recherche et l'innovation. Chaque Région rédige alors son Plan Territorial de Transition Juste (PTTJ) et fixe les critères d'éligibilité des projets, créant *de facto* des disparités régionales. Dans le cas des Bouches-du-Rhône, le PTTJ s'adresse uniquement aux PME-TPE, aux associations, aux organismes publics, aux fondations et aux organismes de recherche, et exclut les grandes entreprises de tout soutien à l'investissement productif (telles que GazelEnergie). De manière paradoxale, il fixe aussi, en plus de ce plafond, un plancher d'éligibilité en exigeant un montant minimal de 500 000 euros de dépenses totales, limitant les projets que pourraient porter les organisations précédemment citées. À cette contradiction s'ajoute une politique régionale ouvertement hostile à la valorisation énergétique des déchets, qui sont exclus des projets éligibles au même titre que les Combustibles Solides de Récupération (CSR) : dans l'appel à projets du Fonds de Transition Juste régional, il est ainsi explicitement indiqué que sont exclus des financements les projets de « *valorisation énergétique des déchets – excepté pour les déchets organiques, les Combustibles Solides de Récupération, la collecte et le transport des déchets, les centres de tri d'ordures ménagères* » [176]. Ceux-ci sont pourtant au cœur de plusieurs projets de reconversion sur le site de la centrale thermique de Provence, qui ne pourront donc bénéficier du fonds de transition juste, contrairement au projet EcoCombust de Cordemais qui rentre dans le cahier des charges de son PTTJ.

Au niveau national, d'autres instruments financiers peuvent être mobilisés, en parallèle des crédits de droit commun qui sont liés à des politiques nationales plus sectorielles. La crise de la Covid-19 et ses conséquences sur le développement économique du pays ont mis en avant

[174] Site Internet : https://www.europe-en-france.gouv.fr/fr/fonds-europeens/fonds-europeen-pour-une-transition-juste
[175] Agence Nationale de la Cohésion des Territoires, données au 1er janvier 2023.
[176] Région Sud, « Accélérer la transition juste des Bouches-du-Rhône », appel à projets, 13 janvier 2023.

la nécessité de réindustrialiser les territoires. En 2021, le plan d'investissement France 2030 (54 milliards d'euros) fut lancé pour « rattraper le retard industriel » du pays tout en poursuivant la transition écologique. Pour réaliser ces deux objectifs, une grande partie des investissements sont orientés vers les projets de décarbonation de l'économie, que ce soit par le développement du numérique ou par la mutation du système productif. Dans ce cadre-là, de nombreux projets sur les quatre sites sont éligibles à ces dispositifs financiers nationaux. Enfin, l'ADEME, en tant qu'opérateur de l'État pour la transition écologique et énergétique, publie régulièrement des appels à projets thématiques. Certains d'entre eux sont spécifiquement calibrés autour de projets en cours d'élaboration, comme c'est le pas pour le projet EcoCombust à Cordemais ou encore le projet des salariés à Gardanne-Meyreuil. À la question de 'qui prend en charge la transition énergétique et écologique' il est donc difficile d'apporter une réponse simple et tranchée. La multiplicité et la diversité des dispositifs de financement révèlent tout autant la difficulté de naviguer dans les arcanes d'une organisation territoriale complexe que l'intérêt de disposer d'espaces de mise en relation et de discussion des acteurs avec les porteurs de projets.

La configuration des Pactes, pensée au niveau national mais transformée dans sa confrontation avec les territoires, invite à questionner les significations du 'local'. En d'autres termes, comment estimer la territorialisation d'une politique ou d'un dispositif ? Les premières analyses ont révélé que la délimitation des périmètres de mise en œuvre, l'usage et l'origine des financements mobilisés ainsi que la nature des signataires de ces Pactes sont autant d'indicateurs d'une appropriation locale – sur le papier – des enjeux de reconversion sociale, industrielle et territoriale.

2. Les Pactes territoriaux à l'épreuve des territoires

Une fois le fonctionnement des Pactes établi, notre analyse se porte à présent sur leur opérationnalité et leur application dans les territoires. En d'autres termes, quels sont les enjeux sociaux, énergétiques et territoriaux identifiés par les acteurs, et quelles sont les réponses apportées dans les Pactes ?

2.1. Anticiper la reconversion des salariés

L'enjeu social au cœur des Pactes de territoire

La question du devenir des salariés est un élément fondamental de la création des Pactes et joue un rôle moteur dans l'implication de l'État et de ses services déconcentrés. Au total, en 2020, ce ne sont pas moins de 1 425 emplois directs et indirects qui étaient concernés par l'arrêt du charbon (**Tableau 7**). De manière générale, la problématique sociale est au cœur des enjeux de la transition énergétique. Les reconfigurations attendues du système technique vers un

fonctionnement bas-carbone supposent en effet des changements de modes de production, et donc une reconversion sociale des travailleurs vers de nouveaux lieux et métiers, industriels ou non. Mais ce remaniement salarial n'est pas fluide et continu car la réembauche dans les nouvelles infrastructures de production n'est pas systématiquement garantie. Bien souvent, l'arrêt d'une activité économique ou industrielle s'accompagne de licenciements massifs, modifiant de manière plus ou points prononcée le paysage socio-économique des territoires ; les quatre centrales à charbon ne font pas exception. À Gardanne-Meyreuil, les salariés de la centrale ont pointé du doigt cet effet délétère de la transition énergétique, arguant que les enjeux sociaux ne devraient pas être opposés aux enjeux écologiques, et que d'autres solutions subsistent pour garantir leur coexistence.

	Le Havre	Cordemais	Saint-Avold	Gardanne-Meyreuil	**TOTAL**
Emplois directs	171	330	95	95	**705**
Emplois indirects *(personnels portuaires et sous-traitants)*	120	390	85	125	**720**
TOTAL	**291**	**745**	**180**	**220**	**1425**

Tableau 7. Nombre d'emplois directs et indirects lié au fonctionnement des quatre centrales à charbon en 2020.
Sources : Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, janvier 2020 ;
Commission des Affaires Économiques, février 2022.

Dans ce contexte, et pour limiter les conséquences sur l'emploi, la loi Énergie-Climat impose une « *obligation de reclassement* [des salariés] *sur un emploi relevant d'une catégorie équivalente à celui occupé ou sur un emploi assorti d'une rémunération équivalente dans la même branche d'activité* »[177], avec une priorité de reclassement donnée dans le bassin d'emploi concerné. Les salariés disposent ainsi d'un congé de reclassement de 12 mois[178], pris en charge par leur employeur (EDF ou GazelEnergie) pour permettre leur reconversion professionnelle. En plus de cette disposition, l'article 12 de la loi prévoit la mise en place par ordonnance[179] d'un dispositif d'accompagnement spécifique des salariés des centrales à charbon, de la chaîne de sous-traitance et des personnels portuaires. Ce dispositif ne concerne cependant que les centrales exploitées par GazelEnergie car il est conditionné à la réalisation préalable d'un Plan de Sauvegarde de l'Emploi (PSE) ; la stratégie d'EDF de procéder au reclassement interne de ses salariés n'ayant pas nécessité de PSE, l'entreprise n'entre donc pas dans le cadre des dispositions de l'ordonnance. Selon cette dernière, plusieurs mesures ont ainsi été instaurées. Premièrement, le congé de reclassement bénéficie d'une allocation complémentaire de l'État,

[177] LOI n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat, article 3.
[178] Ou 18 mois pour les salariés de plus de 45 ans.
[179] Ordonnance n° 2020-921 du 29 juillet 2020 portant diverses mesures d'accompagnement des salariés dans le cadre de la fermeture des centrales à charbon.

portant l'indemnisation des salariés à un niveau identique à leur salaire net antérieur. Deuxièmement, à l'expiration de leur congé de reclassement et s'ils n'ont pas trouvé de nouvel emploi, les salariés – quel que soit leur statut – peuvent demander un Congé d'Accompagnement Spécifique (CAS), qui les soutient financièrement pendant encore un an le temps qu'ils se reconvertissent ou se forment à de nouveaux métiers. Troisièmement, une cellule d'accompagnement des démarches de recherche d'emploi est créée par les DREETS sur les territoires de Gardanne-Meyreuil et de Saint-Avold pour réaliser les bilans de compétences des salariés et les orienter vers des secteurs d'emploi qui recrutent[180]. Ils ont alors accès à des programmes de formation pour acquérir de nouvelles compétences. Au total, le budget de l'État alloué pour la problématique sociale à travers la mise en œuvre des dispositions de l'ordonnance est de 30,2 millions d'euros sur la période 2021-2025[181].

Le statut IEG : une spécificité socio-industrielle à prendre en compte

Contrairement à d'autres branches professionnelles, les salariés des centrales à charbon bénéficient d'un statut spécifique : celui des Industries Électriques et Gazières (IEG). Fixé par décret[182] en 1946 à la suite de la nationalisation des secteurs de l'électricité et du gaz, ce statut national bénéficie aux salariés des entreprises qui produisent, transportent, distribuent, commercialisent et fournissent de l'électricité et du gaz en France. Près de 93% des 135 000 salariés concernés appartiennent aux entreprises issues des anciens monopoles publics du secteur que sont EDF et GDF (EDF SA, Enedis, GRTgaz, RTE, Engie...)[183] ; ils travaillent principalement dans le domaine de la distribution d'énergie (38%) et de la production nucléaire (22%). En vertu du statut des IEG, les salariés ne paient ainsi que 10 à 15% de leur facture d'énergie grâce à un « tarif particulier » ; ils disposent aussi d'un régime spécial de retraite qui leur garantissait un départ anticipé à la retraite jusqu'à cinq ans avant l'âge légal, soit 55 ans. La réforme Touraine de 2014 dévalua plus tard les niveaux de pénibilité de nombreux postes, repoussant progressivement l'âge de départ à la retraite à 60 ans, seuil encore revu à la hausse à la suite de la réforme des retraites de 2023. Ainsi, au fil des années et des réformes successives, « le régime IEG se rapproche du régime général, perdant de sa spécificité »[184]. Malgré tout, le maintien des salariés des centrales à charbon au statut IEG dans leur parcours de reconversion professionnelle constitue un des arguments principaux de la mobilisation des syndicats. Il

[180] Article L. 1233-71 du Code du Travail.
[181] Commission des Affaires Économiques, *Suivi des mesures d'accompagnement des salariés concernés par la fermeture des centrales à charbon*, groupe de travail sur la mise en œuvre des dispositions de l'ordonnance n°2020-921 du 29 juillet 2020, communication à l'Assemblée nationale du 2 février 2022, p.7.
[182] Décret n°46-1541 du 22 juin 1946 approuvant le statut national du personnel des industries électriques et gazières.
[183] Statistiques de la Caisse nationale des Industries Électriques et Gazières, 2021.
[184] Basta, « *Chez EDF, RTE, Enedis... la réforme des retraites fait craindre de plus en plus de difficultés à recruter* », 25 mai 2023.

représente aussi une difficulté supplémentaire à la reconversion des salariés dans la mesure où les entreprises qui recrutent ne peuvent systématiquement garantir ce statut particulier.

Des stratégies différenciées selon l'opérateur

La différence de nature des opérateurs des centrales à charbon explique la dualité des stratégies adoptées regardant l'accompagnement de leurs salariés[185]. Entreprise publique historiquement détenue par l'État, EDF tire profit de son vaste parc de sites de production d'électricité, résultat de décennies d'investissements et de constructions, pour procéder au reclassement interne de ses salariés[186]. À travers cette stratégie, qui ne nécessite pas de PSE, les salariés d'EDF ne sont pas concernés par l'ordonnance de juillet 2020. Pour ceux du Havre spécifiquement, la possibilité de mutations spatiales au sein de l'entreprise a bénéficié à 111 salariés, qui ont pu poursuivre leur parcours professionnel pour une part dans les métiers de l'exploitation et de l'ingénierie nucléaire, pour une autre part dans les métiers de la déconstruction, du démantèlement et de l'exploitation thermique. Les salariés restants ont obtenu un départ anticipé à la retraite ou un accompagnement plus spécifique pour des reconversions professionnelles diverses (mobilités externes, création d'entreprise, etc.). La situation est encore plus simple à Cordemais car la poursuite de l'exploitation jusqu'en 2026 permet le maintien des emplois sur du court terme. Le projet de reconversion EcoCombust doit ensuite donner lieu à la création d'une soixantaine de nouveaux emplois, tout en préservant les 330 emplois de la centrale thermique[187]. Sur ces deux sites, la gestion de la question sociale est donc facilitée par l'ancrage spatial historique de l'entreprise sur le territoire national, qui lui confère de plus grandes largesses dans l'organisation de ses ressources humaines à large échelle tout en garantissant le maintien du statut IEG à ses salariés.

Pour les deux centrales de GazelEnergie, la situation s'est avérée plus complexe. L'arrivée récente de l'entreprise sur le marché français de l'énergie après son acquisition en 2019 de quelques sites de production d'électricité, voués de surcroît à la fermeture, ne lui offre pas d'opportunités équivalentes à celles d'EDF pour procéder au reclassement de ses salariés. Elle réalise par conséquent un Plan de Sauvegarde de l'Emploi, soumis à la DIRECCTE le 31 mars 2021. La mobilisation massive des organisations syndicales contre ce PSE, qui prévoyait la suppression de 212 postes sur l'ensemble des sites, a conduit à la suspension de cette décision par le tribunal administratif de Cergy. Il a finalement été validé le 27 juillet 2021 après plusieurs mois de procédures judiciaires, retardant ce faisant la mise en application des

[185] À la date du 1er septembre 2024, le bilan de la gestion des effectifs sociaux n'est toutefois pas finalisé ou non disponibles, notamment en raison des redémarrages successifs de la centrale de Saint-Avold qui nécessite le rappel des salariés sur le site.
[186] La stratégie de reclassement en interne des effectifs d'EDF repose sur un relevé de conclusions dénommé « Accompagnement social de la transformation des sites de charbon », signé entre EDF et les organisations syndicales (CGT, CFE-CGC, CFDT) en juillet 2019.
[187] Ouest France, « *Usine de black pellets à Cordemais : avis favorable pour Ecocombust 2* », 24 novembre 2023.

dispositions de l'ordonnance ; sa validation a dans le même temps relancé un mouvement de grève sur le site de Gardanne-Meyreuil, entraînant une mise à l'arrêt de la centrale biomasse (cf. Chapitre 7). Le PSE a malgré tout acté la suppression de 27 postes au siège social de Colombes, 87 postes à Saint-Avold et 98 postes à Gardanne-Meyreuil. Contrairement à EDF, peu de reclassements en interne ont été effectués (seulement 16 à compter du 13 janvier 2022). En revanche, la moyenne d'âge plus élevée sur le site de Saint-Avold a facilité le nombre de départ à la retraite anticipé, portant à 78 le nombre total de départs volontaires. La situation est différente à Gardanne-Meyreuil où 33 personnes ont fait l'objet en janvier 2022 d'un licenciement direct pour motif économique, contre seulement 37 départs volontaires, réamorçant la mobilisation sociale et syndicale sur le site.

Entre reclassements internes d'un côté et suppression de postes de l'autre, deux stratégies s'opposent ici en matière de gestion de la problématique socio-économique. Leur mise en œuvre n'est pas sans conséquences sur la pleine réalisation des transitions énergétiques territoriales, mettant en avant la nécessité d'allier les enjeux sociaux, écologiques, énergétiques et économiques.

2.2. Une importance variable accordée à la transition énergétique

Des stratégies et des priorités de développement diverses

Construits autour des besoins et des spécificités des territoires, les Pactes présentent naturellement des disparités thématiques en ce qui concerne l'identification de leurs axes stratégiques de développement (cf. **annexe 3**). Au-delà des perspectives de « transition énergétique », qui sont systématiquement évoquées et que nous traiterons dans le point suivant, chaque Pacte est donc construit sur la base de fiches-actions, qui ciblent l'action publique sur certains projets et territoires. Sur la métropole du Havre, les 58 actions recensées se répartissent en cinq axes structurants. L'axe 1 « conduire les transitions du paysage industrialo-portuaire » (13 actions) se focalise sur les mutations en cours de la ZIP du Havre, notamment en matière de développement économique et d'accueil de nouvelles activités (chimie biosourcée, production de véhicules électriques, activités portuaires, etc.), de mise en réseau des industriels et d'écologisation de la production (filière hydrogène, « Pacte solaire). L'axe 2 « mettre en circularité les ressources produites sur le territoire et à proximité » (14 actions) concerne autant des problématiques agricoles et alimentaires (circuits courts, maraîchage urbain) que des considérations industrielles (réseaux de chaleur, recyclage et valorisation des déchets, écologie industrielle et territoriale, etc.). L'axe 3 « accompagner les opérateurs de tous les modes de transport dans la performance environnementale et faciliter les déplacements sur le territoire » (15 actions) est de manière plus évidente orienté sur le développement des mobilités à l'échelle du port, de la ZIP, de la communauté urbaine et du littoral. L'axe 4 « restaurer, valoriser et

promouvoir les espaces naturels littoraux et estuariens » (12 actions) porte sur des enjeux de protection de l'environnement, de restauration des milieux et de valorisation patrimoniale du territoire. Enfin, l'axe 5 « accompagner et traduire le Pacte dans sa dimension humaine, sociale et économique » (4 actions) présente les problématiques sociales liées à l'arrêt de la centrale thermique (dispositifs d'accompagnement, formations).

Dans l'estuaire de la Loire, la question socio-économique précède dans le Pacte la présentation des projets de territoire et fait l'objet de trois fiches-actions distinctes : « accompagner les salariés », « projet EcoCombust » et « étude prospective sur les emplois verts et les besoins de recrutement sur le territoire ». Cela rend compte d'une priorisation de l'action publique sur la préservation de l'emploi, que ce soit sur le site ou dans un périmètre plus étendu. La présentation de 28 autres projets vient dans un second temps, fléchés selon trois axes structurants. L'axe 1 « faire de la transition écologique un levier de diversification et de développement des activités et trafics portuaires » (10 actions) est centré sur les mutations du Grand Port Maritime Nantes – Saint Nazaire. Sous couvert d'un « aménagement durable » au service d'une « transition énergétique et écologique créatrice d'emplois », le GPMNSN poursuit l'expansion de ses activités économiques (pôle d'éco-technologies), portuaires (plateformes de réception de matières premières diverses) et énergétique (Filière régionale H2 Loire Vallée, reconversion du site de la centrale thermique). L'axe 2 « déployer des innovations de ruptures pour accélérer et amplifier la transition écologique de l'estuaire » (14 actions) cible quant à lui les enjeux énergétiques des territoires des trois collectivités territoriales du Pacte. Il met notamment l'accent sur la rénovation thermique des bâtiments, la production décentralisée d'énergies renouvelables (solaire), les formations liées à l'énergie, la création de réseaux de chaleur ou encore la valorisation énergétique de la biomasse des bocages locaux. Enfin, l'axe 3 « décarboner les mobilités et améliorer la desserte du territoire » (4 actions) est plus transversal. Le développement et l'amélioration des mobilités (transports en commun, réseau cyclable, etc.) doit permettre de créer du lien entre les trois intercommunalités tout en encourageant un changement de pratiques dans les modes de déplacement des populations.

Dans le Warndt Naborien, le Pacte se déclinait initialement en quatre axes stratégiques et 46 actions. L'axe 1 « relance économique et industrielle » (22 actions en septembre 2021) mélange autant des enjeux socio-économiques liés à l'accompagnement des salariés de la centrale et des sous-traitants que des enjeux industriels liés à la relance d'une dynamique économique longtemps présente dans ces territoires. Centrés sur les périmètres de la centrale thermique et de la plateforme Chemesis, les projets relèvent majoritairement de la production industrielle d'énergie (production d'hydrogène, batteries stationnaires, chaufferie industrielle). L'axe 2 « qualité du service apporté aux habitants et acteurs du Warndt Naborien » (5 actions) reprend la question de la transition énergétique, avec un élargissement à la fois spatial au périmètre du Pacte, et sectoriel avec des implications dans les transports, le bâtiment et les offres de formations professionnelles. L'axe 3 « attractivité renouvelée » (17 actions) tente de

contrer le déclin économique et démographique de cet espace en misant sur la restauration écologique des milieux, la revalorisation des friches industrielles, la relance des domaines touristiques et la création de zones à fiscalité attractive pour les entreprises. Enfin, l'axe 4 « préservation de la santé humaine » (2 actions) propose l'élaboration d'un contrat local de santé et l'installation d'usines de production de matériels médicaux.

Pour finir, le Pacte de Gardanne-Meyreuil dispose de quatre axes structurants et de 28 fiches-actions au moment de sa publication. L'axe 1 « énergies de demain » (4 actions en 2020) rassemble l'ensemble des projets de reconversion industrielle du site de la centrale à charbon mais aussi les projets de production d'énergie (solaire, hydrogène) sur les communes d'implantation. L'axe 2 « mobilité décarbonée » (6 actions) regroupe les initiatives de réduction des consommations énergétiques dans les transports, par le développement du vélo et des modes actifs, l'électrification du rail et la relance du fret ferroviaire. L'axe 3 « économie circulaire » (4 actions) identifie localement les rejets et déchets pouvant devenir des ressources au service du développement économique du territoire. Enfin, l'axe 4 « bois » (10 actions) recense un certain nombre d'études sur le potentiel d'exploitation industrielle de la biomasse en PACA, ainsi que la structuration d'offres de formation aux métiers du bois et à la gestion forestière.

Place de l'énergie dans les projets envisagés

La richesse et la diversité des projets présents dans les Pactes de territoire multiplient le nombre de sujets potentiels à traiter pour analyser la territorialisation de l'action publique. Le parti pris de cette thèse est cependant de ne s'intéresser qu'aux projets industriels et/ou énergétiques, dans une perspective d'étudier les dynamiques de mise en œuvre de la transition énergétique dans les territoires. Dès lors, si chacun des quatre Pactes dispose d'un programme d'action lié à l'énergie pour palier l'arrêt de la production d'électricité à partir de thermique, tous ne lui accordent pas la même priorité ni les mêmes enjeux (**Figure 20**). L'objectif est donc ici de mettre en exergue les différents traitements qui sont faits des questions énergétiques à la suite de la mobilisation des acteurs et parties prenantes des Pactes.

Tout d'abord, les projets de production d'énergie sont représentés à part relativement équivalente entre les quatre Pactes de territoire, dans la mesure où il s'agit des projets de reconversion des sites des centrales thermiques. Les chiffres légèrement plus élevés à Saint-Avold (17%) et Gardanne-Meyreuil (18%) s'expliquent par la stratégie foncière de GazelEnergie qui multiplie les projets au sein « d'écoplateformes industrielles ». La principale distinction s'opère en ce qui concerne les projets énergétiques qui ne relèvent pas de la production : ceux-ci sont beaucoup plus nombreux au Havre (24%) et à Cordemais (35%). Ils traduisent pour la plupart un intérêt pour la décarbonation de la mobilité (mobilité électrique, hydrogène, gaz naturel liquéfié, etc.), l'électrification des quais sur les espaces portuaires, la rénovation énergétique des bâtiments, la création de pôles de formation sur l'énergie, etc. Tous

ces éléments constituent les briques d'écosystèmes territoriaux autour de l'énergie. À Saint-Avold et Gardanne-Meyreuil, l'accent est davantage porté sur les problématiques industrielles, dans une perspective de valorisation des actifs présents sur les sites.

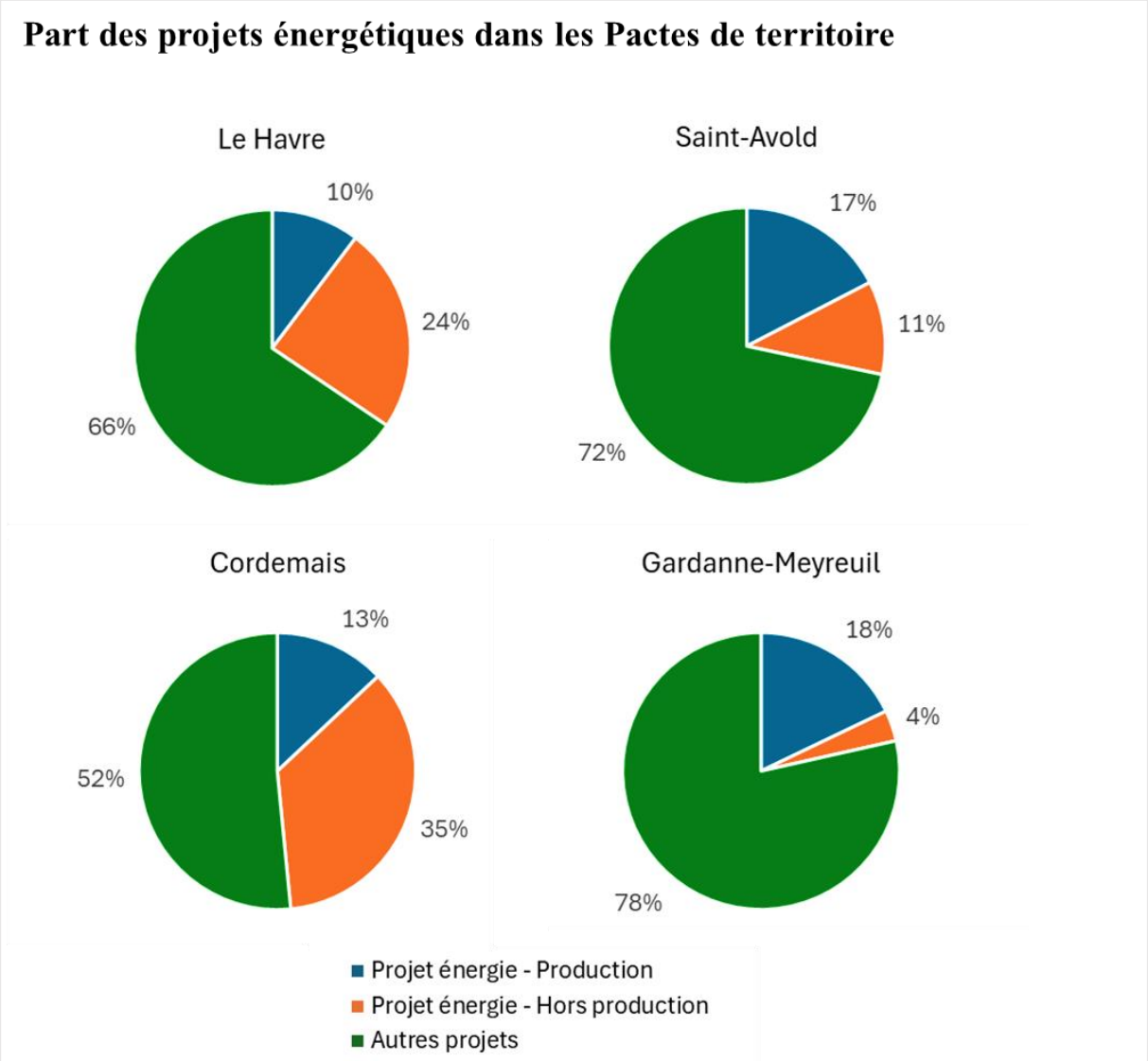


Figure 20. Part des projets énergétiques dans les Pactes de territoire.
Source : Pactes de territoire - Annexes. Réalisation : S. Perroux, mars 2024.

La part de l'énergie dans le ratio total des projets n'est pas révélatrice des montants réels investis, qui sont généralement bien supérieurs à ceux des autres projets. Il apparaît par ailleurs évident que l'énergie suscite une intervention multisectorielle. Tantôt associée à la mobilité durable au Havre et au développement portuaire à Saint-Nazaire, tantôt à des dynamiques de reconversion industrielle à Saint-Avold et à Gardanne-Meyreuil, la transition énergétique mobilise aussi des milieux aux enjeux variés (portuaire, rural, urbain, industriel, naturel).

3. Une gouvernance verticale mais pensée au plus proche des territoires

Un des intérêts à étudier une transition territoriale « en train de se faire » réside dans l'analyse de la machinerie organisationnelle des dispositifs d'action publique, parfois évolutive dans sa structure. Laissant de côté les aspects thématiques et formels des Pactes, nous nous intéressons ici à leur gouvernance territoriale, entendue comme un mode de gestion politique du territoire fondé sur un système partenarial avec des acteurs multiples.

3.1. Une gouvernance verticale et horizontale, complexe et évolutive

Un pilotage local par les sous-préfectures et transversal par le DIATTE

Entendu comme un dispositif contractuel entre l'État, les propriétaires des sites et les collectivités territoriales, les Pactes de territoire font l'objet d'une gouvernance complexe et multiniveaux. Leur pilotage est assuré localement par les sous-préfectures, qui ont la responsabilité d'assurer le fonctionnement des Pactes par la mise en relation des différents acteurs, l'organisation des réunions et des temps d'échange, la rédaction des rapports et des bilans d'avancement ou encore la gestion des conflits entre certaines parties prenantes. Ces formalités pratiques sont assumées par des cellules d'ingénierie territoriale, placées directement sous la tutelle du sous-préfet. Celle de Gardanne-Meyreuil compte par exemple une représentante de la sous-préfecture d'Aix-en-Provence, une autre de la métropole Aix-Marseille Provence depuis janvier 2023 ainsi que quelques contractuels et stagiaires ponctuels. À Saint-Avold, cette mission d'ingénierie a fait l'objet d'une période de recrutement initiée en 2021. Les difficultés liées à la pandémie de Covid-19 (2020-2021) ainsi que le manque d'attractivité du territoire ont toutefois limité les possibilités de recrutement. Des trois postes qui étaient ouverts, un seul a ainsi été pourvu début 2023, qui assume l'entièreté des missions sur trois thématiques : l'environnement, l'aménagement du territoire et l'industrie. Dans un cas comme dans l'autre, ces ressources humaines assurent le suivi des projets et des études sur leur périmètre d'action, et constituent les plaques-tournantes de la mobilisation des acteurs. Le placement de ces cellules d'ingénierie sous la tutelle de l'État leur confère un double avantage : d'une part celui de bénéficier d'un fort ancrage territorial, avec une connaissance directe des enjeux des territoires et de la constitution du système d'acteurs local, d'autre part celui de pouvoir mobiliser l'État centralisé en fonction des difficultés rencontrées, car celui-ci dispose de leviers d'action dépassant parfois les compétences de ses antennes territoriales. En revanche cette organisation place la mise en œuvre des Pactes dans une forte relation de dépendance vis-à-vis des évolutions au sein du corps préfectoral, sensible au jeu des mutations et changements de poste. Un acteur local[188] déplore ainsi une « gouvernance un peu décapitée » à la suite du

[188] Entretien avec un chargé de mission à la communauté d'agglomération de Saint-Avold, 15 juin 2023.

départ de la sous-préfète en place en novembre 2021, dont le remplacement a généré plusieurs mois de flottements et de retards dans le suivi des projets.

À une échelle supérieure, la mise en œuvre des Pactes est suivie de manière transversale par un délégué interministériel à l'avenir du territoire de Fessenheim et des territoires d'implantation des centrales de production d'électricité à partir de charbon[189]. Un second décret lui substitue à partir de 2021 un délégué interministériel à l'accompagnement des territoires en transition énergétique (DIATTE) [190]. De 2019 à 2024, trois représentants se sont succédé à ce poste, placé sous la cotutelle du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère de l'industrie. En liaison avec les préfets concernés, le DIATTE « *dispose à la fois d'une vision transversale des territoires confrontés aux conséquences sociales de la transition énergétique, tout en agissant au niveau local afin de faciliter la communication entre les différents acteurs impliqués sur ces sujets* »[191]. Il assure donc une mission de dialogue social, avec une action portant prioritairement sur l'accompagnement des salariés des sites et des places portuaires ; la bonne gestion de la question socio-économique est ainsi présentée comme un facteur facilitateur de la réussite de la transition énergétique.

Une mobilisation relative de l'ensemble des acteurs territoriaux et signataires « autour de la table »

En parallèle de ce pilotage par l'État, les acteurs cités au début de ce chapitre se réunissent au sein de multiples instances, qui participent à l'organisation « classique » d'un pilotage de projet (**Figure 21**). Chaque comité a ses propres fonctions et constitue un espace de discussion et de dialogue à part entière (Meyer et al., 2021). On retrouve ainsi le comité restreint où siègent les signataires des Pactes pour discuter des projets, des plans de financement et des stratégies opérationnelles ; il constitue, avec le comité plénier, l'*espace décisionnel*. Tous deux sont appuyés au niveau technique par un comité opérationnel (où siège par exemple l'ADEME et la DREAL), et au niveau économique par un comité d'expertise et de financement ; nous nous situons là dans l'*espace d'appui et d'expertise*. Enfin, chaque Pacte dispose de groupes de travail afin de discuter des axes prioritaires, d'identifier les enjeux et les freins au développement des territoires, de recevoir les porteurs de projet et d'assurer le suivi des fiches-actions ; on peut les considérer comme l'*espace de discussion et de concertation*. Si on prend l'exemple du Pacte de Gardanne-Meyreuil, la gouvernance apparaît complexe, hiérarchique et

[189] Décret 2019-67 du 1er février 2019.
[190] Décret 2021-759 du 14 juin 2021.
[191] Commission des Affaires Économiques, *Suivi des mesures d'accompagnement des salariés concernés par la fermeture des centrales à charbon*, groupe de travail sur la mise en œuvre des dispositions de l'ordonnance n°2020-921 du 29 juillet 2020, communication à l'Assemblée nationale du 2 février 2022, p.4.

principalement verticale, avec une remontée des décisions et des processus de validation aux échelons supérieurs.

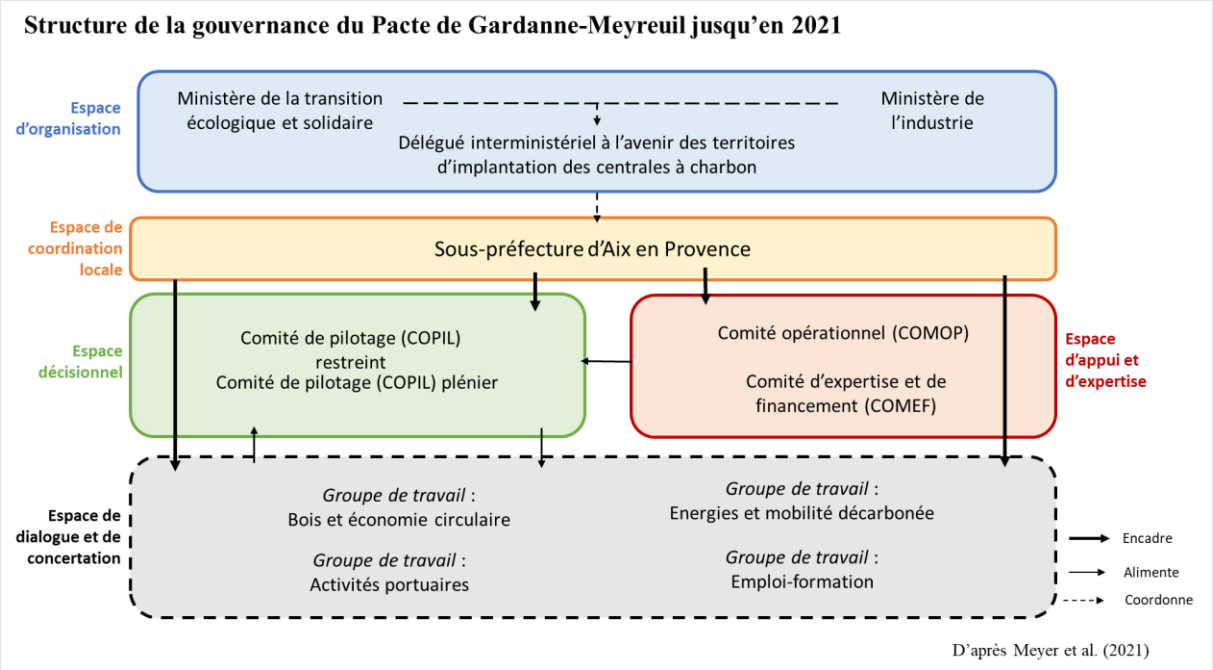


Figure 21. Structure de la gouvernance du Pacte de Gardanne-Meyreuil avant mars 2021.
Réalisation : S. Perroux, juillet 2021, d'après Meyer et al., 2021.

L'arrivée d'un nouveau sous-préfet à Aix-en-Provence en mars 2021 a été l'occasion d'une modification structurelle de cette gouvernance (**Figure 22**). Dans la nouvelle organisation, la comitologie a été simplifiée pour conserver trois commissions comme uniques espaces de concertation et d'échange entre l'ensemble des parties prenantes. Les projets y sont discutés au fil de l'eau, présentés aux maires et aux élus locaux qui jugent de leur intérêt territorial, et soumis à l'expertise des différents services de l'État et bailleurs de fonds. Ainsi remaniée, la nouvelle gouvernance permet une optimisation du temps, une rationalisation des ressources humaines et une plus grande rapidité dans le dialogue et la planification. Une autre spécificité de la gouvernance du Pacte de Gardanne-Meyreuil est la tenue de plusieurs tables-rondes en parallèle des comités et commissions plus classiques. Réunissant à la préfecture de Marseille l'État (en la personne du préfet), GazelEnergie et les représentants syndicaux de la centrale de Provence et du GPMM, ces tables-rondes avaient pour vocation de trouver une solution au conflit social qui animait le site industriel de manière régulière (cf. chapitre 8). Au moment où le Plan de Sauvegarde de l'Emploi annonçait la suppression de 80 postes à Gardanne, ces réunions ont permis avec le temps de trouver un compromis social entre l'entreprise et ses salariés pour désamorcer les tensions et, *in fine*, avancer sur les projets de reconversion du site.

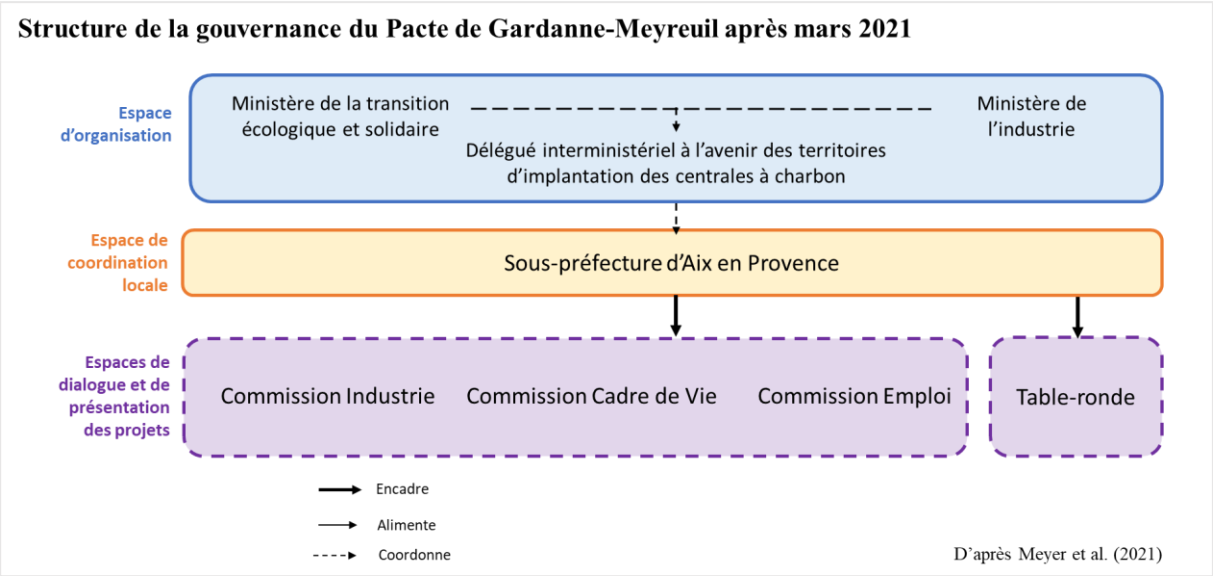


Figure 22. Structure de la gouvernance du Pacte de Gardanne-Meyreuil avant mars 2021.
Réalisation : S. Perroux, juillet 2021, d'après Meyer et al., 2021.

Tout comme à Gardanne-Meyreuil, le Pacte mosellan a connu un allègement de sa gouvernance et une modification de son système d'évaluation des nouveaux projets avec l'arrivée d'un nouveau sous-préfet fin 2021. Dans la nouvelle organisation, validée en octobre 2022, les porteurs de projet sont identifiés par Moselle Attractivité[192] et orientés vers les services de la sous-préfecture pour remplir une fiche-action, à condition que leur projet s'inscrive dans le périmètre du Pacte. La fiche est transmise au service de l'État concerné (DREAL, DDTM, ARS, ADEME...) qui émet un *avis technique* selon la pertinence et la faisabilité du projet. La fiche est ensuite adressée par voie électronique aux membres du COPIL restreint pour recueillir l'*avis politique* des quatre présidents des EPCI du périmètre. Ceux-ci disposent de deux semaines pour s'exprimer ; rarement exposé, cet avis est considéré comme favorable dans la majorité des cas et interroge sur un possible désengagement des pouvoirs publics. Certains acteurs locaux estiment de fait que « *les quatre EPCI n'ont pas été très proactifs dans le pilotage du dossier* » et ont davantage été « suiveuses » des décisions prises par la sous-préfecture de Forbach-Boulay[193]. En cause, une saturation liée à un trop grand nombre de projets, qui perturbe la visibilité et la compréhension du Pacte, ainsi qu'un manque de compétences des intercommunalités en ingénierie. La fiche-action est finalement discutée lors d'une réunion du comité de programmation du fonds charbon, qui réunit le délégué interministériel, le préfet, le sous-préfet et le SGAR pour arbitrer sur la décision du financement et de son montant. Face à ces réunions à huis-clos, certains accusent le Pacte de souffrir d'un jeu de négociation politique conduisant à des « marchandages » entre les industriels et l'État centralisé. L'investissement des collectivités territoriales et des élus locaux reste ainsi à nuancer car on observe dans les faits une faible participation des représentants présents dans les

[192] Agence de développement économique de la Moselle.
[193] Entretien avec un représentant de l'ADEME délégation régionale du Grand Est, 13 juin 2023.

instances de discussion, de débat et de décision, opposée à une forte mainmise de l'État dans le processus décisionnel.

Des groupes de travail thématiques et variables dans le temps

Les groupes de travail constituent le socle opérationnel de mise en œuvre des Pactes de territoire. Chaque Pacte disposait dès ses débuts de ses propres groupes de travail, en cohérence avec les axes de développement identifiés au préalable (**Tableau 8**).

	Jusqu'en 2020	En 2021
Le Havre	Transitions du paysage industrialo-portuaire Circularité des ressources Mobilité décarbonées Espaces naturels littoraux et estuariens Emploi	
Cordemais	Activités et trafics portuaires Nantes-Saint-Nazaire Transition écologique de l'estuaire Mobilités décarbonées Emploi	Compensations carbone Compensations fiscales
Saint-Avold	Relance économique Services aux habitants Attractivité renouvelée Santé	
Gardanne	Bois et économie circulaire Activités portuaires Énergies et mobilité décarbonée Emploi-formation	Industrie Cadre de vie Emploi

Tableau 8. Thématique des groupes de travail des Pactes de territoire.

Sur l'ensemble des territoires, les groupes de travail ont principalement contribué à l'élaboration des axes stratégiques des Pactes, par l'identification des enjeux à défendre et éventuellement des projets à appuyer. La signature des Pactes en 2020 marque un tournant dans leur administration. Ils deviennent au Havre des groupes de suivi de la mise en œuvre des projets, alors même qu'ils sont intégrés dans le processus de création du CRTE. Ils disparaissent à Cordemais, qui organise par la suite la tenue ponctuelle de sous-groupes sur deux

thématiques : la première concerne les compensations *carbone* induites par le maintien en activité des deux unités charbon jusqu'à 2026, la deuxième porte sur les compensations fiscales. Le sous-groupe étudie les capacités financières de la commune à maintenir ses infrastructures publiques, construites depuis des décennies grâce aux retombées fiscales de la centrale, lorsque celle-ci sera définitivement arrêtée. Les groupes de travail sont aussi dissous à Saint-Avold, où le suivi est assuré par la cellule d'ingénierie de la sous-préfecture. Enfin, à Gardanne-Meyreuil, où le Pacte se démarque comme étant le plus intégratif de nouveaux projets, l'organisation est repensée par le sous-préfet pour réduire la comitologie. En lieu et place des quatre groupes de travail initiaux, les parties prenantes se réunissent depuis 2021 au sein de trois commissions. La commission Industrie est l'espace de réception des porteurs de projet et de construction d'une vision collective du territoire et de son avenir industriel. La commission Cadre de vie cherche à compenser les nuisances associées au développement de l'industrie sur les communes de Gardanne-Meyreuil par des aménagements urbains. Elle s'appuie donc sur les propositions faites par les riverains et associations du territoire (par exemple le renforcement du réseau cyclable) pour tenter d'améliorer la qualité de vie de la population au niveau local. Enfin, la commission Emploi vise à accompagner les salariés de la centrale thermique, les sous-traitants et le personnel portuaire concerné dans leur recherche d'emploi et dans l'accès aux formations professionnalisantes. Chaque groupe de travail, comité et commission réunit ainsi différentes catégories d'acteurs en fonction de sa thématique, bien que l'on note de manière générale une faible présence des milieux associatifs et des collectifs de riverains. De même, l'absence de représentants du secteur économique privé tend à restreindre la concertation à une gouvernance principalement publique.

3.2. Objectifs, temporalités, planification

Des temporalités différentes selon les modes de fonctionnement et les objectifs des Pactes

Les quatre Pactes de territoire se distinguent chacun par leur gouvernance mais aussi par leur temporalité de mise en œuvre et leur mode de fonctionnement (**Figure 23**). Si certaines références à ces temporalités ont déjà été évoquées, c'est ici l'occasion de mettre l'analyse comparée au service de la compréhension des mécanismes de l'action publique territorialisée. À partir de 2018 et l'annonce de la fermeture prochaine des centrales à charbon, des groupes de travail ont été montés, tout d'abord dans le cadre des Contrats de Transition Écologique (CTE) puis dans celui des Pactes, afin d'identifier les projets répondant à la stratégie de développement de chaque axe structurant. De manière assez similaire sur chaque territoire, ces groupes de travail se réunissaient régulièrement pour contribuer à la rédaction des Pactes. Leur travail consistait pour une part à recenser et à prioriser les projets de leur territoire nécessitant un soutien politique, institutionnel et financier ; c'est notamment le cas sur Cordemais où le

Pacte a apporté son « *soutien aux projets déjà mûrs portés par les collectivités* »[194]. D'autre part, la perspective d'un accompagnement public offrait l'opportunité de faire émerger de nouveaux projets, qui n'avaient pas encore trouvé les moyens de s'implanter localement, comme à Saint-Avold et Gardanne-Meyreuil. Les signatures en 2020 marquent la fin de ces dynamiques unifiées. L'absence de cadre formel concernant le mode de fonctionnement des Pactes après leur validation politique entraîne en effet une multitude de configurations socio-politiques et temporelles.

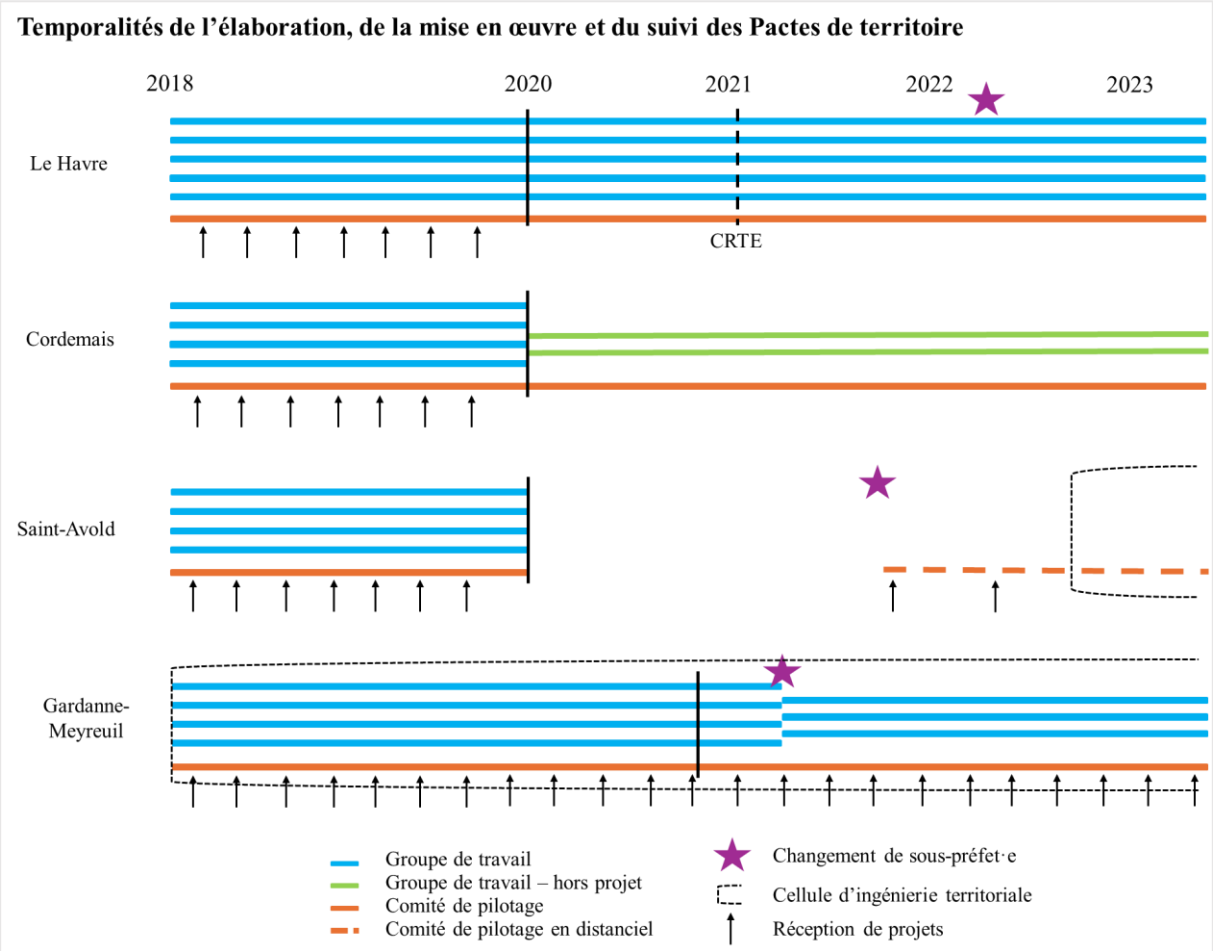


Figure 23. Chronologies de l'élaboration, de la mise en œuvre et du suivi des Pactes de territoire.
Réalisation : S. Perroux, mars 2024.

Au Havre, les groupes de travail sont maintenus mais n'assument plus qu'un rôle de suivi des projets. Ils ont par ailleurs été intégrés dans la dynamique d'élaboration du Contrat de Relance et de Transition Écologique (CRTE) en 2021, signé entre la communauté urbaine du Havre et l'État. À Cordemais, les groupes de travail ont été entièrement dissous et le suivi des projets est assuré par le comité de pilotage restreint, qui se réunit une à deux fois par an. Deux sous-groupes sur les thématiques des compensations carbone et fiscale sont par ailleurs réunis

[194] Entretien avec un représentant du SGAR Pays de la Loire, 27 juin 2023.

de manière ponctuelle. À Saint-Avold, le Pacte a particulièrement souffert de la pandémie de Covid-19, qui en a compromis la mise en œuvre moins d'un mois après sa signature. Après plus d'un an et demi sans réunions, ni comptes-rendus ni suivi des projets, l'arrivée d'un nouveau sous-préfet vient redynamiser le dossier. Il procède à une simplification de la gouvernance et initie la mise en place d'un « pôle mutualisé d'ingénierie territoriale », en partenariat avec les quatre EPCI et l'ADEME. Celui-ci ne prend cependant forme que fin 2022 avec le premier recrutement. Contrairement aux deux précédents, le Pacte mosellan n'est pas complètement figé et certaines fiches-actions continuent à être ajoutées, supprimées ou modifiées. Le sous-préfet a ainsi fait connaître sa volonté de rééquilibrer les financements pour encourager les projets des collectivités territoriales. Il a en effet constaté le soutien considérable accordé aux projets industriels (6 millions d'euros du fonds charbon), qui n'ont que peu d'effets directs sur la population. Un nouveau poste doit ainsi être occupé au sein de la cellule d'ingénierie pour assurer la communication auprès des maires, qui ne connaissent pour la plupart pas l'existence du Pacte, et faire remonter des projets d'utilité publique (infrastructures sportives, réseaux de transport, etc.). Enfin, le pacte territorial de Gardanne-Meyreuil a la particularité d'être évolutif, c'est-à-dire qu'il continue après sa signature à recevoir et évaluer des projets pouvant servir au développement du territoire dans ses dimensions sociales, économiques et industrielles.

On voit ainsi que les modes de fonctionnement ne sont pas figés et qu'ils viennent au contraire s'adapter aux besoins des territoires, renforçant l'idée d'une hétérogénéité des formes de territorialisation de l'action publique.

Le double filtre de l'évaluation des projets à Gardanne-Meyreuil

En raison du caractère évolutif du Pacte de Gardanne-Meyreuil, la commission industrie a entendu de très nombreux porteurs de projets, attirés par la disponibilité du foncier et la possibilité de disposer de financements publics. La commission tranchait ensuite sur les lieux d'implantation les plus favorables pour ces projets, prenant en compte des considérations économiques et foncières. Si l'on considère uniquement les projets envisagés pour la reconversion du site de la centrale thermique, ils sont soumis à un double filtre traduisant les attentes, besoins et stratégies des différents acteurs (**Figure 24**). Dans un premier temps, les projets sont soumis au filtre territorial lors de leur passage en commission industrie. En fonction des *business plans* des entreprises, des retombées en matière de création d'emplois, de création de valeur et de cohérence avec l'orientation générale du Pacte autour de la réindustrialisation du territoire, les porteurs de projets sont réorientés vers des institutions susceptibles de leur attribuer du foncier. Certains projets ont ainsi trouvé à s'implanter au technopôle de l'Arbois au sud d'Aix-en-Provence, c'est-à-dire en dehors du périmètre du pacte territorial (Plein Air EcoConcept, Cap Vert Energies), tandis que d'autres ont pu tirer avantage du foncier disponible à proximité. À titre d'exemple, les projets Lign'O et Nawa Technologies ont pu acheter les

dernières parcelles en vente sur le site du Puits Yvon Morandat (commune de Gardanne), reconverti depuis 2018 en pépinière d'entreprises et dans la revente de ses terrains.

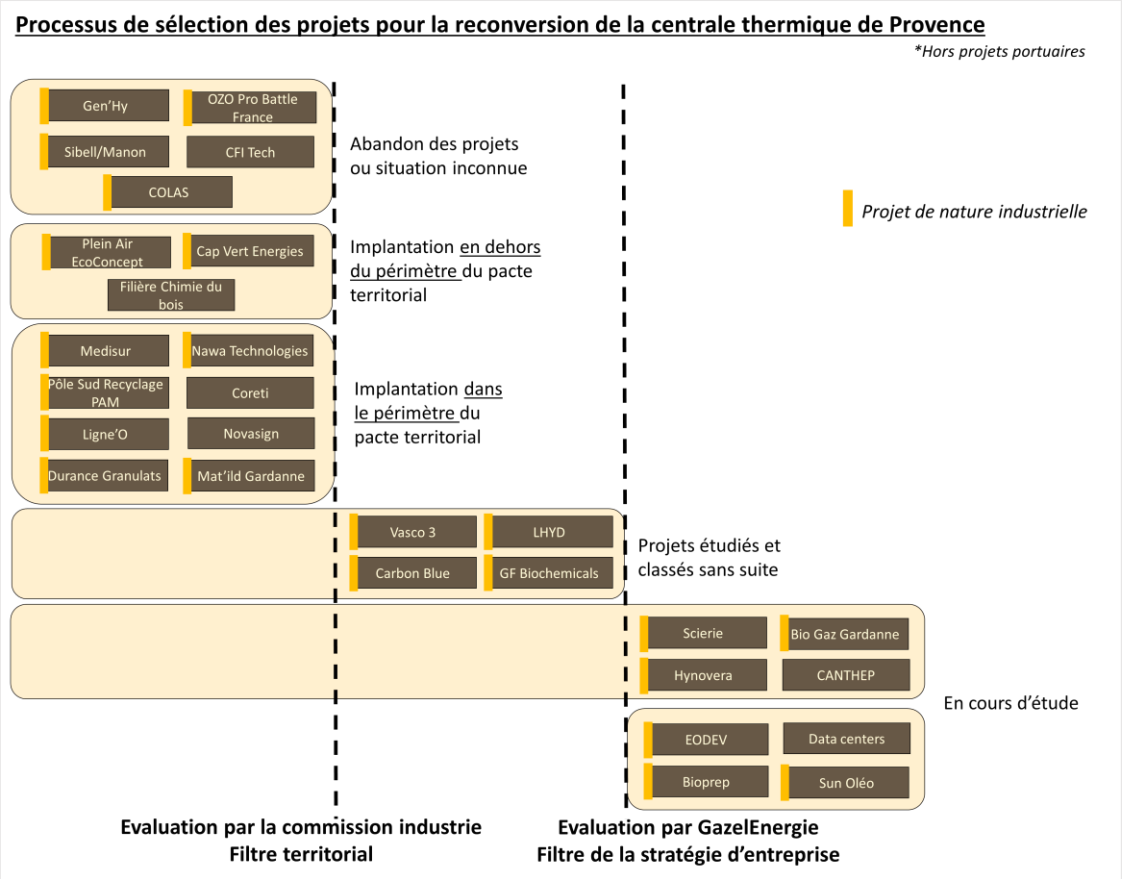


Figure 24. Projets industriels évalués dans le cadre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil.
Réalisation : S. Perroux, mai 2023.

Lorsque des projets ont reçu l'aval de la commission industrie pour une implantation sur le site de la centrale thermique, ils sont alors soumis à un deuxième filtre, qui est celui du propriétaire du site GazelEnergie. Les projets doivent être cohérents avec la stratégie de l'entreprise, autrement dit répondre aux exigences des contrats de location des terrains et garantir une certaine synergie avec les projets déjà présents sur le site. Plusieurs projets ont ainsi été classés sans suite par l'opérateur (GF Biochemicals, LHYD) alors que d'autres ont trouvé à s'implanter ailleurs (comme Vasco 3 parti sur la ZIP de Fos-sur-Mer). Enfin, certains porteurs de projet ont pris contact avec GazelEnergie sans en passer par le dispositif territorial et les discussions sont en cours pour évaluer la faisabilité des projets (Sun Oléo, Bio Prep...). Les data centers notamment font l'objet d'une grande attention car ils semblent avoir le soutien de la population locale, qui en a fait mention dans certaines de ses propositions à la sous-préfecture.

Les Pactes présentent ainsi des disparités organisationnelles, tant dans leur processus d'élaboration qu'au cours de leur mise en œuvre, qui révèlent des temporalités et des capacités de mobilisation des acteurs propres à chaque territoire. En plus de la complexité de la gouvernance des Pactes s'ajoute la difficulté de composer avec des motivations parfois divergentes, entre les attentes territoriales, les besoins socio-économiques et les stratégies économiques de l'entreprise.

Conclusion du chapitre 6

Nous avions initialement émis l'hypothèse que *les trajectoires de transition sont déterminées par des acteurs ancrés localement et qui participent à la mise en œuvre des Pactes de territoire.* L'analyse des Pactes montre effectivement une certaine forme de territorialisation de l'action publique favorisant un portage local de la transition énergétique. La délimitation des périmètres d'action, calibrés le plus souvent autour de quelques intercommunalités, offre une certaine *proximité spatiale* avec les enjeux locaux tout en proposant une autre échelle d'intervention politique, orientée sur la thématique de l'industrie. La mobilisation des acteurs locaux, observable à travers les signatures des Pactes et les participations aux différents groupes de travail, suggère quant à elle une *proximité sociale* avec les enjeux locaux. Malgré une présence limitée des représentants de la société civile (associations environnementales, associations de riverains, certaines communes, etc.), les collectivités territoriales restent relativement présentes. Mais c'est avant tout l'État décentralisé qui y joue un rôle majeur : celui-ci se trouve mis sur le devant de la scène par son rôle de pilote de la gouvernance, de coordinateur de l'ingénierie territoriale et de décisionnaire final dans le processus d'évaluation des projets. L'État, par l'entremise des sous-préfectures, maintient aussi le contrôle sur certaines sources de financement, au premier rang desquelles le fonds charbon. L'usage qui est fait de ce fonds sur les périmètres de Saint-Avold et de Gardanne-Meyreuil vient d'ailleurs palier un déficit de connaissances des territoires dans certains domaines (filière bois, opportunités de développement des mobilités), connaissances qui demeurent pourtant un prérequis pour le développement de scenarii et de trajectoires de transition.

Dans cette architecture organisationnelle complexe, les industriels EDF et GazelEnergie occupent eux aussi une place centrale : en tant que propriétaires des terrains et des infrastructures, ils détiennent le pouvoir d'accepter ou de refuser les projets. Leurs stratégies de développement étant bien souvent différentes de celles des territoires, le choix des projets nécessite son lot d'arbitrages et de compromis pour obtenir le soutien de l'ensemble des parties prenantes. Il en résulte des dynamiques d'entrée en transition parfois longues et tortueuses.

Chapitre 7
Quelles trajectoires énergétiques et industrielles ?

"The modern energy world is too complex, too interdependent, and too vulnerable for us to ignore how it all fits together".

Martin Pasqualetti, Marilyn Brown, 2014

L'objectif de transition du système socio-technique vers un fonctionnement plus neutre en carbone est programmé au niveau national dans la Stratégie Nationale Bas Carbone, révisée en 2018 puis en 2020. Ce document de planification pour la transition écologique du pays insiste sur une gouvernance et une mise en œuvre de cette transition à deux niveaux : au niveau national avec la mobilisation des grandes instances politiques[195] pour garantir « *l'appropriation des orientations et objectifs de la SNBC [...] dans l'ensemble des décisions politiques publiques nationales* » (SNBC, 2020, p.48), et au niveau territorial par l'implication des Régions et des intercommunalités dans la « *territorialisation de ces grandes orientations* » (*ibid.*, p. 49). Au-delà de la relation très hiérarchique qui s'établit entre ces deux échelles d'intervention publique, ce document stratégique met en avant le nécessaire « développement des potentiels de chaque territoire » pour atteindre la neutralité carbone (*ibid.*, p. 50). Il revient aux acteurs de valoriser les spécificités de leur territoire pour en faire des opportunités de développement au service de la transition énergétique. Que cela donne-t-il dans les faits ? Les « spécificités territoriales » orientent-elles réellement le choix des projets ? La reconversion des centrales à charbon offre ainsi des terrains d'étude privilégiés pour l'analyse des trajectoires de transition choisies par les acteurs locaux, les industriels et les pouvoirs publics dans le cadre des Pactes de territoire.

Ce chapitre a tout d'abord pour objectif de présenter les projets qui ont émergé de ces dispositifs contractuels entre l'État, les opérateurs des sites et les collectivités, en ce qui concerne la reconversion industrielle des sites. Dans un second temps, il s'agit d'interroger la capacité des Pactes de territoires à initier ou redéfinir des dynamiques territoriales en matière

[195] Ministère de l'Environnement, Hauts Fonctionnaires au Développement Durable, Conseil National de la Transition Écologique, Haut Conseil pour le Climat, Conseil de Défense Écologique, etc.

d'entrée en transition, de structuration de filières économiques, de rééquilibrage de la production par rapport à la consommation d'énergie.

1. Panorama des projets sur les quatre sites industriels

Après cinq ans de réflexion de la part des collectivités locales, des propriétaires des sites et des autres signataires des pactes de territoire, de nombreux projets sont en passe de voir le jour ou sont à l'étude pour la reconversion des sites à la fin de l'année 2023. En plus des ressources très variées qu'ils mobilisent, ils participent à l'émergence et à la structuration de nouvelles filières industrielles et énergétiques, qui rayonnent dans les territoires bien au-delà des limites des sites.

1.1. Une fermeture anticipée au Havre

Un démantèlement sans perspective de reconversion industrielle

Des quatre territoires à l'étude, celui de la métropole du Havre est le seul pour lequel le site de la centrale thermique ne présente aucune perspective de reconversion industrielle à court terme. Débranchée du réseau en avril 2021 – soit huit mois avant la date limite initialement prévue par le gouvernement – l'installation électrique fait l'objet d'une opération de démantèlement par l'entreprise EDF. La procédure, coûteuse en moyens humains et financiers, doit se prolonger durant près d'une dizaine d'années après l'arrêt du site, celui-ci devant être restitué à terme au Grand Port Maritime du Havre (GPMH)[196], qui en est propriétaire. Comment comprendre l'absence de projets de reconversion des infrastructures du sites ? Ou pour être plus précis, quels facteurs permettent d'expliquer : (1) l'absence de projets pérennisant l'activité industrielle, et (2) l'absence de projets assurant une continuité dans la production énergétique ? Sur ce site, l'industrie comme l'énergie semblent en effet avoir été écartés des politiques de développement du port, de la ville et du territoire. Plusieurs explications peuvent être mobilisées pour répondre à ces interrogations. Tout d'abord, tous comme les sites de Saint-Avold et de Gardanne-Meyreuil, la centrale du Havre n'avait pas été identifiée par RTE comme étant indispensable pour le réseau électrique à l'époque de sa fermeture ; il n'y avait donc pas de contraintes techniques associées à son arrêt. Ensuite, l'arrêt du site s'est trouvé facilité par la structure même de l'entreprise qui assure son fonctionnement : les nombreuses installations industrielles d'EDF ont permis le reclassement et le transfert des salariés du Havre vers d'autres sites d'exploitation, avec un maintien au statut IEG ; l'enjeu social était donc moins prononcé sur le territoire normand qu'il ne l'a été sur les sites de GazelEnergie. Troisièmement, la centrale thermique se trouve à proximité immédiate de l'hypercentre de la ville du Havre (moins

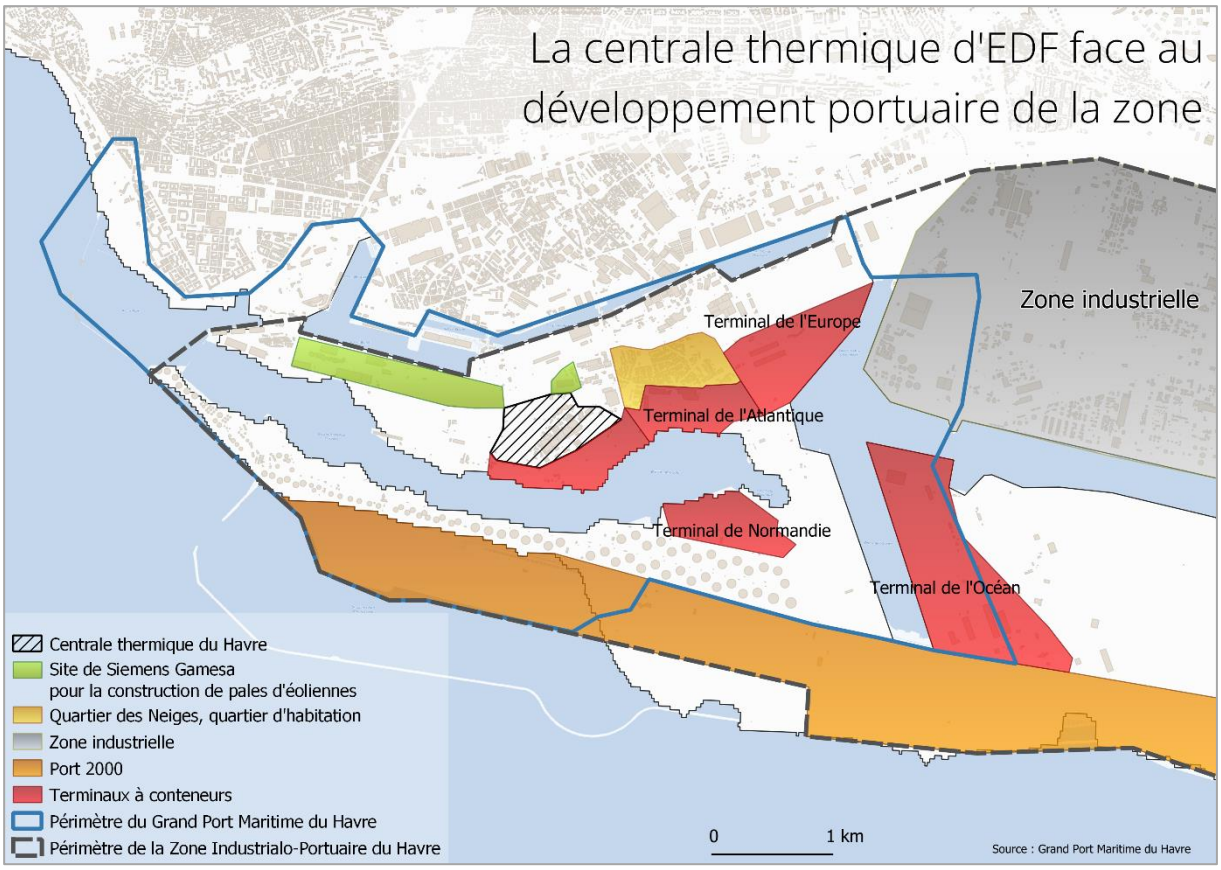
[196] Le GPMH succède au Port autonome du Havre en 2008 puis est intégré en juin 2021 dans l'ensemble portuaire HAROPA (Havre, Rouen, Paris) qui vise à développer les activités industrielles, logistiques et portuaires le long de l'axe Seine.

de 500 mètres) et des nouveaux quartiers faisant l'objet d'une reconquête urbaine par l'art, la formation et la culture. Le rapprochement du front de ville vers la zone industrialo-portuaire est un des arguments évoqués par certains acteurs territoriaux lors des entretiens pour justifier l'abandon de l'industrie sur cet espace, bien que les effets de cette dynamique ne puissent expliquer à eux-seuls la non-reconversion du site, en témoigne l'implantation de l'usine Siemens Gamesa à quelques dizaines de mètres de la centrale. Un autre facteur a été mis en avant : celui de la valeur symbolique et politique associée à la fermeture anticipée d'une installation fortement émettrice de CO_2. Il a déjà été évoqué dans un précédent chapitre (Chapitre 4) que la décision de mettre un terme à la production d'électricité issue de charbon d'ici 2022 était influencée par un impératif politique : celui de réaliser une mesure écologique quantitativement conséquente avant la fin du quinquennat présidentiel. Le retour d'E. Philippe au poste de premier édile du Havre en 2020, après trois ans en tant que Premier Ministre, confère à la fermeture prématurée une importante signification politique. Enfin, dernier point et peut-être le plus significatif, le démantèlement du site s'inscrit dans la stratégie de développement du port sur le long terme, initiée en 2006 avec Port 2000.

Un site au service du développement portuaire

La zone industrialo-portuaire (ZIP) du Havre, et plus particulièrement sa partie ouest, font l'objet depuis 2006 d'un vaste projet d'agrandissement du port nommé « Port 2000 » dont l'objectif est de préparer cet espace pour l'accueil de très larges porte-conteneurs. La zone a donc connu de nombreux aménagements afin de « répondre au changement d'échelle du transport maritime international »[197] (**Carte 27**). Ce nouveau port en eaux profondes dispose de 12 postes à quais répartis sur 4,2 km de quais, et les deux derniers doivent être mis en service à partir de 2024[198]. Le projet, représentant plus d'un milliard d'euros d'investissements, vise à maintenir le port du Havre sur la scène du transport maritime international en garantissant un accès « sans passage d'écluse ni contrainte de marée » à ses trois terminaux pour les plus grands porte-conteneurs du monde. Renforcé par une importante plate-forme logistique pour assurer la liaison des terminaux avec les réseaux ferroviaires, fluviaux et routiers, Le Havre cherche à assurer sa place « parmi les grands ports maritimes du nord-ouest européen et [...] son rôle de port de Paris »[199]. L'enjeu économique est donc de taille, autant pour la ZIP que pour la ville du Havre et son arrière-pays, jusqu'à la capitale (photo 4 annexe).

[197] Site de la mairie du Havre, consulté le 24 octobre 2023.
[198] Site de Haropa Port, consulté le 24 octobre 2023.
[199] Site de la mairie du Havre, consulté le 24 octobre 2023.



Carte 27. Dynamique portuaire de la ZIP du Havre

Au cœur de cette vaste transformation portuaire, reconnue Opération d'Intérêt National en 1995, le site de la centrale thermique d'EDF représente un potentiel foncier non négligeable pour la poursuite du développement des activités portuaires. La proximité de plusieurs autres terminaux pour conteneurs (terminal de l'Europe, terminal de l'Atlantique, terminal de Normandie et terminal de l'Océan) témoigne de l'orientation plus portuaire qu'industrielle de la zone. C'est ainsi qu'une des pistes envisagées pour la reconversion du site après son démantèlement, sa dépollution et sa restitution au GPMH[200] est d'en faire un autre terminal conteneurs pour venir en appui au développement portuaire de la zone. Une autre piste a cependant été évoquée, qui fait mention de l'installation d'un poste de raccordement au réseau électrique piloté par RTE, et qui permettrait de faire la liaison entre les parcs éoliens *offshore*[201] en construction et le territoire continental. Le site devient dès lors fortement attractif pour le foncier qu'il représente et la disponibilité de certains actifs comme les lignes de raccordement au réseau électrique, hérités du fonctionnement de la centrale thermique. Sa localisation entre terre et mer, à l'interface de la zone industrielle et de la zone portuaire, favorise d'autant plus sa reconversion au profit d'activités portuaires ou de logistique énergétique.

[200] Devenu Haropa Port en juin 2021.
[201] Parc éolien offshore de Fécamp : 72 fondations gravitaires, 500 MW puissance installée, 2 milliards d'euros d'investissement, début production en 2023.

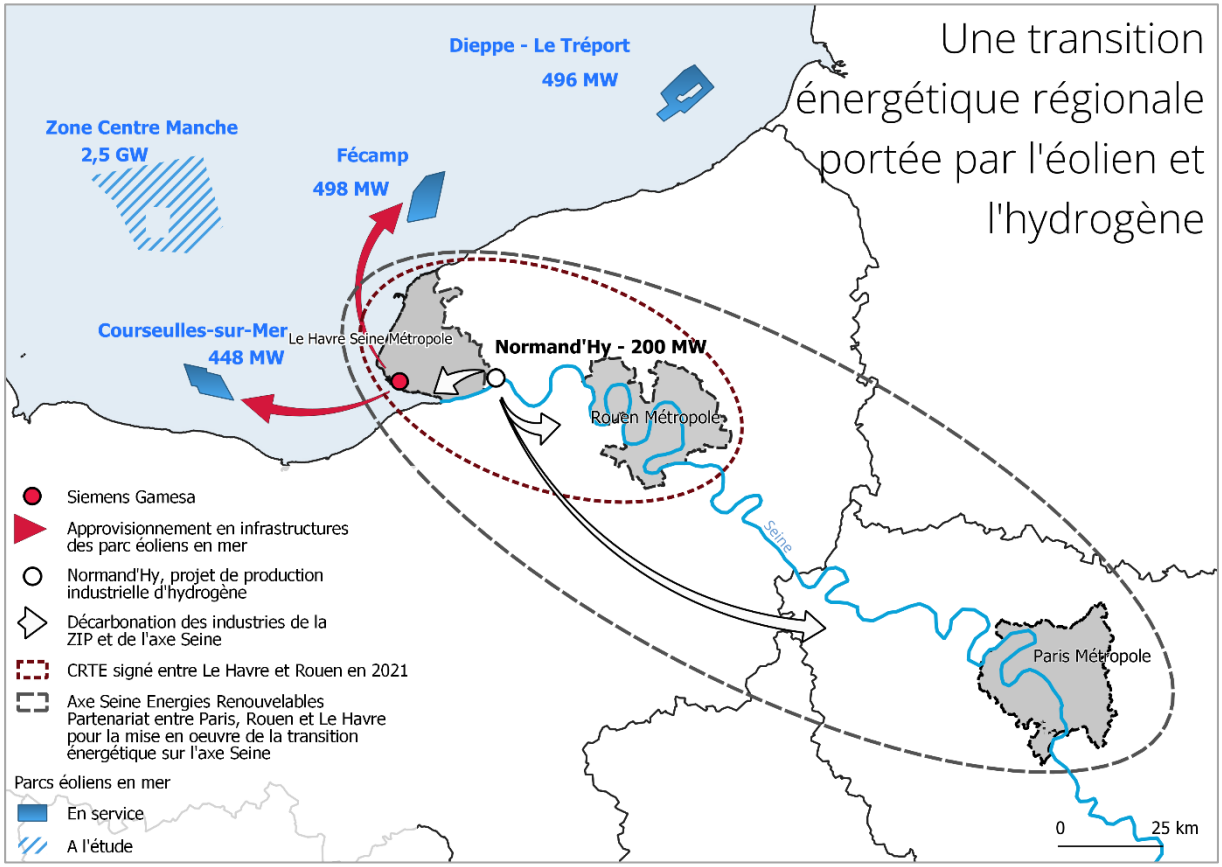
Du charbon au vent : une transition par la mer

Le projet phare du pacte territorial du Havre est sans nul doute la construction de l'usine de Siemens Gamesa dédiée à la production de pales d'éoliennes et à l'assemblage des nacelles. L'usine est située face à la centrale thermique (**Carte 27**) et est promue comme un témoin de la transition énergétique et du « renouveau industriel »[202] de la ville, du charbon vers l'éolien. Il s'agit en réalité d'un projet beaucoup plus ancien que le dispositif du Pacte, avec de premières études menées à partir de 2011 par Areva. L'entreprise a par la suite été rachetée par Siemens, qui a entamé les travaux en 2014. Le pacte territorial n'a vraiment eu pour effet que d'accélérer la mise en service de l'infrastructure, effective en 2021. La continuité de la transition est donc assurée autant dans sa dimension spatiale que temporelle, le démarrage de la nouvelle activité prenant le relai de l'ancienne. À noter toutefois que ce relai n'est pas assuré au niveau social : sur les 400 emplois directs de l'usine, seulement un poste a été récupéré par un salarié de la centrale à la suite de l'arrêt du site. La grande majorité des crédits du fonds charbon ont été alloués à l'aménagement de la zone en vue de l'implantation de l'usine, qui a nécessité des travaux de voierie, de préparation des bords à quai, etc. Le projet, qui se veut modestement être « le plus grand projet industriel de l'histoire des énergies renouvelables en France » selon son porteur[203] doit accompagner le déploiement de l'éolien *offshore* en équipant cinq des six grands parcs en construction (Dieppe-Le Tréport, Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc et Yeu-Noirmoutier). Il s'intègre ainsi tout à fait dans la stratégie climatique et énergétique de la Région Normandie, qui mise sur le déploiement de la filière éolienne en mer pour décarboner son réseau électrique (**Carte 28**).

Plusieurs projets éoliens offshore sont ainsi en cours en 2022. Ce sont des projets de grande envergure, représentant de grosses capacités de production et nécessitant des aménagements spécifiques notamment en matière de raccordement au réseau RTE. Les trois parcs éoliens maritimes de Courseulles-sur-Mer, Fécamp et Dieppe Le Tréport sont issus de l'appel d'offre lancé par l'État en 2011[204]. Ils présentent une puissance installée allant de 450 à 500 MW pour une production électrique d'environ 2 GWh/an chacun. Le parc de Fécamp pourra alimenter à lui seul l'équivalent de 770 000 foyers en électricité, c'est-à-dire répondre aux besoins de 60% de la population de la Seine-Maritime. La Zone Centre Manche renvoie quant à elle à un espace maritime identifié dans le cadre d'un second appel d'offre de l'État lancé en 2020 et annoncé lauréat en mars 2023[205]. Deux parcs éoliens doivent y voir le jour, à échéance 2031, pour un total de 2,5 GW de puissance installée. Les investissements dans ces grandes infrastructures de production d'énergie renouvelable peuvent expliquer dans une

[202] Site de Siemens Gamesa, consulté le 25 octobre 2023.
[203] Site de Siemens Gamesa, consulté le 25 octobre 2023.
[204] Appel d'offres de la CRE n° 2011/S 126-208873 portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine
[205] Site de France Énergie Éolienne, communiqué de presse du 28 mars 2023, consulté le 25 octobre 2023.

certaine mesure le plus faible déploiement des capacités terrestres de production d'énergie. Le développement des énergies marines est en effet présenté comme une des priorités de la région Normandie[206], tandis que la métropole du Havre met l'accent sur le soutien aux activités économiques liées à la transition énergétique. Ainsi, en parallèle de l'usine de Siemens Gamesa, un autre chantier d'ampleur nationale s'implanta au Havre, qui concernait la création et le montage de bases gravitaires pour les éoliennes en mer du parc de Fécamp.



Carte 28. La spécialisation du territoire havrais dans l'énergie éolienne. Réalisation : S. Perroux, juin 2022

Par la double présence des parcs éoliens en mer et d'activités économiques liées à la création d'infrastructures énergétiques, la métropole du Havre s'est résolument tournée vers le déploiement de la filière éolienne en mer. Cependant, ce territoire est aussi tourné vers l'axe Seine, qui le relie à la capitale en passant par Rouen. En février 2022, la société d'économie mixte « Axe Seine Energies Renouvelables » est créée dans l'objectif de « faire de la Seine la première vallée de la décarbonation en France »[207] d'ici 2030. Entre Le Havre et Paris, c'est ainsi une cinquantaine de projets qui doivent voir le jour durant la prochaine décennie, que ce soit dans l'éolien, le solaire, la biomasse, la récupération de chaleur ou encore l'hydrogène. Si la plupart de ces projets demeurent encore inconnus, il en est un qui a déjà obtenu des

[206] Région Normandie, *La Normandie, moteur des énergies marines*, 22 juin 2023.
[207] Conseil de Paris, *Bulletin officiel de la ville de Paris*, 18 mars 2022, p.126.

financements de l'État à hauteur de 190 millions d'euros : le projet Normand'Hy, porté par H2V. Il s'agit d'implanter d'ici 2025 une usine de production d'hydrogène sur la commune de Saint-Jean-de-Folleville, qui jouxte la métropole du Havre. L'infrastructure, d'une puissance de 200 MW, est actuellement le plus gros électrolyseur jamais développé. Le projet revêt donc des enjeux de premier ordre en matière de visibilité internationale et de décarbonation des industries : dans un premier temps celles de la ZIP du Havre (notamment les raffineries de TotalEnergies), et dans un second temps celles de l'arrière-pays normand. L'objectif à terme est de l'injecter dans les réseaux et d'en faire un carburant pour la mobilité lourde du territoire.

Pour résumer, la stratégie énergétique de ce territoire – aussi bien entendu à l'échelle de la métropole qu'à celle de la Région et de l'Axe Seine – repose fortement sur le déploiement de l'éolien en mer pour la décarbonation du réseau électrique et de méga-centrales de production d'hydrogène pour la décarbonation de l'industrie. Dans les deux cas, il s'agit d'unités de grande puissance installée, permettant de concentrer la production en certains points du territoire, ce qui ne semble pas aller dans le sens d'une décentralisation des systèmes énergétiques, souvent associée au déploiement des énergies renouvelables.

1.2. Cordemais, une reconversion prévue de longue date vers la production d'une nouvelle ressource énergétique

Le projet EcoCombust, une reconversion industrielle à demi énergétique

De tous les projets de reconversion de nos sites à l'étude, celui de Cordemais est le plus ancien et probablement le plus avancé en termes de calendrier. Les salariés – en étroite collaboration avec le directeur d'exploitation du site de l'époque – portent depuis 2015 le projet « EcoCombust » visant l'implantation d'une usine de fabrication d'un nouveau combustible bois à la place des réservoirs d'hydrocarbures actuels. Le combustible en question, appelé *black pellet*, serait un mélange hyper condensé de bois B[208] et de plaquettes forestières dont l'aire d'approvisionnement couvrirait les Régions Bretagne et Pays-de-la-Loire. La production de pellets, à hauteur de 160 000 t/an, reposerait ainsi sur une ressource estimée abondante et largement sous-exploitée sur ce territoire, sans aucune contrainte sur l'exploitation du bois A[209]. Le nouveau combustible a fait l'objet de nombreuses études, notamment dans des laboratoires à Grenoble, pour tester le taux d'émissions de gaz à effet de serre lors de sa combustion. Les résultats indiquent que ces taux sont bien inférieurs à ceux d'un combustible bois « classique », tel qu'on en trouve dans d'autres centrales biomasse. La centrale thermique en elle-même constituerait une « cliente » de cette filière industrielle en construction par l'introduction progressive des pellets dans ses processus de production de l'électricité. L'objectif est de passer

[208] Dans le référentiel de la classification des déchets bois, le « bois de classe B » correspond aux déchets de bois non dangereux, faiblement traités, peints ou vernis (bois d'ameublement et bois de démolition).
[209] D'après un entretien avec l'ADEME réalisé en juin 2023.

à un mix 20% pellets-80% charbon pour l'hiver 2023-2024, puis à 40% de pellets l'hiver suivant, et jusqu'à 100% en 2027. Les lourds investissements réalisés pour l'adaptation des infrastructures à la combustion de ce nouveau mix (30 à 50 millions d'euros) doivent permettre de décarboner la production d'électricité le temps que la centrale ne soit plus indispensable sur le réseau. Par ailleurs, la combustion de cette nouvelle ressource nécessite très peu de modifications sur les infrastructures existantes et le niveau de production restera inchangé lors de la transition d'un combustible à l'autre[210]. Les échéances indiquées par les porteurs de projet vers l'atteinte d'un « charbon vert » laissent cependant entendre que la centrale peut être amenée à produire bien au-delà du moratoire initialement accordé par l'État. Dans tous les cas, la centrale thermique partiellement reconvertie constituerait seulement une brique du projet EcoCombust, en aidant au lancement de la filière par la combustion de la ressource, avant qu'elle ne trouve ses consommateurs dans les chaudières individuelles des communes du territoire.

Depuis ses débuts, le projet a connu de nombreux rebondissements, liés à des évolutions économiques et politiques autant qu'à des reconsidérations techniques. Après avoir été intégré dans le pacte territorial de Cordemais et de l'Estuaire de la Loire en 2020, il a finalement été abandonné une première fois en juillet 2021 par EDF et l'État pour deux raisons officielles : (1) le retrait du partenaire économique d'EDF en charge du traitement des rejets, l'entreprise Suez, qui était alors en cours d'acquisition par Véolia ; (2) l'augmentation des prix des matières premières liée à la pandémie de la Covid-19, qui a remis en question l'intérêt économique du projet. Les négociations se poursuivent ensuite entre la direction du groupe EDF et les représentants de l'État pour retrouver un partenaire économique, condition *sine qua non* de la poursuite du projet. C'est finalement l'entreprise Paprec qui prend le relais, spécialisée dans le recyclage et la gestion des déchets en France. La réunion tripartite État-EDF-CGT qui s'est tenue en janvier 2022 a été l'occasion pour le délégué interministériel Y. Mattieu d'affirmer son soutien au projet des syndicalistes en ce qu'il représente une opportunité pour le développement d'une nouvelle filière bois en France. Le soutien qu'il manifeste à cette occasion, en plus du contexte géopolitique autour de l'énergie en février (maintenance des réacteurs nucléaires et conflit en Ukraine), semble avoir influencé la relance du projet. En mars 2022, un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) est effectivement lancé visant à « *identifier et à soutenir des projets pour accélérer la mise sur le marché de granulés de biomasse traités thermiquement (pellets) pour remplacer des usages du charbon, notamment pour les chaufferies et l'industrie* »[211]. Explicitement calibré autour des objectifs et des caractéristiques d'EcoCombust, le projet soumis à l'ADEME est nommé lauréat en janvier 2023[212]. Après un

[210] D'après un entretien avec un représentant syndical associé au projet, réalisé en juin 2022.
[211] ADEME, *Développement de combustibles issus de la biomasse pour remplacer le charbon : lancement d'un appel a manifestation d'intérêts national*, Communiqué de presse, 17 février 2022
[212] L'Usine Nouvelle, *La reconversion de la centrale à charbon de Cordemais va enfin commencer*, 23 janvier 2023.

mois d'enquête publique en septembre-octobre cette même année, le projet obtient un avis favorable, autorisant le début des travaux à partir de 2024 pour une mise en service de l'usine en 2025. Certains notent cependant que sa réussite dépend de « la montée en puissance de cette nouvelle filière au niveau national »[213]. Enfin, en matière de financements, le projet d'usine doit mobiliser 250 millions d'euros d'investissements, qui seront pour partie pris en charge par la Région dans le cadre du Fonds de Transition Juste (48 millions d'euros) et par l'État par l'intermédiaire de France Relance (21 millions d'euros)[214].

Autres projets envisagés

En parallèle de ce projet de production de combustibles, d'autres ont été étudiés et peuvent constituer des alternatives ou des compléments pour la reconversion du site. A ainsi été évoquée la possibilité d'installer un électrolyseur sur le site de la centrale thermique pour produire de l'hydrogène à partir de l'électricité produite par les éoliennes *offshore* du parc de Saint-Nazaire[215] et de champs solaires implantés sur le parc charbon et le parc à cendre[216]. Ce projet était notamment revendiqué par le syndicat FO, minoritaire sur le site, au moment de l'abandon temporaire d'EcoCombust en 2021. Pour le syndicat, « les risques que représenterait l'abandon du site »[217] pour les salariés, le territoire et le système énergétique régional justifiait la mise en place d'un projet de production d'énergie décarbonée et pilotable sur le site d'EDF, qui s'appuierait sur les atouts industriels existants : connexion au port de Saint-Nazaire pour les exportations, foncier industriel disponible, proximité du poste de transformation de RTE, etc.

De leur côté, certains élus politiques militent pour l'installation d'une mini centrale nucléaire (Small Modular Reactor) sur le site, dans le cadre du plan national pour le redéveloppement du nucléaire en France initié en 2021 qui vise à « faire émerger d'ici à 2030 des réacteurs nucléaires modulaires »[218]. Cette proposition faite par la présidente des Pays de la Loire C. Morançais en octobre 2023 témoigne de l'intérêt stratégique du site pour la mise en œuvre de la transition énergétique. Elle évoque en effet lors d'une journée de réflexion autour du nucléaire que le site se prêterait à une diversification des technologies mêlant nucléaire, biomasse et hydrogène pour devenir un lieu « de production énergétique de référence en France »[219].

---

[213] D'après un entretien avec un représentant de l'État en Région.
[214] Ouest France, *Projet Ecocombust à Cordemais : l'État et la Région vont injecter 85 millions d'euros*, 8 décembre 2023
[215] 80 éoliennes, 20% de la consommation électrique de la Loire-Atlantique, mis en service en novembre 2022.
[216] Force Ouvrière EDF Cordemais, *À l'aube d'un nouvel avenir pour la centrale de Cordemais, argumentaire FO pour des cycles combinés hydrogène à Cordemais*, septembre 2021, pp.4
[217] FO, *Avenir de l'unité de production de Cordemais*, Communiqué de presse, octobre 2021
[218] D'après le discours du président de la République à Belfort en février 2022 intitulé *Reprendre en main notre destin énergétique !*
[219] Le Figaro, *La présidente des Pays de la Loire défend son projet de mini-centrale nucléaire à Cordemais*, 4 octobre 2023

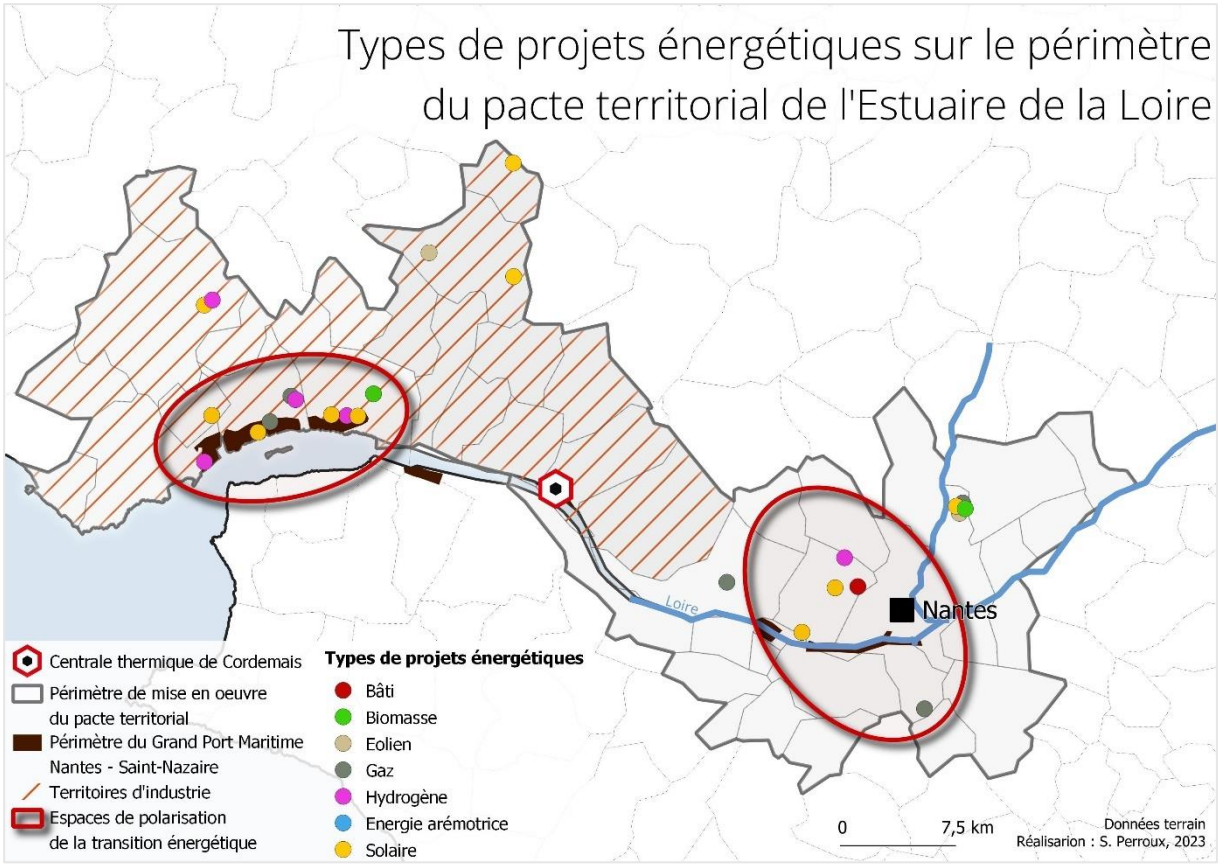
Enfin, indépendamment des projets de reconversion du site industriel, EDF mène des études quant à la possibilité de poursuivre la production d'électricité au-delà de 2026. Le retard dans la mise en service de l'EPR de Flamanville et les rappels de la centrale thermique sur le réseau électrique d'hiver en hiver poussent l'entreprise à envisager un maintien de l'activité à plus long terme. Le constat que le relai énergétique n'est pas assuré au niveau régional et national par d'autres installations de production imposent de reconsidérer le fonctionnement de l'appareil productif existant traduisant le fait que « la production d'électricité est capitale, avant même les enjeux de décarbonation »[220].

Une double polarisation de la transition énergétique

Si le site de la centrale thermique représente bien une opportunité foncière et économique pour l'implantation de nouveaux projets, on observe cependant à l'échelle du périmètre du pacte territorial une forte concentration des projets énergétiques sur deux espaces bien distincts : la ZIP de Saint-Nazaire à l'ouest et la métropole de Nantes à l'est (**Carte 29**). Cette double polarisation rend compte des différences territoriales en matière de dynamisme et d'attractivité pour des projets de transition industrielle et/ou énergétique. Située à équidistance de ces deux pôles, la centrale thermique de Cordemais ressort comme un des rares projets énergétiques de la Communauté de Communes de l'Estuaire et Sillon, dans un « espace vide » de la transition. La carte suivante fait par conséquent état des 28 projets énergétiques recensés en 2022 sur l'ensemble des trois EPCI.

Un premier constat est que les projets énergétiques émergents font appel à des énergies extrêmement variées, allant de la biomasse à l'hydrogène en passant par les énergies marines, le solaire, l'éolien (terrestre et maritime) ou encore le gaz. Il y a donc une diversification des modes de production de l'énergie sur le territoire, qui s'accompagne d'une pluralité des produits finaux (électricité, chaleur, hydrogène). Un deuxième constat tient aux différences de nature qui existent entre ces projets. Dans la ville de Nantes, il s'agit généralement d'infrastructures de petite taille, destinée à des usages locaux ou pour l'auto-consommation, avec des modes de gouvernance parfois innovants et partagés public/privé. Au contraire, la CARENE étant identifiée comme « territoire d'industrie » au regard des enjeux industriels qui la composent, la ZIP concentre énormément d'industries lourdes (raffineries TotalEnergies, sites Airbus, Chantiers de l'Atlantique, usine d'assemblage de turbines de General Electric, etc.) soumises à un impératif de décarbonation de leurs process. Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire s'est donc doté d'un plan stratégique de développement sur la période 2021-2026 qui fait état des enjeux de transition énergétique et de souveraineté industrielle associés à l'activité et à l'avenir de la zone[221].

[220] Entretien avec un représentant du SGAR des Pays-de-la-Loire, juin 2023.
[221] Grand Port Maritime Nantes-Saint-Nazaire, *Projet stratégique 2021-2026*, 8 octobre 2021, 102 pp.



Carte 29. Types de projets énergétiques sur le territoire du pacte territorial de Cordemais.
Réalisation : S. Perroux, 2023

Cette carte présente cependant quelques limites à notre analyse en oblitérant par exemple les interactions entre les projets ou encore les écosystèmes industriels, économiques, environnementaux dans lesquels ils s'intègrent ; elle ne rend pas compte non plus des temporalités de mise en œuvre de la transition énergétique sur ce territoire, ni de la puissance des projets et de leur coût en termes d'investissements. Chacun de ces points sera évoqué ultérieurement plus en détails.

1.3. À Saint-Avold, une stratégie foncière favorable à une multiplication des projets sur le site industriel

La stratégie de GazelEnergie pour le développement industriel du site

Sur les deux sites de Gardanne-Meyreuil et Saint-Avold (ainsi que sur le site de Lucy à Montceau-les-Mines), l'opérateur GazelEnergie mène une stratégie de développement économique notablement différente de celle d'EDF. Pour l'opérateur privé, le rachat des sites à Uniper en 2019 a été une opportunité d'acquérir du foncier industriel à l'heure où celui-ci se fait de plus en plus rare et dont le renouveau se trouve menacé par la démarche Zéro

Artificialisation Nette (ZAN) promue par le gouvernement[222]. On y observe donc une pratique de découpage des sites en lots permettant, après quelques réaménagements et mises aux normes par le propriétaire, de disposer de plusieurs terrains à construire pour l'accueil de multiples projets. Les terrains sont mis en location avec des baux allant jusqu'à 30 ans, au terme desquels GazelEnergie récupèrerait potentiellement les infrastructures des projets. Les contrats impliqueraient selon certains acteurs des conditions jugées « extrêmes » avec l'entrée de GazelEnergie dans le capital des entreprises de façon majoritaire ou encore un prix de l'électricité vendu plus cher qu'en dehors du site[223]. Les porteurs de projet et les industriels attirés par la disponibilité du foncier et des actifs présents sur les sites seraient finalement confrontés aux exigences économiques du propriétaire, en continuelle recherche d'expansion sur de nouveaux marchés. Cette stratégie foncière et économique, dont la conséquence est la multiplication des projets sur le site, trouve sa justification dans le projet de GazelEnergie de réaliser des « écoplateformes industrielles » : mettre les entreprises et industries du site en synergie par la mise en commun et le partage de certaines ressources (vapeur, électricité, logistique, etc.). L'argument de vente de GazelEnergie est en effet de « *mettre à disposition son foncier et ses utilités pour les industriels souhaitant décarboner leur process de production. Les industriels pourront consommer de l'électricité, de la chaleur, du froid et de l'hydrogène verts produits directement sur le site Emile Huchet dans une logique de circuit court. Toutes les utilités nécessaires au fonctionnement du process industriel seront fournies* »[224].

Quelques mois avant le rachat de ses actifs, Uniper avait lancé en novembre 2018 un appel à initiatives pour le développement du site industriel Emile Huchet[225]. Anticipant l'arrêt prochain de ses centrales thermiques, l'entreprise avait fait la promotion de ses actifs (foncier, unités gaz, eau, électricité, chaudières de production de vapeur, etc.) pour trouver des partenaires économiques et industriels susceptibles de mettre en œuvre des projets pour la pérennisation du site. La reprise des sites par GazelEnergie s'inscrit dans la continuité de cette stratégie. Sans que leurs réalisations ne soient perturbées par le redémarrage de la centrale thermique de Moselle d'année en année, plusieurs projets sont ainsi à l'étude ou en cours d'élaboration sur le site de Saint-Avold. L'entreprise australienne CIRCA doit démarrer son activité de production de biosolvants à partir de 2024. L'idée de ce projet nommé « ReSolute » est de produire un solvant « vert » pour les industries pharmaceutiques et cosmétologiques à partir de bois issu des forêts vosgiennes (à 170 km), la production de 1 200 tonnes annuelles de

[222] En août 2021, la loi Climat et Résilience fixe l'objectif d'atteindre le zéro artificialisation nette des sols d'ici 2050, avec un objectif intermédiaire de réduction de moitié de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers d'ici 2031 par rapport à la décennie précédente (Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires).
[223] Propos tenus lors de plusieurs entretiens avec des représentants de l'État, des porteurs de projet et des services de l'État.
[224] Site de GazelEnergie.
[225] Uniper, *Appel à initiatives pour le développement industriel du site Emile Huchet*, novembre 2018, 19 pp.

solvant nécessitant près de 30 000 tonnes de sciures de bois[226]. Un autre projet recourant à la ressource biomasse prévoit la construction d'une chaudière de 19,9 MW pour la production de vapeur (25 t/h) à destination des industriels de la plateforme pétrochimique de Carling[227]. Ce projet « EHB » (Emile Huchet Biomasse) est porté par GazelEnergie et soutenu par l'ADEME, il repose sur un approvisionnement de 50 000 tonnes annuelles de plaquettes de bois déchet et forestières « issues du territoire local dans un rayon de 50 km aux alentours du site »[228]. Un troisième projet prévoit d'ici 2024 de faire du site un espace de stockage de l'électricité pour participer à l'équilibrage du réseau électrique dès 2024. Il repose sur l'installation de batteries LFP (Lithium-Fer-Phosphate) d'une puissance de 35 à 50 MWh à proximité du poste électrique historique du site. Enfin, le projet Emil'Hy fait le pari de l'hydrogène en visant un développement « structurant » du territoire autour de ce vecteur énergétique.

Emil'Hy ou le pari de l'hydrogène

Le choix de développer un projet hydrogène sur le site n'est pas nouveau, il avait déjà été mentionné en 2012 lorsque E. ON prévoyait d'y installer un démonstrateur de stockage d'hydrogène[229]. Le projet Emil'Hy porté par GazelEnergie s'inscrit dans la continuité de cette initiative et plus généralement dans celle des travaux menés par la structure Alphéa[230] pour le déploiement d'une filière hydrogène sur le territoire (Pitance, 2022). À l'étude depuis 2020, le nouveau projet prévoit de produire de l'hydrogène en deux temps[231] : tout d'abord une première phase test prévoyait l'installation pour 2023 d'un électrolyseur de faible capacité (5 MW) permettant de produire 700 t/an d'hydrogène. Produit à partir d'électricité certifiée d'origine renouvelable, cet hydrogène est destiné à un usage local : celui de la mobilité lourde du territoire de la communauté d'agglomération de Saint-Avold. Ensuite, le passage à la phase industrielle en 2025 projette une augmentation de la capacité installée grâce à un nouvel électrolyseur de 50 à 100 MW capable de produire jusqu'à 14 000 t/an d'hydrogène. Les usages de cette production se trouvent de l'autre côté de la frontière : l'objectif est de participer à décarboner les industries sidérurgiques sarroises à quelques kilomètres du site. En cohérence avec cette dimension transfrontalière, « Emil'Hy » s'intègre pleinement dans le projet « MosaHyc » (Moselle Saar Hydrogène conversion) visant l'interconnexion des filières hydrogène au sein de

[226] Le Républicain Lorrain, *50 emplois à la clé chez Circa à Saint-Avold, nouvel acteur de la chimie verte*, 24 novembre 2022
[227] GazelEnergie, *Dossier de demande d'autorisation environnementale, création d'une chaufferie Bois Énergie*, Rapport de base, juillet 2021, pp.59.
[228] Site de GazelEnergie.
[229] D'après un entretien avec ancien responsable d'Uniper, réalisé en avril 2021.
[230] Alphéa Hydrogène, implantée à Forbach, est une structure territoriale pionnière dans la promotion des sujets hydrogène en Moselle Est. Elle avait notamment participé aux premières Journées Hydrogène dans les territoires organisées par l'Afhypac dans les années 2000 et à la rédaction d'un livre blanc des compétences disponibles en Lorraine pour le développement de la filière hydrogène (Site Internet du Composite Park).
[231] D'après une présentation réalisée par le PPE « Projet de territoire du Warndt Naborien, plan hydrogène 'H2 PTWN' » en octobre 2020.

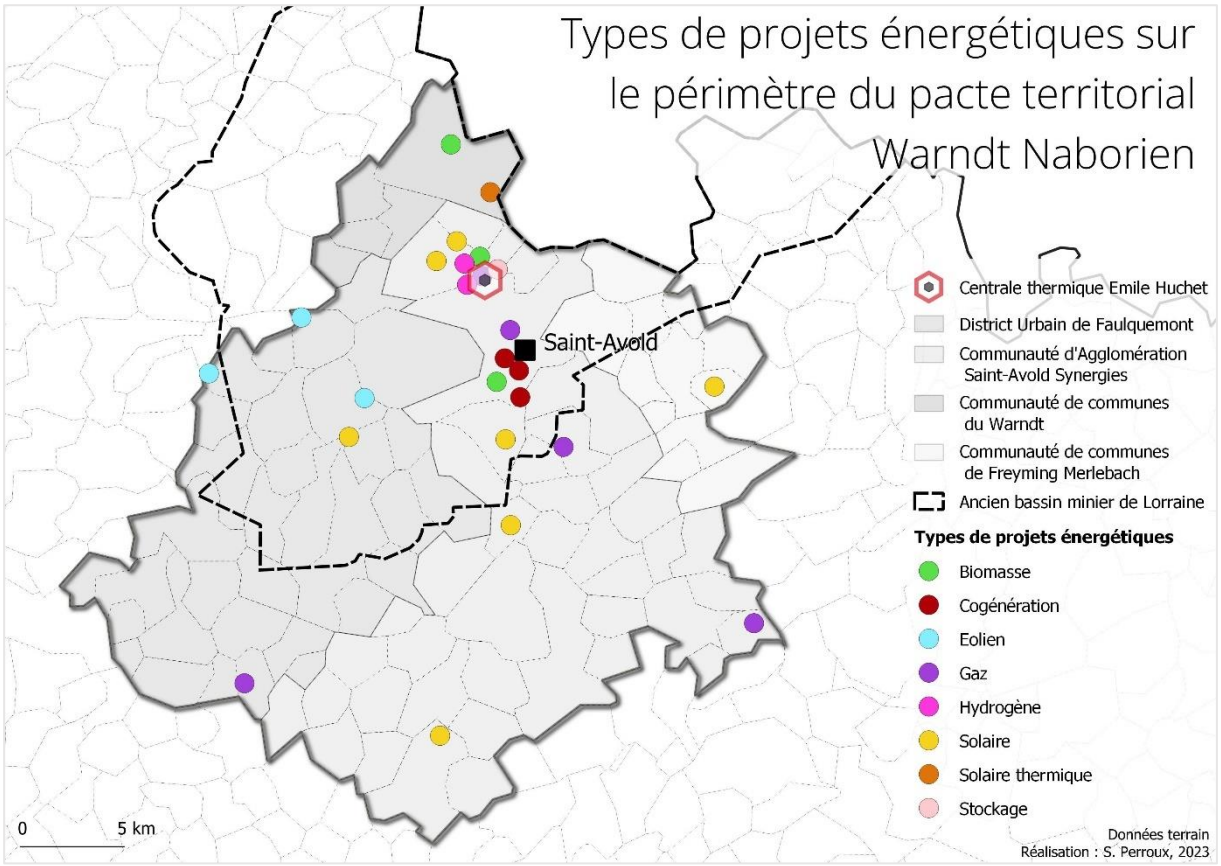
la région SaarLorLux. Cela passe par le déploiement d'unités de production comme celle du site Emile Huchet, le développement de réseaux de transport de l'hydrogène par la reconversion de 100 km de canalisations de gaz (opérées par GRTgaz en France et CREOS en Allemagne) et la création d'une nouvelle canalisation jusqu'à un site de stockage en cavité saline près de Nancy (opérée par Storengy) et la préparation des usages auprès des industriels[232]. Le vaste projet a donc pour ambition de structurer la Grande Région (Sarre, Moselle, Luxembourg) par la réalisation d'une filière hydrogène commune, allant de la production aux usages, en passant le transport et le stockage. À une échelle encore plus grande, ce territoire est considéré comme la « *clef de voûte entre Europe du Nord et Sud européen* » (Afhypac, 2020) au sein de la création d'une « dorsale européenne de l'hydrogène », reliant la Méditerranée à la Mer du Nord. Ce « métaprojet » relierait de nombreux sites de production (à Fos-sur-Mer, Grenoble, Belfort, etc.) par des « hydrogénoducs » ponctués de sites de stockage comme à Cerville (Meurthe-et-Moselle) ou à Manosque (Alpes-de-Haute-Provence). Au cœur de ces écosystèmes à plusieurs strates, la reconversion de la centrale Emile Huchet dans l'hydrogène représente donc un projet structurant pour le territoire et un enjeu pour la mise en œuvre de la filière.

Cependant, un autre projet, concurrent de celui de GazelEnergie a été officiellement annoncé en juin 2023 à l'occasion de la tenue à l'automne suivant de la concertation publique préalable sous l'égide de la CNDP : le projet « CarlHyng » porté par l'entreprise Verso, GRTgaz et RTE[233]. Méconnu jusqu'à cette date, le projet prévoit la production d'hydrogène sur le site de l'ancienne cokerie de Carling, au sein de la plateforme CHEMESIS à proximité immédiate de la centrale thermique. L'installation de trois électrolyseurs de 100 MW (le premier en 2027 et le dernier en 2030) doit permettre la production à terme de 51 000 t/an d'hydrogène pour la décarbonation de l'industrie sarroise et un raccordement au projet MosaHyc. Présentant le même calendrier, utilisant les mêmes technologies et visant les mêmes consommateurs finaux, le projet CarlHyng se pose donc en concurrent direct de Emil'Hy et menace sa réalisation. Deux interrogations émergent alors : le projet Emil'Hy constituant une voie de reconversion professionnelle pour les salariés de la centrale à charbon vouée à fermer, comment est pris en compte le facteur social dans ce nouveau projet ? Parallèlement, le projet CarlHyng a été monté en dehors de la dynamique de construction territoriale de l'après-charbon promue par le pacte territorial. C'est donc la question de la planification territoriale, dans laquelle la démarche de co-construction locale de la transition énergétique et industrielle semble être mise en péril par des stratégies économiques et de compétition entre entreprises.

[232] PPE, *Pour une vallée hydrogène européenne transfrontalière*, note de synthèse, avril-mai 2021.
[233] Dossier de concertation publique de CarlHyng, consulté en ligne le 26 octobre 2023.

Une transition territoriale portée par les anciens territoires miniers

Sur le périmètre du pacte territorial du Warndt Naborien, 18 projets en cours concernant la production d'énergie ont été recensés (**Carte 30**). Ils se situent majoritairement sur le territoire de la Communauté d'Agglomération Saint-Avold Synergies, à proximité de la centrale thermique Emile Huchet et de la plateforme pétrochimique de Carling, ainsi que dans la ville de Saint-Avold. Ce qui est caractéristique de ce territoire est l'installation de nouvelles unités de production sur des espaces ou des infrastructures issues des Houillères du Bassin de Lorraine (HBL). Au nord du périmètre, on trouve par exemple des parcs solaires sur d'anciens parcs à schlamms et parcs à charbon, et la reconversion industrielle et énergétique de la centrale thermique a précédemment déjà été évoquée. La présence de ces actifs issus du passé industriel et minier du territoire semble donc avoir eu un effet positif sur le développement de nouveaux projets énergétiques. Ils constituent dans tous les cas des lieux privilégiés pour l'implantation de nouvelles installations de production.



Carte 30. Types de projets énergétiques sur le territoire du pacte territorial du Warndt Naborien.
Réalisation : S. Perroux, 2023

Si la grande diversité des projets ressort à première vue, on remarque une différenciation dans la nature de ces projets selon les espaces considérés. De fait, les projets qui voient le jour en milieu urbain ou industriel apparaissent plus innovants dans les technologies qu'ils

mobilisent (hydrogène, stockage, cogénération, solaire thermique) tandis que les projets plus éloignés, implantés dans des espaces plus agricoles et naturels, sont plus « classiques » dans le sens où les technologies utilisées sont matures depuis plusieurs années (éolien, solaire, centrales gaz) et ne font pas appel à des spécificités territoriales. Dans tous les cas, la centrale thermique Emile Huchet se trouve dans l'épicentre de la transition industrielle et énergétique de ce territoire tout en contribuant à cette dynamique par la multiplication des projets sur le site et la mise en synergie des industriels favorable à l'émergence d'un écosystème énergétique territorial.

1.4. Une trajectoire de reconversion encore à définir à Gardanne

Des projets incertains sur le site de la centrale thermique

Propriété de GazelEnergie tout comme le site de Saint-Avold, celui de Gardanne-Meyreuil fait l'objet d'une stratégie économique et foncière identique. Au moment de la signature du pacte territorial, trois grands projets industriels et énergétiques étaient inscrits pour la reconversion de la tranche 5 charbon : DEFI BOIS, CANTHEP et Hybiol. Le premier consiste à installer sur le site une scierie articulée sur le fonctionnement de la tranche biomasse, autant en amont avec la récupération de la chaleur industrielle de la centrale qu'en aval avec la production de la ressource bois valorisable dans le plan d'approvisionnement de l'infrastructure. Si le projet est défendu depuis cinq ans par GazelEnergie, l'identification du partenaire économique et porteur de projet paraît plus difficile. Le projet était initialement porté par la Société Forestière Énergie Bois (SOFEB), qui proposait de valoriser la ressource ligneuse locale (principalement du Pin d'Alep) dans un double objectif de production de bois d'œuvre (25 000 m^3/an de sciages résineux) et de bois-énergie à destination de la centrale biomasse (25 000 m^3/an de déchets connexes et sciures). Le projet devait contribuer à la structuration d'une filière bois régionale par « *l'exploitation raisonnée du massif forestier provençal, gage de sa protection et de sa valorisation* »[234]. Il a fait l'objet d'une étude d'ingénierie cofinancée par l'État et la Région dans le cadre d'un appel à manifestation d'intérêt « accompagnement des territoires » et devait permettre un lancement effectif de l'opération en 2021. La société SOFEB s'est finalement retirée du projet, suspendant la mise en œuvre de celui-ci jusqu'à l'arrivée de l'entreprise Merlot en 2022-2023. Un nouveau plan d'approvisionnement est en cours d'élaboration et le projet a été présenté devant la Commission Industrie du Pacte de territoire ; l'avancée de ce projet reste néanmoins assez floue et peu d'informations sont transmises de la part des porteurs du projet.

Le second concerne l'utilisation de la chaleur produite par la tranche biomasse pour l'alimentation d'un réseau de chaleur à Aix-en-Provence. Par la valorisation de sa chaleur renouvelable et de ses fumées industrielles, ce projet nommé « CANTHEP » porté par

[234] « Pacte pour la transition écologique et industrielle du territoire de Gardanne-Meyreuil », décembre 2020, p.12.

GazelEnergie et Engie Solutions se pose en « *complète synergie avec la centrale Biomasse de Provence* »[235]. Il était prévu que ce réseau soit complété par d'autres projets permettant d'alimenter en chaleur les communes à proximité, à commencer par celles de Gardanne et de Meyreuil qui accueillent la centrale. Cependant, en dépit de l'affirmation des pouvoirs publics que « *ce projet apporte une solution durable à un besoin identifié sur le territoire aixois* » (*ibid*.), la municipalité d'Aix-en-Provence met en avant les coûts élevés en matière d'expansion des canalisations entre la ville et la centrale, induisant dès lors des baisses de rendement. La municipalité soutient par ailleurs son propre projet d'installation d'une nouvelle unité de production de chaleur à partir de biomasse à la suite du transfert de la compétence métropolitaine réseau de chaleur aux communes à partir du 1er janvier 2023[236]. Le projet de réseau de chaleur élargi semble donc mal engagé auprès des acteurs publics.

Enfin, le troisième projet de reconversion du site annoncé dans le pacte territorial est un projet de production de biocarburants pour l'aviation, les transports terrestres et le maritime. Nommé « Hybiol » dans sa première version en 2020, il est plus tard rebaptisé « Hynovera » et a fait l'objet de nombreuses contestations locales (cf. Chapitre 8). Il prévoyait initialement une double production : de 100 000 tonnes annuelles de méthanol à destination du marché allemand d'une part, et de l'hydrogène vert pour des usages locaux d'autre part (industrie et mobilité). La production serait complémentaire avec le fonctionnement de la centrale biomasse car elle induirait la valorisation du dioxyde de carbone issu des fumées ou encore une mutualisation de l'approvisionnement en bois-énergie pour la gazéification de la ressource. Dans sa version révisée, à partir de 2022, le projet ne prévoyait plus qu'une production de 70 000 tonnes annuelles de méthanol, 25 000 tonnes de biocarburants SAF et 144 000 tonnes d'oxygène à l'horizon 2030. Le tout reposait sur la mobilisation quotidienne de 750 tonnes de biomasse forestière (bois déchiqueté et plaquettes forestières), de 2 500 m^3 d'eau et de 1 TWh/an d'électricité renouvelable[237]. L'importance des ressources nécessaires à la réalisation de ce projet a figuré parmi les nombreux arguments avancés par les opposants au projet à l'automne 2022, dont la très forte mobilisation lors de la concertation publique préalable ont conduit le porteur de projet Hy2gen à modifier ses objectifs. Dans la dernière version prenant en compte l'avis des garants de la CNDP, le projet est donc revu à la baisse avec l'abandon de la production de méthanol et une diminution de la part de l'hydrogène, impliquant une réduction des intrants (eau, biomasse, électricité) et s'accompagnant d'un changement de procédé (passage de la gazéification à la fermentation). L'annonce du retrait du soutien des maires de Gardanne et de Meyreuil en février 2023, les vives oppositions de la population locale au projet et les modifications conséquentes apportées à celui-ci interrogent sur l'agenda de réalisation d'Hynovera.

[235] « Pacte pour la transition écologique et industrielle du territoire de Gardanne-Meyreuil », décembre 2020, p.9.
[236] Site de la mairie d'Aix-en-Provence.
[237] CNDP, *Bilan de la concertation Hynovera*, 19 décembre 2022

En plus de ces trois projets initiaux s'ajoute le projet Bio Gaz Gardanne. Celui-ci est porté par les salariés de la centrale, qui ont créé lors de leur mobilisation sociale l'Association des Travailleurs de la Centrale de Gardanne (ATCG) pour appuyer le projet. Dans un objectif de défense de l'emploi et de maintien de l'activité industrielle sur le site, il vise entre autres la production de méthane par gazéification à partir de ressources solides (bois B et CSR). Il a bénéficié en 2021 d'un soutien du fonds charbon pour la réalisation d'une étude de faisabilité, menée par le cabinet Berim, puis devait faire l'objet fin 2023 d'un accompagnement spécifique du cabinet EY pour répondre à un appel à projet ciblé de l'ADEME. Par ailleurs, une partie du terrain de GazelEnergie a été concédée pour ce projet, mesure d'apaisement du conflit social qui entravait le fonctionnement de la centrale biomasse depuis de nombreux mois et appuyée par l'État lors des nombreuses tables-rondes qui ont rassemblé le préfet de région, GazelEnergie et les représentants syndicaux du site. Outre la production de gaz, le projet se décompose dans sa version complète en plusieurs autres volets comprenant la production d'hydrogène, le stockage de CO2, la cogénération et une unité de tri et de valorisation énergétique de déchets multiples (matières organiques, recyclables résiduels, matières combustibles, etc.)[238]. La réalisation de ces autres projets au sein d'une « plateforme énergétique » est cependant laissée en suspens le temps de poser les premières briques de ce projet de reconversion.

Le projet alternatif des associations : une autre transition est possible

La reconversion industrielle de la centrale thermique émerge d'une volonté politique et salariale mais ne fait pas l'unanimité auprès de tous les acteurs. À Gardanne-Meyreuil où les oppositions locales sont très vives depuis les années 2010, les associations environnementales et de riverains rejettent fermement l'industrie et défendent leur propre projet de reconversion du site. Prenant exemple sur d'autres territoires où des réaménagements au profit du tourisme, de la culture et de l'habitat ont été privilégiés[239], un collectif de citoyen·ne·s propose un projet « combinant différents axes d'activités possibles »[240]. Cela passe par le découpage géographique du site de GazelEnergie en cinq terrains pouvant chacun faire l'objet d'une réhabilitation spécifique : dans l'économie et l'innovation (accueil de start-ups ou d'un data center), le résidentiel (logements universitaires ou d'habitation), le tourisme (hôtel, restaurant), la recherche et la formation (centre de recherches appliquées sur les énergies du futur, centre de congrès) et les loisirs (parcs, jardins, bars, etc.). Pour ce collectif, le devenir du site ne serait donc pas porté sur l'industrie et la production d'énergie mais sur des activités tertiaires

[238] Association des Travailleurs de la Centrale de Gardanne, *Projet pour un avenir industriel de la centrale de Provence à Gardanne*, rapport de présentation, 16 pp.
[239] Par exemple, le réaménagement de l'ancienne centrale thermique de Saint Adria à Barcelone en lieu de culture et d'hôtellerie.
[240] Association et citoyens de Gardanne/Meyreuil, *Projet des associations et citoyens de Gardanne/Meyreuil pour la mise en place d'un Pacte Territorial d'avenir*, dossier de demande de financement et d'une étude de faisabilité et de pré-programme, version du 28 août 2020, 17 pp.

garantissant le renforcement de l'attractivité et du dynamisme du territoire, une augmentation de sa visibilité au niveau régional voire national, une forte création d'emplois et des revenus économiques importants pour les communes. En comparaison avec l'industrie, ces activités s'accompagneraient par ailleurs d'une diminution des nuisances (odeurs, bruits, poussières, dégradation du paysage) et une amélioration générale du cadre de vie. Le collectif souhaite bénéficier d'une aide du fonds charbon – au même titre que l'association des salariés de la centrale – pour la réalisation d'une étude de faisabilité mais éprouve quelques difficultés à défendre le projet auprès de la sous-préfecture d'Aix-en-Provence, qui assure le suivi du pacte de Gardanne-Meyreuil.

Par la présentation d'un modèle alternatif de reconversion du site, les acteurs locaux défendent une autre vision de la société et du système énergétique, qui inscrirait l'ensemble des problématiques économiques, sociales, environnementales au sein d'un seul projet politique, pensé par et pour les citoyen·ne·s. Le projet du collectif ne prend cependant pas en compte l'appartenance du site à une entreprise privée, qui par nature défend des intérêts et objectifs qui ne sont pas nécessairement alignés sur ceux du territoire. Il oblitère par ailleurs la problématique sociale, celle du devenir des salariés concernés par l'arrêt de l'unité charbon, qui est un des enjeux prioritaires de l'État dans la réalisation des pactes de territoire et la reconversion des sites.

On voit sur ces quatre sites des trajectoires de reconversion foncièrement différentes, représentatives des enjeux économiques, sociaux, politiques et géographiques des territoires. À la fin de l'année 2023 cependant, presque aucun des projets envisagés n'est entré dans sa phase opérationnelle. Cela mène à deux constats : premièrement, un chapitre précédent avait évoqué la nécessité d'assurer un relai à la production d'électricité à partir de charbon afin de garantir la sécurité d'approvisionnement national et la stabilité du réseau électrique ; six ans après le début des réflexions autour du devenir des sites, aucun projet n'est véritablement en mesure d'assurer ce relai. Deuxièmement, les temporalités de la reconversion des sites révèlent les difficultés et les obstacles inhérents à la territorialisation de la transition énergétique, sensible aux stratégies et intérêts des acteurs qui divergent voire s'opposent.

2. Identifier et caractériser des trajectoires de transition énergétique dans les territoires

En s'intéressant à présent aux territoires d'implantation des centrales à charbon, délimités par les périmètres de mise en œuvre des pactes de territoire, quelles sont les trajectoires de transition qui se préfigurent et comment les caractériser ? Il s'agit là d'analyser les projets énergétiques dans leur temporalité, les ressources mobilisées et leurs impacts en matière de reconfiguration des socio-écosystèmes territoriaux.

2.1. Des entrées en transition différenciées

La transition énergétique actuelle, initiée par les pouvoirs publics et pensée comme un projet de société, requiert entre autres la mise en place d'un cadre réglementaire adéquat à toutes les échelles, le déploiement de nouvelles infrastructures, l'adaptation des usages et une régulation économique permettant la mise en concurrence de technologies plus ou moins innovantes. Il en résulte des entrées en transition différenciées selon la capacité des territoires à mobiliser leurs ressources et leurs réseaux d'acteurs autour de cette problématique sociétale ; à cela s'ajoute le temps de la décision politique et les évolutions électorales locales. Sur chaque territoire, l'enjeu a donc été de recenser les projets énergétiques réalisés ou à l'étude depuis le début des années 2000 et d'indiquer leur temps de latence, c'est-à-dire le temps qui a été nécessaire à leur réalisation depuis le moment de leur première mention. Classés selon la nature des technologies qu'ils mobilisent, ce recensement permet la réalisation de portraits temporels de la transition énergétique dans nos territoires d'étude. L'objectif est d'identifier des spécificités temporelles révélant des moments critiques dans la mise en œuvre de ces dynamiques, autrement dit de déterminer si les pactes territoriaux peuvent être considérés comme des points d'embranchements (*branching points*) dans la construction de nouvelles trajectoires de transition. Au Havre où la centrale thermique ne fait pas l'objet d'une stratégie de reconversion industrielle à court terme et où le périmètre du Pacte territorial ne compte finalement qu'assez peu de projets énergétiques, cet exercice a été laissé de côté car l'insuffisance des résultats ne permet pas de conclure à la construction d'une dynamique territoriale autour de l'énergie.

Sur le territoire de Cordemais et de l'estuaire de la Loire, soit les 44 communes du pacte territorial, plus de la moitié des projets (17 sur 28) sont apparus à partir de 2015 (**Figure 25**). À ce titre, cette année semble marquer un tournant dans la mise en œuvre de la transition énergétique sur le territoire car elle marque le point de départ de nombreux projets, quelle que soit leur nature. En revanche, l'année 2020 qui marque la signature du pacte territorial de Cordemais ne semble pas avoir eu d'incidence sur l'émergence de nouveaux projets. Cela est cohérent avec l'objectif affiché du pacte, qui est de « servir de catalyseur des dynamiques de transition déjà à l'œuvre sur le territoire, en accélérant les projets et en amplifiant leurs effets »[241]. On voit en effet une accélération dans la réalisation des projets existants, qui ont été élaborés dans le cadre de stratégies de planification territoriale antérieures et à une échelle plus grande que celle du pacte : Plan Climat Air Energie Territorial des trois intercommunalités, feuille de route régionale pour la transition énergétique (2016), projet stratégique du Grand Port Maritime (2015 puis 2020), plan régional hydrogène (2020), etc. Le pacte territorial signé en 2020 s'inscrit donc dans la continuité de ces documents et répond aux objectifs

[241] « Pacte territorial pour la transition écologique et industrielle de la centrale de Cordemais et de l'estuaire de la Loire », 17 janvier 2020, p.8.

environnementaux et énergétiques précédemment établis à différentes échelles. Il réunit par ailleurs dans un même périmètre plusieurs territoires possédant leurs propres stratégies de développement et ayant fait l'objet d'une attention politique particulière. On pense notamment à la zone industrialo-portuaire de Nantes Saint-Nazaire, où la décarbonation des nombreuses industries lourdes qui s'y trouvent est une priorité du GPMNSN et des politiques depuis de nombreuses années. Cependant, par la mobilisation de crédits communs (via les opérateurs de l'État : ADEME, Banque des Territoires) et spécifiques (fonds charbon), le pacte territorial a permis de débloquer un certain nombre de financements pour la réalisation de ces projets tout en offrant un nouvel espace de coopération entre secteur privé et collectivités territoriales.

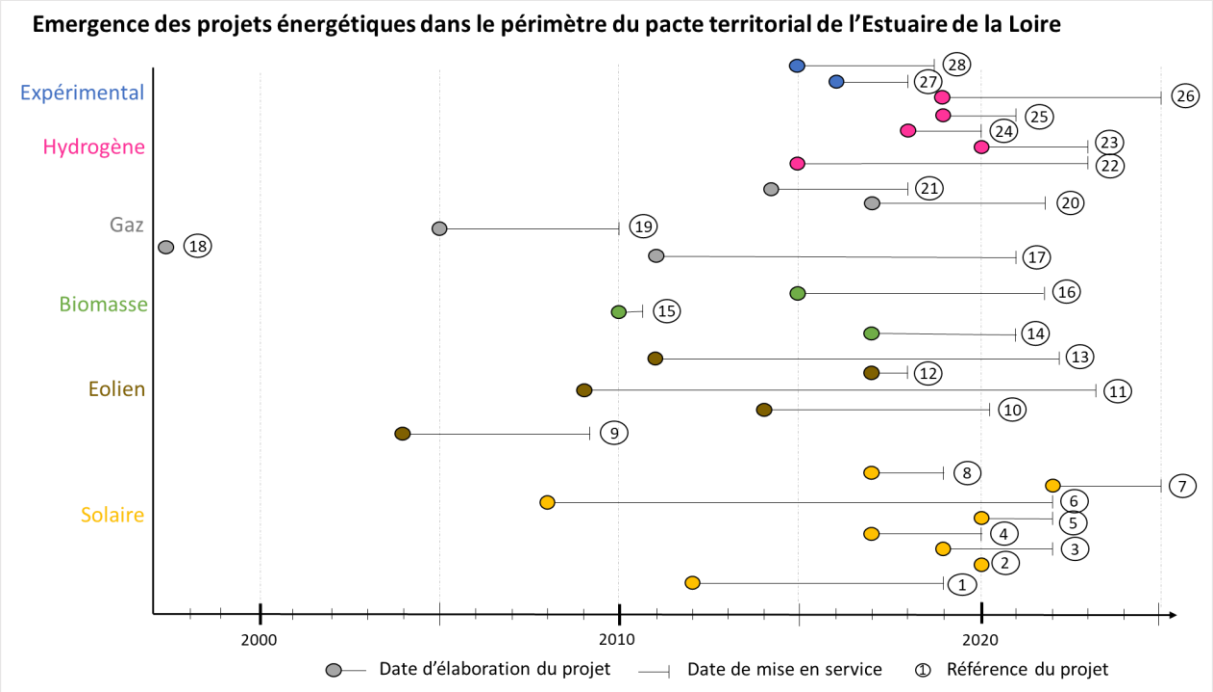


Figure 25. Timeline de la transition énergétique sur le périmètre du pacte territorial de Cordemais et de l'estuaire de la Loire. Réalisation S. Perroux, avril 2022 (liste des projets en annexe)

Pour ce qui est du pacte territorial du Warndt Naborien, on peut observer une très nette augmentation du nombre de projets énergétiques depuis 2018, que ce soit dans le solaire, l'éolien, la cogénération, la biomasse ou l'hydrogène (**Figure 26**). L'année 2018 coïncidant avec le lancement des contrats de transition écologique (CTE), auxquels ont plus tard succédé les pactes de territoire, on peut poser l'hypothèse que le pacte territorial du Warndt Naborien a joué un rôle dans l'émergence de ces projets en amorçant des réflexions autour de la thématique de la transition énergétique, en réunissant les acteurs territoriaux autour de la table et en pourvoyant un dispositif de guichet unique pour l'attribution de financements. En effet, l'année 2018 donnait déjà lieu à des réflexions sur le devenir de la centrale après sa fermeture – ainsi que celui de son territoire – de la part de son précédent propriétaire Uniper, qui anticipait l'arrêt de sa dernière tranche charbon en Moselle. Quelques années plus tard, son successeur

GazelEnergie semble prendre à bras le corps la transition de son territoire, la communauté d'agglomération de Saint-Avold, en initiant une coopération étroite avec les représentants politiques locaux. Tous les projets énergétiques ne sont cependant pas directement liés à l'impulsion donnée par le pacte territorial, certains sont nés de l'initiative indépendante de certains opérateurs privés, notamment les parcs éoliens et les centrales gaz, qui sont indépendants de facteurs territoriaux.

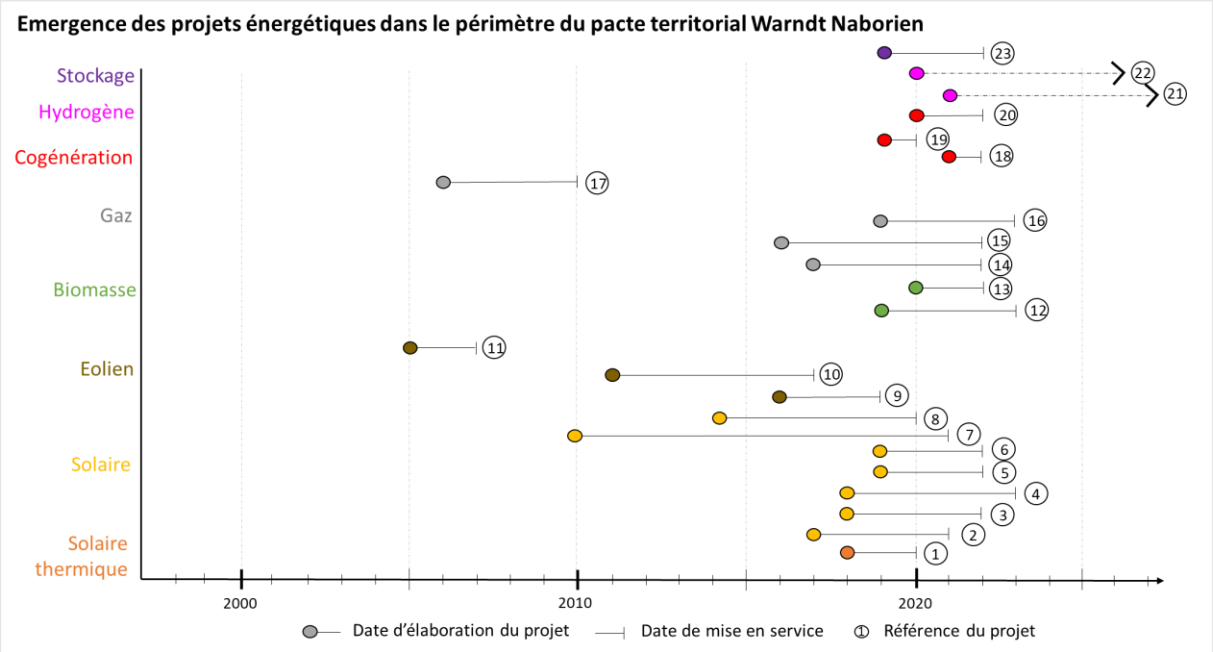


Figure 26. Timeline de la transition énergétique sur le périmètre du pacte territorial du Warndt Naborien.
Réalisation S. Perroux, avril 2022 (liste des projets en annexe)

Enfin, à Gardanne-Meyreuil, le plus faible nombre de projets énergétiques reflète le périmètre plus restreint de mise en œuvre du pacte territorial, bien que leur nombre reste conséquent. Ils reflètent l'existence de deux périodes de transition (**Figure 27**). Dès 2010, la commune de Gardanne annonce sa volonté de devenir une « terre d'énergies » d'ici la fin de la décennie et s'emploie à développer de nombreux projets énergétiques, notamment en valorisant ses actifs issus de la mine : elle installe des parcs solaires sur les terrils des Sauvaires (2013) et du Bramefan (2014), reconvertit une des tranches au charbon de sa centrale thermique vers la biomasse à partir de 2012 et utilise les eaux d'exhaures présentes dans les mines pour alimenter un réseau de chaleur local au Puits Yvon Morandat (2019). Avec la signature du Pacte territorial, le territoire provençal engage ensuite la deuxième phase de sa transition énergétique avec l'implantation de nombreux porteurs de projets sur le périmètre du pacte ou du site industriel, comme il a été dit précédemment. On observe alors une diversification des procédés de production avec l'arrivée de technologies hydrogène, des objectifs de cogénération ou encore la production de biocarburants. Les projets sont donc à la fois nombreux et très diversifiés si

l'on considère la taille plus réduite du périmètre du pacte territorial par rapport aux autres, et si l'on prend en compte la localisation de ce territoire situé au cœur de la métropole Aix-Marseille.

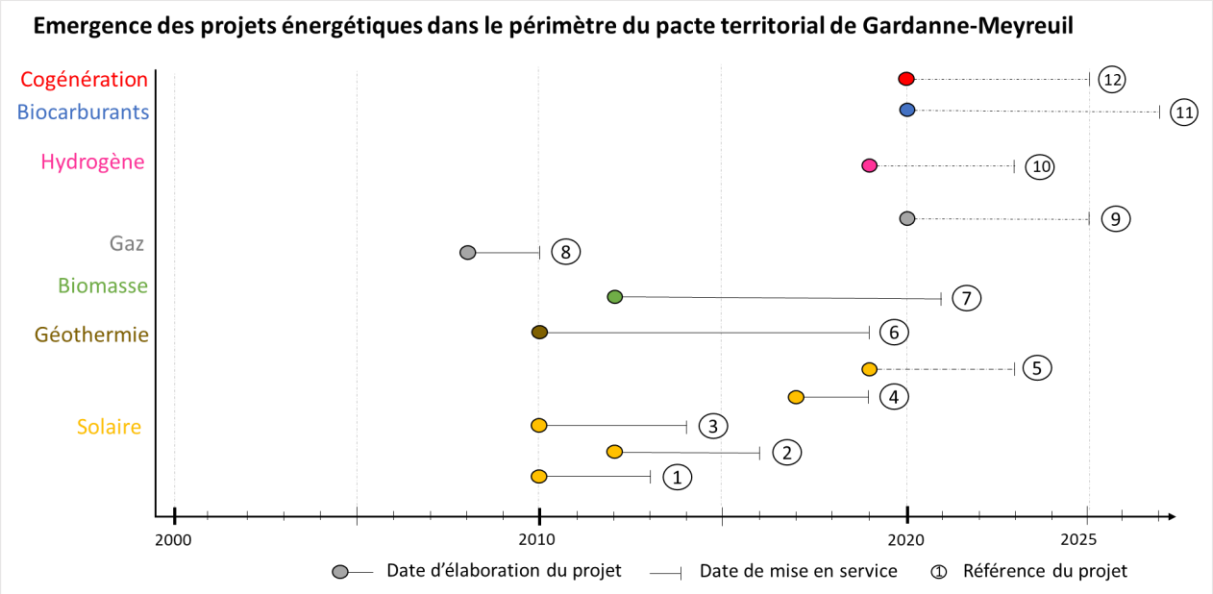


Figure 27. Timeline de la transition énergétique sur le périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil.
Réalisation S. Perroux, avril 2022 (liste des projets en annexe)

Pour résumé, les pactes de territoire ont eu des effets différents dans la construction de nouvelles trajectoires de transition. L'effet est mitigé à Cordemais, où le pacte a permis de renforcer des dynamiques en cours depuis plusieurs années et initiées dans le cadre des stratégies régionales, métropolitaines et portuaires de cet espace. Il semble cependant qu'il y ait un effet de corrélation entre la signature des pactes et le développement de nouveaux projets à Saint-Avold et Gardanne-Meyreuil. Cette relation reste à analyser avec prudence car la stratégie foncière et économique de GazelEnergie n'est pas sans conséquence sur la multiplication – et le blocage – des projets au niveau local. Par ailleurs, compte tenu du caractère récent de la signature de ces documents et du fait que les projets sont encore à l'étude, il semble encore trop tôt pour statuer sur la nature des trajectoires de transition privilégiées.

2.2. Territorialisation et diversification de la production d'énergie

Peu d'interactions locales avec les projets existants, sauf à Gardanne

Après avoir présenté les différents projets énergétiques de ces territoires, la question se pose de savoir comment ils interagissent les uns avec les autres, que ce soit au niveau des ressources, des acteurs ou des infrastructures. On suppose en effet que l'impératif écologique de décarbonation des moyens de production contribue à refaçonner le système énergétique. Partant de là, quelles mutations du système énergétique peut-on observer sur nos quatre territoires d'étude dans leur quête de transition ? Nous nous intéresserons ici aux produits

finaux des projets énergétiques précédemment identifiés et recensés pour mettre en avant les trajectoires de transition de nos trois territoires. Nous distinguerons d'une part les projets réalisés au cours des deux dernières décennies des projets en cours de réalisation, et d'autre part les usages de l'énergie produite (alimentation des réseaux énergétiques existants ou autoconsommation).

D'après un premier schéma d'interrelations des projets, la reconversion de la centrale thermique provençale place le site industriel au cœur d'un système énergétique complexe, reposant sur le fonctionnement simultané et synergique de plusieurs projets pour la production de différents produits énergétiques (**Figure 28**).

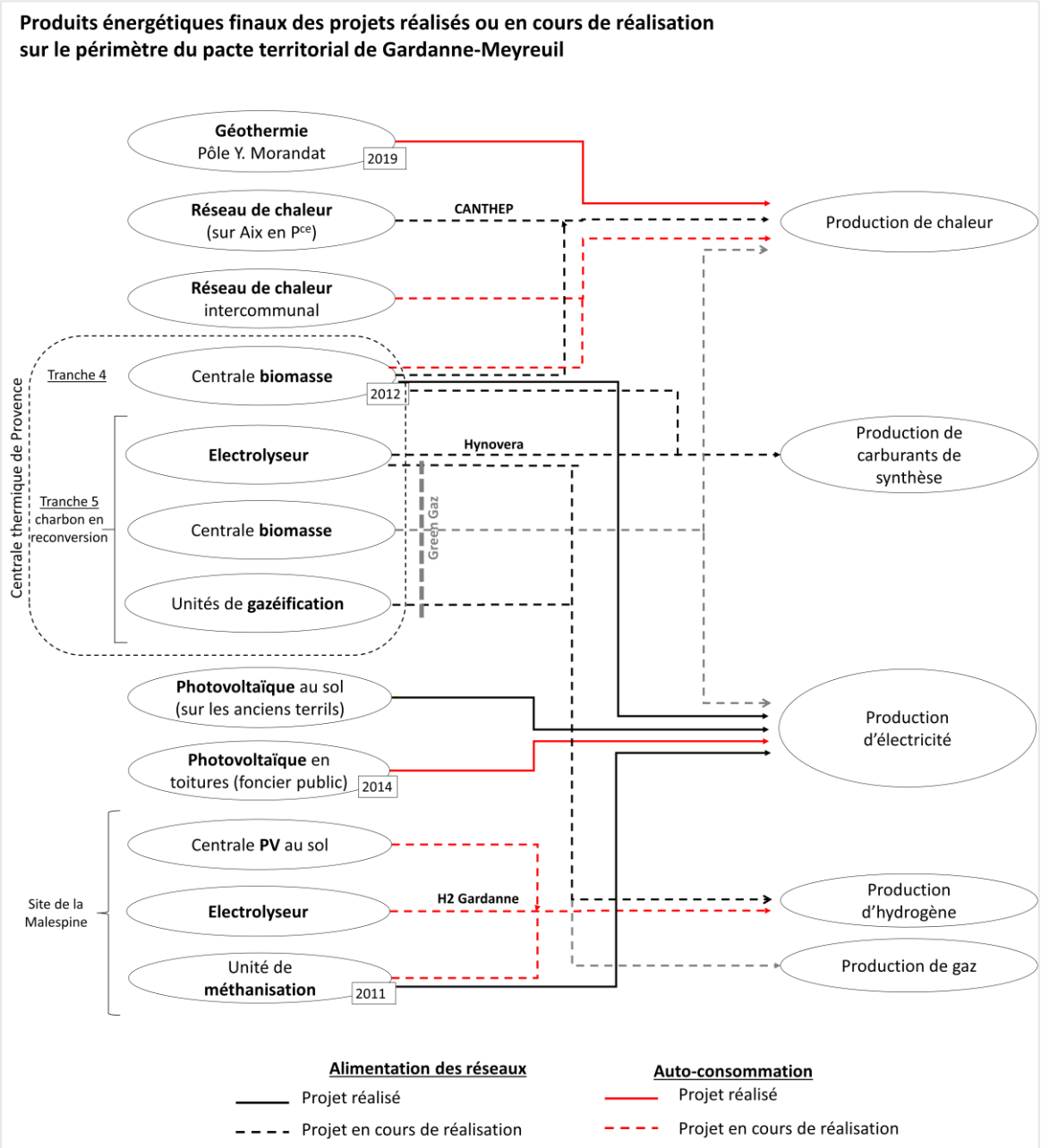


Figure 28. Produits énergétiques finaux et interrelations des projets sur le périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. Réalisation : S. Perroux, août 2022

Plusieurs observations peuvent être faites à la lecture de ce schéma. Tout d'abord, la tranche 4 biomasse de la centrale thermique est au centre de quatre nouveaux projets énergétiques pour la production de chaleur, de biocarburants de synthèse, d'hydrogène et de gaz. Elle permet le couplage avec d'autres infrastructures de production, nouvelles ou existantes, pour augmenter les capacités de production ou diversifier le mix énergétique. Avec tous ces éléments en interdépendance, on peut considérer que la centrale biomasse constitue le cœur d'un système énergétique local et complexe, interconnectant plusieurs réseaux à diverses échelles (locale pour le réseau de chaleur, régionale pour l'approvisionnement en bois et la production de biocarburants, nationale pour la production d'électricité). Toutefois, cette tranche biomasse n'a fonctionné que très peu de temps entre sa reconversion en 2014 et sa mise en service effective en 2021, en raison de problèmes sociaux et techniques sur le site. On peut donc s'interroger sur le devenir des projets liés à cette centrale qui connaît encore en 2022 les conséquences d'un conflit entre les salariés et la direction du site. Malgré tout, la reconversion de la tranche 4 vers la biomasse en 2012 constitue un moment fort dans la construction de la trajectoire territoriale de transition de Gardanne-Meyreuil dans le sens où elle a préfiguré les projets de reconversion de la décennie suivante. Nul doute que les projets auraient été de tout autre nature en l'absence de cette unité de production.

Ensuite, un autre microsystème énergétique local semble se distinguer sur le site de la Malespine, une déchetterie qui a valorisé son activité dès 2012 par la production de méthane. Un des projets envisagés visait la production d'hydrogène par des sources d'énergies renouvelables installées sur le site de la déchetterie, pour la mobilité lourde de la commune. Ce système repose donc sur l'autoconsommation et fonctionne de manière tout à fait indépendante. De la même manière, l'ancien puits de mine Yvon Morandat, acquis par la municipalité de Gardanne suite à l'arrêt de la mine en 2003, a connu depuis une vaste opération de développement culturel, économique et énergétique (Daviet et al., 2023). Le site de 14 ha, géré par la Société d'Économie Mixte de Gardanne (SEMAG), a notamment développé un réseau de chaleur et de froid local alimenté par les eaux d'exhaures présentes dans les galeries minières du sous-sol. Les entreprises souhaitant s'installer sur ses terrains doivent par ailleurs s'engager à respecter des normes précises concernant l'architecture de leurs infrastructures, notamment l'installation de panneaux photovoltaïques contribuant à alimenter un réseau fermé de distribution d'électricité, le site disposant de capacités de stockage sur batteries. Il s'agit par conséquent d'un microcosme énergétique, en grande partie autonome et guidé par une gouvernance mixte public/privé qui renforce son caractère innovant.

Diversification du mix énergétique : une multiplication des projets gaz et hydrogène

Les nouveaux projets contribuent parallèlement à l'émergence et à la structuration de nouvelles filières industrielles et énergétiques. On voit par exemple sur le territoire de

Gardanne-Meyreuil un renforcement de la production à destination des réseaux de chaleur, en même temps qu'apparaissent trois nouveaux produits énergétiques : les biocarburants, le gaz et l'hydrogène. De la même manière et de façon peut-être plus marquée, la mise en relation des projets énergétiques sur les territoires de Cordemais et de Saint-Avold révèle une forte diversification du mix énergétique au niveau local par le renforcement de la production de gaz et d'hydrogène.

À Cordemais et sur le territoire de l'estuaire de la Loire, quelques projets ont pour objectif la production de chaleur (chaufferies, centrales biomasse, réseaux de chaleur) et de gaz (méthanisation, pyrogazéification) mais la grande majorité visent la production d'électricité, que ce soit par le développement des énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque) ou par la reconversion et la décarbonation d'installations de production existantes (**Figure 29**). Sur ce territoire, la trajectoire pressentie semble donc aller dans le sens d'une électrification massive du système productif, que ce soit par l'installation de petites unités de production (photovoltaïque en toiture, petites éoliennes) ou le déploiement de vastes infrastructures (parc éolien en mer, photovoltaïque au sol). Le projet de de la centrale thermique de Cordemais s'inscrit dans cette dynamique, la future centrale reconvertie dans le cadre d'EcoCombust pour la combustion de pellets devant produire de l'électricité pour le réseau régional. Un nouveau produit semble se dégager : l'hydrogène, dont les projets étaient en cours de réalisation en 2022. On peut donc supposer que ces projets émergent en même temps que se développent de nouveaux usages. Enfin, un certain nombre de projets fonctionnent en autoconsommation, avec une production locale d'énergie destinée à des usages bien spécifiques et identifiés au préalable par le porteur de projet. C'est par exemple le cas du projet « Horizon » visant pour 2023 la décarbonation de la raffinerie de TotalEnergies sur le port de Saint-Nazaire par l'installation d'une unité de désulfuration (2,6 Mt/an) et d'une unité de production d'hydrogène par électrolyse (l'électricité serait produite sur le site-même par un parc photovoltaïque)[242]. Le site de la Chantrerie constitue quant à lui un microsystème autosuffisant sur le site de Polytech-Université de Nantes : l'installation de 225 kW de panneaux photovoltaïques sur la toiture de l'établissement doit pourvoir aux besoins locaux ; elle est complétée par la présence d'une chaufferie biomasse depuis 2010 pour la production de chaleur et par une petite unité de méthanisation pour la production de gaz. Ce projet de production multi-énergie (électricité, gaz, chaleur) est porté par l'AFUL Chantrerie, un collectif d'établissements publics et d'entreprises privées[243].

[242] Site Internet de TotalEnergies, consulté le 7 novembre 2023.
[243] Site Internet de Énergie Partagée, consulté le 7 novembre 2023. Énergie Partagée est un réseau communautaire évaluant la démarche citoyenne de projets énergétiques (intérêt territorial, dynamique locale, finance éthique et citoyenne, gouvernance partagée) et leur solidité technico-économique.

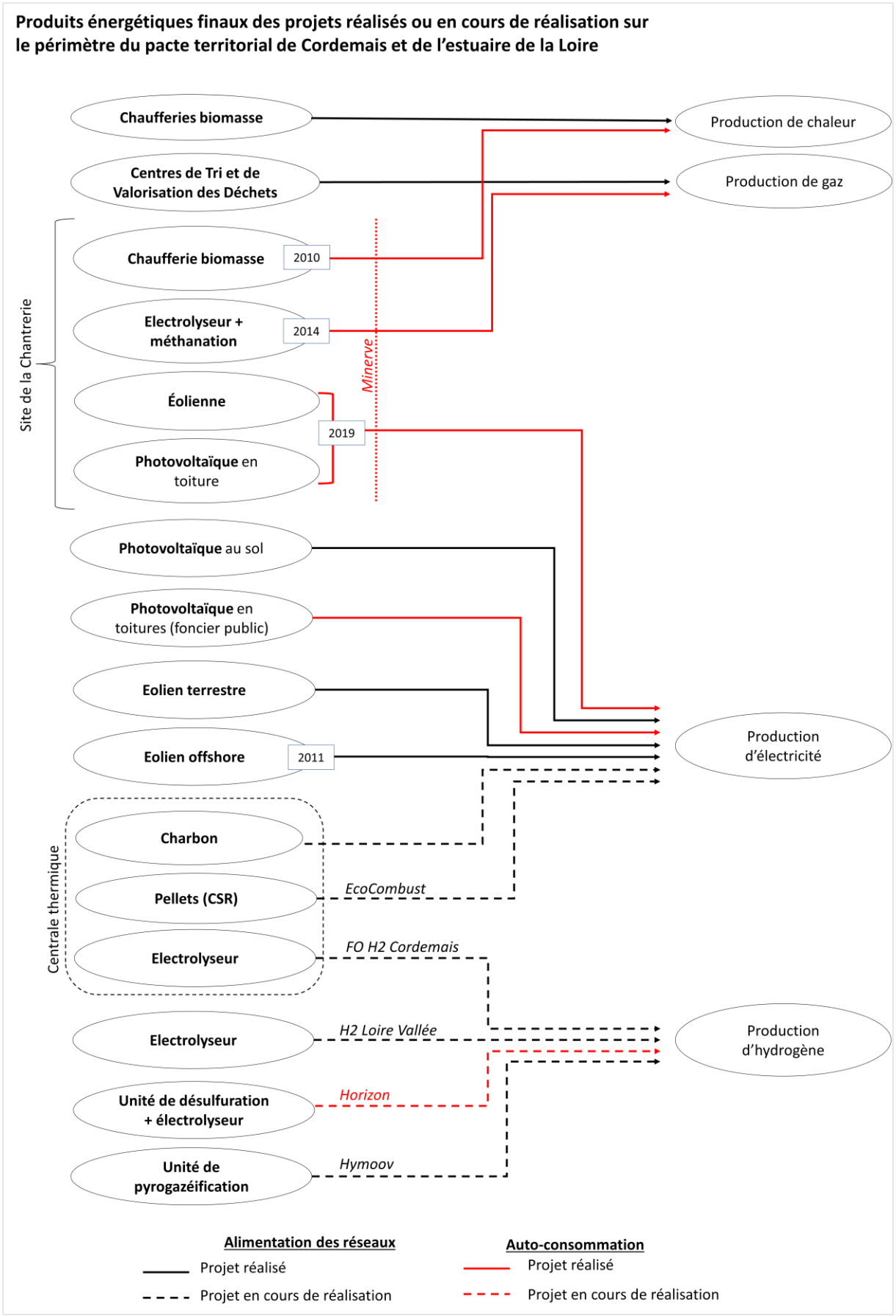


Figure 29. Produits énergétiques finaux et interrelations des projets sur le périmètre du pacte territorial de Cordemais et de l'estuaire de la Loire. Réalisation : S. Perroux, août 2022

Enfin, sur le territoire du Warndt Naborien, on retrouve la prégnance de la production d'électricité par différentes infrastructures et technologies : éoliennes, parcs solaires, centrale biomasse, unités gaz (**Figure 30**).

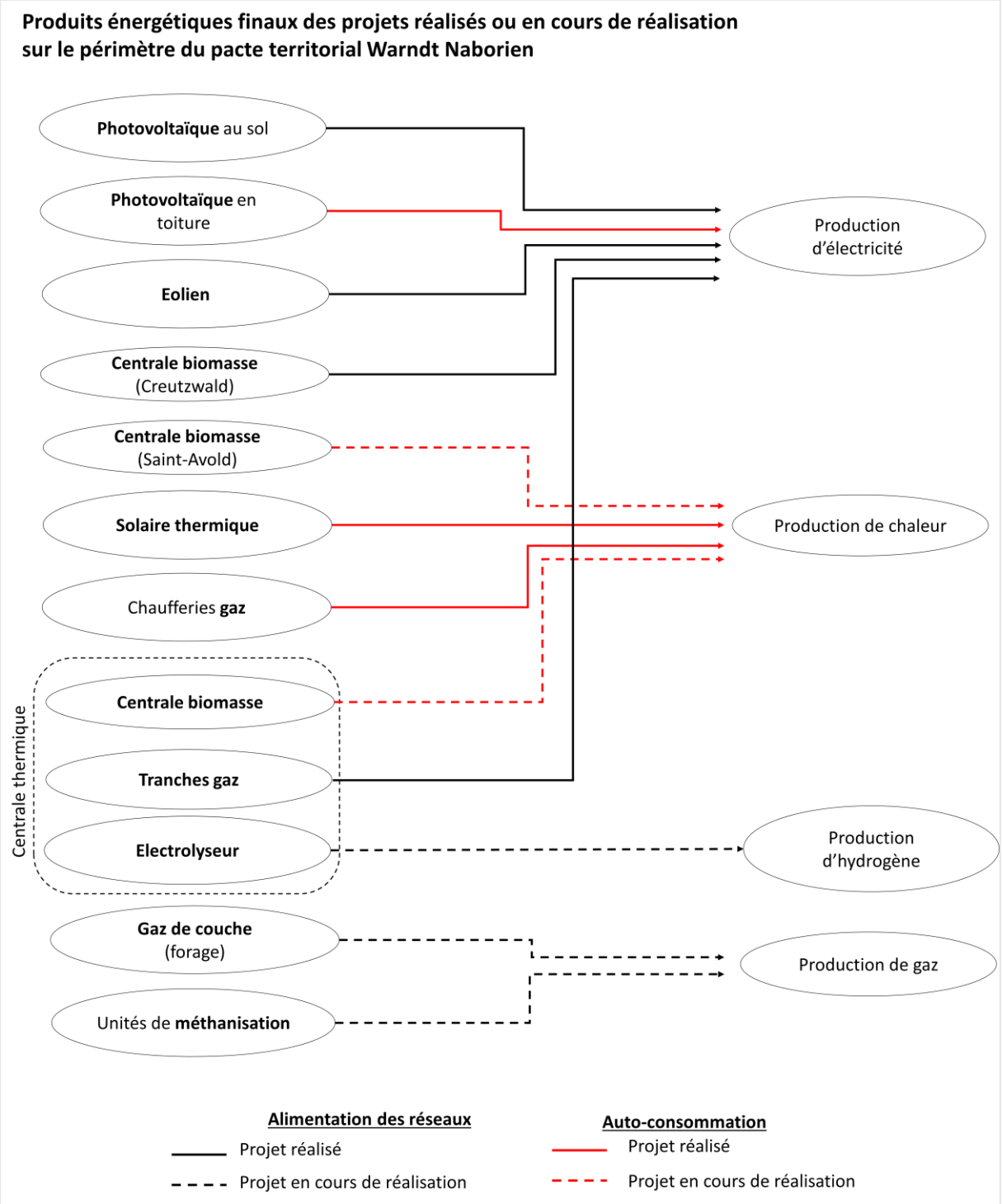


Figure 30. Produits énergétiques finaux et interrelations des projets sur le périmètre du pacte territorial du Warndt Naborien. Réalisation : S. Perroux, août 2022

La production de chaleur était déjà présente sur le territoire mais se trouve renforcée par de nouveaux projets de centrales biomasse sur le site de la centrale thermique et sur le périmètre de la municipalité de Saint-Avold. La finalité de cette production est exclusivement pour de l'autoconsommation, auprès des industriels de la zone pétrochimique de Carling ou pour des bâtiments à proximité de la chaufferie gaz de la ville. Particularité de ce territoire, deux nouveaux débouchés énergétiques sont en train de voir le jour : la production de biogaz et la production d'hydrogène, participant à la diversification du mix énergétique régional. L'exploitation du gaz de couche par l'entreprise Française de l'Énergie est un projet de longue date qui a suscité de vives oppositions des associations environnementales locales en raison de ses conséquences sur l'environnement. Il s'agit en effet d'extraire le méthane présent dans les couches de charbon en Moselle – avec plusieurs points de forage creusés entre Faulquemont et Forbach – en pompant l'eau présente dans le sous-sol. Le projet doit nécessiter à terme le recours à une technique de fracturation hydraulique, similaire à celle utilisée pour l'exploitation du gaz de schiste, interdite en France. Sous la pression des opposants locaux (élus écologistes et associations), le projet est cependant retoqué par l'État en juillet 2023 en raison d'incertitudes sur sa faisabilité technique[244]. L'entreprise a malgré tout obtenu une dérogation de la part du tribunal administratif de Strasbourg pour l'exploitation de l'importante réserve d'hydrogène naturel découverte dans la même zone en mai 2023 et pour laquelle un permis d'exploitation distinct avait été déposé. Enfin, sur le territoire de Saint-Avold comme sur celui de Cordemais, on observe très peu d'interdépendances entre les projets énergétiques, contrairement au territoire de Gardanne où la transition se structure autour de la reconversion industrielle du site de la centrale thermique.

Si les trajectoires de transition restent encore à préciser, certaines tendances semblent toutefois commencer à apparaître. Au-delà de leurs temporalités de réalisation, le choix des projets énergétiques sur chacun des territoires contribue à dessiner les contours du mix énergétique à venir. L'identification des produits énergétiques finaux des projets recensés met en lumière trois points centraux dans l'évolution du paysage énergétique : un renforcement de l'électrification des systèmes productifs, la mise en synergie de certaines installations de production d'énergie d'une part, et le renforcement de nouvelles filières énergétiques (gaz et hydrogène) d'autre part.

2.3. Un ancrage fort des projets dans les territoires

L'économie du déchet ou les déchets comme nouvelle ressource énergétique territoriale

Concomitamment à leur participation à l'évolution des systèmes énergétiques régionaux, ces projets jouent un rôle important dans le développement économique de leur

[244] France 3 région, « Énergie : l'État interdit l'exploitation du gaz de couche de charbon en Moselle », 5 juillet 2023.

territoire. En d'autres termes, leurs implications touchent bien au-delà de la sphère technologique et énergétique pour composer de nouvelles dynamiques économiques et sociales territoriales. Cela se manifeste par exemple par la valorisation de certains types de déchets, qui trouvent une nouvelle valeur et de nouveaux usages par le biais de leur exploitation à des fins énergétiques et industrielles. Certains constituent même la ressource première de projets spécifiquement calibrés autour de l'exploitation des « rejets » de la société, sous la justification économique et politique d'une « économie circulaire ». Sur nos territoires d'étude, le bois-déchet constitue ainsi la plus courante de ces « ressources primaires secondaires », exploitée dans de nombreux projets industriels. On le retrouve dans le projet de filière EcoCombust à Cordemais. De même, il s'agit d'une ressource identifiée dans le projet de l'association des salariés de la centrale de Gardanne-Meyreuil pour la production de méthane et d'hydrogène. L'accent y est porté sur « les déchets générés par l'activité économique et industrielle à l'exclusion des déchets ménagers, sauf les filières issues du tri et permettant de préparer des combustibles solides de récupération CSR (bois, plastique...) »[245]. Sur le même site, l'association salariale défend aussi un projet de valorisation énergétique des déchets organiques comme « alternative à la mise en décharge et à l'enfouissement de ces déchets ». Ce projet a néanmoins suscité une vive opposition des élus locaux, motivée par la crainte que les deux communes deviennent à terme la « déchetterie de la métropole ».

Le bois et les déchets organiques ne sont pas les seuls « rejets » mobilisés pour l'industrie du futur. De nouveaux types de déchets font plus récemment l'objet de l'attention des pouvoirs publics et des acteurs privés. Sur le site de Saint-Avold, le projet Parkes porté par Suez (France), Loop Industries (Canada) et SK Geo Centric (Corée du Sud) propose de produire du plastique recyclé par dépolymérisation ; la production (70 000 tonnes par an) nécessitera la récupération et le recyclage de 145 000 tonnes annuelles de matières plastiques sur le territoire. Cette nouvelle économie du déchet s'inscrit pleinement en cohérence avec les « objectifs européens, nationaux et régionaux en matière de gestion des déchets et d'économie circulaire »[246]. Enfin, dernier projet à l'étude à Gardanne-Meyreuil et présenté devant la commission industrie fin 2023, le projet CIRC vise le recyclage des vêtements et tissus divers pour leur reconditionnement et une remise sur le marché. C'est bien-là l'émergence d'une filière industrielle innovante, le « vêtement recyclé » étant jusqu'à présent absent des politiques écologiques.

Les déchets ont manifestement acquis une valeur économique nouvelle à travers les projets industriels et énergétiques : avec de très faibles coûts d'exploitation, présents en abondance et de manière régénérative (presque renouvelable ?), leur valorisation permet de transformer une contrainte (nuisances, environnementale, économique, politique) en

[245] Association des Travailleurs de la Centrale de Gardanne, *Projet pour un avenir industriel de la centrale de Provence à Gardanne*, rapport de présentation, p.12.
[246] Site de la concertation publique préalable du projet Parkes, consulté le 14 novembre 2023.

opportunité de développement territorial, tout en diminuant l'apparition d'externalités négatives (Fullerton & Kinnaman, 1995) liées à une production industrielle (de Beir et al., 2007). Par leur production locale et leur contribution au développement économique et social des territoires, les déchets – dans toute leur diversité – sont ainsi élevés au rang de ressource territoriale par les acteurs locaux, permettant de contourner les contraintes associées à des ressources naturelles limitées.

« H2 PTWN » ou la structuration d'une filière hydrogène : un héritage territorial

Il vient d'être fait mention de l'influence des pactes de territoire dans l'émergence de nouvelles filières industrielles à partir de déchets sur les territoires de Cordemais (bois-déchet), de Gardanne (bois-déchet et vêtements) et de Saint-Avold (matières plastiques). Sur le territoire mosellan, la structuration d'une filière hydrogène retient tout particulièrement notre attention. Celle-ci n'aurait pas vu le jour sans le Pacte territorial du Warndt Naborien selon plusieurs acteurs interrogés, en dépit d'une longue mobilisation de certains acteurs locaux pour le déploiement de ce vecteur énergétique. En effet, le PTWN a permis la mise en relation des acteurs publics et privés intéressés par la question de l'hydrogène, l'octroi de financements sur la longue durée et la possibilité de bénéficier plus facilement de crédits de droit commun, et l'obtention d'une visibilité territoriale au-delà du périmètre de mise en œuvre du Pacte.

Avant la signature des Contrats de Transition Écologique puis du Pacte de territoire, l'hydrogène était une filière quasiment inexistante sur ce territoire ; il a pourtant fait l'objet de nombreuses recherches et études depuis les années 1990, notamment par l'association Alphéa Hydrogène à Forbach[247], « précurseuse sur les sujets Hydrogène en Moselle Est »[248]. Constituée en pôle de compétence européen sur l'hydrogène et les piles à combustible, cette structure a longtemps assuré une expertise technique et économique au service du développement industriel de l'hydrogène en Lorraine mais aussi en France et dans le monde. Cette expertise s'est concrétisée par la publication d'une quarantaine d'études et d'un fonds documentaire innovant spécialisé sur les sujets de la production, de la distribution et des usages de l'hydrogène[249]. Les travaux ont reposé sur les contributions d'un vaste réseau d'acteurs : si les membres de l'association sont en premier lieu des industriels français et étrangers, les membres associés sont issus des territoires (collectivités locales, centres de recherche et moyennes entreprises) et des partenariats ont été noués avec les structures de recherche régionales et nationales (écoles d'ingénieur, Universités, Laboratoires de Recherche, etc.). L'histoire de l'hydrogène sur ce territoire est donc ancienne et a permis de fédérer un grand nombre d'acteurs publics et privés ; elle a en ce sens pavé la voie à la structuration de la filière industrielle près

[247] L'Association Lorraine Pour l'Hydrogène Énergétique et ses Applications (ALPHÉA) a été créée en 1986 par le district de Forbach, le Conseil Régional de Lorraine, Charbonnage de France, Elf-Atochem et EDF-GDF.
[248] Site Internet du Pôle de Plasturgie de l'Est (PPE), consulté le 14 novembre 2023.
[249] Site Internet de Lyon Entreprises, consulté le 15 novembre 2023.

de trois décennies plus tard. Celle-ci est dorénavant portée par le Pôle de Plasturgie de l'Est, un centre de recherche international créé en 1989 à l'initiative de quelques industriels (Houillères du Bassin de Lorraine, Solvay, Total) et des pouvoirs publics « *pour améliorer la valorisation des produits de base issus du bassin minier de Moselle Est et pour préparer la cessation de l'activité charbonnière* »[250]. Ses domaines de recherche portaient initialement sur la mise en œuvre de matières plastiques techniquement contraignantes, puis se sont progressivement orientées vers les matériaux composites à partir de 2008 (Trink, Pitance, 2008). Après avoir cédé ses activités de recherche et développement à l'Institut de Soudure en 2016, le Pôle de Plasturgie de l'Est (PPE) s'implique dans le développement économique local, notamment au sein de la communauté d'agglomération de Saint-Avold, qui lui octroie un contrat de prestation pour l'accompagnement de projets. S'étant activement impliqué dans les activités de Alphéa Hydrogène dès sa naissance, le PPE a par ailleurs fait de l'hydrogène un de ses domaines d'action et d'expertise. Il est mandaté par l'État en 2018 pour mener une Mission Hydrogène : réfléchir à la création et à la mise en œuvre de la filière hydrogène sur le territoire du Warndt Naborien dans le cadre de l'arrêt de la centrale à charbon. Cette mission inscrit pleinement l'action du PPE dans la continuité de celle initiée par Alphéa Hydrogène, dynamique renforcée par le rôle d'animateur territorial que lui a conféré la CASA à la suite de la signature du PTWN.

Projet phare du pacte de territoire mosellan, la structuration d'une filière hydrogène territoriale bénéficie du soutien de l'ADEME, de la Banque des Territoires et du fonds charbon. Elle consiste en la création ex-nihilo de toute la chaîne de valeur de la filière : l'installation d'unités de production (par exemple sur le site de la centrale thermique), la transformation des réseaux de transport et de distribution, l'identification d'espaces de stockage, le développement des usages (industrie et mobilité lourde) et l'évolution des formations pour garantir des emplois dans ce secteur d'activité. En plus de cela, un volet compétences et certification a fait l'objet d'une étude spécifique (nommée « Hycert ») ; l'objectif à terme est d'installer un centre d'essais, de formation, de qualification et de maintenance pour accompagner la filière en construction. La mise en œuvre de cette nouvelle filière a fait l'objet d'une étude[251], encadrée par un des groupes de travail du pacte territorial animé par le PPE. Elle a permis de recenser les industriels faisant déjà appel à l'hydrogène dans leurs process, d'identifier les activités concernées par les enjeux de la décarbonation, d'évaluer les besoins en termes de volumes d'hydrogène et de définir une feuille de route sur la période 2020-2025 qui mobiliserait les acteurs publics et économiques. De cette étude, il ressort que le territoire du Warndt Naborien présente un fort potentiel de production et d'utilisation de l'hydrogène en très grand volumes. De nombreux projets ont déjà été identifiés dans le périmètre du pacte territorial (Emil'Hy, CarlHyng, MosaHyc, HyPower Moselle et HyPower Sarre, Cormus, Hycert) qui viennent s'ajouter aux projets des territoires adjacents participant à la construction d'une nouvelle

[250] Site Internet du Composite-Park, consulté le 15 novembre 2023
[251] PPE, « Étude du potentiel de développement d'une filière hydrogène territoriale », 2021

économie régionale et transfrontalière (FaHyence à Sarreguemines, H2V Thionville, StorgHyn à Cerville). On voit là l'émergence d'un nouvel écosystème énergétique qui dépasse les seuls enjeux du développement local : la filière est promue au niveau régional et transfrontalier dans le cadre de l'initiative Grande Région Hydrogène, initiée par les acteurs industriels de la zone SaarLorLux. De fait, le PPE a indiqué sa volonté de participer à la naissance d'une Communauté Européenne de l'Hydrogène (CEH)[252], vecteur du « renouveau de la solidarité européenne en matière d'énergie », dans la région même qui a vu naître l'Europe à travers la CECA au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. Par l'ancrage historique de cette nouvelle dynamique, il y a là la recherche de légitimer et de justifier l'intérêt de la démarche de coordination des acteurs au profit du développement de leur territoire, qui répond certes aux enjeux de la transition énergétique mais qui s'accompagne surtout d'un développement industriel, économique et social. En comparaison avec d'autres territoires, celui du Warndt Naborien se distingue par l'absence d'oppositions marquées à tous ces projets, ceux-ci étant présentés comme des opportunités de renforcer la visibilité et l'attractivité du territoire à l'échelle nationale et européenne. La dynamique territoriale a par exemple été présentée au colloque européen sur l'hydrogène à Bruxelles en novembre 2022 et a fait l'objet en même temps d'une publication dans les annales *Réalités Industrielles*. La communauté d'agglomération a par ailleurs été labellisée Trophée Hydrogénies pour récompenser sa transition territoriale.

Enfin, il convient de s'interroger sur la nature du PPE en tant qu'acteur de cette transition territoriale. Il est évident que son existence et son développement sont fortement liés au passé industriel et minier du bassin lorrain : sa création par Charbonnage de France en 1989 a orienté ses activités vers la valorisation des rejets de la mine et de l'industrie. Son implication précoce dans les activités d'Alphéa lui confère une expérience de longue date dans le secteur de l'hydrogène, alors que celui-ci connaît un engouement politique tardif à partir de 2015. Son lien avec le territoire se manifeste aussi dans la sociologie de son personnel. À titre d'exemple, G. Pitance qui en fut le délégué général de 2004 à 2023 occupait précédemment le poste de directeur du développement international de la SNET de 1996 à 2004, après avoir été directeur général d'Alphéa Hydrogène an 1996. Après 35 ans d'existence, le PPE est un pôle de recherche ancien, qui sait tirer profit de son vaste réseau industriel et universitaire, et qui bénéficie de l'appui des acteurs publics et privés. Son lien très fort avec « l'histoire énergétique du territoire » (Wernert, 2020, p. 129) lui offre une « *capacité de coordination transversale et multi-scalaire au service de la construction d'un projet qui va lui être spécifique* » (Durand & Landel, 2015, p. 365). Ce projet, justement, est celui de la structuration d'une filière hydrogène, où le vecteur énergétique devient une ressource non seulement locale mais aussi territoriale, c'est-à-dire intégrée dans des marchés extérieurs au territoire et concurrentiels. L'instauration

[252] Un acteur local a mentionné le fait que cette nouvelle communauté partageait ses acronymes avec la Centrale Emile Huchet, sous-entendant le rôle essentiel qu'est amené à jouer le site dans ce projet européen.

de l'énergie comme ressource territoriale est alors un motif d'entrée en transition (Wernert, 2019), interrogeant le rôle du PPE en tant qu'opérateur territorial de l'énergie (Durand & Landel, 2015; Régnier et al., 2017). Nous nuancerons ici ce rôle dans la mesure où, en dépit de son ancrage territorial et de sa volonté à impulser une dynamique locale de transition énergétique, le PPE ne dispose d'aucune capacité de décision. En effet, il contribue à mettre en relation les industriels, entreprises, pouvoirs publics et financeurs pour mettre en route cet écosystème. Il apporte aussi son expertise économique et technique à la réalisation des projets, et réalise des études pour identifier les freins, les leviers et les opportunités au déploiement de la filière. Il n'est cependant pas maître d'ouvrage et ne possède qu'un pouvoir d'influence et d'incitation sur les porteurs de projet. Pour toutes ces raisons, il conviendrait davantage de l'envisager comme un coordinateur territorial de l'énergie, capable de fédérer et de coordonner des acteurs, des ressources et des projets en mettant à profit son lien très fort avec le territoire et son histoire.

Les pactes de territoire ont eu des effets réels dans leur périmètre d'action en contribuant, de manière différenciée selon les espaces, à formaliser des dynamiques de transition. Si les temporalités d'émergence des projets ne permettent pas de décrire et de caractériser les processus, longs et sous-jacents, de construction de ces dynamiques, l'identification de certains acteurs-clefs et infrastructures-clefs révèle la prédisposition des territoires vers certaines trajectoires de développement, préfigurant en partie la nature des projets à venir. Nœuds de mobilisation des acteurs et de renégociation des projets, les sites des centrales thermiques se révèlent des espaces d'expérimentation de nouvelles dynamiques de transition post-carbone.

Conclusion du chapitre 7

Les résultats présentés dans ce chapitre apportent des éléments de réponse à une de nos hypothèses. Nous avions en effet postulé que *la présence d'actifs matériels et immatériels facilite la reconversion industrielle et/ou énergétique des sites des centrales à charbon*. Dans les faits, nous avons vu que les projets s'appuient sur un certain nombre de ressources héritées des précédentes activités productives telles que les connexions aux réseaux de gaz, d'électricité et de transport, les infrastructures de stockage (réservoirs, silos) et de production (chaudières), le foncier industriel disponible, l'existence d'une main d'œuvre qualifiée ou encore d'une culture industrielle. Ils bénéficient aussi de nouvelles synergies économiques et énergétiques avec des industriels actifs sur le plan national voire international, structurés au sein de réseaux associatifs promouvant des démarches d'écologie industrielle et territoriale. Enfin, certains projets – comme le projet de production d'hydrogène à Saint-Avold – bénéficient de l'investissement d'acteurs locaux sur le temps long, qui ont pavé la voie au développement d'une nouvelle filière grâce à leur capacité de coordination et de valorisation des ressources à un niveau régional.

Ces actifs ne constituent donc bien ressources que s'ils sont valorisés par les acteurs, qui leur trouvent une utilité dans des projets de développement ; les Pactes de territoire offrent à ce titre des espaces de dialogue privilégiés pour discuter des opportunités en présence. Les processus de sélection et de mise en œuvre des projets tels qu'ils ont été présentés jusqu'à présent ne montrent cependant pas les points de tension et de crispation liés à la rencontre d'enjeux et de stratégies parfois contradictoires. Il faut ainsi se prémunir contre une analyse qui paraîtrait à ce point-là de la thèse trop hâtive concernant la construction de trajectoires de transition, délaissant des facteurs territoriaux qui agiraient comme des freins ou des obstacles à leur réalisation.

Conclusion de la deuxième partie

Cette deuxième partie a souligné l'importance de considérer les caractéristiques sociales, politiques, spatiales et industrielles des territoires pour comprendre les conditions d'émergence de trajectoires territoriales de transition énergétique. La reconversion des centrales à charbon soulève en effet son lot d'arbitrages, de négociations et de compromis entre des enjeux de développement extrêmement variés et parfois antagonistes. Au Havre, l'abandon de toute perspective de production d'énergie sur le site a été permise par les possibilités de reclassement des salariés en interne par EDF et se justifie par la situation géographique de la centrale thermique : implanté sur le périmètre de la zone industrialo-portuaire du Havre, le site doit être démantelé puis restitué à son propriétaire – Haropa – afin de contribuer au développement portuaire de l'estuaire dans le cadre de Port 2000. Cette substitution des activités industrielles et énergétiques sur le site par des activités économiques et commerciales rend compte d'un « embranchement », d'un point de bascule vers une nouvelle trajectoire de développement, non motivée par des enjeux de transition énergétique. La transition du territoire se lit ici à deux autres échelles : celle de la ZIP, avec les stratégies de décarbonation des industries situées plus à l'Est de la centrale thermique, et celle de la Région Normandie, qui investit dans un vaste programme de développement de l'éolien *offshore* au large du Havre. La dilution du Pacte de territoire havrais dans le Contrat de Relance et de Transition Écologique traduit bien ce changement d'échelle. À Cordemais, en revanche, la reconversion industrielle du site est bien en cours et poursuit la réalisation d'un projet en discussion depuis 2015. En plus des interactions entre le projet industriel et le territoire régional (avec un plan d'approvisionnement en bois-déchet ou encore l'intégration du site dans le réseau des industriels de l'estuaire), un autre facteur territorial a exercé son influence sur le choix de la trajectoire de reconversion de la centrale. Le passage du charbon aux *black pellets* s'explique de fait par la forte détermination des salariés du site, soutenus par EDF, l'État et les élus locaux, à trouver une alternative énergétique, en cherchant une solution technique et un partenaire économique capable de porter le projet. À l'été 2024, cependant, le projet n'est toujours pas opérationnel et la centrale continue à fournir son électricité à partir de charbon lors des pics de consommation. Pour ce qui est de la centrale de Saint-Avold, sa reconversion marque très clairement un tournant dans les dynamiques industrielles locales. La multitude de projets industriels et énergétiques sur le site résulte en grande partie de la stratégie foncière de l'opérateur GazelEnergie mais de nombreux facteurs territoriaux ont influencé le choix de certains projets. On peut nommer pour l'exemple un contexte territorial marqué par une évolution démographique en déclin et un taux de chômage élevé, facilitant l'implantation d'entreprises créatrices d'emploi et porteuses de renouveau économique. Le territoire compte aussi la présence d'acteurs et de structures institutionnelles ancrées localement depuis de nombreuses années, à l'instar du Pôle de Plasturgie de l'Est, qui ont fait bénéficier de leur expertise, de leur connaissance et de leur réseau pour le développement d'un projet hydrogène

de grande ampleur. Enfin, le territoire de Saint-Avold partage une histoire commune et de longue date avec l'Allemagne, que ce soit autour des conflits passés, de l'émergence de la CECA ou du partage d'un même espace minier ; tous ces éléments facilitent les coopérations contemporaines autour de projets transfrontaliers. Il semble donc émerger sur ce site des trajectoires multiples de transition fortement ancrées spatialement. Pour finir, la centrale de Gardanne-Meyreuil présente les trajectoires de transition les plus incertaines. Les projets de reconversion, pour la plupart calibrés autour du fonctionnement de l'unité biomasse, rencontrent chacun leurs propres difficultés de mise en œuvre : abandon d'un partenaire économique, difficulté de négociation des tarifs d'achat de l'énergie auprès de la CRE, échec de la concertation publique préalable, etc. Contrairement aux cas précédents, certains facteurs territoriaux semblent aussi jouer en défaveur de toute reconversion industrielle (proximité spatiale de zones urbanisées, évolutions socio-démographiques, conflictualité historique sur le territoire).

Ces quatre cas d'étude mettent en lumière la manière dont les objectifs climatiques et environnementaux édictés au niveau national se confrontent avec les réalités des territoires et la diversité des enjeux qui les composent. La mobilisation et la coordination des industriels, des acteurs étatiques et des acteurs locaux dans le cadre des Pactes de territoire offrent à ce titre l'occasion d'étudier la complexité d'une transition « en train de se faire ». L'analyse de ces cas révèle surtout les configurations territoriales jouant un rôle dans la réalisation – ou au contraire la mise en échec – des trajectoires de reconversion.

PARTIE III

LES TRAJECTOIRES DE TRANSITION AU PRISME DES RELATIONS INDUSTRIE-TERRITOIRE

Les choix effectués en matière de projets de reconversion, à l'issue de la mobilisation à diverses échelles d'un grand nombre d'acteurs, concourent à l'émergence de nouvelles trajectoires de transition dans les quatre territoires. Comme nous l'avons vu, ces choix sont bien souvent influencés par des facteurs territoriaux extrêmement variés, qui appellent par conséquent une analyse au cas par cas des conditions de reconversion. Pourtant, la réunion de tous ces facteurs ne suffit pas à expliquer la réussite, ou *a contrario* l'échec, de ces trajectoires ; les conflits que l'on observe à Gardanne-Meyreuil depuis une quinzaine d'années autour du devenir du site industriel en sont un bon exemple. D'autres facteurs d'influence seraient donc à chercher du côté des processus conflictuels. De plus, nos analyses ont jusque-là laissé de côté les effets des recompositions industrielles sur l'organisation des territoires. En effet, les centrales à charbon ne sont pas seulement des installations de production d'électricité, ce sont aussi des infrastructures industrielles qui, par les flux et les productions qu'elles génèrent, contribuent à façonner les territoires qui les accueillent. Quels changements s'opèrent alors – ou doivent s'opérer – dans les territoires avec l'adoption de nouvelles trajectoires de développement sur ces sites ? Assiste-t-on à un renversement des rapports entre industrie et territoire ? L'industrie est un objet complexe, dont l'évolution s'inscrit dans le temps comme dans l'espace. À l'aune des politiques de réindustrialisation du territoire national promues par le gouvernement français depuis la crise de la COVID, il paraît dès lors pertinent et opportun de questionner les rapports territoire-industrie sous le prisme de la transition énergétique, et d'interroger leur rôle dans la définition des trajectoires territoriales de transition.

Pour répondre à nos questionnements, cette troisième partie se concentre donc sur l'incidence des trajectoires de transition sur les territoires. Nous montrerons dans un premier temps comment certains choix de reconversion effectués par les parties prenantes du Pacte de Gardanne-Meyreuil réactualisent une conflictualité complexe et ancienne autour du fonctionnement de la centrale de Provence. S'ils ne peuvent traduire à eux seuls l'ensemble des résistances rencontrées sur ce territoire, les multiples points de tensions qui se cristallisent autour de cet espace ne sont pas étrangers aux difficultés de mise en œuvre des projets, préfigurant l'exclusion – ou du moins le réajustement – de certaines trajectoires de transition (**chapitre 8**). Les observations réalisées dans ce cas d'étude attirent notre attention, de manière plus générale, sur les rapports des territoires à l'industrie. Le retour de l'industrie appelle en effet une planification approfondie et minutieuse des ressources à plusieurs échelles, tout en se confrontant au défi de « l'acceptabilité » des projets (**chapitre 9**). Enfin, la reconversion des sites des centrales à charbon participe à l'émergence d'un nouvel objet géographique, les pôles industriels bas-carbone, qui se font les témoins des reconfigurations territoriales et socio-organisationnelles du paysage productif français dans sa poursuite de la transition énergétique (**chapitre 10**).

Chapitre 8

Des trajectoires de transition en difficulté dans un territoire à forte conflictualité : le cas de la centrale de Provence

« *La science ne consiste pas seulement à savoir ce qu'on doit ou peut faire, mais aussi à savoir ce qu'on pourrait faire quand bien même on ne doit pas le faire.* »

Umberto Eco, *Le Nom de la rose*, 1980

La multiplication depuis les années 1980 des contestations locales contre certains projets d'aménagement, notamment liés à l'énergie, appellent une remise en cause du modèle français de l'aménagement du territoire, longtemps vertical et directif. L'introduction progressive des principes de concertation et de dialogue (Subra, 2018) à travers diverses instances de débat public vient répondre à la nécessité, pour les décideurs politiques et industriels, de renforcer « l'acceptabilité » des projets dits « d'intérêt général » et ainsi réduire les risques de retard ou d'abandon engendrés par les résistances des territoires. La reconnaissance de freins territoriaux au développement de l'industrie et de l'énergie, en dépit de l'intérêt technique, économique et écologique des projets, n'entraîne toutefois que rarement la remise en question des projets en eux-mêmes. Dès lors, il s'agit dans ce chapitre de discuter des réalités territoriales et des justifications – rationnelles ou non – opérant derrière les refus d'aménagement. Les conflits autour de la reconversion du site de Gardanne-Meyreuil sont les derniers en date d'une longue histoire conflictuelle qui a rythmé le territoire sur plus d'une trentaine d'années, depuis les luttes ouvrières autour de la mine et de sa fermeture jusqu'aux questions environnementales concernant l'usine d'alumine locale. Dorénavant motivés par des problématiques industrielles et productives, leur analyse offre une opportunité précieuse de décortiquer les mécanismes et les rouages propres à l'intégration territoriale des projets de transition énergétique. Les conflits permettent de rappeler que, bien souvent, la mise en œuvre de la transition énergétique n'est pas un processus qui va de soi, linéaire et sans accrocs mais bien un processus dynamique, adaptatif et multiforme.

Des quatre sites en reconversion, celui de Provence se distingue en effet par l'ampleur, la diversité et la durée des conflits dont elle a été l'épicentre. Nous reviendrons dans un premier temps sur le conflit impliquant les salariés, qui a fait du site un lieu de lutte sociale et de défense de l'industrie durant plus d'une décennie. Sur la même période, les associations environnementales ont dénoncé le projet de reconversion de la tranche 4 vers la production d'électricité à partir de biomasse et porté le dossier devant la justice ; l'étude de ce conflit, d'une toute autre nature, fait l'objet d'un second point. Troisièmement, la dynamique de reconversion de la dernière tranche charbon du site a fait naître de nombreux projets industriels, appelant dans leur sillage la tenue de nouvelles arènes de discussion. Nous verrons ainsi comment la concertation publique autour du projet Hynovera à l'automne 2022 a suscité un conflit que nous qualifierons « de proximité » impliquant les riverains des deux communes. Ces trois conflits, s'ils mobilisent chacun leurs acteurs, leurs enjeux et leurs espaces, sont cependant interdépendants et partagent un socle commun de revendications. Procédant à une lecture transversale de l'histoire et des représentations sociales associées au site de Provence, un dernier point sera consacré à l'intérêt de considérer l'ensemble des composantes territoriales dans les processus de reconversion, rappelant ainsi que le conflit peut parfois être bénéfique et fertile dans la construction de nouvelles trajectoires de transition.

1. Un conflit interne d'ordre socio-économique entre les salariés et les directions successives

Le site de la centrale thermique de Provence a connu de nombreuses périodes de mobilisation sociale et syndicale, rythmées par les stratégies industrielles de réduction des effectifs et des capacités de production sous la pression de l'État et des directives européennes. Entre réduction des gaz à effet de serre, préservation d'une mission de service public et maintien de l'emploi, comment ce conflit traduit-il les apparentes contradictions de la transition énergétique ?

1.1. Transition énergétique et emploi : quelle articulation ?

Une histoire longue et mouvementée du conflit social sur le site de Provence

Au cours de la décennie 2010, le site de la centrale de Provence a été le siège d'un conflit social qui a abondamment alimenté l'activité médiatique locale, régionale et nationale. Ce suivi attentif par les médias a contribué à la mise en visibilité du conflit et de ses enjeux à plus grande échelle, en particulier auprès de la sphère politique. Appuyés par le syndicat majoritaire de la Confédération Générale du Travail (CGT), les salariés du site de Provence se sont engagés dans une longue mobilisation aux multiples formes, acteurs et espaces de contestation, qui n'a pas son équivalent sur les trois autres sites de notre étude. Une revue de presse sur la période 2013-

2022 permet d'en retracer les grandes étapes et d'en analyser les principaux mécanismes[253]. La chronologie des événements (**Figure 31**) fait ensuite ressortir trois grands enjeux dans ce conflit social.

Premièrement, la réorganisation des activités [254] sur le site par les propriétaires successifs (E. ON, Uniper, GazelEnergie) s'accompagne d'une réduction importante du nombre d'emploi, dont rend compte l'élaboration de multiples Plans de Sauvegarde de l'Emploi (PSE). Créés dans le but de « faciliter le reclassement des salariés dont le licenciement économique est inévitable »[255], les PSE visent à accompagner le départ des salariés et leur orientation vers d'autres sites d'emploi ; ils n'en demeurent pas moins des outils au service du resserrement socio-économique. Plusieurs PSE ont ainsi été annoncés après chaque reprise du site par un nouvel opérateur : tout d'abord après E. ON en 2013-2014, puis après GazelEnergie en 2021, suscitant à chaque fois de vives contestations auprès des salariés. Outre la question de l'emploi, les mobilisations portent deuxièmement sur le maintien de l'activité industrielle, et plus précisément sur celui de la centrale thermique. Menacée de fermeture dès 2017 avec la taxe carbone voulue par le gouvernement, puis en 2018 avec la loi Énergie-Climat programmant l'arrêt des dernières centrales à charbon, la réduction de son activité est placée en ligne de mire des politiques nationales pour le climat. Sur ce point, les salariés se mobilisent pour demander un moratoire à l'arrêt de la centrale, non pas dans un refus de prioriser la protection de l'environnement mais afin de se voir accorder suffisamment de temps pour proposer un projet de reconversion garantissant le tuilage du personnel. Troisièmement, les diverses mobilisations révèlent un défaut de dialogue social entre les salariés, la direction du site et les pouvoirs publics. Une catégorie de revendications concerne donc les demandes de concertation, de débat, de discussion, notamment par l'entremise de tables-rondes avec l'État et la direction.

La défense de ces trois enjeux se manifeste de multiples façons, s'inscrit dans différents espaces à différentes échelles et associe d'innombrables acteurs. Les principales mobilisations ont lieu sur le site industriel-même, qui ne constitue plus seulement l'objet du conflit mais aussi un important levier d'action dans le rapport de force qui oppose les salariés à l'opérateur du site. En dix ans, on recense ainsi une quinzaine de grèves, à durée variable allant d'une seule journée à plusieurs années. Pour les plus longues, les grèves s'accompagnent du blocage des unités de production, comme ce fut le cas entre janvier et juillet 2014, puis entre décembre 2018 et octobre 2021. La mise à l'arrêt des unités sur le temps long empêche non seulement l'opérateur de produire l'électricité et de réaliser son chiffre d'affaires ; il se voit aussi contraint de payer des pénalités financières à l'État pour non-réalisation de ses objectifs annuels de

[253] La méthodologie de la revue de presse est détaillée dans le dernier point de ce chapitre.
[254] La réorganisation des activités renvoie à la modification du fonctionnement d'une entreprise en vue d'atteindre un objectif spécifique, tel que la rentabilité ou la performance. Elle peut prendre diverses formes : délocalisation du site d'exploitation, séparation des activités productives, mise en sous-traitance de certains services, etc.
[255] Dispositif légal mis en place dans l'article L. 1233-1 du code du travail.

production[256]. Ce type de grève est rendu possible par la forte culture syndicale et politique héritée de la mine et de l'époque où la centrale thermique assurait une mission de service public sous l'égide des Charbonnages de France et de la SNET, avec localement une forte représentation du parti communiste. Les liens de solidarité et de coopération qui perdurent vingt ans après ont permis la mise en place de stratégies efficientes : les blocages ont reposé sur le dépôt de préavis de grève d'un nombre restreint de personnels (un à deux salariés), placés à des postes indispensables pour le fonctionnement du site. En 2014 par exemple, un seul salarié se déclara en grève, responsable du service « manutention charbon ». L'ensemble des salariés et des syndicalistes se cotisaient ensuite pour assurer un revenu équivalent au salaire de leur collègue, garantissant la paralysie effective du site à moindres frais.

On observe aussi une forte présence du conflit en dehors des murs du site industriel, traduisant un emboîtement des espaces de contestation. Plusieurs manifestations ont été organisées à Gardanne, Marseille et Paris, permettant de plus grands rassemblements et des alliances avec d'autres branches de la CGT. Certains déplacements ont été effectués sur des lieux plus spécifiques, à plus haute valeur symbolique, comme le local de la permanence du député de la circonscription ou encore les locaux de la DIRECCTE à Aix, lors d'une mobilisation de soutien aux salariés en cours de licenciement. La forte solidarité syndicale dans le milieu industriel a permis un soutien massif à la cause locale par l'association de salariés issus des autres centrales thermiques ou d'autres sites industriels du territoire, comme Fos-sur-Mer et dépendant de la branche CGT-industrie. Leur participation lors des manifestations ou de certains blocages a contribué à donner plus de poids au discours et aux revendications des salariés de la centrale.

Ce conflit s'avère particulièrement intéressant en ce qu'il révèle la diversité des enjeux liés d'une part au maintien de l'industrie dans les territoires, et d'autre part au rachat des capacités de production (énergétiques et industrielles) par des entreprises étrangères, poursuivant des stratégies économiques qui leur sont propres.

[256] Ces pénalités auraient cependant été annulées par l'État en septembre 2020 en échange de la réalisation d'un PSE.

Chronologie du conflit social sur le site de Provence (2013-2022)

	FORMES	ESPACES	REVENDICATIONS	RÉPONSES
2013	22 fév.- 22 mars : grève Saisie du tribunal de grande instance de Paris	Sites de Provence et de Moselle	Annulation du PSE (suppression de 215 postes dont 20 à Gardanne)	24 juin : désignation d'un médiateur 25 juin : délégation syndicale reçue en préfecture
	4 juillet : grève + manifestation	Site de Provence + Assemblée nationale		
	10 sept.: grève de 24h + manifestation	Site de Provence + Marseille		
	Octobre : grève perlée (baisse de la production à 50%)	Site de Provence	Rupture par la E. ON de l'accord tacite passé avec la CGT: l'arrêt de la grève contre le maintien des effectifs (remis en cause par le PSE)	
2014	14 janv.-16 juillet : grève Blocage du service « manutention charbon » (soit un employé en grève), paralysie du site	Site de Provence		28 janv. : deux représentants syndicaux accusés de harcèlement moral sur les salariés Mise en place d'une cellule psychologique + enquête par un cabinet d'audit externe
	Fév. : multiplication des manifestations + soutien financier aux deux salariés	Site de Provence Mairie de Gardanne	Maintien des effectifs et organisation d'une table-ronde	1er fév.: mise à pied des deux représentants syndicaux avec procédure de licenciement.
	6 mars : appel à la grève générale relayé par toutes les branches de la CGT Manifestation de la branche Mines-Énergie du grand Sud-Est	Inspection départementale du travail (Aix Les Milles) Siège de E. ON (Paris)	Soutien aux deux représentants syndicaux	6 mars.: passage des deux salariés devant l'inspecteur du travail
	9 avril.: manifestation des syndicalistes (120 présents)	Inspection départementale du travail (Aix Les Milles)	Soutien aux deux représentants syndicaux	9 avril.: passage des deux salariés devant l'inspecteur du travail → Abandon du licenciement
			Conditions d'emploi du projet de centrale biomasse	3 juillet : menace d'une mise au chômage partielle des personnels non en grève
	10 juillet : réunion de négociation	DIRECCTE (Aix)		
	16 juillet : AG des salariés → suspension de la grève pour « avancées significatives »	Site de Provence		
2016	10 mai : manifestation	CCI Marseille Provence	Abandon de la taxe carbone et de la loi travail (loi El Khomri)	
	26 mai-15 juin : grève Blocage de l'accès au site	Site de Provence		
	4 juin : déplacement au local de la permanence du député local	Local de la permanence du député J.-M. Lambert	Maintien de l'emploi	Intervention de la gendarmerie
	22-30 oct.: grève	Site de Provence	Demande de dialogue social avec Uniper	Pas de relance des négociations
	28 oct.: réunion de la CGT	Site de Provence	Abandon de la taxe carbone	
2017	14-29 avril : grève	Site de Provence	Demande de dialogue social avec Uniper	
	Septembre-octobre : grève perlée, blocages du site	Site de Provence		
	27 oct.-7 nov.: grève	Site de Provence	Soutien aux salariés	27 oct.: 6 salariés et la CGT assignés en référé devant le TGI d'Aix
	2 nov.: suspension anticipée de la grève			2 nov.: retrait des poursuites par la direction

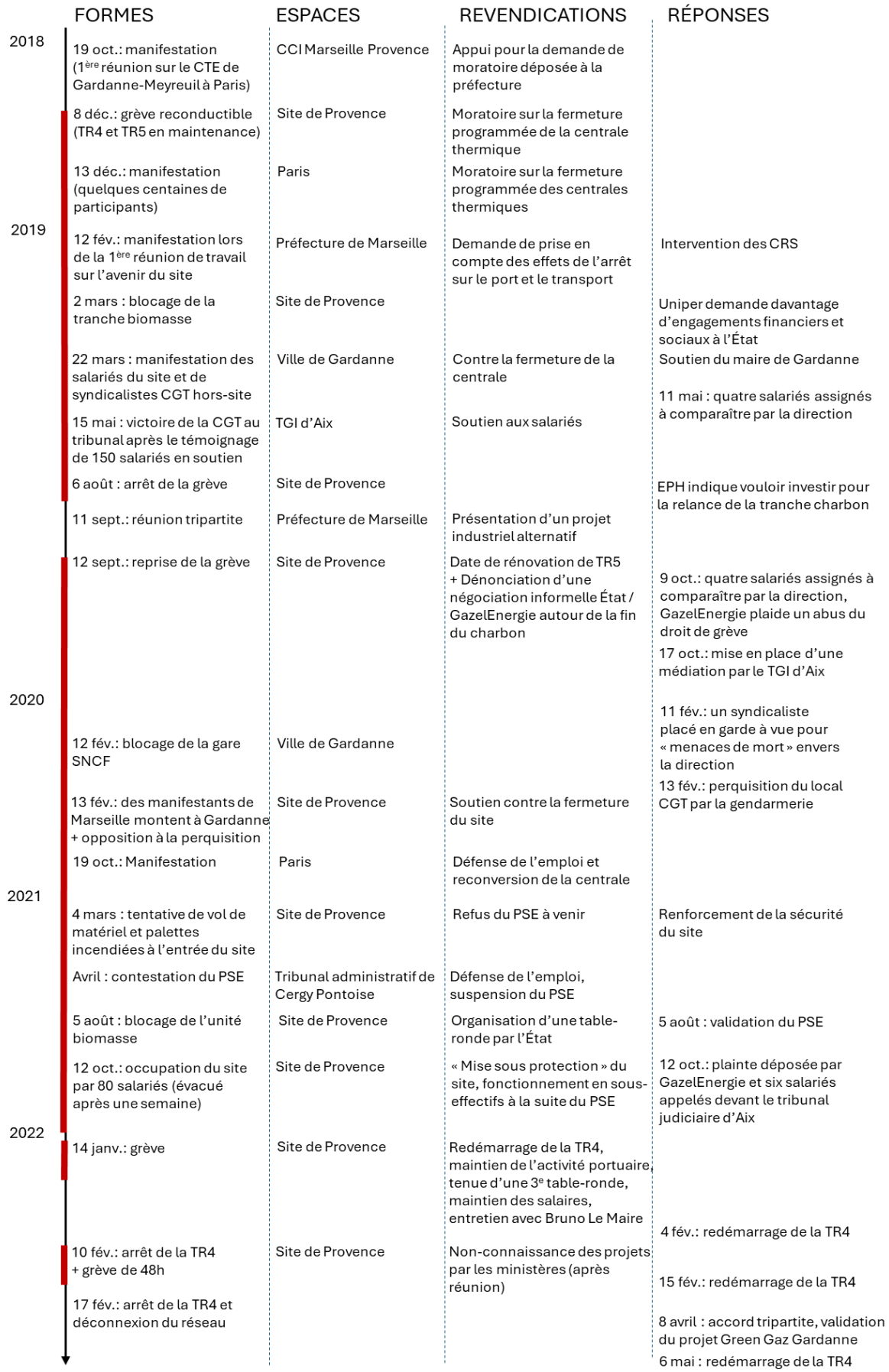


Figure 31. Chronologie du conflit social sur le site de Provence (2013-2022). En rouge : périodes de grève.
Réalisation : S. Perroux, avril 2024. Sources : revue de presse régionale et nationale sur la période 2013-2022.

Gérer la question de l'emploi industriel à l'heure de la transition énergétique

L'ampleur, la durée et les conséquences de ce conflit attestent que l'emploi ne doit pas être considéré comme une question à la marge dans les débats autour de la transition énergétique. Il est au contraire au cœur des considérations économiques, industrielles et sociales qui font de la transition un processus de changement ancré dans la réalité des territoires. Dans le cas particulier où le site industriel n'appartient pas à une entreprise publique – comme EDF – et donc que les reclassements en interne ne sont pas réalisables, les licenciements et les départs volontaires sont les seules voies pour la réorganisation des activités sur le site dans le cas d'un arrêt programmé. En conséquence de cela, les salariés se mobilisent pour le maintien des unités de production, ou tout du moins pour repousser le calendrier le temps de trouver des projets de reconversion qui satisfassent aux besoins d'emplois.

L'emploi énergétique se retrouve en parallèle restreint par le développement croissant des énergies renouvelables : contrairement aux grosses unités de production centralisées et industrielles (centrales nucléaires, au gaz, etc.), le fonctionnement des installations valorisant des sources renouvelables s'avère moins consommateur en ressources humaines. De plus, les industries existantes s'engagent généralement dans une démarche de défossilisation de leur activité (changements de process, etc.), induisant bien souvent une réduction de la capacité de production et donc une réduction des effectifs. C'est là un des points majeurs soulevés par les salariés, qui pointent du doigt les effets des politiques climatiques et environnementales au niveau national et européen sur la préservation de leur emploi sur le très court terme. Ils accusent aussi les opérateurs successifs du site, des entreprises européennes de l'énergie, de poursuivre systématiquement des stratégies de réduction des effectifs dès leur rachat du site. Cela passe par la réalisation de PSE, forme de contractualisation avec l'État d'un accompagnement au licenciement des salariés. Pour certains d'entre eux, la « transition énergétique » est ainsi devenue une expression tabou, synonyme de licenciement, de menace sur la mission de service public et de disparition de l'activité industrielle : « la transition énergétique, c'est un gros mot. Ça veut dire chômage de masse »[257].

1.2. Le conflit, un support pour la reconversion industrielle

L'État, médiateur du conflit

La plus longue période de grève, courant de décembre 2018 à octobre 2021, coïncide avec la période de mobilisation des acteurs locaux pour la reconversion de la tranche 5 dans le cadre du Pacte de territoire. Les projets qui en émergent, et qui sont validés lors de la signature du document en décembre 2020 en présence de la secrétaire d'État, reposent néanmoins sur le fonctionnement plein et entier de la tranche biomasse, qui n'a dans les faits que très peu

[257] Entretien avec un représentant syndical de la centrale de Provence, 10 octobre 2022.

fonctionné depuis son installation, si ce n'est pour quelques phases ponctuelles de tests et d'essais. Il apparaît donc indispensable dans le cadre de la reconversion du site de bénéficier d'une unité biomasse opérationnelle, ce qui dépend à ce moment-là de la coopération des salariés. En réponse à la demande des salariés et de la CGT, des tables-rondes sont organisées par l'État par l'intermédiaire du préfet des Bouches-du-Rhône, pour amorcer un dialogue entre les salariés de la centrale et du port représentés par leur syndicat, GazelEnergie et les pouvoirs publics (présence ponctuelle du délégué interministériel ou de son représentant), et parvenir à trouver un terrain d'entente. Ces réunions tripartites sont tenues de manière régulière[258], en parallèle de la gouvernance du Pacte de territoire pour aborder plusieurs sujets. La question de l'emploi est bien sûr au cœur des échanges : on y discute des dernières ordonnances, qui assurent les conditions de stabilité financière des salariés le temps de leur reconversion, mais aussi des modalités de tuilage du personnel. En d'autres termes, il s'agit de savoir si le calendrier de mise en service des nouveaux projets industriels peut garantir la reprise d'une partie des salariés de la centrale thermique au terme de leur congé de reclassement.

Un autre sujet de discussion porte sur l'état d'avancement des projets industriels, et en particulier celui porté par les salariés de la centrale. L'accompagnement de l'État dans l'aboutissement de ce projet s'avère à la fois une nécessité pratique, au regard des procédures administratives et des contrats économiques à mener, et une stratégie politique visant l'apaisement des tensions sociales. La réalisation du projet ne va cependant pas de soi et a rencontré de nombreux freins, face auxquels les salariés demandaient un soutien clair et rapide de l'État. C'est ainsi que la table-ronde du 8 avril 2022 a donné lieu à un relevé d'engagements, duquel a suivi une validation du projet par la CRE. Satisfaite de l'état d'avancement de son projet et assurée du soutien de l'État, la tranche biomasse a par la suite pu redémarrer dans un climat social – pour un temps – apaisé. Ces tables-rondes ont ainsi démontré l'importance de disposer d'espaces de discussion et de débat, où les enjeux et les objectifs de chacun peuvent être exposés et les besoins exprimés.

Des salariés force de proposition : la démarche d'élaboration du projet Green Gaz Gardanne

Durant leur mobilisation, et tout particulièrement lors de la longue grève de 2018-2021, les salariés se sont révélés proactifs et force de proposition. La perspective de l'arrêt imminent de la centrale charbon a en effet renforcé l'urgence de trouver des solutions pour le maintien des emplois et de l'industrie. C'est dans cette optique qu'est initiée, dès 2017, une réflexion autour de possibles projets de reconversion du site. Ceux-ci doivent poursuivre un quadruple objectif : réembaucher les salariés de la tranche 5 au statut des Industries Électriques et Gazières (IEG), préserver l'outil industriel, être environnementalement acceptables et économiquement

[258] Les tables-rondes tripartites se sont réunies le 1er octobre et le 3 décembre 2021, le 4 mars et le 8 avril 2022, le 11 janvier et le 8 février 2023.

viables. Ainsi né le projet de transition « Green Gaz Gardanne » (devenu en 2023 « Bio Gaz Gardanne), comprenant cinq volets : la production d'électricité à partir de charbon « propre » (avec captage et stockage de CO_2), la production d'hydrogène, la production de méthane, la cogénération et l'installation d'un centre de tri et de valorisation des déchets. Nous ne reviendrons pas ici dans les détails de ces projets, qui ont été présentés dans le chapitre 7, mais c'est ici l'occasion d'évoquer la démarche de construction du « projet des salariés » ainsi que les stratégies adoptées.

Quelque temps après l'annonce de leur projet de reconversion dimensionné par et pour le personnel du site, et alors que la grève de 2018 se poursuit, les salariés obtiennent une enveloppe du fonds charbon d'une hauteur de 150 000 € pour financer les études préliminaires. Celles-ci sont réalisées par le Bureau d'Études pour les Recherches Industrielles et Minières (BERIM), qui atteste de la faisabilité technique et de la viabilité économique du projet. En parallèle, la CGT obtient de GazelEnergie l'accès à une partie du foncier du site ainsi qu'un accord signé entre les deux parties pour qu'aucun loyer ne soit demandé durant la période de construction des installations. Mais le projet en lui-même est confronté à la réputation de ses initiateurs. L'image négative qui leur est associée du fait de leur mobilisation active, longue et parfois virulente sur le site de la centrale thermique tend à nuire au dialogue avec les différentes parties prenantes. Pour remédier à cette situation, les salariés et le syndicat CGT créent en juillet 2021 l'Association des Travailleurs de la Centrale de Gardanne (ATCG). Dans les faits, le nom de l'association reprend les acronymes du syndicat, le bureau est composé de certains de ses membres les plus actifs et le logo choisi est largement inspiré du logo originel de la CGT datant de 1895. La stratégie fonctionne malgré tout et les portes s'ouvrent auprès des institutions publiques pour accompagner la réalisation du projet. Si celui-ci a été validé par la CRE en 2021, deux difficultés majeures persistent cependant : celle de trouver un tarif de rachat du gaz produit par les nouvelles installations d'une part, et d'autre part celle de trouver un partenaire économique capable de porter le projet et susceptible d'accepter l'embauche des salariés au statut IEG.

Le conflit social autour du maintien de l'activité industrielle et des emplois au statut IEG a montré l'importance de considérer les impacts des politiques environnementales en dehors des seules considérations écologiques et industrielles. Les mobilisations des salarié·e·s au nom de l'emploi et du maintien de l'industrie semblent néanmoins trouver leur écho dix ans plus tard avec les programmes de réindustrialisation du territoire national.

2. Un conflit d'ordre écologique entre les industriels et les associations environnementales locales et régionales

La reconversion de l'unité 4 du site de Provence a soulevé un vent d'opposition depuis l'annonce du projet en 2012 jusqu'à sa mise en service effective en 2021. Durant plus d'une décennie, le site fut un espace de contestation et de tension, mais aussi une arène de confrontation entre différents enjeux associés à des visions d'avenir du territoire. Les nombreux rebondissements et contretemps qui ont ponctué l'histoire du site témoignent en quelque sorte de la non-linéarité des processus de reconversion industrielle et de transition énergétique (**Figure 32**). Quels sont les ressorts et les arguments de ce conflit ayant bloqué le fonctionnement de l'unité biomasse durant plus de dix ans ? Et comment la justice en est-elle venue à bout ?

2.1. Un conflit de longue durée et multi-acteurs

Un conflit de longue haleine réglé devant la justice

L'histoire de la centrale biomasse de Provence commence avec la publication en 2010 du quatrième appel d'offres de la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) portant sur l'installation de 200 MW d'unités de production d'électricité à partir de biomasse[259]. Fin 2011, ce sont 15 projets qui ont été retenus, sur une vingtaine de candidatures. Il s'agit de petites unités de cogénération, entre 13 et 26 MW de puissance installée, pour un total de 420 MW électriques soit environ 1 250 MW thermiques. Dans la liste des lauréats, la centrale de Provence fait exception : d'une puissance installée de 150 MW, elle ne propose cependant aucune valorisation de son énergie thermique. Dans le cadre de sa candidature, le projet est validé par RTE sur les aspects techniques (apports pour le réseau électrique) et par l'ADEME sur les aspects environnementaux[260]. Après un premier arrêté du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement en février 2012[261], puis un second arrêté de la préfecture des Bouches-du-Rhône en novembre cette même année[262], l'opérateur du site (E. ON) est autorisé à initier la reconversion de l'unité 4 vers la combustion de biomasse.

Dès la transmission du plan d'approvisionnement par E. ON à la CRE, les acteurs locaux s'emparent du dossier et dénoncent la disproportion de la nouvelle unité industrielle vis-à-vis des ressources du territoire. L'exploitation du site repose en effet sur un approvisionnement annuel de 850 000 tonnes de plaquettes forestières, dont la moitié doit être issue à terme des

[259] Appel d'offres n°2010/S 143-220129 portant sur des installations de production d'électricité à partir de biomasse.
[260] Une discussion informelle avec une personne connaissant le dossier a cependant sous-entendu que le gouvernement avait appuyé le dossier en dépit d'un avis défavorable de l'ADEME.
[261] Arrêté du 29 février 2012 autorisant la société E. ON Provence Biomasse à exploiter une installation de production d'électricité, publié au JO n°0059 du 9 mars 2012.
[262] Arrêté préfectoral n°11381-2011-A du 29 novembre 2012.

forêts régionales. Parmi les opposants, on retrouve des associations environnementales locales et régionales (France Nature Environnement Bouches-du-Rhône et PACA), des collectifs de riverains (CIQ et associations de quartiers), la réserve de biosphère Luberon-Lure (une centaine de communes) ainsi que les PNR du Verdon et du Luberon[263]. Fin novembre 2013, deux recours administratifs sont déposés par France Nature Environnement (FNE), les associations locales, le conseil général des Hautes-Alpes, huit communautés de communes et 33 communes de la région, qui protestent contre la construction d'une 'méga-centrale' et un usage abusif de la ressource. Le collectif SOS Forêt du Sud est rapidement créé, regroupant les associations et citoyens des départements des Alpes, des Cévennes, du Luberon et de la Drôme pour coordonner les actions, monter une pétition (145 000 signatures en 2016) et déposer des recours juridiques. Ceux-ci sont d'ailleurs nombreux : quatre recours[264] sont successivement déposés auprès du tribunal administratif de Marseille alors même que les travaux de construction de l'usine se poursuivent. Si l'objet du conflit porte sur l'usage et l'origine de la ressource en bois, les requérants s'appuient sur les lacunes de l'enquête publique menée par E. ON en 2012 pour porter le dossier devant la justice, en rappelant que cette enquête portait sur un rayon de 3 km (communes de Gardanne et de Meyreuil) alors que l'aire d'approvisionnement rayonnait sur 400 km. Il n'y avait donc aucune prise en compte des impacts sur les populations, les paysages, la biodiversité et l'environnement des territoires concernés par l'exploitation de la ressource. L'opposition obtient finalement gain de cause en juin 2017 lorsque le tribunal administratif annule l'autorisation d'exploiter émise en 2012, à quelques semaines seulement du raccordement de la centrale biomasse au réseau électrique (prévu en août 2017)[265]. Uniper fait directement appel auprès de la cour administrative, en même temps que l'entreprise obtient du préfet de Région une autorisation d'exploiter « provisoire » pendant neuf mois, le temps de proposer une nouvelle étude d'impact. Un an plus tard, en juin 2018, la cour administrative revient sur la décision du tribunal et réautorise l'exploitation du site. Après une courte période de maintenance en prévision de sa mise en service, c'est au tour du conflit social de suspendre le projet lorsque les salariés du site déposent, sous le slogan « pas de charbon, pas de biomasse », leur préavis de grève en décembre cette même année.

[263] Les deux PNR se voient contraints d'abandonner leur soutien au mouvement d'opposition en octobre 2017 lorsque la Région, à la suite d'un changement de majorité, menace de leur supprimer les subventions.
[264] En juin 2014, mai 2015, décembre 2016 et mars 2017.
[265] À cet effet, un contrat de rachat de l'électricité à tarif préférentiel est signé entre E. ON et EDF en février 2018.

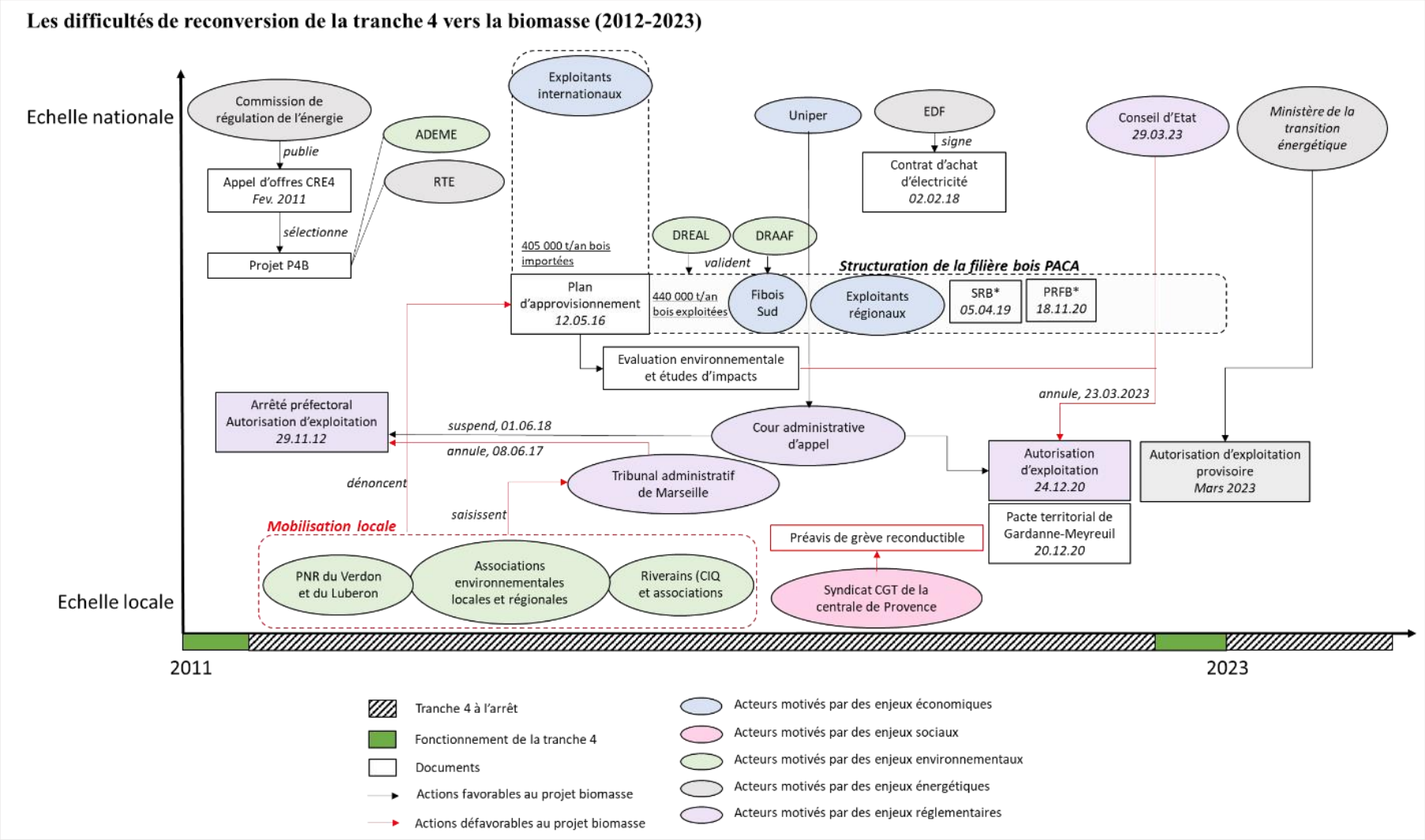


Figure 32. Schéma spatio-temporel des difficultés de la mise en service de la tranche biomasse à la centrale thermique de Provence. Réalisation : S. Perroux, mai 2023

L'autorisation d'exploiter est rétablie le 20 décembre 2020 par la cour administrative d'appel[266], qui impose la modification de certaines dispositions de l'arrêté préfectoral de 2012. Cette décision juridique coïncide avec la signature, quatre jours plus tard, du Pacte de territoire de Gardanne-Meyreuil, dont de nombreux projets industriels et énergétiques dépendent du fonctionnement de la centrale biomasse (scierie, Hybiol, Canthep...). À ce moment, la reconversion du site industriel, et plus généralement la deuxième phase de transition énergétique du territoire, repose entièrement sur la disponibilité d'une unité de production qui n'a encore produit aucun courant depuis sa construction. Il s'agissait donc pour les pouvoirs publics et les partisans du projet de relancer la centrale et de lever les freins juridiques à son fonctionnement. L'affaire se poursuit le 27 mars 2023, lorsque les opposants écologiques locaux font appel à une plus haute juridiction en voie de recours, et que le Conseil d'État annule[267] le second arrêté préfectoral de 2020 et proclame que l'étude impact doit prendre en compte les effets indirects de l'industrie sur l'environnement. En d'autres termes, l'exploitant GazelEnergie doit réétudier les conséquences de l'activité sur les massifs forestiers locaux et régionaux. Le Conseil d'État confirme ce faisant le premier jugement effectué par le tribunal administratif en 2017 et « fixe les conditions nécessaires à l'acceptabilité des projets de production d'énergie renouvelable afin de préserver l'équilibre entre les différents intérêts environnementaux »[268]. GazelEnergie se voit dans l'obligation de fournir une étude d'impact et une évaluation environnementale plus poussées, bénéficiant par le ministère de la Transition énergétique d'une autorisation d'exploitation provisoire pour six mois.

En conséquence, un fonctionnement erratique de l'unité biomasse

Tout comme une centrale nucléaire ou hydroélectrique[269], une centrale biomasse assure une production en base pour un approvisionnement continu sur le réseau électrique national. En effet, le temps et le coût de son démarrage justifient un fonctionnement ininterrompu, limitant le nombre d'arrêts en dehors des périodes de maintenance. Le conflit sur l'origine de la ressource première – puis dans un second temps sur la question de l'emploi industriel – a entraîné un retard dans la construction de l'usine, son raccordement au réseau de transport de l'électricité et sa mise en service effective. En conséquence, l'opérateur s'est trouvé dans l'impossibilité de tenir ses engagements de disponibilité annuelle fixés à 7 500 heures de production d'électricité, engagements réduits à 6 4000 heures par courrier de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) en février 2015. Entre février 2018 et février 2019,

[266] Décision officialisée par l'arrêté préfectoral n°2021-257-PC du 20 août 2021.
[267] Arrêté n°450135 du 27 mars 2023.
[268] Actu Juridique, *L'exploitation de la centrale thermique de Provence au prisme de la gestion durable des forêts*, 17 juillet 2023.
[269] Pour nuancer ce propos, les centrales hydroélectriques de lac sont facilement modulables en temps réel et rapidement mobilisables. Contrairement à des centrales « classiques » et « éclusées », elles sont davantage sollicitées lors des pointes de consommation et contribuer à la sécurité du système électrique.

pour sa première « année » de fonctionnement (qui ne correspond qu'à cinq mois dans les faits), la centrale a ainsi tourné 2 526 heures pour produire 338 GWh, avec un rendement énergétique net de 33,25%[270] ; bien en-deçà donc des obligations fixées dans le cahier des charges initial.

Les redémarrages successifs rendus nécessaires par les nombreuses périodes de mobilisation sociale sur le site industriel entre 2018 et 2022 ont en outre occasionné des perturbations dans le fonctionnement de l'unité biomasse. L'opérateur rapporte une augmentation du nombre de pannes techniques causant un fonctionnement à marche réduite voire des arrêts réguliers qui ont empêché la réalisation de l'objectif des 6 400 heures : « cette marche dégradée voire erratique a participé à une usure prématurée de certains équipements prévus pour fonctionner en marche stable ; à titre d'exemple alors que 10 à 12 démarrages de l'unité seraient programmés pour une année en marche normale, 83 démarrages ont été réalisés sur cette première année de fonctionnement »[271]. En 2021 tout particulièrement, le redémarrage du site a été rendu possible durant trois semaines en août avant qu'une nouvelle mobilisation sociale à la suite de la validation du PSE de l'entreprise ne vienne mettre un terme à la production. À tout cela s'ajoutent les phases de tests et les périodes de maintenance, à la charge de l'opérateur.

La dimension multiscalaire des enjeux de la reconversion vers la biomasse

La durée du conflit autour de la centrale biomasse a mobilisé un grand nombre d'acteurs dans différentes sphères (privée, publique, politique, industrielle, etc.) et intervenant à diverses échelles selon leurs compétences, leurs intérêts et leurs stratégies. Le schéma précédent révèle ainsi une dimension multiscalaire et temporelle des enjeux de la reconversion de cette unité de production. Parmi tous les enjeux mentionnés, on identifie aisément la défense des enjeux socio-économiques au niveau micro-local, avec une forte mobilisation des salariés de la centrale thermique contre l'arrêt de l'activité industrielle. Cette mobilisation est néanmoins structurée par le syndicat majoritaire du site, la CGT, qui s'allie au niveau départemental avec les dockers de la ZIP de Fos, et bénéficie au niveau national du soutien de la branche-mère CGT-industrie. À de nombreuses reprises, des manifestations et occupations du site ont vu la participation de syndicalistes d'autres industries – y compris des autres centrales thermiques – en signe de solidarité. De même, les enjeux écologiques et « de proximité » (qualité du cadre de vie, environnement proche de la centrale) sont défendus localement par les associations environnementalistes, les comités de quartier et les collectifs rassemblant tout un panel d'institutions et d'organismes autour de la thématique environnementale. Les enjeux écologiques sont ponctuellement investis par les services de l'État (ADEME, DREAL,

[270] Uniper, *Plan d'approvisionnement de la centrale biomasse de Gardanne,* synthèse publique, 2018, 16 pp.
[271] *Ibid*., p.3.

DRAAF), principalement dans le cadre de l'évaluation environnementale des projets et de la caractérisation des effets sur les écosystèmes.

Ces deux enjeux – l'emploi et l'environnement – cristallisent les tensions sur le devenir du site de Provence. Il n'y aurait cependant pas de conflit s'il ne venait s'y opposer, dans un rapport de force inégal, d'autres enjeux, défendus à plus grande échelle et poursuivant des objectifs parfois contradictoires. On retrouve ainsi au niveau national des préoccupations davantage techniques et énergétiques, liées à la sécurité d'approvisionnement du réseau électrique et à la décarbonation des modes de production. Elles sont portées notamment par les grandes entreprises de réseau, telles que RTE et EDF, mais aussi des institutions publiques comme la CRE et les ministères de la transition énergétique. Parallèlement, certaines entreprises privées font reposer leur croissance sur le développement de nouvelles ressources promues par les décideurs dans le cadre de la transition énergétique. Dans notre cas, le passage à la biomasse requiert d'acheter la ressource auprès d'exploitants forestiers régionaux mais aussi internationaux lorsqu'elle est importée. Les enjeux politiques (temporalités électorales, orientation politique des élus, arrangements officieux) sont quant à eux omniprésents dans les processus de concertation et de construction des projets industriels ; leur caractère multiforme et multiscalaire restreint néanmoins leur représentation graphique. Enfin, une dernière catégorie d'enjeux s'articule avec les précédents, il porte sur les aspects réglementaires et judiciaires de la reconversion de l'unité 4. Les différents organes qui les représentent (tribunal administratif, cour administrative d'appel, conseil d'État) sont mobilisés par les acteurs des deux partis comme outils d'arbitrage et de règlement des contentieux ; ils constituent à ce titre des espaces intermédiaires du dialogue social.

La dimension scalaire de tous ces enjeux explique ici en partie les processus conflictuels de la transition énergétique. Le site industriel de Provence devient un support où se projettent différentes attentes et stratégies contradictoires. Le dénouement de ces oppositions – qui tiennent d'un rapport de force entre groupes d'acteurs – s'effectue *via* le recours au système judiciaire et à la réglementation en vigueur.

2.2. Interroger le bois-énergie en tant que construction sociale et politique

La biomasse : une source d'énergie « verte » et « décarbonée » ?

À l'heure où les recherches scientifiques lient le dérèglement climatique aux activités anthropiques des sociétés industrialisées, la décarbonation des modes de production et de consommation de l'énergie est montée en projet politique à toutes les échelles. Parmi les options disponibles, le passage à la combustion de biomasse a été choisi sur le site de Provence comme alternative au charbon en raison de son caractère jugé plus « vertueux ». À l'échelle

européenne, la biomasse est ainsi reconnue dans la taxonomie des activités économiques[272] comme une « bioénergie », au même titre que les biogaz et les bioliquides. Son affiliation avec les milieux naturels ressort via la particule *bio*, qui lui attribue une valeur positive et souhaitable. En France, la biomasse occupe aussi une place centrale dans la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) et dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) « en raison de son rôle essentiel dans la composition du futur mix énergétique décarboné d'ici 2050 »[273]. Mais que met-on derrière le terme de « décarboné » ? Et cela se vérifie-t-il pour la centrale de Provence ?

Les discours des pouvoirs publics sur la « décarbonation » des activités économiques et industrielles focalisent le débat sur la réduction des émissions de carbone et ce, lors du processus de production. Les impacts de l'exploitation de la ressource, de sa transformation en combustible et de son transport jusqu'au site d'exploitation sont bien souvent peu pris en compte dans le calcul des effets sur l'environnement. Cela est d'autant plus marquant lorsque l'approvisionnement s'effectue en partie sur un autre continent, comme c'est le cas de la centrale de Provence où 50% de la ressource bois doit annuellement traverser l'océan Atlantique depuis le Brésil. Il paraît par ailleurs important de rappeler que la production d'électricité à partir de biomasse émet aussi du carbone, voire davantage que la combustion de charbon en raison d'un plus faible rendement énergétique : « *burning wood is inefficient and therfore emits far more carbon than burning fossil fuels for each kilowatt hour of electricity produced* »[274]. L'exploitation des forêts à des fins énergétiques est d'autant plus éloignée de l'idée de « décarbonation » que ces forêts constituent des puits de carbone naturels grâce à leur capacité de captage et de stockage du carbone dans l'atmosphère ; carbone qui y est renvoyé lors de la combustion et de la production d'énergie. De même, il est nécessaire de considérer les émissions de particules fines et de cendres résiduelles lors de la combustion de biomasse, qui contribuent localement à la dégradation de la qualité de l'air. En résumé, envisager la biomasse comme une ressource « décarbonée » apparaît contestable sur le plan écologique tout en renvoyant à un imaginaire de la « bonne ressource ». La notion de « défossilisation » paraît alors être un substitut plus réaliste et plus juste à celle de « décarbonation » pour exprimer le remplacement des énergies fossiles par d'autres sources d'énergie car elle traduit implicitement l'impossibilité de faire disparaître le carbone, qui est un élément constitutif de toutes choses.

[272] Office franco-allemand pour la transition énergétique, *La taxonomie européenne des activités durables : quels impacts pour les entreprises européennes ?*, Note de synthèse, 17 novembre 2021, 25 pp.
[273] INRAE, *Impacts environnementaux et enjeux technico-économiques et sociétaux associés à la mobilisation de biomasse agricole et forestière pour la production d'énergie en France à l'horizon 2050*, étude bibliographique, rapport final, juillet 2023, p.6.
[274] Lettre de 796 scientifiques au Parlement Européen concernant la biomasse forestière, 9 janvier 2018.

La biomasse et la « renouvelabilité » de la ressource

Le caractère « renouvelable » de l'énergie issue de la combustion de biomasse est formellement reconnu dans la législation française : « l'énergie produite à partir de sources renouvelables, ou " énergie renouvelable ", est une énergie produite à partir de sources non fossiles renouvelables, à savoir l'énergie éolienne, l'énergie solaire thermique ou photovoltaïque, l'énergie géothermique, l'énergie ambiante, l'énergie marémotrice, houlomotrice et les autres énergies marines, l'énergie hydroélectrique, la biomasse, les gaz de décharge, les gaz des stations d'épuration d'eaux usées et le biogaz »[275]. Elle constitue à ce titre un élément majeur de la stratégie climatique nationale, où elle est reconnue dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie comme la « première énergie renouvelable en France », notamment pour ce qui touche à la production de chaleur (78% de la chaleur renouvelable était produite par combustion de biomasse solide en 2017) [276]. Un plan de développement lui est même dédié, la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse (SNMB), qui vise depuis 2018 une « mobilisation croissante de la biomasse (sous condition de durabilité), notamment à des fins énergétiques, pour accroître significativement la part d'énergies renouvelables dans le mix énergétique national » [277]. À quel point peut-on néanmoins considérer la biomasse comme une énergie « renouvelable » ?

Un premier point serait de considérer la diversité des types de combustibles valorisant la biomasse, qui font l'objet d'une stricte catégorisation en fonction de leur nature, de leur origine et de leur composition. On distingue ainsi les bûches, les plaquettes (ou bois déchiqueté), les granulés (ou pellets) et les déchets de bois, de classe A (bois non traités) ou B (bois traités non dangereux) ; ils sont issus de divers secteurs comme l'agriculture, l'industrie, des zones d'entreprise ou des exploitations forestières. Dans le cas de la centrale de Provence, le combustible provient presque en intégralité de plaquettes forestières, issues des forêts locales ou internationales. En d'autres termes, il est le résultat de coupes d'arbres sur des parcelles forestières. Le problème de la renouvelabilité de la ressource s'exprime donc ici dans la mesure où le bois est prélevé sur des forêts de manière industrielle et en grandes quantités. Or, « *quand on brûle du bois, on brûle des arbres qui ont mis 50 ans à pousser, à stocker du carbone, et on les brûle en cinq minutes* »[278]. La temporalité de régénérescence de la ressource s'oppose ainsi à celle de son exploitation, appelant à une gestion raisonnée, raisonnable et partagée. Tous les combustibles bois ne se renouvellent pas à la même vitesse et dans les mêmes proportions, il

[275] Article L. 211-2 alinéa 3 du code de l'énergie.
[276] Ministère de la transition écologique et solidaire, *Stratégie française pour l'énergie et le climat. Programmation pluriannuelle de l'énergie*, 2018, 400 pp.
[277] Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, *Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse*, 2018, 131 pp.
[278] Entretien avec un représentant d'une association environnementale de Gardanne, 1er février 2021.

apparaît donc indispensable que le rythme de leur industrialisation s'aligne sur leur disponibilité spatiale et temporelle.

La biomasse comme ressource territoriale

Contrairement aux ressources fossiles, qui sont extraites dans d'autres pays puis importées, la ressource biomasse offre l'occasion de valoriser une ressource largement présente sur le territoire national. Son exploitation à des fins de production d'énergie constitue à ce titre un facteur de territorialisation du système productif, traduisant le passage de ressources génériques à des ressources spécifiques. Dans le cahier des charges de l'appel d'offres de la CRE en 2010[279], auquel a répondu E. ON à l'époque, il est ainsi mentionné la volonté de procéder à une « territorialisation de la production d'électricité à partir de biomasse ». À cet effet, plusieurs critères sont retenus afin de procéder à l'évaluation des projets. Les capacités de production sont assez amplement bornées à un minimum de 12 MW et un maximum de 200 MW afin d'atteindre les objectifs de production à partir de biomasse tout en garantissant le financement d'unités de production à l'échelle des territoires et de leurs ressources ; elles doivent aussi permettre la cogénération afin d'augmenter le seuil de rendement des installations à 60%. Concernant l'origine de la ressource, les projets sont notés en fonction de leur aire d'approvisionnement : plus la superficie est importante, moins le projet est intéressant (avec un malus maximum lorsque le rayon d'approvisionnement est supérieur à 250 km). La CRE entend de ce fait privilégier de petites centrales s'approvisionnant en bois dans un rayon de 100 km autour de l'installation et veillant à limiter les conflits d'usage sur la ressource. De plus, elle favorise les projets présentant un approvisionnement d'au moins 50% issu de la biomasse locale (non importée), ainsi que les projets valorisant les algues vertes (intéressant pour les centrales installées en Bretagne). Enfin, les unités doivent contribuer à la structuration des filières d'approvisionnement, c'est-à-dire garantir un usage raisonné et partagé de la ressource en concertation avec les autres usagers du territoire (exploitants forestiers, industries, scieries, chaufferies...).

L'un dans l'autre, la centrale de Provence est loin de répondre à l'ensemble des critères de ce cahier des charges. Son installation de 150 MW ne prévoit pas de valorisation de la chaleur produite et son aire d'approvisionnement en biomasse locale va bien au-delà de 250 km, un partenariat ayant été signé avec le Parc National des Cévennes. Selon le plan d'approvisionnement validé en mai 2016 par le préfet de Région, 43% de la ressource bois (362 255 tonnes/an) provient d'un des 17 départements de l'aire d'approvisionnement (**Figure *33***). Il s'agit principalement de plaquettes forestières (76%), le reste étant composé de broyats

[279] Appel d'offres n°2010/S 143-220129 portant sur des installations de production d'électricité à partir de biomasse.

issus de centre de tri de déchets industriels (bois d'emballages, palettes, meubles en fin de vie, bois non recyclables, etc.)[280].

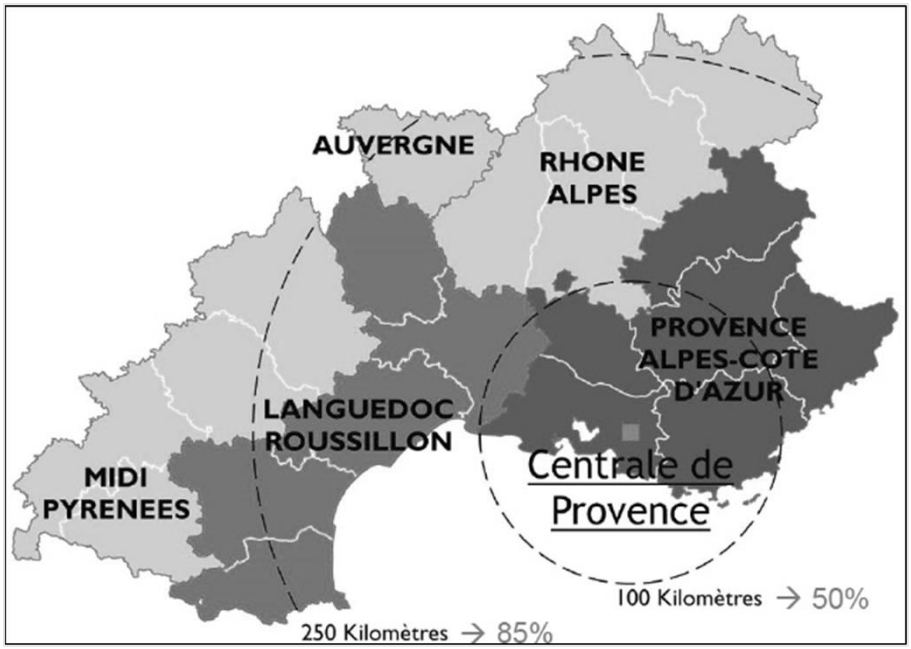


Figure 33. Périmètre d'approvisionnement en bois local de la centrale biomasse de Provence.
Source : Uniper, 2018.

La majorité de la ressource bois est cependant programmée pour être importée (57% soit 464 594 tonnes/an), en provenance d'Espagne et du Brésil. Après la première année d'activité en 2018, le fonctionnement partiel de la centrale a réduit les importations à 148 790 tonnes, avec 61% de bois brésilien et 39% de bois espagnol (**Tableau 9**).

Origine	Tonnage réceptionné 2018	Répartition
Brésil	90 340 t	60,7%
Espagne	58 449 t	39,3%
Total importations	148 790 t	100%

Tableau 9. Bilan de l'approvisionnement en bois d'importation de la centrale biomasse de Provence en 2019.
Source : Uniper, 2018.

La centrale biomasse de Provence présente toutefois l'avantage d'être localisée en Région PACA, une zone jugée prioritaire par RTE au même titre que la Bretagne, ce qui renforce son intérêt au regard de la CRE. Quant à sa participation à la structuration de la filière bois locale, son opérateur prend part aux comités biomasse présidés par le préfet de Région et imposés dans le cadre de l'appel d'offres de la CRE. Leur objectif est de « *permettre un développement important, harmonieux et concerté de la collecte de biomasse locale pour l'énergie [...] pour garantir la compatibilité des plans d'approvisionnement des projets retenus*

[280] Uniper, *Plan d'approvisionnement de la centrale biomasse de Gardanne*, synthèse publique, 2018, 16 pp.

et de favoriser la mobilisation des acteurs locaux »[281]. Des groupes de travail sont aussi organisés avec les exploitants régionaux et l'interprofessionnelle du bois Fibois Sud afin de définir les besoins et les opportunités de valorisation de la ressource. Les réflexions issues de ces ateliers aboutissent à l'élaboration de la Stratégie Régionale Bois en avril 2019 et à un Programme Régional Forêt-Bois en novembre 2020. Pour conclure cette idée, l'aspect spécifique de la ressource bois dépend avant tout de la taille de l'installation de consommation de la ressource, de laquelle découle la quantité des besoins. Dans notre cas, la « méga-centrale » que représente l'unité biomasse de Provence est disproportionnée vis-à-vis de la disponibilité de la ressource, autant en matière de superficie forestière que de conflits d'usage. L'éloignement et l'exploitation industrielle rendent dès lors difficile la « construction territoriale » de la ressource bois.

Ce deuxième conflit a permis d'interroger la pertinence du projet de centrale biomasse, à la fois au niveau local dans son rapport à la ressource bois et de manière générale dans ses justifications techniques, écologiques et politiques. La promotion du bois-énergie en tant que ressource « décarbonée », « renouvelable » et « territoriale » est ici à remettre en perspective vis-à-vis du surdimensionnement de la centrale et de l'étendue de son plan d'approvisionnement.

3. Un conflit de proximité entre l'industrie et les riverains

Sur un autre registre encore, une concertation publique tenue fin 2022 a mobilisé les riverains des communes de Gardanne et de Meyreuil autour du projet Hynovera. À travers elle, la population locale a pu exprimer ses doutes, voire son rejet, quant aux enjeux et aux objectifs de ce projet, pointant du doigt certaines incohérences industrielles, politiques, territoriales et environnementales.

3.1. La concertation publique : un espace de dialogue, de débat et de contestation

Une mobilisation intense dans et hors du cadre de la concertation publique

Inscrit dans la version initiale du Pacte de territoire provençal sous le nom d'Hybiol et plus tard validé par la commission industrie, le projet Hynovera de production de biocarburants pour le transport aérien et maritime régional représente le projet phare de la dynamique de reconversion de la dernière tranche charbon de Gardanne-Meyreuil. Le montant important des investissements nécessaires à sa réalisation, autour de 460 millions d'euros, a justifié

[281] Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, « Biomasse énergie », 17 janvier 2024.

l'organisation d'une concertation publique à l'automne 2022[282]. Le porteur de projet Hy2gen saisit ainsi la Commission Nationale du Débat Public[283] (CNDP) pour assurer le suivi de la concertation et en garantir le bon déroulement. Afin de recueillir les avis de la population locale, les porteurs de projet se déplacent pour aller à la rencontre des habitants dans le cadre d'ateliers de concertation mobile (sur les marchés ou dans des institutions) et installent des expositions dans les mairies ; de nombreux documents ont par ailleurs été transmis sur le site Internet de la concertation publique. Parmi toutes ces modalités d'information, c'est néanmoins à travers les réunions publiques organisées à Gardanne et Meyreuil qu'il a véritablement été possible de prendre le pouls de la réception locale du projet. Outre la réunion de lancement et celle de clôture, quatre réunions thématiques ont été organisées et ont vu un engagement croissant de la population locale sous l'impulsion de militants associatifs (**Figure 34**).

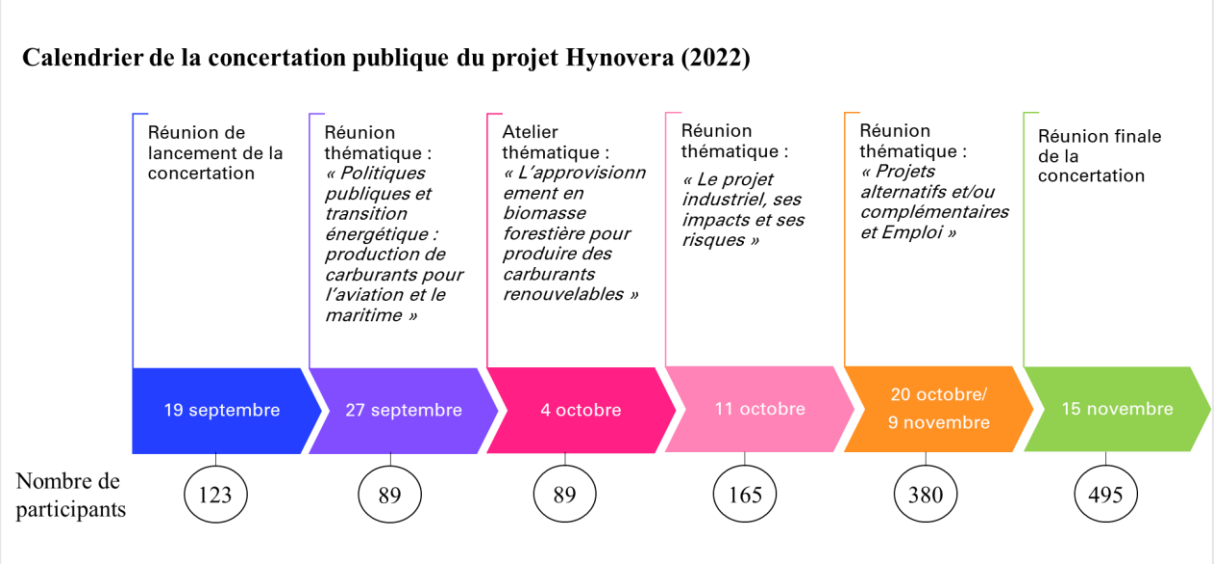


Figure 34. Chronologie de la concertation publique du projet Hynovera en 2022.
Réalisation : S. Perroux, décembre 2022

La première réunion thématique qui s'est tenue le 27 septembre 2022 portait sur les « *Politiques publiques et transition énergétique : production de carburants pour l'aviation et le maritime* ». Elle présentait dans les grandes lignes les enjeux de la décarbonation de ces transports et les opportunités économiques que cela représente sur le marché national et européen des biocarburants, marqué alors par une quasi-inexistence de cette production. La réunion qui a suivi, en date du 4 octobre, précisait « *L'approvisionnement en biomasse forestière pour produire des carburants renouvelables* ». Sous la forme de tables de discussion et d'ateliers, les participants étaient invités à échanger avec les acteurs de la filière bois

[282] Cette étape est imposée par le Code de l'environnement lorsque le coût d'un projet dépasse les 300 millions d'euros.
[283] Commission indépendante créée par la loi Barnier du 2 février 1995 et chargée de garantir le « droit de toute personne à l'information et à la participation sur les projets ou les politiques qui ont un impact sur l'environnement ».

régionale pour initier une réflexion collective autour de la gestion et de l'usage de la ressource biomasse. Cette réunion n'a cependant connu qu'un succès très relatif car plus de la moitié des participants ont quitté les lieux en exprimant leur colère et leur frustration. En cause : une mauvaise représentativité des invités de la filière bois, des ateliers fondés sur l'analyse de documents juridiques peu compréhensibles, un manque de transparence du porteur de projet vis-à-vis de sa relation avec GazelEnergie et un rejet général de tout projet représentant une menace supplémentaire sur la ressource bois. La troisième réunion thématique du 11 octobre sur « *Le projet industriel, ses impacts et ses risques* » a vu une intervention de la DREAL et des institutions politiques autour de la classification Seveso (seuil bas), ses enjeux, ses contraintes et ses intérêts. La réunion a marqué le début d'une plus grande mobilisation de la population locale, avec 165 participants présents. La dernière réunion thématique sur les « *Projets alternatifs et/ou complémentaires et Emplo*i » accentue cette tendance : initialement organisée le 20 octobre, la salle de concertation ne permet cependant pas d'accueillir l'ensemble des participants qui souhaitent y assister, selon les normes de sécurité en vigueur. Le refus des participants dans et hors de la salle de poursuivre la réunion dans des conditions qui ne garantissent pas à tous et toutes le droit à l'information et à la participation contraint le porteur de projet à reporter la réunion. Une nouvelle salle est donc trouvée le 9 novembre à Meyreuil, sans satisfaire aux nouveaux besoins liés à la mobilisation croissante des riverains. Une nouvelle fois, plus d'une centaine de participants se retrouve bloquée devant les portes et exige de pouvoir participer. Face à l'augmentation des tensions et à un climat qui se dégrade à l'extérieur des portes (cris, contestations, heurts contre les murs de la salle), la salle est évacuée, les chaises retirées et les participants invités à entrer, debout pour la durée de la réunion. En plus de la présentation habituelle du projet Hynovera, les salariés de la centrale et les associations locales ont été invités à exposer leur projet au titre des « projets alternatifs ». Enfin, la réunion de clôture marque le pic de la mobilisation locale avec plus de 500 participants et une salle comble, alors que le porteur de projet revient, en présence du corps préfectoral et des élus locaux, sur le déroulé de la concertation publique.

La forte mobilisation des riverains lors de cette concertation, qui est allée croissant au fil des réunions, doit beaucoup à l'impulsion donnée par les associations locales et les collectifs de riverains, mobilisés de longue date sur la question du devenir du site. Ils ont ainsi tenu un rôle de premier ordre dans la diffusion de l'information relative à la tenue de la concertation publique et dans la sensibilisation des riverains aux enjeux de la reconversion du site. À travers la création du collectif « Hynovera, on n'en veut pas », la mobilisation fut multiforme : mise en circulation d'une pétition (24 000 signatures), distribution de tracts, collage d'affiches, composition d'une chanson, mobilisation sur les réseaux sociaux, appel à des experts nationaux pour soutenir leur opposition, marches devant les mairies, etc.

Un kaléidoscope d'arguments avancés par la population locale

Lors des réunions de concertation publique, chaque participant avait la possibilité de s'exprimer. Parmi la grande diversité des matériaux de recherche disponibles pour étudier l'intégration territoriale du projet Hynovera (cartes T, cahiers d'acteurs, verbatims), le choix s'est porté sur le recensement des interventions orales réalisées par les participant·e·s lors des six réunions de concertation. Les interventions se révèlent en effet être un bon indicateur de la perception qu'ont les riverain·e·s du projet en ce qu'elles traduisent leur compréhension, leurs sujets d'intérêt, de préoccupation et d'inquiétude. Ce sont ainsi 266 interventions qui ont été relevées (cf. annexe 4). Leur lecture *a posteriori* permet de les classer en quatre grandes catégories thématiques (**Figure 35**) qui illustrent les principales perceptions des participant·e·s concernant le projet. Certaines limites méthodologiques se posent bien évidemment, notamment pour ce qui s'attache au recensement des interventions (réalisé en direct lors des phases d'observation), la fabrication des catégories thématiques (qui laisse sa part à la subjectivité du chercheur) et leur interprétation. Cette analyse ne prétend cependant pas valider la pertinence des argumentaires exprimés, mais seulement de comprendre les points de blocage et de tension suscités par le projet.

Les catégories thématiques peuvent être rapprochées de quatre grandes familles de revendications identifiées dans les conflits d'aménagement (Dziedzicki, 2015). On distingue tout d'abord ce qui s'apparenterait à un « conflit substantiel », relatif à la nature et aux caractéristiques du projet (40,3% des interventions). Les interventions des participant·e·s sur ce sujet sont parfois neutres et relatent des demandes d'informations et de précisions sur des points spécifiques comme la rentabilité du projet, l'origine des financements, les retombées en matière d'emploi, etc. Dans la majorité des cas, elles traduisent toutefois – de manière plus ou moins justifiée – des inquiétudes quant aux risques encourus par la population locale, en lien avec le classement Seveso du projet et la possibilité d'un effet domino avec les autres industries du site et de la commune. Un militant de Bouc Bel Air Environnement s'enquiert ainsi : *« Vous parlez de l'effet domino. Pour le connaître, il faut avoir au moins deux installations. La deuxième doit arriver dans deux à trois ans. Comment fait-on pour évaluer l'effet domino quand on ne connaît pas le deuxième domino ? »*. D'autres expriment leur scepticisme quant à la rentabilité et à l'intérêt économique du projet en pointant du doigt (à partir de calcul erronés) une disproportion supposée entre la taille de l'usine et les usages finaux des biocarburants : « *Pour ce qui sort annuellement, 16 000 t/an. Comme le kérosène est plus léger que l'eau, 18 000 litres d'eau. Avez-vous idée de la consommation d'un avion ? 12 000 L/heure. En gros, vous êtes en train de monter une usine à gaz pour* un *avion* » (représentante EELV Gardanne). Les contestations traduisent aussi des interrogations quant aux modèles de société poursuivis par les acteurs industriels et institutionnels : « *J'ai l'impression que vous défendez un système qui favorise les riches, qui se déplacent en jets privés. Vous justifiez un système inégalitaire qui nous envoie dans le mur climatique et dans le mur social* » (FNE PACA). Les contestations

portent en ce sens sur la nature même du projet et témoignent d'un rejet général de celui-ci (phénomène *Not In Anybody's Backyard* – NIABY).

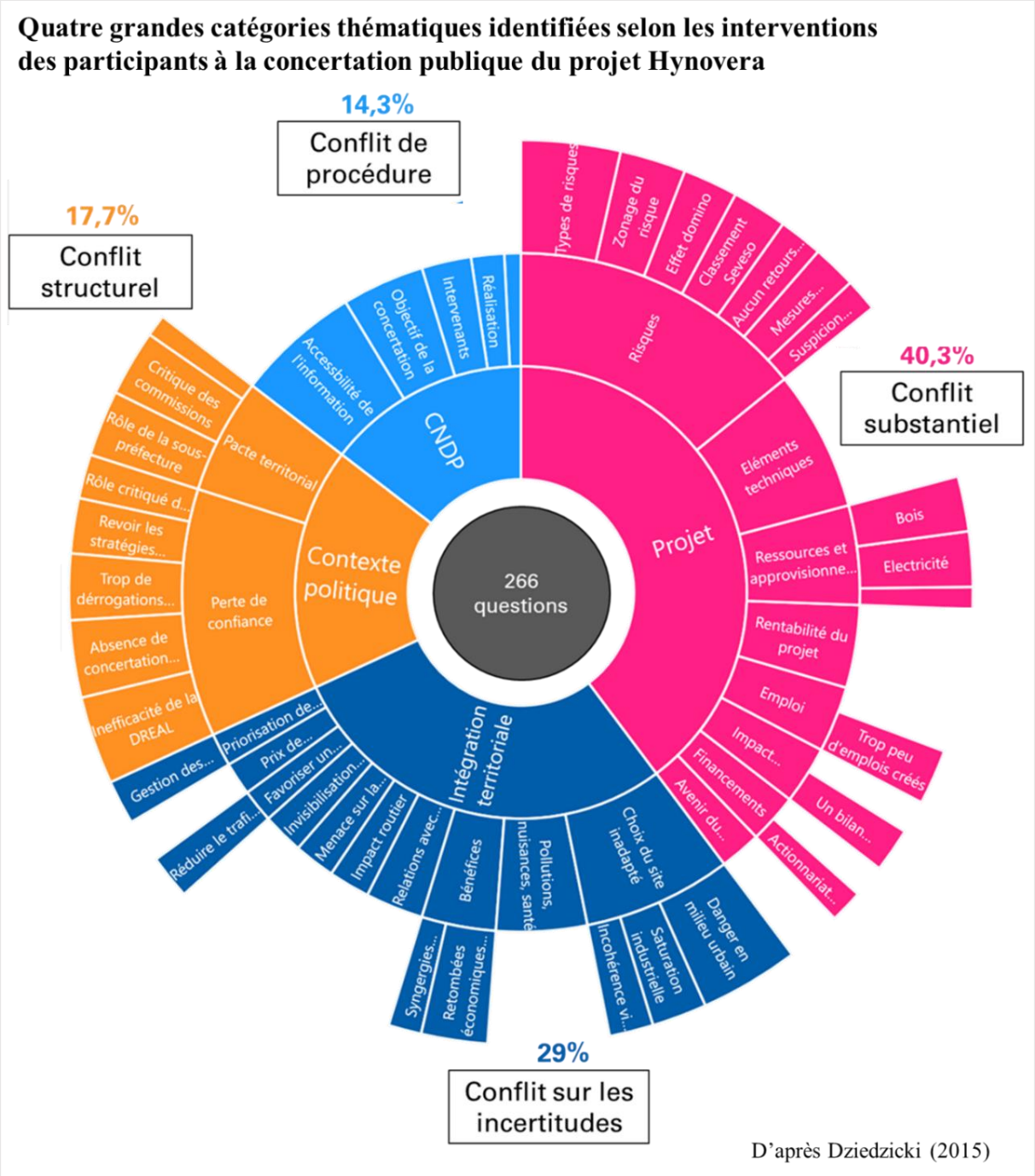


Figure 35. Thématique des questions posées par le public lors de la concertation publique du projet Hynovera. Réalisation : S. Perroux, décembre 2022

On perçoit deuxièmement un « conflit sur les incertitudes » lié à l'intégration territoriale du projet (29%). Autrement dit, pourquoi ici et pas ailleurs ? Le choix du site est jugé inadapté par les participant·e·s et ce, pour trois raisons : le danger que représenterait la proximité du site avec les zones urbanisées, la saturation industrielle des deux communes et l'éloignement spatial

avec les lieux de consommation des biocarburants (situés dans l'ouest de la métropole). Une habitante de Gardanne dit par exemple : « *Ce qu'a dit la sous-préfecture la semaine dernière, c'est qu'on a l'habitude d'être pollués à Gardanne et qu'on devrait être contents d'avoir moins de pollutions* ». Il y a donc un fort sentiment d'injustice, né de la non prise en compte, selon eux, de l'intérêt de la population locale dans la construction du projet. À cela s'ajoutent les inquiétudes concernant les nuisances supplémentaires pour l'environnement local (particules, bruit, odeurs, etc.) et la dévalorisation des biens immobiliers ressentie par les riverains. En résumé, les interventions de cette catégorie relèvent d'un phénomène *Not In My Backyard* (NIMBY) : « *On a besoin de ces biocarburants mais le site choisi n'est pas le bon. [...] Je ne critiquerai pas le projet en lui-même mais il n'est pas au bon endroit* » (habitante de Gardanne).

Troisièmement, la forte remise en cause par les participant·e·s de l'action politique est révélatrice selon nous d'un « conflit structurel » (17,7%). Les riverain·e·s expriment leur perte de confiance dans les institutions publiques (DREAL, corps préfectoral...) qui accorderaient trop de dérogations dans les processus d'évaluation technique des projets et sur les études d'impact environnemental. L'association FNE Bouches-du-Rhône demande ainsi : « *Nous avons l'habitude d'avoir de bonnes surprises avec la DREAL, c'est qu'elle donne des dérogations à tout le monde. Peut-on faire démarrer une installation avec des dérogations ?* » Ils dénoncent dans le même temps la faible communication autour du Pacte territorial, dont de nombreux riverain·e·s découvrent l'existence lors de la concertation publique.

Enfin, il y aurait là un « conflit de procédure » concernant la compréhension qu'ont les participant·e·s du fonctionnement de la CNDP et de la concertation publique de manière générale. Les participant·e·s dénoncent le manque d'accès à certaines informations sur le projet et en attribuent la responsabilité à la CNDP dans une réaction de défiance généralisée, bien que ce déficit d'information incombe davantage à la non-réalisation des études d'impacts et de dangers par le porteur de projet qu'à une prise de parti de l'instance indépendante. Ils s'interrogent aussi sur les objectifs des réunions et le poids de la parole des habitants dans la poursuite du projet : *« Si la concertation est défavorable, vous pouvez passer en force et démarrer le projet sur enquête publique. Je suis dans le milieu, je sais que les enquêtes publiques ont lieu quand le bulldozer est déjà dans le terrain* » (militant de Bouc Bel Air Environnement).

Un désengagement des élus locaux et une révision majeure du projet

Les fortes mobilisations en défaveur du projet Hynovera ont conduit les maires des deux communes d'implantation à retirer leur soutien au projet, celui-là même qu'ils avaient validé et appuyé en commission industrie du Pacte de territoire. Dès le 1er décembre 2022, le maire de Meyreuil fait circuler une lettre dans sa commune pour annoncer aux habitants son opposition au projet et s'exprime ainsi : « en l'état actuel des choses je suis, avec le soutien de toute mon

équipe municipale, opposé à l'implantation du projet Hynovera ». Il demande à la Première Ministre l'organisation d'un référendum sur l'ensemble du bassin minier de Provence pour sonder l'éventuel soutien à « l'implantation de nouveaux établissements classés dans le périmètre du Pacte de territoire ». Au-delà de son désengagement vis-à-vis du projet, le maire se désengage aussi vis-à-vis de son implication dans le Pacte et dans la dynamique de reconversion industrielle à laquelle il avait participé, rejetant la faute sur l'État : « j'estime que c'est à l'État de prendre ses responsabilités [...] car c'est l'État qui a décidé la fermeture des centrales à charbon, c'est l'État qui a rédigé le Pacte de territoire ». Dans la continuité de cette lettre, le conseil municipal de Gardanne vote à l'unanimité son opposition au projet le 13 décembre 2022. Avant même que les garants ne publient leur bilan, et le porteur de projet sa réponse au bilan, les deux maires ont ainsi explicitement exprimé leur opposition, appuyés par le sous-préfet de l'arrondissement qui annonce que « l'État ne passera pas en force sur le projet Hynovera »[284].

La concertation n'a pas été sans effet sur la nature du projet. La publication des enseignements et décisions du maître d'ouvrage le 21 février 2023 annonce une large révision du projet à la baisse. La production et le stockage de méthanol sont notamment abandonnés afin de sortir du classement Seveso et faire du projet une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumise à autorisation. À cette révision réglementaire s'ajoute un redimensionnement technique avec la division par deux de la capacité totale de production de biocarburants (production de 50 000 L/jour de kérosène au lieu de 100 000 L/jour). Il en découle une réduction des intrants (biomasse, volumes d'eau, etc.) et une minimisation de l'empreinte foncière, éloignant quelque peu l'usine des zones urbanisées. À noter que cette révision du projet intervient une semaine après qu'il eut été nommé lauréat de l'AAP « développement d'une filière de production française de carburants aéronautiques durables » lancé en 2021[285], et grâce auquel il bénéficiait d'une subvention France 2030 de 6,5 millions d'euros. Après un an d'études d'impacts et de risques, Hy2gen annonce en mars 2024 une nouvelle modification du projet : celui-ci vise dans sa nouvelle version la production de carburant pour l'aviation locale, fabriqué à partir de CO_2 biogénique – et non plus de biomasse forestière[286] – provenant de « sites industriels proches », participant à une démarche d'économie circulaire. Si les réactions de la population locale à ce nouveau projet restent encore à se faire entendre, le projet modifié témoigne tout du moins d'une forte prise en compte des avis, recommandations et préoccupations des riverains exprimés lors de la concertation.

[284] Titre d'un article paru dans *La Marseillaise* le 16 décembre 2022.
[285] Secrétariat Général Pour l'Investissement, *France 2030 : Annonce des lauréats de l'appel à projets « développement d'une filière de production française de carburants aéronautiques durables »*, 15 février 2023.
[286] Site Internet de la concertation publique d'Hynovera, mis à jour le 19 mars 2024 et consulté le 4 avril 2024.

3.2. Les oppositions à Hynovera comme clé de lecture des enjeux territoriaux de la transition énergétique

De la surexploitation à la planification : les enjeux de la ressource bois en Région PACA

Dix ans après les premières mobilisations locales et régionales contre le projet de centrale biomasse sur le site, le projet Hynovera vient raviver les inquiétudes quant à une surexploitation de la biomasse en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Avec un plan d'approvisionnement fixant à 500 tonnes/jour (182 500 t/an) les besoins en biomasse forestière en 2027, puis à 700 tonnes/jour en 2030 (255 500 t/an), l'origine et la nature de la matière première sont ainsi un des éléments centraux de l'opposition des acteurs locaux au projet Hynovera. Pris indépendamment, ces besoins ne représentent pas une grande menace pour les forêts méditerranéennes, qui couvrent 51% de la Région PACA (soit 1 613 000 hectares) et dont la moitié est facilement exploitable selon l'IGN (en fonction des contraintes physiques)[287]. Toutefois, cette forêt est déjà largement exploitée à diverses fins. L'observatoire régional de la forêt méditerranéenne dénombre ainsi 304 chaufferies bois-énergie en 2019 consommant annuellement 111 300 tonnes bois vert de plaquettes forestières. En plus des chaufferies produisant de la chaleur, trois grandes centrales produisent de l'électricité à partir de biomasse : la centrale Sylviana à Brignolles (Var), qui consomme 100 000 tonnes de bois forestier par an et 60 000 tonnes de bois de fin de vie[288], la centrale de cogénération à Pierrelatte, qui nécessite 150 000 tonnes de bois par an, et la centrale de GazelEnergie dont le plan d'approvisionnement prévoit près de 400 000 tonnes de plaquettes forestières régionales. À elles deux, « les centrales biomasse GazelEnergie et Sylviana ont consommé 204 000 tonnes de bois forestier régional »[289] en 2018. Le bois-énergie ne représente cependant que 57,3% de l'exploitation de la forêt régionale. L'interprofession de la filière Fibois-PACA compte 27 scieries dans la région permettant la production de bois d'œuvre[290]. Quant au bois-industrie, il représente une part non négligeable de l'exploitation de la forêt (28,3%). La seule usine de pâte à papier de Tarascon, Fibre Excellence, demande un approvisionnement bois de 1,2 millions de tonnes par an, pourvu à 25% par du bois régional pour produire de l'électricité (50%) et de la matière secondaire (50%)[291].

L'exploitation intensive de ces forêts, dont la santé est mise en défaut par le dérèglement climatique qui assèche et acidifie les sols, appelle à une planification de la ressource bois à l'échelle régionale. Plusieurs tentatives ont eu cours depuis les années 2010 pour structurer des

[287] Observation régional de la forêt méditerranéenne, *Données et chiffres-clés de la forêt méditerranéenne en Provence-Alpes-Côte d'Azur*, décembre 2019, 13 pp.
[288] Site Internet de Fibois PACA, *Des projets structurants pour la filière*, consulté le 4 avril 2024.
[289] Observation régional de la forêt méditerranéenne, *Données et chiffres-clés de la forêt méditerranéenne en Provence-Alpes-Côte d'Azur*, décembre 2019, p.14.
[290] Site Internet de Fibois PACA, *Annuaire des professionnels*, consulté le 4 avril 2024.
[291] Question n°62424 de M. François-Michel Lambert, député de la 14e législature, à l'Assemblée Nationale et publiée au JO le 05 août 2014.

groupes de travail et de réflexion à ce sujet. Dans le cadre de la reconversion de la tranche 4 vers la biomasse, et en réponse aux oppositions locales, une tentative de structuration de la filière fut menée par E. ON puis par son successeur Uniper. L'objectif était de réunir les acteurs de la filière pour faire le point sur l'état de la ressource et de ses opportunités d'exploitation, sur un territoire où les multiples aires d'approvisionnement des industriels se recoupent et s'enchevêtrent. Plus récemment, des études commandées à Fibois Sud et financées par le fonds charbon du Pacte de territoire ont permis d'identifier, de quantifier et de qualifier la ressource biomasse régionale pour des usages de bois-énergie. Les enjeux autour de cette ressource illustrent ainsi les limites de la territorialisation de la transition énergétique : si elle traduit un recours plus important à des ressources locales, qui participent au dynamisme économique des territoires par le développement d'activités liées à son exploitation, elle appelle cependant à une gestion intégrée et systémique de cette ressource afin de prendre en compte la diversité de ses usages. En outre, une territorialisation des enjeux de la transition énergétique disqualifie les approches en silo, projet par projet.

Proximité spatiale et externalités négatives de l'industrie : les enjeux de la localisation

La localisation du projet constitue un second point de cristallisation des tensions et ce, à plusieurs égards. Un premier argument des participants pointe la proximité spatiale du site industriel avec la zone urbanisée de Plan de Meyreuil, un quartier de la commune : « *en réalité, le vrai problème, c'est le choix du site.* [...] *On ne fait pas un prototype industriel enchâssé dans une zone urbaine* » (militant de France Nature Environnement). En effet, si le projet vise à s'implanter sur le foncier de GazelEnergie, les opposants dénoncent la non prise en compte de l'environnement du site. Outre les nombreuses habitations, on y trouve aussi une école primaire, à moins de 600 mètres du périmètre du site, qui donne un poids supplémentaire à la plaidoirie des habitants en défaveur du projet. L'intégration du site industriel dans son environnement a cela de particulier que le territoire a connu une double mutation depuis le siècle précédent (**Photo 16**). Entre 1960 et 2020, on a pu observer d'une part un agrandissement du site avec l'installation de nouvelles unités de production ; en soixante ans, l'emprise foncière du site a presque quintuplé en s'étendant sur la commune de Meyreuil. D'autre part, ce qui était autrefois des espaces agricoles au nord du site, parsemés de quelques hameaux, est devenu autour des années 2000 un quartier résidentiel, caractérisé par de l'habitat individuel et pavillonnaire. « *On a un maire qui a urbanisé tout autour. Il met tout le monde dans la pagaille mais il faut faire avec maintenant* » (habitante de Gardanne). Simplement séparés par une route départementale, ces deux espaces se sont donc sensiblement rapprochés au fil du temps, alimentant les enjeux à défendre et les tensions entre les deux parties.

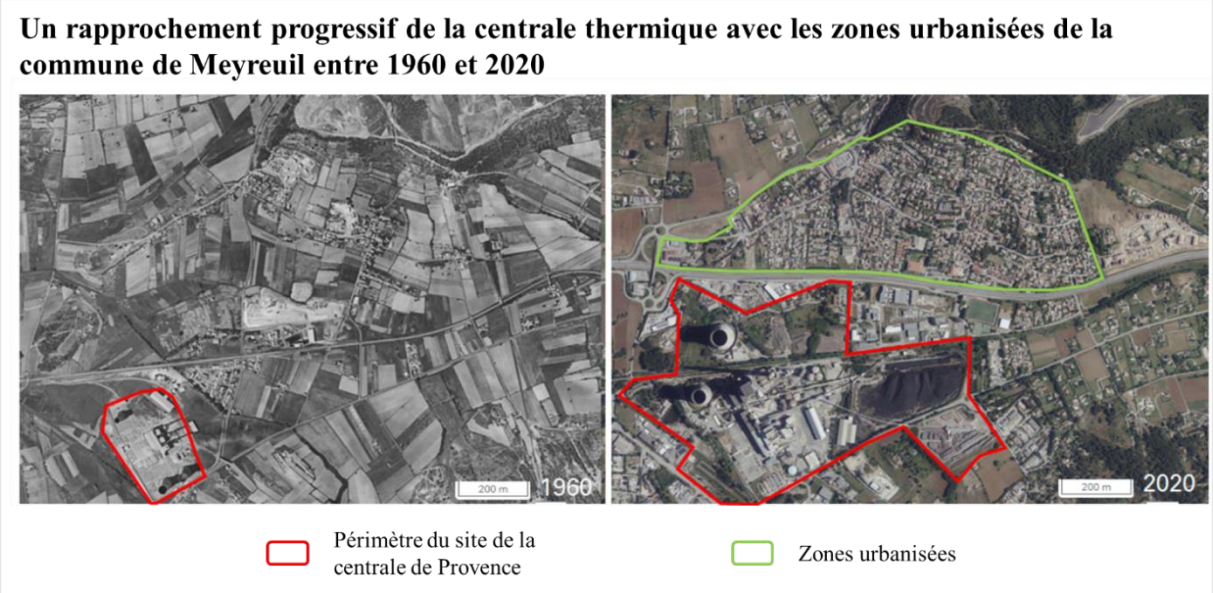


Photo 16. Photos aériennes de la commune de Meyreuil en 1960 et 2020. Source : IGN Remonter le temps.

La proximité spatiale du projet avec les lieux d'habitation et d'éducation pose la question des nuisances (bruits, odeurs, qualité de l'air) mais aussi celle de la sécurité. La perception du risque est ainsi associée à deux éléments : (1) le classement du projet en Seveso seuil bas, qui démontre selon les opposants l'existence d'un danger, (2) la production d'hydrogène, identifié comme un agent « explosif » : « *en 1981, un collège tout juste inauguré à Peyrolles a explosé. Il était entouré de champs mais à 800 mètres, les vitres de la ville ont été soufflées, les gens ont été renversés. Hynovera est à 800 m de l'école où j'ai mes deux enfants. J'aimerais savoir si les vitres vont seulement être soufflées, parce que mon fils est assis à côté de la fenêtre* » (habitante de Gardanne). Après plusieurs décennies d'urbanisation des abords du site industriel, les enjeux de la cohabitation spatiale se voient dès lors révélés et accentués par la dynamique de reconversion du site, qui remet la question industrielle sur le devant de la scène politique et sociale locale. De fait, les deux unités n'ont que très peu fonctionné de 2018 à 2022, si ce n'est pour quelques essais techniques à la centrale biomasse. On peut donc supposer un effet de déshabituation à l'industrie auprès des riverains du site, qui ont pu – en méconnaissance du Pacte de territoire – y voir une fin de l'industrie et présupposer les bénéfices de son démantèlement.

Héritage matériel et culture industrielle : composer la transition avec le poids du passé

Le projet suscite aussi des oppositions au regard de sa localisation, questionnée aux échelles communale et métropolitaine. Reconnaissant que le projet est intéressant mais qu'il « n'est pas au bon endroit » (habitante de Gardanne), les participants de la concertation dénoncent un effet d'aubaine qui a joué en faveur de son implantation sur le foncier de GazelEnergie. Le Pacte de territoire représente de fait une opportunité institutionnelle pour

accéder à un soutien politique et financier rapide, en plus de bénéficier de l'accès à un foncier industriel qui se fait rare dans la métropole et sur les communes de l'ancien bassin minier de Provence. La localisation du projet est néanmoins questionnée, à la fois dans sa cohérence avec les lieux de consommation des biocarburants, et dans sa pertinence avec le passé industriel des communes. Pour le premier argument, le lieu de production des biocarburants se trouve en effet à 20 km de Marignane et à 40 km de Fos-sur-Mer, les deux lieux de consommation visés par le projet initial. Cet éloignement géographique doit induire une augmentation du trafic routier pour le transport des intrants (bois) comme des produits (biocarburants), qui vient s'ajouter à celui de la centrale biomasse (autour de 150 camions quotidiens). Les riverains s'interrogent donc sur ce qui justifie une installation de l'usine à Gardanne-Meyreuil plutôt que sur la ZIP de Fos, qui dispose elle aussi d'une vaste réserve foncière et de nombreuses opportunités industrielles ; ils appellent ainsi à un rapprochement des lieux de production et des lieux de consommation de l'énergie. Pour le deuxième point, en s'implantant sur le foncier de GazelEnergie, Hy2gen vient rajouter de l'industrie sur un territoire qui en compte depuis longtemps. Mais contrairement à Saint-Avold, où l'industrie est présentée comme un symbole du renouveau économique du territoire, elle est massivement rejetée ici où une partie de la population de l'ancien bassin minier mentionne une « saturation industrielle », alors que moins de 12% des actifs travaillent dans l'industrie. Il faut préciser qu'en plus de la centrale thermique, la commune de Gardanne compte notamment sur son territoire la plus ancienne usine d'alumine du monde, installée en 1893 et produisant annuellement près de 550 000 tonnes d'alumine (Mioche, 2018). Localement, à Gardanne, la prégnance d'un paysage d'industrie lourde hérité du XXème voire du XIXème siècle est d'autant plus saisissante que l'usine d'alumine est au cœur même de la ville et dans un espace fortement métropolisé (**Photo 15**). Ce paysage atypique constitue par conséquent un facteur déterminant de perception de cette « saturation industrielle ». Il y a là un paradoxe qui associe forte prégnance visuelle et réalité sociologique quasi résiduelle. Sur une commune proche, on retrouve aussi l'usine Lafarge de La Malle à Bouc-Bel-Air, qui produit 700 000 tonnes de ciment par an. Marquées par leur passé industriel et minier, qui a bouleversé le paysage local durant des siècles, les communes de ce bassin ont cependant connu un renouvellement démographique au début des années 2000 menant à une dilution de la culture industrielle. Moins habituées à côtoyer l'industrie, les nouvelles populations sont attirées par le cadre de vie, la proximité de la vue sur la Sainte-Victoire, le plus faible prix du foncier, et n'ont pas à cœur de voir perdurer une activité souffrant d'une image négative. Dans ce cadre-là, la reconversion de la tranche charbon du site de la centrale thermique n'est pas perçue localement comme une étape de transition vers une production décarbonée mais comme la relance d'une activité apportant son lot de nuisances et de risques sur un territoire qui en porte encore les stigmates.

La concertation publique autour du projet Hynovera a mis en avant les enjeux et les défis de la territorialisation de la transition énergétique. Loin de n'être que des refus dénués de

fondements rationnels, les oppositions au projet traduisent au contraire les conditions de la réussite à l'intégration territoriale des projets industriels. Face à la renégociation du projet par son porteur, la concertation semble alors avoir porté ses fruits, révélant la nécessité d'associer la société civile au débat et de prendre en compte le territoire dans toutes ses spécificités.

4. Les représentations sociales comme clefs de compréhension des conflits

Les trois conflits susmentionnés ne sont pas indépendants les uns des autres, ils sont au contraire imbriqués dans leurs dynamiques spatiales, industrielles, politiques et sociales. De ce melting-pot complexe émergent dans la presse des représentations, comprises comme des constructions sociales et scalaires d'un imaginaire autour du site industriel. À travers l'analyse de la presse écrite locale et régionale, nous nous focalisons enfin sur la manière dont ces représentations sociales éclairent les processus de territorialisation de la transition énergétique.

4.1. Trois grandes représentations sociales mises en avant

L'analyse statistique du corpus de presse, mobilisant des articles publiés entre 2013 et 2022 (cf. chapitre 4), a mis en exergue la présence de trois thématiques dominantes et leurs modalités, qui constituent les grandes représentations associées au site industriel de Provence (**Figure 36**).

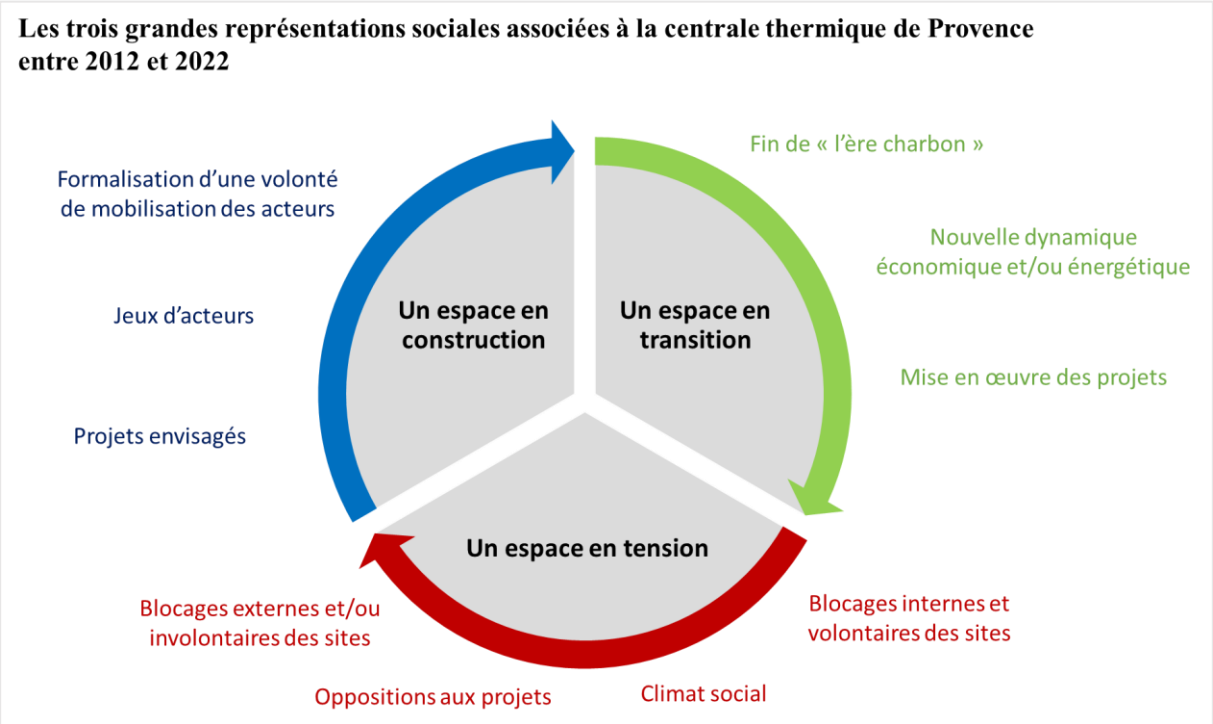


Figure 36. Caractérisation des représentations sociales associées à la centrale thermique de Provence.
Réalisation : S. Perroux, octobre 2023

Premièrement, le site de la centrale thermique ressort comme un *espace en construction*. Il est au centre de débats, de réflexions, de discussions quant à son évolution future, marquée par les successives politiques climatiques européennes et nationales. Dans le cadre des Contrats de Transition Écologique (CTE) d'abord puis des Pactes de territoire se formalise ainsi une volonté de mobilisation des acteurs industriels et institutionnels autour de la reconversion des unités de production. Cela donne lieu à l'émergence de nouveaux projets industriels qui sont présentés, analysés et critiqués dans la presse. De nombreux acteurs y sont invités à prendre position et à exprimer leur avis quant aux opportunités, ou au contraire aux menaces, que représentent ces projets pour le territoire local et national en fonction de leurs propriétés techniques, socio-économiques, environnementales. Les changements de propriétaires du site sont un autre élément distinctif de cette thématique, le passage à Uniper puis à GazelEnergie ayant fait couler beaucoup d'encre et traduisant des stratégies industrielles, économiques ou foncières spécifiques à chacun.

Deuxièmement, le site est présenté comme un *espace en transition*, c'est-à-dire comme un espace en cours de mutation industrielle. La presse évoque la fin de l'ère du charbon à Gardanne-Meyreuil, une deuxième page se tournant après celle de la fermeture de la mine locale en 2003. Le lancement opérationnel de certains projets de reconversion – qui n'aboutissent pas nécessairement – marque alors l'amorce d'une nouvelle dynamique économique, énergétique et industrielle sur le site. Ce fut le cas au moment de la reconversion de la chaudière thermique pour la combustion de biomasse ou encore pour le projet d'installation d'une scierie.

Troisièmement, le site se révèle être un *espace en tension*, comme vient le confirmer ce chapitre. Plusieurs sources de tensions peuvent cependant être différenciées. On distingue notamment les sources de blocages internes et volontaires, liés à la mobilisation des salariés et des syndicats (grève) pour la défense de leurs droits et de l'emploi, des blocages externes et/ou involontaires, liés à des dysfonctionnements techniques (pannes), des accidents (incendies) ou encore la mise à l'arrêt de la centrale biomasse par le tribunal administratif après la mobilisation des associations environnementales et locales. La presse se fait aussi le relai de l'ensemble des oppositions aux projets, qui mobilisent divers acteurs et contribuent à faire du site industriel un point de convergence et de confrontation des idées. Enfin, les stratégies de réduction des effectifs initiées par les différents propriétaires, le dernier en date étant le PSE de GazelEnergie en août 2021, contribuent à alimenter les inquiétudes des salariés quant à leur avenir professionnel, participant à une dégradation du climat social sur le site.

Ces trois représentations sont présentes tout au long de notre corpus de presse et s'articulent dans le temps selon un enchaînement cyclique (**Figure 37**). Entre des périodes de « transition », par quatre fois interrompues par des moments de « tension », s'interposent des temps de « construction » de nouvelles pistes de reconversion industrielle. Il semble donc y

avoir un cycle entre ces trois représentations qui s'inscrit dans une dynamique de création-destruction des trajectoires de transition énergétique.

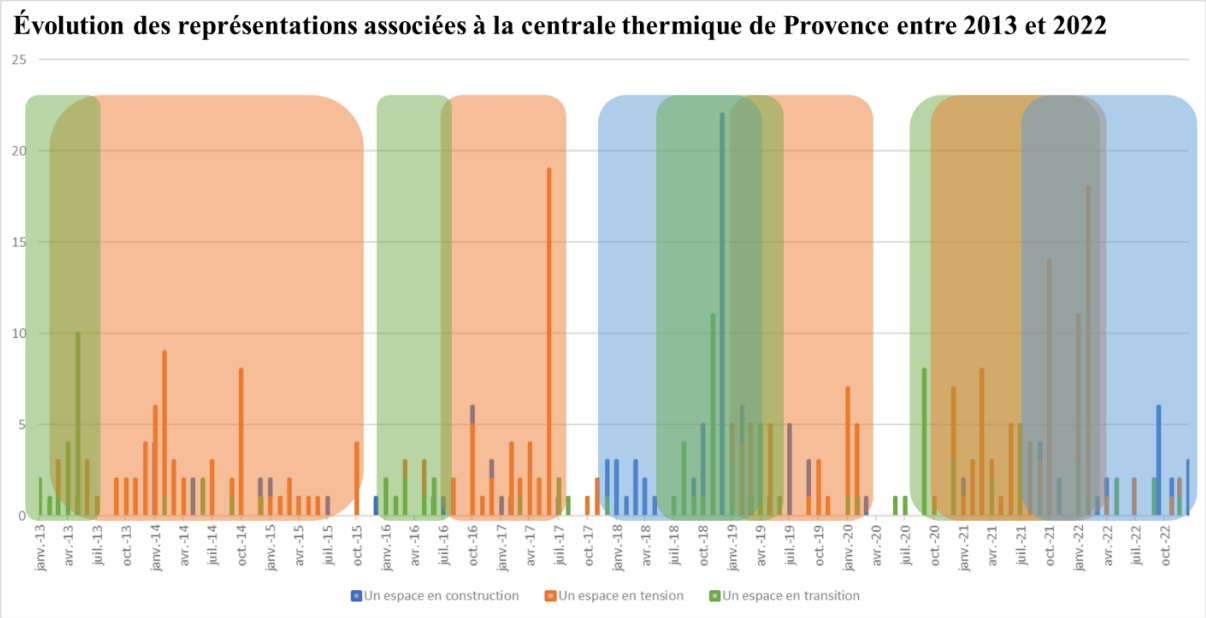


Figure 37. Thématique des articles de presse publiés entre 2013 et 2022.
Réalisation : S. Perroux, novembre 2023

À noter dans les articles de presse retenus, l'absence de communication autour de l'élaboration et de la signature du Pacte de territoire fin 2020, qui traduit de manière générale le manque de transparence et de visibilité de cette démarche qui lui a été reproché quelques années plus tard. De même, la concertation Hynovera fin 2022, que l'on rattache au « conflit de proximité », n'a que peu été suivie dans la presse au moment de son déroulé.

4.2. L'articulation des représentations sociales avec les enjeux de territorialisation de la transition énergétique

Comment interpréter ce cycle de création-destruction des trajectoires de transition énergétique en faveur de la reconversion industrielle du site ? Et comment cela nous éclaire-t-il sur les processus de territorialisation de la transition énergétique ? L'analyse de la presse a révélé une différenciation scalaire des enjeux associés à la transition énergétique (**Figure 38**). À l'échelle nationale, qui est celle de la planification, la reconversion du site de Provence répond à des objectifs de défossilisation de la production nationale d'électricité, qui ne doit pas se faire au détriment de celui de la sécurité d'approvisionnement énergétique du pays. La stratégie est donc au maintien d'une capacité de production importante recourant à des sources décarbonées. À l'échelle locale, qui est celle de la mise en œuvre de la transition, les enjeux sont davantage liés au maintien de l'emploi industriel et à la préservation d'un cadre de vie sain pour les habitants des communes concernées. Les enjeux industriels et énergétiques se voient alors contraints de partager l'espace avec d'autres enjeux, tels que le développement urbain, la

défense de la biodiversité et de la forêt ou encore la transformation du paysage de la vieille industrie lourde vers une activité productive nouvelle génération, comme sur le pôle Yvon Morandat. La déclinaison territoriale des enjeux nationaux de transition énergétique entre ainsi en dissonance avec les enjeux locaux de développement, créant des perturbations dans le processus de décision et de co-élaboration de la reconversion du site.

C'est finalement à travers ce cycle de construction-transition-tension autour des projets de reconversion que les enjeux de la transition énergétique sont appelés à être renégociés. Dans des stratégies nationales de transition, où les enjeux sociaux, environnementaux et territoriaux sont plus souvent minorés, il apparaît inévitable de procéder à une redéfinition des besoins, des opportunités et des obstacles à toutes les échelles. Loin de n'être qu'un frein à la transition énergétique des territoires, ces moments de tension – quelle que soit leur nature – invitent donc à réfléchir sur les objectifs poursuivis par les décideurs industriels et institutionnels et sur la nécessité de prendre en considération l'ensemble des composantes territoriales.

Les moments de tension comme sources de renégociation des enjeux de la transition énergétique et industrielle

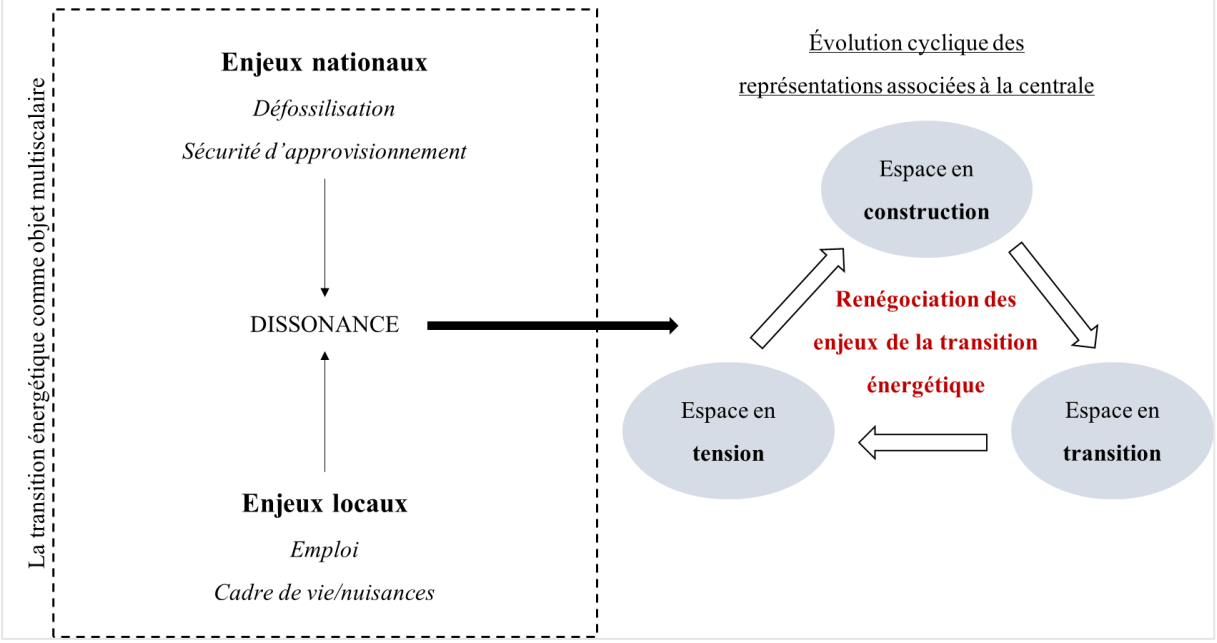


Figure 38. Articulation des représentations sociales avec les enjeux de la territorialisation de la transition énergétique.
Réalisation : S. Perroux, octobre 2023

La presse s'est trouvé être un révélateur des dynamiques de construction scalaire et territoriale de la transition énergétique. Celle-ci n'est pas un phénomène linéaire mais un processus assujetti à des tensions internes et externes qui le projettent dans un état de constant renouvellement. La renégociation de ses formes et de ses enjeux par la mobilisation des acteurs à tous les niveaux atteste qu'il en va d'un fait de société plus que de seules innovations techniques.

Conclusion du chapitre 8

La singularité du cas de la centrale de Gardanne-Meyreuil se manifeste à travers la forte conflictualité dont elle a été l'épicentre entre 2010 et 2023. Trois grands conflits s'y sont déroulés autour d'un triple objet : la centrale biomasse a suscité un conflit de type environnemental, la centrale charbon et sa reconversion un conflit qualifié « de proximité » et le site industriel dans la globalité un conflit d'ordre socio-économique. L'imbrication et la concomitance des temps et des espaces de contestation témoigne de l'articulation et de la montée en puissance des événements conflictuels sur un même territoire, où « *certains conflits en engendrent d'autres ou sont utilisés par les acteurs dans d'autres processus conflictuels, même lorsque les objets n'ont rien de commun* » (Cadoret, 2011, p. 241). Par leur capacité à interagir, ils offrent un espace de redéfinition des enjeux de la transition énergétique. À la lumière des éléments présentés dans ce chapitre, celle-ci repose en effet sur un processus d'arbitrage, sur un espace donné, des enjeux sociaux, économiques, territoriaux, fonciers, politiques, énergétiques, industriels défendus à différentes échelles. Et c'est ce processus de concentration spatiale des enjeux qui révèle les contradictions, voire les oppositions, entre différentes stratégies, objectifs et visions de l'évolution de la société.

Plusieurs enseignements peuvent être tirés de l'analyse de ce cas d'étude. Elle invite tout d'abord à questionner les non-dits et les justifications invisibilisées derrière la notion « d'acceptabilité sociale ». Au-delà du simple refus de tout nouveau projet d'aménagement, le conflit a dévoilé les rationalités et les arguments amenant à contester le bien-fondé et la légitimité des projets présentés. Les opposant·e·s invitent à travers leur mobilisation à ne pas seulement considérer les problématiques d'intégration territoriale du projet mais aussi la nature même de celui-ci, arguant que « pour être accepté, encore faut-il qu'il soit acceptable »[292]. L'analyse montre ensuite le caractère fécond des conflits ou comment les oppositions peuvent donner naissance à de nouvelles solutions. Comme l'énonce P. Mélé, « *les mobilisations, les conflits et leur prise en compte par l'action publique peuvent être analysés comme une expérience collective de co-production de l'intérêt général mais aussi comme une expérience collective de production territoriale* » (Mélé, 2004, p.29). Dans une forme de maïeutique territoriale, les périodes de tension permettent la révélation des spécificités et des potentialités du territoire mais aussi la capacité des acteurs locaux à être force de proposition. Enfin, il ressort de ce cas la nécessité de procéder à des transitions différenciées : comme le montre la présence d'une conflictualité bien plus importante à Gardanne-Meyreuil que sur les trois autres territoires de notre étude, chaque espace présente des configurations historiques, sociales et culturelles qui lui sont propres et qui façonnent sa réactivité face à des projets d'aménagement. Les trajectoires de transition se construisent à la convergence de tous ces éléments. Le conflit n'y apparaît pas comme « *un dysfonctionnement de l'action publique mais bien une modalité généralisée de sa*

[292] X. Arnauld de Sartre, Colloque annuel de la cellule énergie du CNRS, 25 mars 2024

mise en œuvre » (*ibid.*, p.28), en fournissant une occasion pour les acteurs à toutes les échelles de négocier les différentes conceptions d'un développement territorial et infrastructurel durable (Becker & Naumann, 2018).

Chapitre 9

La question des ressources et de « l'acceptabilité » au prisme du nexus énergie-industrie-territoire

« *La science ne consiste pas seulement à savoir ce qu'on doit ou peut faire, mais aussi à savoir ce qu'on pourrait faire quand bien même on ne doit pas le faire.* »

Umberto Eco, *Le Nom de la rose*, 1980

Les processus conflictuels mis au jour sur le territoire de Gardanne-Meyreuil ont montré le rôle des désaccords et des contestations dans la définition des trajectoires territoriales de transition. Ils invitent surtout à approfondir nos connaissances sur les rapports complexes liant industrie et territoire afin de renforcer l'intégration territoriale des projets industriels. Les outils et les ressorts propres à cette intégration ne sont en effet ni évidents ni consensuels, laissant un blanc dans l'appréhension opérationnelle de cet impératif. De plus, le cas du site de Provence met en avant la nécessité de replacer les enjeux de la reconversion dans leur dimension multiscalaire, par la prise en compte des stratégies, opportunités et contraintes aux niveaux métropolitain et régional. Ce chapitre offre ainsi l'occasion de se saisir de notre triptyque initial énergie-industrie-territoire (**Figure 12**) pour identifier des clefs de compréhension de l'intégration territoriale de l'industrie. En questionnant la construction des « ressources » et de « l'acceptabilité sociale », c'est l'articulation des besoins et des exigences de ces trois composantes que l'on interroge ici ; une analyse cloisonnée et uni-dimensionnelle ne rendrait pas justice à la complexité de leurs interactions. Les observations réalisées sur le site de la centrale de Provence invitent à élargir notre cadre d'analyse à l'échelle de la métropole Aix-Marseille. Cette échelle permet en effet de mieux cerner les pressions exercées, notamment par les pouvoirs publics, pour la reconversion du site, en mettant en avant les contraintes en matière de ressources et de foncier. Cela permet dans le même temps de rattacher notre analyse, jusque-là restreinte au périmètre de l'ancien bassin minier de Provence, aux évolutions en cours sur la zone industrialo-portuaire de Fos.

Le premier point de ce chapitre présente ainsi les besoins présents et futurs de l'industrie dans une perspective de multiplication des projets de décarbonation et d'expansion du système productif existant. Cela renvoie autant à des préoccupations d'ordre spatial, liées à la disponibilité et l'accessibilité d'un foncier industriel qui se fait de plus en plus rare, qu'à des inquiétudes quant à la coordination des ressources secondaires indispensables aux enjeux nouveaux de la néo-industrialisation (augmentation des besoins en électricité par exemple). Ces deux éléments appellent à l'adoption d'une stratégie globale, systémique et planifiée de la transition énergétique. Le second point aborde la question de « l'acceptabilité sociale » des projets en se focalisant sur les (dés)équilibres et les stratégies de compensations territoriales. Revenant brièvement sur le rôle historique de l'industrie dans le développement des territoires, les récentes stratégies de réindustrialisation se confrontent à de nombreux freins territoriaux nés de l'affaiblissement progressif des rapports territoire-industrie.

1. Les besoins à prendre en compte pour la transition énergétique

Les investissements réalisés par les pouvoirs publics et les industriels pour la décarbonation des activités productives et la diversification des produits énergétiques s'accompagnent de nouveaux besoins, à la fois énergétiques (hausse de la consommation électrique) et spatiaux (foncier). Ces besoins, qui s'observent à l'échelle des territoires des centrales à charbon, se retrouvent aussi plus largement au sein des grands pôles industriels, parmi lesquels les zones industrialo-portuaire. Nos cas d'étude contribuent ainsi à définir des cadres d'analyse plus généraux de la transition énergétique et industrielle, qui sollicitent une compréhension plus multiscalaire des enjeux de la planification territoriale.

1.1. Le foncier

La réindustrialisation à l'épreuve de la rareté foncière

Comme l'a démontré l'analyse de nos différents cas d'étude, et tout particulièrement celui de Gardanne-Meyreuil, le foncier pouvant accueillir des activités industrielles se fait rare et réduit d'autant plus les possibilités de réindustrialisation des territoires. La qualification de nouveaux espaces à industrialiser dans les documents d'urbanisme au niveau local est mise en difficulté par le souci de défendre d'autres enjeux de société comme le logement, la préservation de l'environnement et de la biodiversité, l'agriculture, etc. qui sont tous des enjeux spatiophages, autrement dit consommateurs d'espace. Les sites des centrales à charbon représentent à ce titre de rares opportunités spatiales pour l'accueil de nouvelles activités de production. Les pouvoirs publics comme les acteurs économiques en saisissent l'importance car ils observent la forte pression foncière qui s'exerce sur les sites. Au Havre, Haropa Port incite EDF à accélérer le démantèlement de la centrale – en moins de dix ans – afin que le

foncier lui soit retourné et intégré dans la stratégie de développement portuaire de la zone. À Gardanne-Meyreuil, la pression foncière se lit à travers les nombreuses sollicitations et prises de contact des entreprises locales ou exogènes au territoire, à la recherche de terrains pour l'agrandissement de leur activité ou la mise à l'échelle industrielle de leur production. Constatant que le site de GazelEnergie (s'étendant sur 80 ha) ne pouvait répondre favorablement à toutes les demandes, une étude a été lancée à la demande de la sous-préfecture d'Aix-en-Provence sur le foncier économique disponible à l'échelle des 17 communes de l'ancien bassin minier de Provence[293]. L'objectif est ensuite de pouvoir rediriger les porteurs de projet vers des terrains plus adaptés à leurs besoins (en matière d'équipements, de superficie, d'accessibilité) tout en accompagnant le développement économique de l'ensemble du périmètre. Les résultats de l'enquête ont néanmoins conclu à une faiblesse du foncier économique disponible. Cette saturation foncière transparaît aussi à travers l'évaluation des projets dans les réunions de la commission Industrie du Pacte territorial : nombre de porteurs de projet se voient proposer des implantations en dehors du périmètre du Pacte, jusque dans le technopôle de l'environnement Arbois-Méditerranée au sud d'Aix-en-Provence. À la lecture de ce contexte, le foncier apparaît comme un élément important en faveur d'une trajectoire de reconversion industrielle du site de la centrale thermique, indépendamment de l'attrait du territoire pour ce développement, et s'inscrit comme un facteur encourageant la dépendance au sentier de ces espaces. Cette situation fait paradoxalement ressortir la richesse foncière de certains espaces, au premier rang desquels la zones industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer, qui polarise au niveau métropolitain les potentiels fonciers d'industrialisation. Sur les 10 000 ha de la zone, seule la moitié accueille en effet des industries en 2024 tandis que 2 500 ha sont des espaces naturels protégés interdisant toute implantation industrielle et commerciale[294]. À l'issue d'une concertation qui s'est déroulée entre 2021 et 2022, 1 800 ha supplémentaires doivent à leur tour être sanctuarisés[295]. La zone conserverait une réserve foncière d'environ 550 ha sur laquelle s'appuieraient les aménageurs pour promouvoir l'attractivité du territoire auprès des entreprises, qui peuvent en outre bénéficier d'autres externalités positives liées à la proximité spatiale des industries.

L'accès au foncier fait l'objet d'une double politique de la part du gouvernement. Premièrement, dans l'objectif de réduire les conséquences de l'activité humaine sur l'environnement et de préserver la ressource foncière face à la pression urbaine (Rieutort, 2024), une politique de sobriété foncière a été mise en place avec la loi Climat et Résilience sur le Zéro Artificialisation Nette (ZAN)[296]. Établie « *à la suite de recommandations qui ont*

[293] Agence d'Urbanisme du Pays d'Aix, *Le foncier économique dans les communes du bassin minier*, synthèse des résultats présentée devant la commission Industrie du Pacte territorial de Gardanne-Meyreuil le 20 janvier 2022.
[294] D'après le plan de gestion des espaces naturels mis en place sur le territoire depuis 2007.
[295] D'après le dossier d'orientation d'aménagement de la ZIP publié en 2023.
[296] Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets. La mise en œuvre de cet objectif par les élus locaux est facilitée par la loi n° 2023-630 du 20 juillet 2023 visant à faciliter la mise en œuvre des objectifs de lutte contre l'artificialisation des sols.

émanées de la convention citoyenne sur le climat » (Desjardins, 2024, p. 9), elle fixe l'objectif de la neutralité foncière en 2050. En d'autres termes, il s'agit de réduire de 50% l'artificialisation d'espaces naturels, agricoles et forestiers sur la période 2021-2031 par rapport à la période 2011-2020, puis de mettre un terme à l'artificialisation nette d'ici 2050. Cette politique, si elle a l'avantage de préserver les ressources naturelles et de limiter les vulnérabilités face aux catastrophes naturelles, pose cependant de nombreuses difficultés pour la planification de la transition écologique (*ibid.*) : fossilisation du développement des espaces ruraux, invisibilisation de la question de la qualité des sols dégradée par l'agriculture intensive et réduction de la taxe foncière perçue par les communes. Comment planifier les activités industrielles et énergétiques de manière cohérente avec cet objectif de préservation du foncier ? Ce questionnement rejoint notre deuxième point : pour accompagner la réindustrialisation du territoire national, le gouvernement français met en place en avril 2024 son dispositif « sites clés en main France 2030 », dispositif qui s'inscrit « *en parfaite complémentarité avec la politique du zéro artificialisation nette* »[297]. Il publie dans la foulée la liste des 55 sites industriels qui doivent être proposés d'ici 2030 aux investisseurs, français ou étrangers, portant des projets industriels. L'objectif de la démarche est de proposer aux entreprises une liste de terrains pouvant accueillir leur activité industrielle à court terme, qu'il s'agisse de friches industrielles ou d'espaces vierges. La labellisation des sites doit garantir une accélération des procédures administratives préalables auprès des collectivités territoriales et des services de l'État. Dans ce dispositif, la Région PACA possède le plus grand nombre de sites retenus (8 au premier recensement), parmi lesquels figure le site de la centrale de Provence, dont la maturité est attendue pour 2025-2027. On voit donc comment la problématique du foncier cristallise les enjeux du développement industriel et se pose en facteur déterminant dans la réalisation des trajectoires de transition. L'accès au foncier, son aménagement, sa localisation mais aussi son degré de maturité sont autant de variables qui conditionnent la réalisation des projets industriels.

Le foncier industriel : le nouvel or noir des stratégies économiques ?

L'acquisition de foncier industriel devient depuis quelques années un objectif de premier ordre dans le jeu des stratégies économiques. Le rachat des deux sites de Saint-Avold et de Gardanne-Meyreuil à Uniper en est un bel exemple en ce qu'il a permis au groupe tchèque EPH de se faire une place sur le marché français de l'énergie, alors même que l'annonce imminente de leur fermeture entraînait une dévaluation de leur valeur économique. Leur acquisition s'intègrerait dans une stratégie plus globale de rachat de centrales thermiques en Europe, l'entreprise tirant profit des politiques environnementales nationales pour acquérir à bas prix des installations mises au ban des systèmes énergétiques. Plusieurs centrales à charbon

[297] Agence Nationale pour la Cohésion des Territoires, *Sites clés en main France 2030*, dossier de presse, 16 avril 2024, 16 pp.

ont ainsi été rachetées au Royaume-Uni (2 000 MW à Eggborough et 420 MW à Lynemouth en 2016)[298], en Italie (600 MW à Fiume Santo en 2015)[299], en Irlande du Nord (Ballylumford et Kilroot en 2019 pour une puissance installée de 1,4 GW) et en Allemagne (centrales de Deuben, Wählitz et Mumsdorf acquises en 2010, centrale de Buschhaus en 2013, centrale de 900 MW installée à Schkopau en 2021, et de nombreuses autres)[300]. Cette stratégie économique repose principalement sur de la spéculation politique : "*identifying the gap between ambitious renewable energy plans of western European countries and the actual capabilities of their existing energy infrastructure, EPH started to bid on coal power plants – outdated and unpopular, but still essential for stable supplies of electricity*" (Černoch et al., 2021, p. 3). L'entreprise mise sur la non-réalisation des calendriers de fermeture des centrales pour continuer à produire tout en bénéficiant des subventions accordées par les États pour la poursuite « exceptionnelle » de leur nouvelle activité. Le rachat des deux centrales françaises se présente comme la suite logique d'une stratégie de « monétisation des processus de décarbonation européens » (*ibid*.). Les relances successives de la centrale de Saint-Avold en 2023 et 2024 donnent par la suite raison à EPH sur l'allongement des délais de mise en œuvre de la transition énergétique en France. La crise de l'énergie de 2021-2022 bénéficie aussi à l'entreprise, avec des prix d'achat de l'électricité atteignant par exemple 179 €/MWh au printemps 2022, soit une hausse de 93,3% entre 2010 et 2022[301] ; la centrale de Saint-Avold génère alors près de 2,5 millions d'euros par jour de fonctionnement.

En parallèle, la filiale de EPH poursuit une stratégie de valorisation foncière des deux sites industriels. Sur les surfaces qui ne sont pas occupées par les installations de production d'électricité, GazelEnergie réaménage et met en avant les atouts matériels de ces sites. Tout comme son prédécesseur Uniper, l'entreprise fait la promotion d'une implantation *plug and play* pour attirer de nouveaux industriels, c'est-à-dire la possibilité de pouvoir produire rapidement sans devoir recourir à des aménagements et des transformations foncières chronophages ; l'industriel peut directement s'installer, se brancher sur le réseau et commencer son activité. Cette stratégie s'appuie sur un double constat : d'une part, celui de la rareté du foncier industriel disponible et, d'autre part, celui d'un manque d'aménagement des espaces existants (friches, réserves foncières) pour répondre aux nouveaux besoins. L'un comme l'autre font des sites des centrales à charbon des espaces, pourvus de nombreux actifs facilement et rapidement mobilisables. C'est sur cet axe que se fonde la stratégie de développement de GazelEnergie lorsqu'elle promeut ses « éco-plateformes industrielles ». À Saint-Avold par exemple, deux cheminées et trois tours aéroréfrigérantes des anciennes unités de production ont

[298] Site Internet d'Enerdata, consulté en ligne le 9 juillet 2024 : https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/eph-finalized-acquisition-langage-and-south-humber-uk.html
[299] Radio Prague International, « La société EPH annonce l'acquisition de sept centrales électriques en Italie », 12 janvier 2015.
[300] Connaissances des énergies, « EPH, le groupe de Daniel Kretinsky, rachète une centrale à charbon allemande », 21 février 2020.
[301] Insee, SSP, enquêtes annuelles sur les consommations d'énergie dans l'industrie de 2005 à 2022.

été détruites en 2023 pour récupérer de l'espace[302]. Les actifs recensés[303] sont nombreux et témoignent d'une véritable reconversion matérielle du site. Sont mis à disposition des porteurs de projet les accès au réseau d'électricité (poste RTE) et de transport du gaz naturel de GRTgaz, dont « la capacité physique disponible permet l'approvisionnement de nouveaux moyens de production électrique » mais aussi l'accès à la gare de déchargement à quatre voies qui servait jusqu'alors à l'importation du charbon. Les installations de transformation des produits annexes sont aussi conservées : 9 silos de 80 à 430 m^3 laissant la « possibilité de fabrication de mélanges à façon selon les recettes souhaitées », 1 silo de 1 500 m^3 pour le séchage de divers produits, des cuves de fioul lourd, une station de déminéralisation de l'eau comprenant notamment un éliminateur de CO_2, etc. Le site possède aussi ses bassins de récupération et d'adduction d'eau, disposant d'une capacité de stockage additionnelle de 250 000 m^3. Trois chaudières à vapeur de 250 kWth chacune ont été installées entre 2008 et 2016 et le site est pourvu de son propre laboratoire d'analyse. Enfin, le site possède deux certifications (ISO 14001 et OHSAS 18001) qui garantissent sa mise aux normes environnementales et sécuritaires. Tout ceci montre que les sites des centrales à charbon ne sont pas des espaces vierges où tout reste à bâtir. L'activité historique de production d'électricité a laissé derrière elle de multiples infrastructures qui ont leur rôle à jouer dans l'implantation de nouvelles industries. Leur valorisation représente à la fois un avantage, dans le sens où leur reconversion représente un gain de temps et d'argent considérable pour les porteurs de projet. On peut aussi y voir un inconvénient dans leur capacité à orienter, voire limiter, la nature et le dimensionnement des projets.

1.2. L'électricité

Une forte croissance à venir des besoins en électricité pour la décarbonation de l'économie

Les secteurs de l'industrie et de la production d'énergie sont, avec les transports, en ligne de mire des politiques environnementales visant la réorganisation des activités. La stratégie climatique nationale comporte ainsi deux priorités : d'une part, le renforcement de l'efficacité énergétique, d'autre part la poursuite de la décarbonation du système productif et des activités fortement émettrices de carbone. La décarbonation de l'appareil productif n'est toutefois pas un long fleuve tranquille, et sa mise en œuvre va mener à une explosion de la consommation d'électricité à moyen-long terme. En effet, RTE a lancé en 2019 une étude sur l'évolution du système électrique français dont les résultats ont été publiés en 2021, avec des compléments et des approfondissements venus s'ajouter l'année d'après[304]. Parmi les principaux résultats de ce rapport, RTE attire l'attention sur le nécessaire « redimensionnement » des réseaux électriques en vue de l'intégration dans le mix national

[302] France Bleu, « Saint-Avold : les cheminées de la centrale Emile-Huchet s'illuminent avant leur destruction », 7 septembre 2023.
[303] UNIPER, *Appel à initiatives*, 2018, 19 pp.
[304] RTE, « Futurs énergétiques 2050 », rapport complet, février 2022, 992 pp.

d'une plus grande part d'énergies renouvelables, qui suppose une multiplication des points d'entrée sur les réseaux. L'entreprise a sur le sujet établi en 2019 son Schéma décennal de Développement du Réseau (SDDR), qui prévoit d'investir 33 milliards d'euros en quinze ans pour la transformation du réseau de transport de l'électricité. En parallèle des évolutions de la production d'électricité, les réseaux électriques doivent aussi s'adapter à une prochaine augmentation de la consommation, estimée à près de 40% (**Figure 39**). Comme on le voit sur le graphique ci-dessous, les besoins en électricité sont amenés à augmenter de manière significative dans les secteurs de la production d'hydrogène bas-carbone (de 0 à 50 TWh), de l'industrie (de 115 à 180 TWh) et des transports (de 15 à 100 TWh), augmentation partiellement limitée par des réductions dans les secteurs tertiaire et résidentiel.

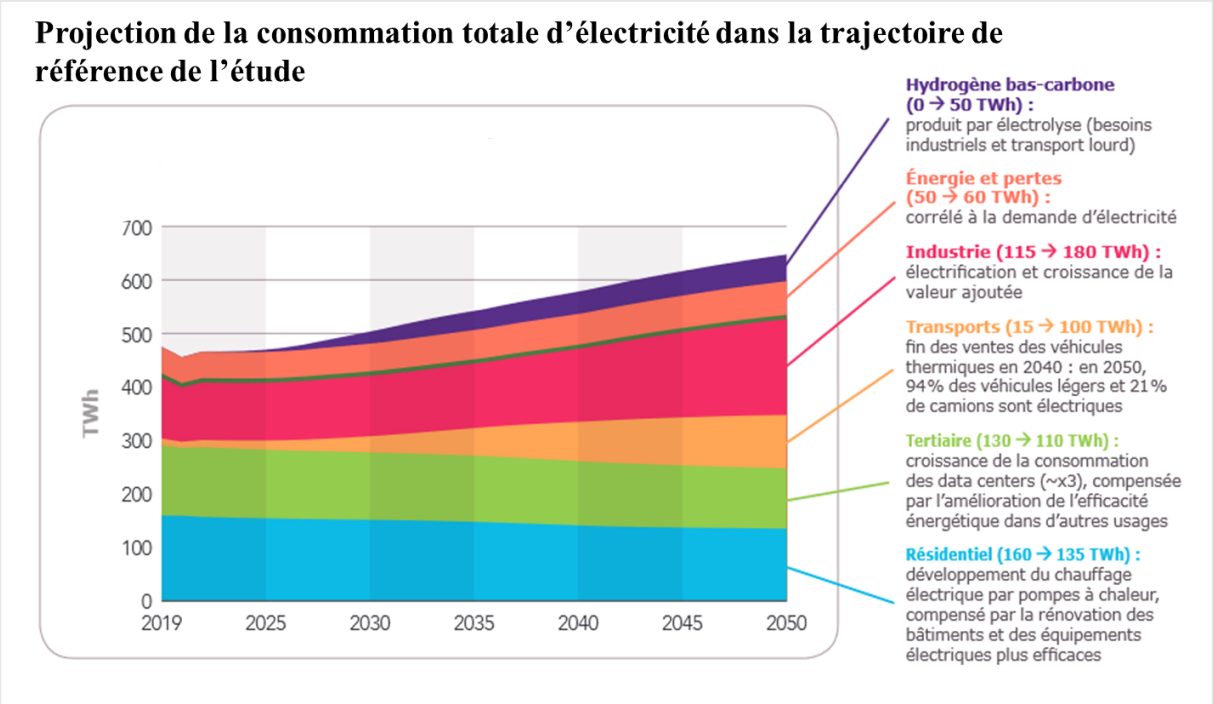


Figure 39. Scenario d'évolution de la consommation d'électricité en France d'ici 2050.
Source : RTE, « Futurs énergétiques 2050, principaux résultats », 2021.

Le rapport énergie-industrie est ici fondamental car on ne peut concevoir la décarbonation des activités industrielles sans considérer les conséquences directes en matière de consommation électrique, autrement dit l'adaptation des réseaux et le choix en matière de production (nucléaire, énergies renouvelables). Notons sur ce point la faible contribution des sites des centrales à charbon à l'augmentation des capacités de production d'électricité nationale : sur chacun des trois sites en reconversion, les unités biomasse – en projet ou déjà en exploitation – présentent des capacités de production de l'électricité bien moindres par rapport à leurs homologues au charbon. L'abandon du charbon se fait en outre au bénéfice d'autres produits énergétiques comme le gaz (méthane), l'hydrogène, les biocarburants et la chaleur renouvelable. Ces trajectoires de reconversion ne semblent donc pas favoriser l'augmentation

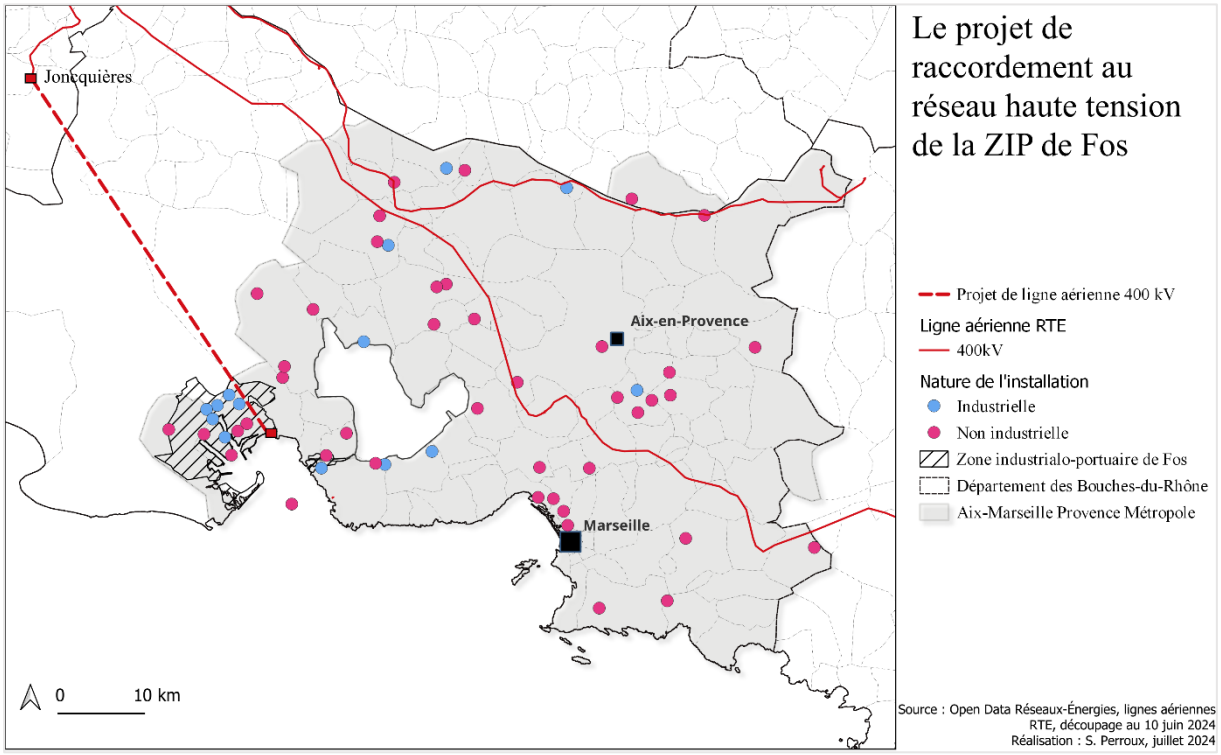
des capacités nationales de production de l'électricité, préconisée par RTE, traduisant selon nous la complexité de planifier la transition énergétique à diverses échelles. Paradoxalement, la consommation d'électricité dans le secteur de l'industrie tend elle-aussi à augmenter, en raison du changement de process et de technologies, ainsi que de la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau. Augmentation qui reflète aussi la multiplication des nouveaux projets industriels, résultat de la politique nationale de réindustrialisation de la France. L'implantation de nouvelles industries dépend donc certes du foncier disponible mais aussi de sa capacité à se raccorder aux grands réseaux de transport de l'électricité. Dans certains cas, il arrive que le réseau ne soit pas calibré pour répondre à cette demande croissante et que des transformations structurelles soient nécessaires. Les trajectoires de transition d'un territoire dépendent alors des aménagements à réaliser pour garantir l'accès à la ressource.

Les projets avant les réseaux ? L'exemple de la métropole Aix-Marseille Provence

La décarbonation des activités productives est indissociable de la transformation des réseaux de transport de l'électricité. La zone industrialo-portuaire de Fos, à l'Ouest de la métropole Aix-Marseille Provence en est une bonne illustration. La métropole se distingue par son niveau élevé d'émission de CO_2 avec 12,5 t/hab./an, soit deux fois la moyenne nationale[305]. La concentration industrielle sur la zone de Fos joue un rôle déterminant dans ce bilan (l'industrie représentant 67% des émissions), avec Arcelor Mittal (6,9 Mt de CO_2 en 2021), Naphtachimie Lavera (1,6 Mt) et diverses raffineries et cimenteries formant un ensemble marqué par une histoire environnementale mouvementée (Bartolotti et al., 2020). Ces industriels cherchent depuis plusieurs années à réduire les effets de leurs activités sur l'environnement et développent des projets de décarbonation, qui contribuent à accroître la consommation électrique de la ZIP. Cette dynamique est d'ailleurs accompagnée par le Grand Port Maritime de Marseille, qui met à disposition des terrains pour de nouveaux projets. Après avoir investi 60 millions d'euros dans ce but en 2022, il a annoncé investir 80 millions d'euros supplémentaires en février 2023 pour la transition énergétique sur son périmètre d'action[306]. Le groupe Arcelor Mittal inscrit ainsi son site de Fos dans sa logique globale de décarbonation en envisageant un investissement de 1,7 milliard d'euros sur ses deux sites français 2027 pour modifier ses procédés industriels et remplacer ses hauts fourneaux par des fours électriques alimentés avec de la ferraille de récupération et envisage de déployer par la suite des dispositifs de capture de carbone (CCS). De son côté, l'entreprise Gravit'hy soutenue par un groupe d'investisseurs, dont Engie, prévoit de créer à proximité du site une nouvelle aciérie utilisant de l'hydrogène à la place du charbon pour la réduction du métal[307]. Sur le site de la Mède, le

[305] Données du Plan Climat Air Energie de la métropole AMPM synthèse 2021, cependant les données du diagnostic datent de 2014, 2015 ou 2018 selon les valeurs utilisées.
[306] https://www.marseille-port.fr/sites/default/files/2021-09/Brochure_%20environnementale_2021_BD.pdf
[307] https://gomet.net/gravithy-acier-fos/

projet Masshylia de Total propose l'installation d'une unité de production d'hydrogène dit vert, en partenariat avec Engie et RTE, pour remplacer l'hydrogène gris déjà utilisé dans la raffinerie. La réalisation du projet, qui aurait une consommation électrique de l'ordre de 0,3 TWh, exige un nouveau raccordement à très haute tension au réseau électrique. La cartographie des réseaux électriques révèle toutefois l'éloignement spatial de la ZIP de Fos avec les lignes haute tension (440 kv) qui traversent pourtant la métropole (**Carte 31**).



Carte 31. Réseaux de transport de l'électricité et industrie dans la métropole Aix-Marseille Provence.
Réalisation : S. Perroux, juillet 2024

Le réseau moyenne tension n'étant pas suffisant pour répondre aux besoins électriques croissants de la zone, RTE a présenté un projet de construction de ligne haute tension aérienne entre Fos et le poste électrique de Jonquières-Saint-Vincent (Gard), en service d'ici 2028. La ligne a ainsi vocation à « *accompagner la décarbonation de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer, l'installation de projets liés à la transition énergétique ; différents projets du territoire tels que le développement des datacenters, le raccordement des navires à quai ; l'électrification des usages pour les particuliers (développement des pompes à chaleur, des véhicules électriques, etc.)* »[308]. Composée de 150 pylônes répartis sur 65 km, la ligne serait contrainte de traverser le Parc Naturel Régional de Camargue et celui des Alpilles, 19 zones Natura 2000 et une dizaine d'espaces naturels classés pour leur sensibilité environnementale. Le danger que représente le projet pour les paysages et la biodiversité de ces espaces a suscité de très vives oppositions de la part des associations environnementales lors de la concertation

[308] Site Internet de RTE, consulté en ligne le 5 juillet 2024.

publique qui s'est tenue entre février et avril 2024. En dépit de la planification de la réorganisation des réseaux par RTE, les projets de redimensionnement s'avèrent fortement contestés dans les territoires. Ce cas d'étude métropolitain permet d'illustrer l'importance d'associer et de coordonner les projets d'aménagement avec les projets industriels de décarbonation. La mutation des réseaux techniques est de fait une condition indispensable à la transformation du système productif.

« Site clef en main » pour les aménageurs, « *plug and play* » pour les industriels : les expressions divergent mais rendent compte de la nécessité d'accompagner l'implantation de nouvelles industries, de renforcer l'attractivité des sites industriels et d'accélérer les processus d'implantation. Les aménagements à réaliser, autant en matière de connexion aux réseaux d'énergie nationaux que d'agencements et de mises aux normes sur les sites, traduisent les enjeux de la planification de la réindustrialisation à toutes les échelles.

2. Relire « l'acceptabilité » à l'aune des liens distendus entre industrie et territoire

L'industrie ne désigne pas que la matérialité de la production de biens, elle renvoie aussi à l'écosystème des acteurs, des flux et des représentations qu'elle génère et alimente. Elle a contribué à façonner les territoires autant que ceux-ci l'ont façonné. Cependant, la stratégie française de réindustrialisation du territoire national interroge sur la nature des relations que les nouvelles industries entretiennent avec leur territoire d'implantation. À l'heure où les contestations et les refus des projets industriels et énergétiques se multiplient, la question de l'intégration territoriale de l'industrie se pose alors avec acuité.

2.1. Le rôle historique de l'industrie dans le développement social, culturel et urbain des territoires au XXe siècle : l'exemple des Houillères

L'industrie et le « paternalisme » social

La nationalisation[309] des bassins miniers en 1946 a autant contribué à l'émergence de nouvelles innovations sociales dans l'accompagnement des ouvriers par l'entreprise qu'à l'homogénéisation nationale des prestations sociales existantes. Un certain nombre de compensations étaient en effet d'usage dans le système précédent mais se trouvaient dépendantes du bon vouloir et des largesses de chaque compagnie. Avec la nationalisation, les différences régionales sont gommées au profit d'une politique plus uniforme, en même temps que se brouillent les frontières entre la sphère privée, celle des entreprises et des houillères, et

[309] La nationalisation des industries de la mine repose sur une double dynamique : d'une part, la réorganisation des structures par le regroupement des anciennes compagnies en neuf houillères de bassin, et d'autre part la promulgation d'un système de protection sociale unique (Fontaine, 2022).

la sphère publique, où s'exprime le pouvoir d'action de l'État. Les travaux de l'historienne M. Fontaine (2022) sur les rapports des Charbonnages de France avec l'État autour de la question des politiques sociales dans les années 1940 et 1950 sont denses et éloquents sur le sujet. C'est sur la nature de ces prestations que nous revenons ici. Elles sont en effet multiples et variées, concernent autant les conditions d'exercice des ouvriers sur leur lieu de travail que les avantages octroyés en dehors, dans le cadre familial et social.

Les salariés disposaient depuis novembre 1946[310] d'un statut particulier, le statut du mineur, qui leur permettait de bénéficier de certains avantages en nature. Premièrement, chaque mineur obtenait à la charge de l'entreprise un logement gratuit (ou à défaut une indemnité compensatrice) pour lui et sa famille, qui restait acquis à la veuve jusqu'à sa mort en cas de décès de son conjoint. Cette aide au logement s'accompagnait d'une allocation annuelle gratuite de charbon afin de pourvoir aux besoins énergétiques du foyer (chauffage, cuisine, etc.). M. Fontaine explique à ce sujet que « *l'octroi de ces biens, qui ne sont pas sans valeur dans un temps de pénurie énergétique et de crise du logement, sont un élément décisif pour attirer et retenir la main d'œuvre* » (*ibid.*, p.102). L'investissement des Houillères dans la qualité de vie de ses ouvriers avait ainsi pour objectifs de renforcer l'attractivité de la profession tout en assurant un ancrage de ses travailleurs dans le territoire. Plus généralement, les Houillères s'invitaient dans la sphère sociale en encourageant la création d'associations et la pratique des loisirs ouvriers (Trist, 1990). Elles allaient enfin jusqu'à prendre en charge l'organisation de colonies de vacances pour les enfants des ouvriers et mettaient en place des structures d'éducation (écoles ménagères, orphelinats, subventions d'écoles, formations professionnelles) à destination des jeunes du territoire. La même année, un deuxième décret[311] octroyait aux mineurs un régime spécial au sein de la nouvelle Sécurité sociale couvrant la retraite[312], les allocations familiales, la maladie, les accidents du travail et les maladies professionnelles. Le degré d'investissement des Houillères dans l'accompagnement et l'encadrement social de ses travailleurs était donc important, à un tout autre niveau semble-t-il que celui des industries du XXIe siècle. La désindustrialisation a non seulement amoindri le nombre et la nature des activités productives et des emplois, elle a aussi porté un coup à l'ensemble des liens qui structuraient intimement ces territoires et la société. Malgré tout, ce « paternalisme » industriel et social (Gueslin, 1992), que l'on retrouve aussi auprès d'autres entreprises telles que Michelin (Zanetti, 2012), EDF et Total, a permis d'ancrer l'industrie dans le territoire tout en alimentant un état de dépendance.

[310] Décret n° 46-1433 du 14 juin 1946 relatif au statut du personnel des exploitations minières et assimilées.
[311] Décret n°46-2769 du 27 novembre 1946 portant organisation de la sécurité sociale dans les mines.
[312] Les mineurs disposent en réalité d'un système de retraite depuis 1894, où une loi institue un système de prévoyance sociale obligatoire pour tous les travailleurs du sous-sol. Le système est par la suite renforcé avec la loi de 1914 qui introduit le principe d'un versement par l'État (Fontaine, 2022).

L'industriel aménageur et moteur du développement territorial

En parallèle de leurs politiques sociales, les Houillères des bassins miniers s'imposent, comme les compagnies régionales qui les ont précédées, en aménageuses du territoire et font de l'action publique une pierre angulaire de leur stratégie d'entreprise. En plus de posséder les terrains et les infrastructures indispensables à leur activité en surface (puits de mine, carreaux...), les Houillères investissent massivement dans l'acquisition d'autres terrains constructibles pour y bâtir de « véritables villes privées » : « *l'entreprise gère la voirie, bâtit des écoles, des ouvroirs, des dispensaires, des églises, des coopératives, et se fait la grande organisatrice de la vie sociale* » (M. Fontaine, 2022, p. 95). Les nombreux logements qui ont été construits, avec les exemples des corons au XIXe siècle puis des cités minières (Le Maner, 1995), avaient vocation à enraciner les ouvriers dans le territoire, afin de disposer d'une main d'œuvre formée et durable dans le temps. À l'heure où le pays d'après-guerre est en pleine reconstruction sociale, urbaine et économique, les entreprises assoient donc leur autorité et leur emprise sur le développement territorial en intégrant le domaine de l'action publique. Elles héritent aussi au moment de la nationalisation du patrimoine foncier et immobilier des anciennes compagnies, qui avaient déjà investi dans la préparation de terrains agricoles, la gestion des forêts, la construction d'hôpitaux, de stades, de salles municipales, etc. Cette forme de domination symbolique du territoire par l'industrie perdure jusqu'à la fin du XXe siècle, lorsque la désindustrialisation vient progressivement réduire sa mainmise et son lien avec le territoire. La préparation de l'industrie à l'arrêt des mines est un autre témoignage de son rapport au territoire. L'anticipation sur près de quarante ans du processus de fermeture[313] (Grosdidier, 1996) et l'ampleur des moyens financiers alloués pour la réindustrialisation traduisent une planification importante de son désengagement (Taiclet, 2018) ; bien davantage que ne l'a été la préparation de l'arrêt des centrales à charbon vingt ans plus tard.

À la lecture de ce pan de l'histoire industrielle française, les rapports qu'entretiennent les industries du XXIe siècle avec leur territoire se démarquent et nous interrogent. Le contexte économique, politique, social et environnemental n'est bien évidemment plus le même qu'en 1950. Les territoires ont gagné en autonomie grâce à la décentralisation, depuis les années 1990, des compétences de l'État vers les collectivités territoriales qui s'impliquent dans les questions d'aménagement et de développement économique. Les entreprises de leur côté ont de nouvelles obligations environnementales ; les rapports industrie/territoire ont profondément évolué. Cela conduit toutefois à questionner l'héritage de ces relations : comment les qualifier en 2024 et que cela traduit-il du degré d'intégration territoriale de l'industrie ?

[313] Avec notamment la création en 1967 de la Société Financière pour Favoriser l'Industrialisation des Régions Minières (SOFIREM).

2.2. Un affaiblissement progressif des rapports territoire-industrie ?

Une fiscalité industrielle en déclin

Un des apports majeurs liés à l'accueil de l'industrie sur un territoire tient aux redevances fiscales qui sont dues par l'entreprise à la collectivité locale. Source de revenus importante pour les communautés, ces impôts ont largement contribué au développement de services et d'équipements municipaux. Toutefois, la transformation progressive du système de taxes et les évolutions au sein de l'administration territoriale française ont entraîné depuis une vingtaine d'années une diminution drastique des revenus pour les municipalités. Celles-ci étaient en effet bénéficiaires depuis 1975 de la taxe professionnelle[314], qui représentait jusqu'à 50% des ressources fiscales des collectivités locales car elle était redistribuée entre les communes (60%), les départements (30%) et les Régions (10%). Cet impôt sur les entreprises disparaît en 2010 pour être remplacé par la Contribution Économique Territoriale (CET), qui se décompose en deux volets : la Cotisation Foncière des Entreprises (CFE) et la Cotisation sur la Valeur Ajoutée des Entreprises (CVAE). Si la première est prévue pour être prélevée au bénéfice des communes et des Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI), et la seconde au bénéfice des départements et des régions, on observe dans les faits que les EPCI à fiscalité professionnelle unique[315] « *se substituent à leurs communes membres pour l'application des dispositions relatives à l'ensemble de la fiscalité professionnelle : ils perçoivent ainsi la contribution économique territoriale* [...] *mais également les impositions forfaitaires de réseau (IFER)* »[316]. Dans notre cas, les centrales à charbon sont toutes implantées sur des EPCI à fiscalité professionnelle unique : la métropole Aix-Marseille Provence applique un taux de CFE de 33% en 2023[317], la communauté d'agglomération de Saint-Avold un taux de 22% en 2020[318], la communauté de communes Estuaire et Sillon[319] et la métropole du Havre[320] un taux de 24% en 2023. Les revenus de ces activités industrielles sont donc intégrés dans les budgets des intercommunalités qui en font bénéficier l'ensemble de leur territoire. Il y a donc pour elles un intérêt de taille dans le développement de l'industrie, parmi d'autres activités économiques. Pour les municipalités cependant, le transfert de cette

[314] Loi n° 75-678 du 29 juillet 1975 supprimant la patente et instituant une taxe professionnelle.
[315] On distingue les EPCI sans fiscalité propre (syndicats), dont les ressources proviennent de contributions budgétaires ou de contribution fiscalisées, et les EPCI à fiscalité propre. Ceux-ci se distinguent à leur tour entre les EPCI à fiscalité additionnelle (ce qui correspond à la majorité des communautés de communes) et les EPCI à fiscalité professionnelle unique (métropoles, communautés urbaines, communautés d'agglomération, etc.).
[316] Site Internet du gouvernement, rubrique « Conséquences de l'intercommunalité sur la fiscalité des communes », consulté en ligne le 4 juillet 2024 : https://www.collectivites-locales.gouv.fr/institutions/consequences-de-lintercommunalite-sur-la-fiscalite-des-communes
[317] Site Internet de la métropole Aix-Marseille Provence, rubrique « Les taux de la fiscalité directe locale de l'année 2023 », consulté en ligne le 4 juillet 2024 : https://ampmetropole.fr/metropole/les-finances/fiscalite/
[318] Chambre Régionale des Comptes, *Rapport d'observations définitive et sa réponse*, Exercices 2017 et suivants, 2022, 75 pp.
[319] Chambre Régionale des Comptes, *Rapport d'observations définitive et sa réponse*, Exercices 2017 et suivants, 2022, 64 pp.
[320] Le Havre Seine Métropole, *Présentation synthétique du budget primitif 2023*, 2023, 29 pp.

taxe à l'échelon supérieur tend à réduire les perspectives de développement économique et territorial. Elles se retrouvent par ailleurs à devoir assumer les externalités négatives et les nuisances associées à l'industrie, autrement dit les effets directs sur les territoires, tandis que les échelons supérieurs sont davantage bénéficiaires de ces transferts. Il y a par conséquent un conflit d'échelle qui impose, pour être réglé, de procéder à des négociations et des arrangements entre les différentes administrations car les municipalités restent les autorités en charge de délivrer les permis de construire ; leur approbation est donc indispensable au développement de l'industrie. Sur le sujet des taxes, il en est une autre qui bénéficie aux intercommunalités et qui est spécifique au secteur de l'énergie, du transport ferroviaire et des télécommunications : l'Impôt Forfaitaire des Entreprises de Réseau (IFER). Instauré par la loi de finances pour 2010[321], il fixe le montant de l'imposition dû à l'intercommunalité : dans le cas des centrales nucléaires et thermiques à flamme, ce montant est proportionnel à la puissance installée de chaque installation. En 2024, il s'élève ainsi à 3 479 € par mégawatt de puissance installée[322]. Rapporté à la puissance totale de chaque unité de production (autour de 600 MW), ce sont ainsi 2 087 400 euros qui rentrent annuellement dans le budget des EPCI.

Un déséquilibre renforcé dans les rapports entre territoire et industrie

Au-delà de la problématique fiscale, de nombreux autres domaines sont touchés par les mutations qu'a connues l'industrie ces dernières années, et dont les transformations rejaillissent sur les territoires qui l'accueillent. À contre-courant des dynamiques historiques d'échange et d'interpénétration entre industrie et territoire présentées dans les propos précédents, la néo-industrialisation qui s'observe en France à partir des années 2020 (batteries, hydrogène, carburants bas-carbone, acier bas-carbone, nouvelles lignes à haute tension …) remet en débat la question les équilibres entre contraintes et nuisances d'une part, bénéfices et avantages d'autre part. Il résulte de cette évolution un déséquilibre croissant en défaveur de l'industrie (**Figure 40**). Comment synthétiser l'état des relations qu'entretiennent l'industrie et le territoire à l'aune des recompositions du système productif français ? La nature et la qualité des liens qui existent entre ces deux systèmes peuvent se distinguer en deux catégories : les externalités positives et les externalités négatives. Pour rappel, une externalité[323] désigne un effet à incidences économiques non prises en compte par le marché (Védie, 2011). Elle regroupe en d'autres termes les effets positifs et négatifs assimilés à une activité et qui ne font pas l'objet

[321] Loi n°2009-1673 du 30 décembre 2009 de finances pour 2010 (1) : B. – Mesures fiscales
[322] Site Internet du Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique, rubrique « Qu'est-ce que l'imposition forfaitaire des entreprises de réseaux (IFER) ? », consulté en ligne le 4 juillet 2024 : https://www.economie.gouv.fr/entreprises/imposition-forfaitaire-entreprises-reseaux-ifer#
[323] Le concept d'externalité a été étudié par les économistes britanniques A. Marshall et A. C. Pigou dès la fin du XIXe siècle.

d’une transaction financière. Dans le cas des centrales à charbon, la balance entre ces deux types d’externalités illustre la dégradation des rapports entre industrie et territoire.

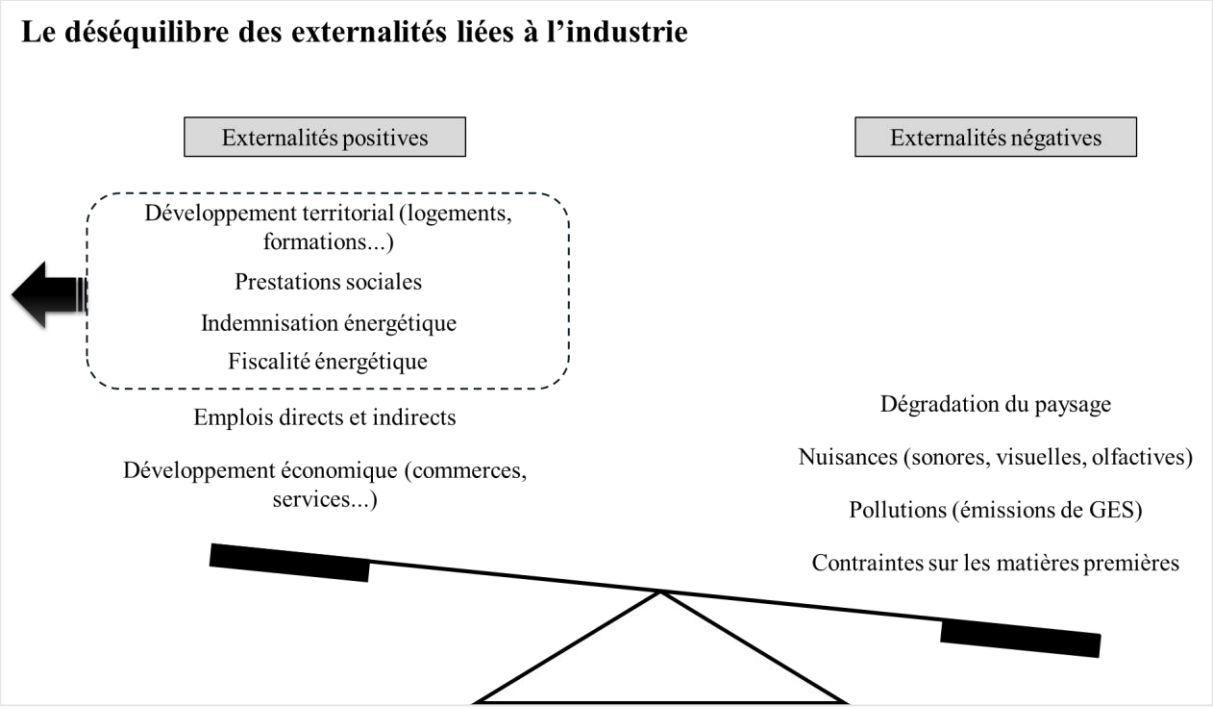


Figure 40. Balance des externalités positives et négatives liées à l'industrie.
Réalisation : S. Perroux, juin 2024

Certes, les centrales à charbon présentent un certain nombre d’effets négatifs, assez stables dans le temps comme dans l’espace. La taille des infrastructures, liée à la capacité de production installée, est conséquente, d’autant plus lorsque le process de refroidissement de l’eau nécessite l’installation de hautes tours aéroréfrigérantes comme c’est le cas pour les centrales de Saint-Avold et de Gardanne-Meyreuil. L’impact sur les paysages n’est donc pas négligeable, bien que certaines caractéristiques topographiques puissent en atténuer l’importance. L’implantation de la centrale mosellane au cœur d’un territoire forestier et vallonné n’a de fait pas la même incidence visuelle que celle de Cordemais, située en bord de fleuve sur un espace marécageux et dégagé. Les pollutions (émissions de GES) engendrées par l’activité du site sont un autre aspect négatif de la production d’électricité à partir de charbon ou d’autres sources comme la biomasse. Un certain nombre de nuisances est aussi associé à l’industrie. Dans notre cas, le fonctionnement des machines fait beaucoup de bruit, notamment dans les phases de redémarrage ; de nombreux capteurs de son ont ainsi été placés aux alentours de la centrale de Gardanne-Meyreuil, de manière réglementaire par l’opérateur mais aussi plus officieusement à l’initiative des riverains, afin de prendre la mesure de ces nuisances sonores et d’en assurer le suivi. D’autres types de nuisances existent, liées au dégagement d’odeurs nauséabondes ou à l’augmentation du trafic routier qui vient surcharger les routes d’accès à cet espace. Enfin, moins dans le cas du charbon que dans celui de la biomasse forestière, le

fonctionnement de ces unités à forte capacité de production nécessite des apports conséquents en matière de ressources primaires, pouvant susciter des conflits d'usage et la dénaturation d'espaces plus ou moins éloignés du site.

En dépit de cela, ces effets négatifs de l'industrie ont longtemps été contrebalancés par des externalités positives extrêmement variées et nombreuses. L'industrie est en effet un secteur d'activité créateur d'emplois qualifiés, ce qui rejaillit aussi dans les territoires en termes d'emplois indirects. Elle participe au développement de nouveaux services et alimente les chaînes de sous-traitance. En ce sens, l'industrie joue un rôle dans le développement économique du territoire, participe à son dynamisme socio-démographique et renforce parfois son rayonnement et son attractivité (selon la nature de l'industrie). De nombreux avantages ont cependant disparu ou se sont atténués avec le temps et les mutations du secteur industriel. Comme nous l'avons dit précédemment, la fiscalité énergétique sert à présent les intérêts des collectivités à plus large échelle, au détriment des communautés locales, tandis que disparaît le « paternalisme » industriel des siècles précédents, qui pourvoyait au développement des territoires et au bien-être des salariés (prestations sociales, indemnisation énergétique, etc.). Il résulte de ces évolutions un déséquilibre flagrant en défaveur des territoires accueillant concrètement l'industrie, dont les inconvénients sont perçus et vécus comme bien supérieurs à la somme de ses apports. Cela joue dans les difficultés pour les populations comme pour les élus locaux « d'accepter » l'industrie, difficulté qui peut poser un frein dans la réalisation des nouvelles stratégies de réindustrialisation du territoire national.

2.3. Quelle responsabilité territoriale des industries ?

Apports et limites du concept de compensation territoriale

La difficulté apparente à voir se concrétiser de nouveaux projets industriels peut avoir plusieurs causes allant des réorientations politiques locales à de nouvelles opportunités économiques pour les entreprises, à des changements technologiques ou encore à des conflits géopolitiques. Leur abandon tient parfois aussi à leur rejet par une partie de la population locale, exposée de manière directe aux effets – plus ou moins « indésirables » – de l'industrie sur le territoire ; cela a été démontré précédemment dans le cas de la reconversion de la centrale de Gardanne-Meyreuil. Si l'on ne peut imputer l'échec de certains projets à leur seul défaut « d'acceptabilité sociale », force est cependant de constater la prégnance de ces contraintes territoriales dans la réalisation des projets industriels, constituant souvent un frein à la mise en œuvre des politiques de réindustrialisation. Dans la continuité de ce qui a été présenté ci-dessus, on pose ainsi l'hypothèse que le défaut d'intégration territoriale de l'industrie résulte en partie d'un affaiblissement progressif des liens territoire-industrie. Qu'offre en effet l'industrie du XXIe siècle aux territoires, et cela suffit-il à compenser les externalités négatives qu'elle génère ?

La reconnaissance des dégâts environnementaux engendrés par l'industrie, que ce soit lors du prélèvement et du transport de la matière première ou par le rejet de certains éléments et co-produits, suscite généralement une stratégie double de la part des décideurs politiques. La restauration écologique se présente comme une première réponse : elle vise à réparer les dommages sur l'environnement par la réplication presque à l'identique de l'écosystème initial. Cette stratégie possède deux limites : elle suppose premièrement que l'être humain a la capacité de reconstituer un milieu naturel dans toute sa complexité faunistique et floristique, et deuxièmement, elle encourage l'exploitation et la dégradation de l'environnement à des fins productivistes en présentant celui-ci comme perpétuellement « restaurable » : *« the prospect of restoration relieves the guilt that we feel about the destruction of nature »* (Katz, 1991, p. 90)[324]. L'alternative à la restauration est la compensation, qui devient nécessaire lorsque l'argument de l'intérêt général ne suffit plus pour justifier un projet d'aménagement contesté. Derrière la notion de compensation, il y a l'idée que les risques, les nuisances et les pollutions associés à une infrastructure ou à un aménagement ne peuvent être intégralement évités et que, à défaut d'une dispersion équitable et planifiée de ces infrastructures sur le territoire qui répartirait l'effort social et environnemental, il paraît opportun de les contrebalancer par des avantages de diverses natures au bénéfice de la population locale et du territoire. Dans le cas des *compensations écologiques*, cela consiste à « *autoriser une activité préjudiciable pour l'environnement sous condition de compenser les dommages produits* » (Vanuxem, 2019, p. 115) par exemple par des investissements en faveur de la reconstitution d'espaces naturels, plus ou moins à proximité de l'infrastructure concernée. Ce type de dispositif compensatoire existe dans la loi depuis les années 1970[325], où il est intégré dans le code de l'environnement sous la forme du triptyque éviter-réduire-compenser (ERC) visant la mise en œuvre opérationnelle des politiques publiques environnementales (Bigard et al., 2018). Appliquées dans le cadre de mesures normatives fixées au niveau national et européen, les compensations écologiques sont le plus souvent aspatiales, dans le sens où le montant des compensations est déterminé dans un rapport de proportionnalité quantitative avec les dégâts causés, et procédant à une forme de « financiarisation de la nature » (Bonneuil, 2015). Un autre type de compensation existe en parallèle : les *compensations socio-environnementales*. Aussi appelées compensations territoriales, elles sont nées de la volonté d'une meilleure prise en considération des dimensions sociales et culturelles dans les tentatives de rééquilibrages des relations entre territoire et industrie ; elles s'inscrivent dès lors dans le champ de la justice sociale et environnementale. On peut les définir comme « *l'attribution à une population subissant les effets négatifs d'une infrastructure d'un ensemble de mesures compensatoires visant à rétablir un 'équilibre' entre impacts négatifs et retombées positives* » (Gobert, 2010). L'enjeu est alors d'identifier les

[324] Selon le philosophe E. Katz, les politiques de restauration écologique sont une stratégie détournée de l'être humain pour dominer la nature : *« hunanity will demonstrate its mastery of nature by 'restoring' and repairing the degraded ecosystem of the biosphere »* (p.90).
[325] Loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature.

éléments pouvant faire l'objet d'une « compensation » mais aussi les acteurs et les territoires qui en seraient bénéficiaires. Ce type de compensation se révèle ici comme un dispositif nécessairement « territorialisé » dans le sens où sa réussite dépend de son adaptation aux caractéristiques locales, « *au risque sinon de ne pas répondre aux attentes et de ne pas contribuer à l'amélioration de l'acceptabilité des infrastructures* » (*ibid.*). Contrairement aux compensations écologiques, les compensations socio-environnementales font l'objet d'une construction territoriale : elles résultent généralement de négociations entre le porteur de projet et les acteurs locaux autour des actions à mener pour préparer l'intégration territoriale de l'infrastructure, intégration estimée en fonction d'un équilibre coûts/bénéfices pour la population locale. La temporalité a ici son importance car les compensations doivent être suffisamment anticipées et concertées avec les acteurs locaux pour ne pas être perçues *a posteriori* comme un moyen d'acheter le « *droit de polluer* » (Prieur, 1981) en s'assurant le silence des populations. La thèse en urbanisme et aménagement du territoire de J. Gobert (2010) montre ainsi comment le dispositif des compensations est utilisé par les institutions et les industriels comme outil de construction de l'acceptabilité sociale de certaines infrastructures. Elle met en garde sur les usages qui en sont fait et sur les risques que cela engendre en matière d'exigences environnementales et sanitaires : le fait que certains effets négatifs seront compensés – parfois dans d'autres champs d'action – ne doit pas être raison suffisante pour continuer à polluer. De même, l'intérêt porté sur les compensations ne doit pas délaisser les questionnements sur les choix de société, les opportunités spatiales d'installations de ces infrastructures, le choix des ressources mobilisées et des technologies utilisées.

Avec l'idée d'un « dédommagement » du territoire à la suite de l'installation d'une infrastructure porteuse d'externalités négatives inhérentes à son activité, la compensation « *se rapproche de la notion de 'réparation' et tutoie donc celle de responsabilité* » (Grimonprez, 2017, p. 681). La reconnaissance et la prise en considération des effets de l'industrie sur le territoire au-delà des limites de son périmètre foncier (aire d'approvisionnement en matières premières, aire de diffusion des particules fines, etc.) doit conduire à renforcer le lien avec le territoire. Plutôt que de penser cette relation en termes de « compensation », il est intéressant d'étudier ce que l'on nomme la « responsabilité territoriale de l'entreprise ». Le Commissariat Général à l'Égalité des Chances (CGET) la définit en 2018 comme « *l'intégration volontaire par une entreprise de préoccupations territoriales qui vont au-delà d'une approche sociale et environnementale de son activité, dans une logique gagnant-gagnant entre l'entreprise et son territoire d'implantation ou d'activité* »[326]. Il s'agit moins pour l'industriel de proposer un dédommagement *a posteriori* des dégâts engendrés par son activité que de rétablir dans la durée

[326] Tel que décrit dans le rapport du Commissariat Général à l'Égalité des Territoires, *Regards croisés sur les territoires industriels. Pour un dialogue entre fonction économique, capital social et héritage matériel*, octobre 2018, 41 pp.

un lien fort entre l'industrie et son territoire, qui passe par l'action concertée et intégrée avec les acteurs locaux et l'adaptation aux spécificités et besoins du territoire concerné.

Les compensations autour des centrales à charbon et de leur territoire

Depuis 2018 et l'annonce de l'arrêt des sites des centrales à charbon, plusieurs formes de compensation ont pu être observées sur les trois territoires impliqués dans le processus de reconversion. Ce sont tout d'abord des compensations d'ordres pécuniaires sur le territoire de Cordemais. La disparition des recettes fiscales versées par EDF[327] à la commune de Cordemais pose la question de la gestion future des infrastructures (sportives, culturelles) construites avec les retombées fiscales de l'industrie. Un groupe de travail, mené par le Secrétariat Général aux Affaires Régionales des Pays de la Loire, procède ainsi à l'examen du dossier et étudie d'éventuels arrangements politico-administratifs susceptibles de garantir le maintien et la pérennité des installations. En ce qui concerne le territoire de Saint-Avold, la relance de la centrale à l'hiver 2022 a automatiquement généré une obligation de compensation écologique à hauteur de 40 millions d'euros car la centrale a produit au-delà des seuils réglementaires autorisés. Un accord passé avec l'État a permis à l'opérateur de répartir les investissements écologiques entre ses sites mosellan et provençal et les réflexions sont encore en cours quant à l'usage précis qui en sera fait pour revégétaliser les sites.

Les compensations socio-environnementales, davantage territorialisées et issues d'une construction sociale, peuvent prendre une plus grande variété de formes, qui ne dépendent que de la créativité et de l'investissement des autorités institutionnelles et économiques. La mise en place de la commission Cadre de Vie au sein du Pacte territorial de Gardanne-Meyreuil en constitue une belle illustration. Initiée en mars 2021 par le sous-préfet d'Aix-en-Provence après sa prise de fonction, cette commission a vocation à fournir un espace de discussion aux représentants de la société civile autour des questions d'aménagement et de qualité de vie sur le territoire d'implantation de la centrale thermique. Justifiant de la volonté de réaliser un « projet de territoire » englobant de nombreuses thématiques (industrie, emploi, mobilité, énergie, cadre de vie), la commission Cadre de Vie se révèle un espace de discussion pour sortir des problématiques purement industrielles, qu'elles soient liées aux aspects socio-économiques ou productifs. On y aborde notamment les sujets des nuisances et des pollutions, de la mobilité douce et des aménagements urbains ; le projet des associations y a aussi plusieurs fois été mentionné. La commission constitue à ce titre une tribune d'expression pour les collectifs de riverains et les acteurs associatifs, à qui l'on offre la possibilité de communiquer avec les représentants de l'État et d'autres décisionnaires politiques. Cependant, la commission Cadre de Vie du Pacte de Gardanne-Meyreuil peut dans le même temps être analysée comme un dispositif compensatoire au maintien du développement industriel du site. En effet, sa création

[327] Un cas similaire s'observe à la suite de l'arrêt de la centrale nucléaire de Fessenheim en 2019 (Meyer, 2021).

même implique implicitement la reconnaissance d'une dégradation du cadre de vie des riverains par l'activité de la centrale thermique (bruits, odeurs, paysage, trafic routier, etc.). Les actions qui y sont proposées ont par conséquent pour objectif de réduire les impacts de cette activité, devant résulter en une amélioration du cadre de vie, et donc un apaisement des tensions engendrées par la proximité spatiale de l'espace industriel et de l'espace résidentiel. Parmi les actions demandées, on trouve par exemple l'idée de recouvrir la zone d'entrepôt du bois ainsi que les camions le transportant afin de limiter l'envol et la dispersion de ses micro-éléments. Les représentants de la société civile ont par ailleurs fortement insisté en faveur de la relance de la ligne ferroviaire reliant le site industriel à la zone de Fos, afin de réduire le trafic routier lié à l'import de la ressource bois. Enfin, la problématique de la mobilité urbaine a été identifiée après que la rareté des routes cyclables a été signifiée aux autorités publiques. Une grande part des travaux effectués au sein de la commission concerne ainsi la mise en place d'un plan de développement cyclable sur les communes de Gardanne et de Meyreuil. Malgré ces actions, le bilan de la commission reste fortement mitigé, tant au niveau de la diversité des acteurs en présence, réduite à quelques représentants associatifs et riverains réguliers, qu'en ce qui concerne la faible fréquence des réunions de travail. À cela s'ajoutent la faiblesse des investissements engagés dans le cadre de cette commission et l'orientation de ceux-ci à la réalisation d'un diagnostic territorial du bassin minier de Provence par l'agence d'urbanisme locale. L'une comme l'autre ne rendent que peu justice aux attentes et aux besoins exprimés par les riverains lors des réunions de la commission, et de manière plus générale lors des réunions de concertation publique du projet Hynovera, concernant la saturation industrielle du territoire. En résumé, les actions – limitées – qui ont été engagées dans le cadre de cette commission Cadre de Vie sont loin d'être suffisantes pour « compenser » les différentes atteintes au territoire causées par les nouveaux projets et dénoncées lors des différentes réunions. Un dernier élément décisif dans l'analyse de ce qui aurait pu constituer un dispositif compensatoire efficace réside dans son opérationnalité : à Gardanne-Meyreuil, le processus compensatoire n'est pas pris en charge par l'industriel, GazelEnergie, mais par l'État, à travers la mobilisation du fonds charbon mais aussi la mise à disposition de moyens humains pour l'organisation et le suivi des réunions sur le moyen terme. Cet état de fait va à l'encontre d'un renforcement du lien entre territoire et industrie, cette dernière se présentant comme fortement conflictuelle depuis plus de quinze ans.

Les compensations socio-environnementales constituent des innovations institutionnelles intéressantes pour lever les verrous territoriaux au maintien ou au développement de l'industrie sur certains espaces. En plus d'un investissement primordial de l'industriel concerné, leur efficacité dépend cependant d'un travail significatif en matière de diagnostic territorial, de concertation et de négociation avec les acteurs locaux afin de reconstruire un lien pertinent entre l'industrie et son territoire. Ce lien passe avant tout par la reconnaissance d'un intérêt commun et réciproque à l'acceptation de l'autre.

Conclusion du chapitre 9

Dans la continuité des chapitres précédents, ce huitième chapitre a mis au jour de nouvelles variables qui viennent s'exercer sur la réalisation des trajectoires de transition des sites des centrales à charbon. La *disponibilité des ressources*, au premier rang desquelles le foncier industriel et les ressources secondaires comme l'électricité, se manifeste comme une de ces variables, dans le sens où elle contribue à la faisabilité matérielle des projets. La structuration des réseaux de transport de l'énergie concourt à la répartition spatiale des unités de production : la possibilité de raccordement aux réseaux d'énergie est de fait une condition *sine qua non* de l'opérationnalité des futurs projets industriels considérant le montant des investissements à engranger et la durée des dispositifs de concertation publique à mener dans le cas d'un éloignement avec ceux-ci. De même, la taille et la localisation du foncier industriel sont corrélées à sa valeur, qui tend à augmenter à la suite de la loi sur la limitation de l'artificialisation des sols. Ces deux éléments transcrivent bien la manière dont l'organisation et la structuration des territoires orientent et contraignent le développement de l'industrie. La *qualité des rapports territoire-industrie* constitue un autre facteur d'appréciation des trajectoires de transition. L'intégration territoriale de l'industrie, qui varie selon nos cas en fonction des caractéristiques socio-économiques, démographiques, spatiales, politiques et industrielles des territoires, est un élément majeur dans la compréhension des mécanismes de son rejet ou de son acceptation au niveau local. Son analyse révèle tantôt un affaiblissement des rapports territoire-industrie au fil du temps (à Gardanne-Meyreuil), que les tentatives de compensations socio-environnementales peinent à rééquilibrer, tantôt un rapport de continuité avec le passé et les orientations présentes du territoire (à Saint-Avold et Cordemais).

En résumé, l'identification de ces deux facteurs confirme le caractère complexe de la construction des trajectoires de transition énergétique, qui trouvent leurs racines dans l'espace – à travers l'organisation des réseaux et des flux, la localisation des ressources, les structures socio-organisationnelles – et dans le temps – par l'intermédiaire des héritages culturels et matériels, l'existence d'un passif conflictuel ou encore la construction de représentations sociales de l'industrie. Ils mettent surtout en avant la nécessité de reconstruire des interactions positives entre néoindustrie et territoire, qui ne se limitent pas aux seuls apports socio-économiques mais qui participent au contraire à une recomposition du territoire dans son ensemble. À cet égard, les trajectoires de transition pressenties sur nos terrains d'étude offrent l'opportunité de construire de nouvelles dynamiques industrie/territoire fondées entre autres sur la valorisation des ressources territoriales, les synergies industrielles régionales et la mobilisation d'un vaste réseau d'acteurs locaux.

Chapitre 10
Reconfigurations scalaires et émergence de pôles énergétiques bas-carbone

> *« La véritable supériorité de l'homme, ce n'est pas de dominer, de vaincre la nature. C'est, pour le penseur, de la comprendre, de faire tenir l'univers immense dans le microcosme de son cerveau. C'est, pour l'homme d'action, de garder une âme sereine devant la révolte de la matière. »*
>
> Jules Verne, *Hier et demain*, 1910

La transition énergétique traduit un impératif de transformation du système énergétique carboné vers un « autrement » qui reste encore à définir au niveau politique. Bien souvent dans les discours, la décarbonation des modes de production s'accompagnerait d'une déconcentration technique, les grosses infrastructures nucléaires laissant place à une multitude de petites unités territorialisées ; elle s'accompagnerait de même d'une décentralisation organisationnelle, les collectifs de citoyens prenant le relai des grandes entreprises nationalisées ou privées. En ce sens, de nombreux travaux en géographie s'accordent pour dire que la transition énergétique constitue un moment privilégié de reconfiguration des territoires ; moment par lequel les territoires sont à la fois sollicités comme supports à l'implantation de nouvelles infrastructures de production et de transport de l'énergie, et comme vecteurs de nouvelles ressources et innovations territoriales. Mais ce glissement ne va pas de soi et n'est pas aussi clairement réalisé dans les faits. La volonté politique de réformer le système énergétique suppose de nombreuses mutations concernant les aspects productifs ; elle implique de repenser les réseaux et les infrastructures, notamment dans leur intégration territoriale, et génère ce faisant une grande diversité de configurations technico-spatiales. Après avoir identifié des trajectoires de transition et des difficultés de mise en œuvre, il convient donc à présent de caractériser les nouveaux systèmes énergétiques qui se dessinent sur les sites des centrales : à quel modèle macro ou micro s'apparentent-ils dans l'architecture duale du système

énergétique français ? Sommes-nous au contraire en présence d'un autre modèle, observable à une échelle intermédiaire et, si oui, comment le caractériser ?

Pour exposer les éléments de réponse à ces questions, une approche réflexive différente a été adoptée : alors que nous suivions jusque-là une logique hypothético-déductive, ce dernier chapitre repose à l'inverse sur un raisonnement inductif, partant de l'observation des faits pour proposer un apport théorique. Nous verrons donc dans un premier temps comment la reconversion des sites des centrales thermiques voit l'émergence de pôles industriels bas-carbone ; ces nouveaux objets géographiques se caractérisent entre autres par une forte concentration spatiale des unités de production d'énergie valorisant différentes ressources territoriales et favorisant les synergies économiques avec les industries régionales et locales. C'est à travers la lecture de ces cas que nous en venons ensuite à questionner la dualité scalaire des modèles de transition dans la littérature scientifique française. En s'inspirant de travaux similaires effectués outre-rhin, un second point est donc consacré à la mise en lumière d'une échelle méso, échelle intermédiaire – et non administrative – de lecture des mutations du système énergétique français.

1. Les sites des centrales thermiques comme nouveaux pôles industriels bas-carbone : la construction d'un nouvel objet géographique

Nœuds de mobilisation des acteurs et de négociation des projets, les sites des centrales thermiques apparaissent comme des laboratoires d'expérimentation de nouvelles structurations spatiales du système énergétique français dans le cadre d'une évolution vers un régime bas-carbone. Les changements à l'œuvre dans le cadre de leur reconversion appellent en effet à reconsidérer les modes de production et les ressources mobilisées mais aussi l'intégration de ces espaces dans des réseaux économiques et énergétiques à diverses échelles, donnant lieu à de nouveaux objets géographiques : les pôles industriels bas-carbone.

1.1. Les infrastructures industrielles dans les réseaux : une polarisation spatiale au service d'écosystèmes industriels

Avec une puissance installée de 600 MW pour une production annuelle d'environ 2 000 GWh chacune en 2017[328], les quatre dernières centrales à charbon produisaient dans leurs dernières années leur électricité à partir de charbon d'importation. Ce fut le cas pour celles du Havre et de Cordemais depuis leur installation, et de manière plus récente pour celles de Saint-Avold et de Gardanne-Meyreuil à la suite de la fermeture des dernières mines en 2003 pour la Provence et 2004 pour la Moselle. Toutes ont contribué durant de nombreuses décennies à

[328] RTE, « *Registre national des installations de production d'électricité et de stockage », données au 31 décembre 2017*.

sécuriser l'approvisionnement électrique de leur région, grâce à leur capacité de démarrage rapide qui garantissait des solutions de back-up en cas d'insuffisance du parc nucléaire lors des pics de consommation. Des 21 unités de production qui ont existé sur les quatre sites depuis les années 1950, il n'en reste pourtant plus que cinq en 2020 : la tranche 4 au Havre, les tranches 4 et 5 à Cordemais, la tranche 6 à Saint-Avold et la tranche 5 à Gardanne-Meyreuil. Les unités précédentes, de capacité installée moindre (environ 250 MW), ont progressivement disparu du fait de leur remplacement par des unités de production plus puissantes et des injonctions à la modernisation des infrastructures existantes sous l'effet des normes environnementales contraignantes édictées au niveau européen. L'existence de ce lourd passé industriel, dont les traces demeurent encore dans les paysages (tours aéroréfrigérantes, friches industrielles, routes et réseaux de distribution de l'électricité), témoigne malgré tout de la forte concentration spatiale historique de la production d'énergie. Certaines de ces anciennes unités n'ont toutefois pas été déconnectées des réseaux mais ont été reconverties vers d'autres modes de production : ce sont ainsi deux tranches (de 450 MW chacune) qui ont été converties au gaz à partir de 2010 sur le site mosellan et une tranche (150 MW) reconvertie vers la biomasse à partir de 2012 sur le site provençal. La décennie 2010 marque ainsi une première étape vers la diversification des sources d'approvisionnement de ces sites industriels, alors même que s'effectue une réduction massive des capacités de production. Entre 2010 et 2018, on compte une diminution de 41% de la capacité de production du parc thermique à flamme français (de 6,7 à 4 GW) lié à l'arrêt des unités les plus anciennes et à la reconversion de certaines autres.

Cette double tendance se renforce à partir de 2018 lorsque la fin annoncée de la production d'électricité à partir de charbon amorce une dynamique de reconversion de ces espaces industriels. La recherche de projets de transition, tout d'abord dans le cadre de l'appel à initiatives[329] lancé par l'opérateur de l'époque Uniper puis à travers les Pactes de territoire signés avec l'État en 2020, rend compte des changements à l'œuvre au sein de ces espaces. Dès 2019, la stratégie du nouvel opérateur GazelEnergie consiste à créer des « plateformes éco-industrielles » : chaque site est divisé en lots à louer destinés à l'accueil de nouvelles activités productives. Les entreprises et les industriels, attirés par les nombreux actifs du site (accès aux réseaux de gaz, d'électricité et de transport, au système de traitement des eaux, au stockage des produits chimiques, etc.), peuvent alors bénéficier des synergies économiques et énergétiques entre les différents projets accueillis. Sur le site de Saint-Avold, les projets portent entre autres sur l'installation d'une chaudière biomasse (20 MW) alimentée par des Combustibles Solides de Récupération (CSR), celle d'une unité de stockage de l'électricité du réseau par batteries (35 MW) et celle d'une unité de production d'hydrogène par électrolyse (400 MW d'ici 2030). Quant au site de Gardanne-Meyreuil, trois projets de reconversion étaient initialement inscrits dans le Pacte de territoire : le premier concerne l'installation d'une scierie pour la production

[329] Uniper, *Transition écologique – Uniper France lance un appel à initiatives pour le développement industriel de ses deux centrales thermiques*, communiqué de presse, 7 novembre 2018.

de bois d'œuvre (25 000 m^3/an de sciages résineux) et de bois-énergie à destination de la centrale biomasse présente sur le site (25 000 m^3/an de déchets connexes et sciures). Le second est un projet de production de biocarburants pour décarboner les secteurs de l'aviation et du transport maritime (25 000 t/an kérosène, 70 000 t/an méthanol). Le troisième prévoyait la réalisation d'un réseau de chaleur intercommunal valorisant les fumées industrielles et la vapeur issues de la centrale biomasse. À ces trois projets initiaux s'ajoute plus tard celui des salariés de la centrale de Gardanne, qui porte sur la production de méthane par gazéification (moins de 30 MW), puis à terme d'hydrogène. De manière identique bien que moins prononcée, la polarisation historique de la production énergétique sur le site de Cordemais tend à s'amoindrir : trois unités de 600 MW mises en service dans les années 1970 ont été arrêtées, dont deux peu de temps avant la loi Énergie-Climat (en 2017 et 2018), ne laissant que les tranches 4 et 5 en fonctionnement. L'installation sur le foncier d'EDF d'une installation de production de pellets doit contribuer à transformer le mode de production d'électricité de ces unités sur du court terme, tout en produisant sur du long terme un nouveau vecteur énergétique servant à alimenter les chaudières locales et régionales.

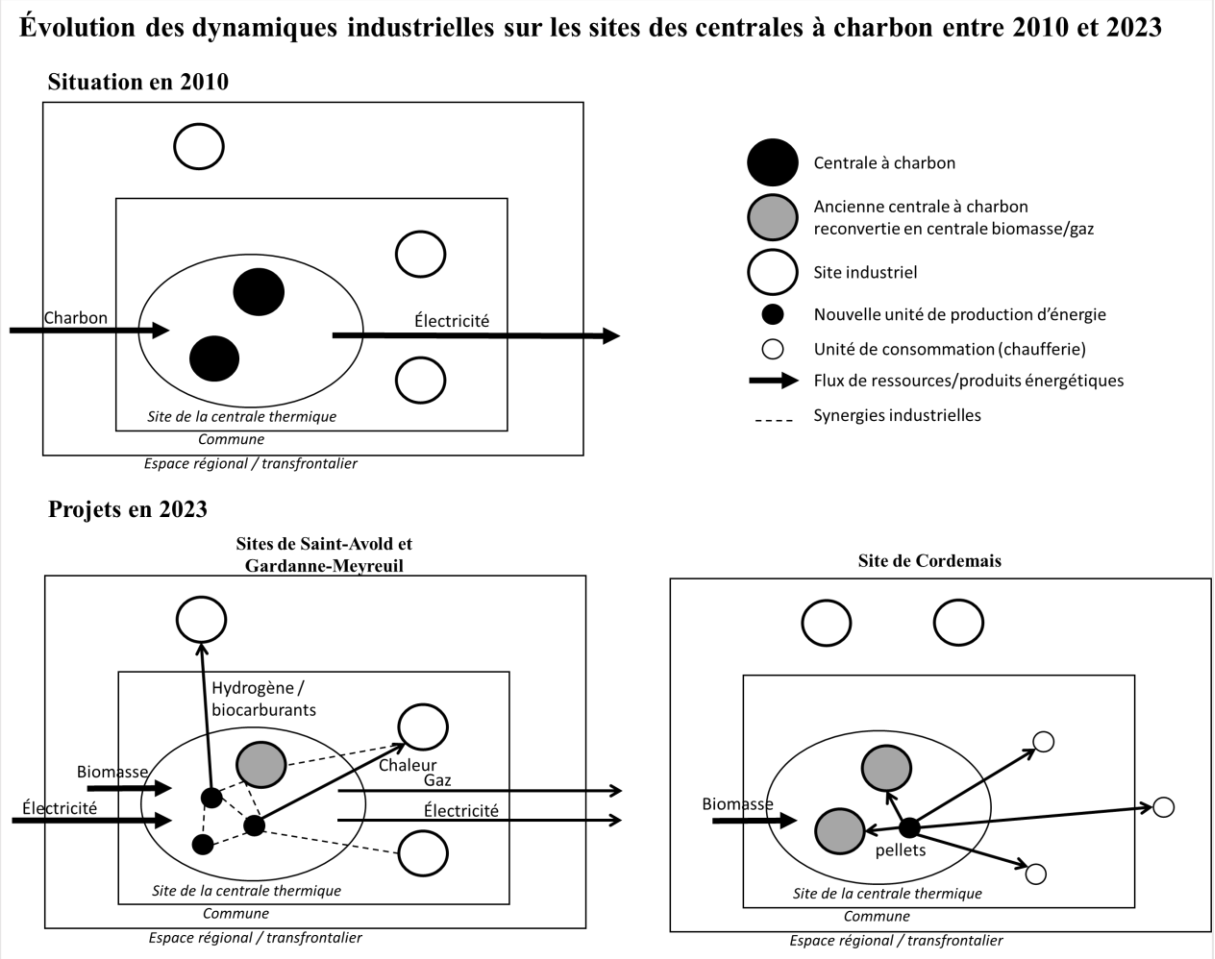


Figure 41. Évolution des dynamiques industrielles sur les sites des centrales à charbon entre 2010 et 2023.
Réalisation : S. Perroux, mars 2024

On observe donc à travers ces trois cas d'étude un maintien de la polarisation spatiale d'une partie du système énergétique français, principalement en raison du poids des infrastructures héritées, du foncier disponible et des réseaux d'utilités existants. Cette perpétuation s'accompagne néanmoins d'un éclatement micro-local de la production d'énergie, caractérisé par la multiplication d'unités industrielles de plus petite taille, la diversification des sources d'approvisionnement et des produits (gaz, chaleur, électricité, pellets, hydrogène, biocarburants) et in fine la mise en synergie des projets (**Figure 41**).

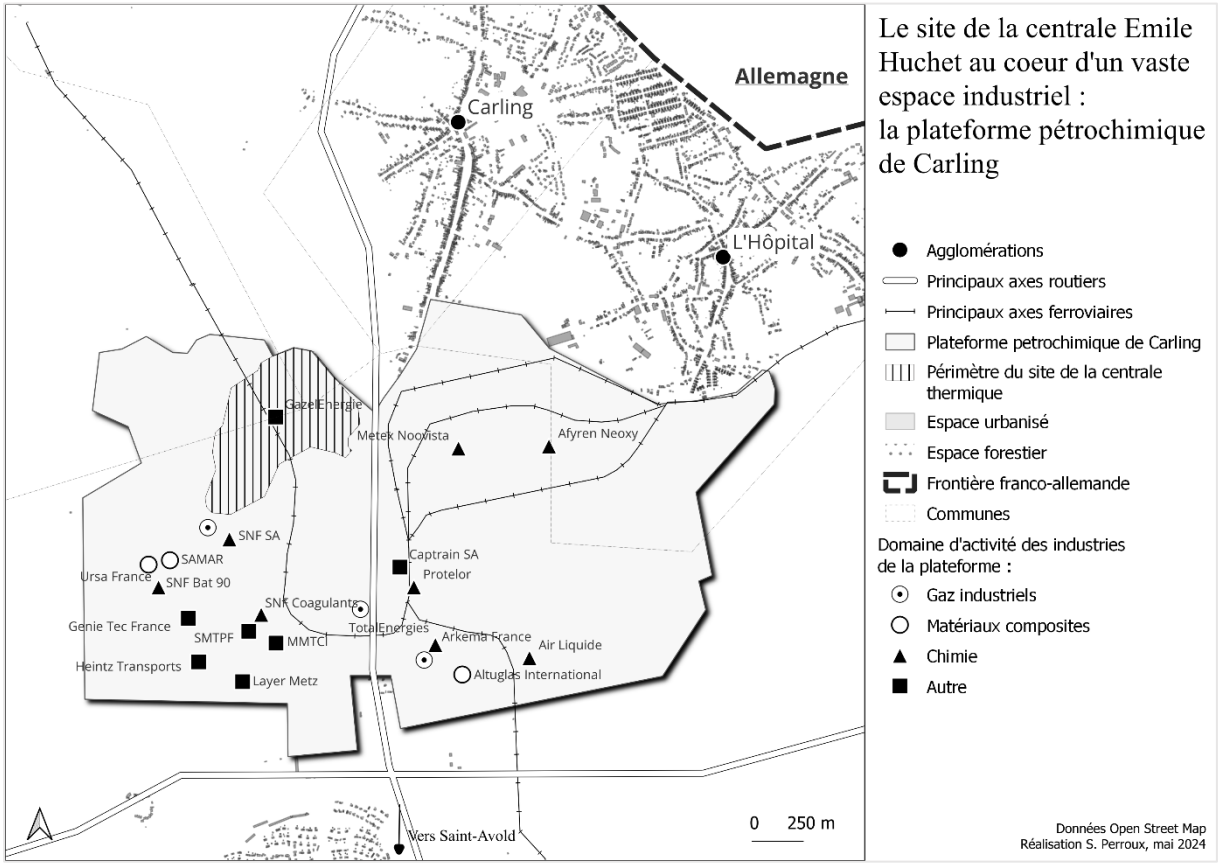
Contrairement à Cordemais, où les unités charbon sont conservées mais doivent être recalibrées pour la combustion de déchets bois, c'est le foncier qui fait l'objet d'une reconversion industrielle à Saint-Avold comme à Gardanne-Meyreuil ; les deux unités charbon y sont vouées à être démantelées afin de « libérer de l'espace » pour l'accueil de nouvelles activités. Il paraît donc important de pointer la différence entre d'une part la reconversion industrielle des unités de production, et d'autre part la reconversion du foncier industriel, qui rendent compte de stratégies économiques, industrielles et énergétiques différenciées.

1.2. Un ancrage territorial permis par la mise en réseau des acteurs industriels et la circularité des échanges

Un deuxième élément d'analyse porte sur l'ancrage territorial des nouveaux projets de reconversion. Dans une perspective de territorialisation de la transition énergétique, la question se pose en effet de savoir quels liens ces projets entretiennent avec leur territoire d'implantation. Sur ce point, le site de la centrale thermique de Saint-Avold présente la particularité d'appartenir au périmètre de la plateforme pétrochimique de Carling (**Carte 32**). Créée en 1947[330], la plateforme accueille de nombreuses activités industrielles spécialisées dans la chimie (Arkema, SNF SA, Stockmeir France, Protelor), les gaz industriels (Air Liquide, TotalEnergies) et les matériaux composites (Trinseo, Metex Noovista). Les entreprises et industriels de cet espace se sont fédérées en 2013 au sein de l'association Chemesis afin de partager les utilités et disposer d'un système commun de prévention et de gestion des risques industriels. Au niveau économique, l'association propose à ses membres la mutualisation des achats de matières premières et d'autres ressources (eau, services énergétiques), réduisant les coûts initiaux et les impacts sur l'environnement. Sans le revendiquer explicitement, elle promeut ce faisant une démarche d'écologie industrielle et territoriale (EIT), démarche qui vise à « *optimiser la gestion des flux de matières et d'énergie afin de réduire l'impact lié aux interactions entre le système industriel et les écosystèmes naturels* » (Brullot et al., 2017, p. 2). Active et fortement engagée auprès des acteurs locaux, l'association s'efforce de créer un cadre favorable à la compétitivité internationale de ses entreprises tout en renforçant son attractivité pour l'accueil de nouveaux projets innovants ; elle dispose à cet effet d'une réserve foncière

[330] Site Internet de la plateforme Chemesis, consulté en mai 2024.

non négligeable (près de 150 ha en 2020[331]). Le site de l'ancienne cokerie de Carling (53 ha), à l'arrêt depuis 2009, doit connaître un important processus de reconversion industrielle avec le projet « Infinite Loop » porté par Suez, Loop Industries et SK Geo Centric. Présenté en concertation publique en décembre 2023, il propose le recyclage chimique des matières plastiques.



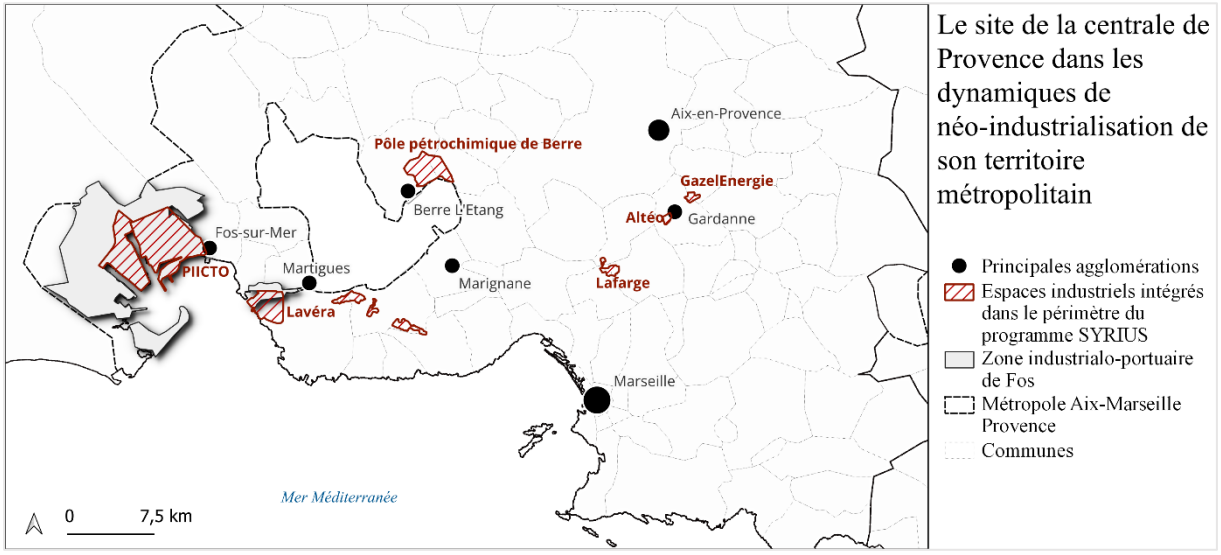
Carte 32. La plateforme pétrochimique de Carling et ses activités industrielles. Réalisation : S. Perroux, mai 2024

Les projets de reconversion de la centrale thermique de Saint-Avold ont ainsi vocation à participer à cette dynamique industrielle en créant des synergies : le projet de chaudière biomasse vise par exemple la production de 25 t/h de chaleur pour contribuer à décarboner les activités industrielles de ses voisins proches dès 2026. Au-delà de cet ancrage local de la production et de la consommation de chaleur, l'exploitant de la centrale GazelEnergie porte aussi un projet de production d'hydrogène, cette fois-ci pour décarboner la sidérurgie sarroise, de l'autre côté de la frontière avec l'Allemagne. Le projet nécessite la mise en place d'un nouveau réseau de transport de l'hydrogène, par la création d'hydrogénoducs et la conversion de gazoducs existants. Ce faisant, il s'intègre pleinement dans la structuration en cours d'une filière hydrogène régionale et transfrontalière mobilisant l'ensemble de la chaîne de valeur de ce vecteur (production, transport, distribution, stockage, formation, certification). Avec ce

[331] Site Internet de la plateforme Chemesis, consulté en mai 2024.

projet, la centrale thermique se place donc au cœur d'un écosystème d'acteurs et d'espaces, et contribue à faire de l'hydrogène une ressource territoriale porteuse de développement économique et social.

À Gardanne-Meyreuil, des dynamiques similaires sont à l'œuvre. Le site est depuis 2023 intégré dans le périmètre du programme SYRIUS[332] (Synergies Régénératives Industrielles Sud) visant la mise en réseau des principaux émetteurs de gaz à effet de serre de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer (**Carte 33**). L'objectif est de générer des synergies industrielles favorables à la décarbonation des activités productives, dans une démarche d'écologie industrielle et territoriale. À un niveau plus local, les projets de reconversion de la centrale thermique contribuent à la création d'un écosystème énergétique autour de la centrale biomasse du même site. L'installation d'une scierie doit produire le combustible à cette centrale, dont la chaleur peut bénéficier aux communes d'implantation tandis que l'électricité peut aider à la production d'hydrogène dans le cadre du projet des salariés. On voit ainsi que les projets de transition du site de la centrale thermique génèrent de nouveaux flux – de ressources et d'énergie – alors même que se structurent autour de lui des réseaux d'approvisionnement et d'acteurs.

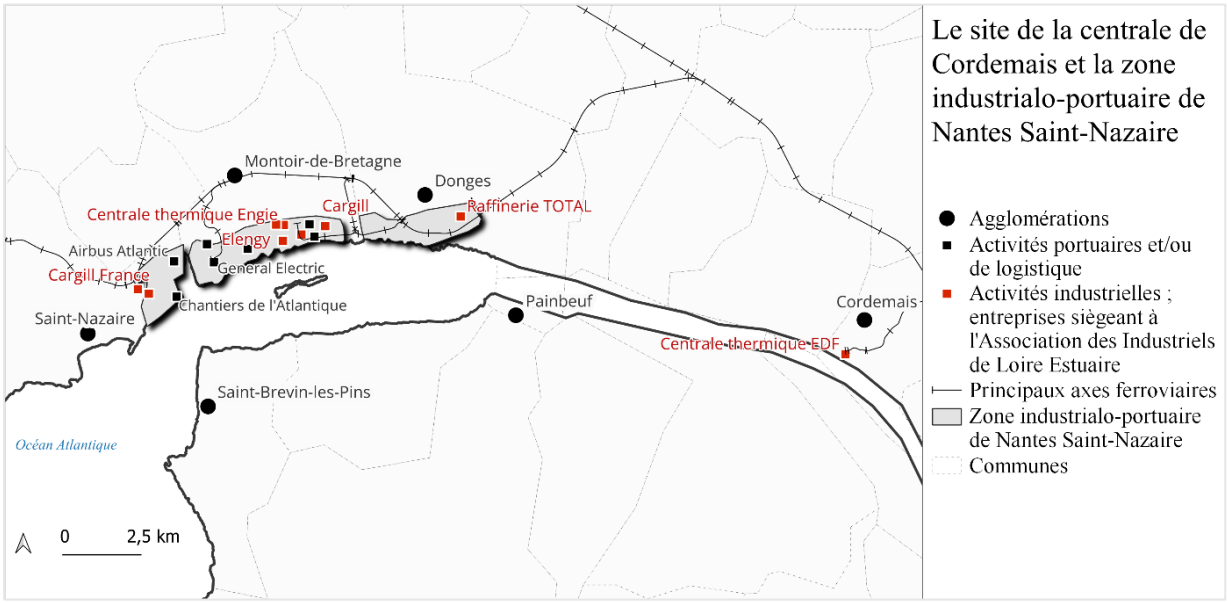


Carte 33. Le programme SYRIUS : vecteur des reconfigurations industrielles de la métropole Aix-Marseille.
Réalisation : S. Perroux, juin 2024

Quant au site de Cordemais, son implantation en-dehors du périmètre de la ZIP de Nantes Saint-Nazaire tend à l'isoler du grand pôle industriel de la région (**Carte 34**). En dépit de cet éloignement, il est appelé à participer à la mise en œuvre d'une démarche « d'écologie

[332] Le programme SYRIUS a été lauréat de l'appel à projets de l'ADEME sur les Zones Industrielles Bas-Carbone lancé en mai 2023.

industrielle »[333] en vue d'atteindre un objectif de neutralité carbone sur la zone d'ici 2050[334]. À cette fin, un programme d'actions a été réalisé par un groupement d'acteurs privés et publics composé de l'Association des Industriels de la Loire et Estuaire (AILE)[335], la Région des Pays de la Loire, Saint-Nazaire Agglomération, Nantes Saint-Nazaire Port et la Communauté de Communes Estuaire et Sillon, réunis au sein de l'Association pour la Décarbonation Loire Estuaire (ADELE) qui en assure le pilotage opérationnel. Ce programme a été nommé lauréat de l'appel à projets ZIBAC de l'ADEME en août 2023. Il repose sur la constitution d'un « hub énergétique décarboné » sur les pourtours de l'estuaire, autour de la création de trois filières industrielles et énergétiques : l'hydrogène (production, réception, import, transport), le carbone (capture, réception, valorisation, export) et le gaz naturel bas carbone (production/injection). Le site d'EDF y est identifié comme un nœud important dans les flux impliquant ces trois éléments[336].



Carte 34. La ZIP de Nantes Saint-Nazaire, l'AILE et la centrale de Cordemais.
Réalisation : S. Perroux, juin 2024

Concernant le projet EcoCombust, la structuration de la filière déchet pour la production du combustible pellet s'avère porteuse de nouvelles opportunités socio-économiques pour le territoire (emploi, réduction des nuisances, nouveaux marchés...) et alimente une dynamique d'économie circulaire. L'usage qui doit être fait à terme des pellets produits par la nouvelle exploitation à partir des déchets du territoire est fléché vers les chaufferies locales et régionales.

[333] Mise en place de boucles électriques locales produites à partir d'énergies renouvelables, d'un réseau de chaleur, développement de la biomasse...
[334] Site Internet de Nantes Saint-Nazaire Port, consulté le 4 juin 2024.
[335] Créée en mai 2008, l'AILE regroupe ArcelorMittal, EDF, GDF, TOTALEnergies, Cargill, Elengy, Engie, Equiom, Yara.
[336] Aucune donnée ne permet à ce jour d'expliquer ou de justifier la connexion du site avec ces trois « hubs multimodaux » au regard du projet de reconversion du site.

Nous nous éloignons ainsi dans ce nouveau schéma de production d'une injection d'électricité – ressource générique – sur les réseaux de transport selon un mode purement horizontal et aspatial.

Si l'on doit réaliser une analyse transversale des mutations observées sur ces trois territoires : les trois centrales s'intègrent dans des tissus industriels locaux ou métropolitains investis à différents degrés dans la décarbonation de leurs activités productives. Cette intégration repose dans le cas de Saint-Avold sur une proximité spatiale avec les autres industriels (plateforme pétrochimique) ainsi que sur une structuration organisationnelle spécifique (association Chemesis). Pour Gardanne-Meyreuil comme pour Cordemais, cette structuration organisationnelle prend la forme de programme (SYRIUS) ou d'association (AILE, ADELE), qui contrebalancent l'éloignement spatial des sites avec les zones industrialo-portuaires.

1.3. Une reconversion multi-acteurs au service de la co-construction des territoires

Les deux sites des centrales thermiques appartiennent depuis 2019 à GazelEnergie, filiale française de la multinationale tchèque EPH. Si c'est donc bien une grande entreprise qui opère les centrales et possède le foncier, les projets de reconversion sont majoritairement portés par des start-ups ou d'autres entreprises. À Saint-Avold, le projet de stockage d'électricité par batteries prévu pour 2024 est porté par Q Energy France, une filiale du sud-coréen Hanwha Solutions, tandis que s'implante non loin l'australien Circa pour la production de solvants biochimiques ; le projet de production d'hydrogène est le seul à être intégralement porté par GazelEnergie, après le retrait de Storengy en 2021 puis de H2V en 2022 pour diverses raisons économiques et techniques. À Gardanne-Meyreuil, le projet Hynovera est piloté par la start-up Hy2gen, dont le siège social est situé en Allemagne mais dont les fondateurs sont originaires de la région PACA, le projet de scierie a été repris en 2023 par le groupe Morlot, une PME française, et le projet de méthanisation des salariés fait appel à l'entreprise EQTEC, implantée dans plusieurs pays européens et nord-américains. L'installation de ces entreprises sur le périmètre des centrales thermiques fait alors l'objet d'un partenariat avec GazelEnergie, qui fixe les conditions de location du foncier et d'accès aux actifs des sites. À Cordemais, le projet EcoCombust est porté par EDF et les salariés de la centrale thermique, en partenariat avec Paprec, une entreprise française de collecte et de recyclage des déchets industriels et ménagers.

En parallèle de ces dynamiques industrielles et économiques, la reconversion des deux sites est au cœur des Pactes de territoire, qui mobilisent de nombreux acteurs depuis leur signature en 2020. Dans un principe de co-construction de nouvelles trajectoires de développement post-charbon, les acteurs locaux sont invités dans le cadre de groupes de travail à participer au processus d'évaluation des projets, apportant leurs compétences et leur expertise ou exprimant des besoins (emploi, développement économique, attractivité, etc.). Ainsi, la

mutation industrielle de ces sites historiques de production d'électricité se traduit par une forte multiplication et diversification des acteurs économiques, industriels et politiques, en même temps que se manifeste la volonté d'intégrer les enjeux territoriaux défendus par les acteurs locaux. Entre la mainmise de GazelEnergie et EDF, propriétaires du foncier, et la volonté politique de co-construction de la transition avec les territoires, il en ressort une gouvernance complexe mobilisant tout un écosystème d'acteurs et caractérisée par des négociations et des arbitrages permanents (**Figure 42**). Cela constitue à ce titre un élément central de différenciation vis-à-vis du précédent modèle de structuration du système énergétique, dont le fonctionnement était davantage centralisé, hiérarchique et unilatéral.

Le schéma ci-après montre les écosystèmes d'acteurs qui se sont formés au fil des années autour de la reconversion des sites des centrales à charbon. Les acteurs identifiés appartiennent à trois sphères d'action et de compétences : la sphère territoriale regroupe les services de l'administration territoriale (communes, intercommunalités, régions, services de l'État), qui interviennent principalement via les Pactes de territoire ; la sphère industrielle rassemble les acteurs ou groupes d'acteurs (associations, groupements) investis dans la poursuite d'une activité industrielle et la défense de ses objectifs et intérêts ; la sphère économique et énergétique mobilise quant à elle les acteurs contribuant à faciliter la mise en œuvre des projets de reconversion en apportant leur expertise sur des aspects techniques et économiques. En fonction de sa proximité spatiale avec le site et de son investissement dans le processus de reconversion, chaque acteur est ensuite positionné comme appartenant soit à l'espace d'action du « site industriel » (porteurs de projet et propriétaires des sites), soit à celui du « territoire industriel » (territoire d'implantation du site bénéficiant de retombées socio-économiques ou promouvant des synergies avec celui-ci), soit encore au « réseau industriel » (espace plus éloigné mais connaissant des mutations en lien avec celles du site). Cette représentation scalaire et sectorielle permet ainsi de traduire et de comparer l'organisation des acteurs gravitant autour des centrales thermiques. On y retrouve certains éléments exposés précédemment, comme la proximité spatiale du site de Saint-Avold avec les grands industriels de la plateforme pétrochimique, participant au maintien d'un « territoire industriel » dynamique, tandis que les sites de Gardanne-Meyreuil et de Cordemais sont géographiquement plus isolés mais intégrés dans des « réseaux industriels ». D'autres différences mises à jour révèlent les spécificités propres à chaque cas. Le site provençal se distingue par la forte représentation de sa sphère territoriale et politique, en raison de la construction et de la gouvernance de son Pacte de territoire qui sollicitent une participation accrue des acteurs dans le temps. Pour le site de Cordemais, en revanche, assez peu d'acteurs semblent être investis dans la reconversion du site, indépendamment des sphères d'action ; cela tient principalement à la stratégie de gestion en interne du devenir du site, que cela concerne le parcours professionnels des salariés ou le projet de transition EcoCombust.

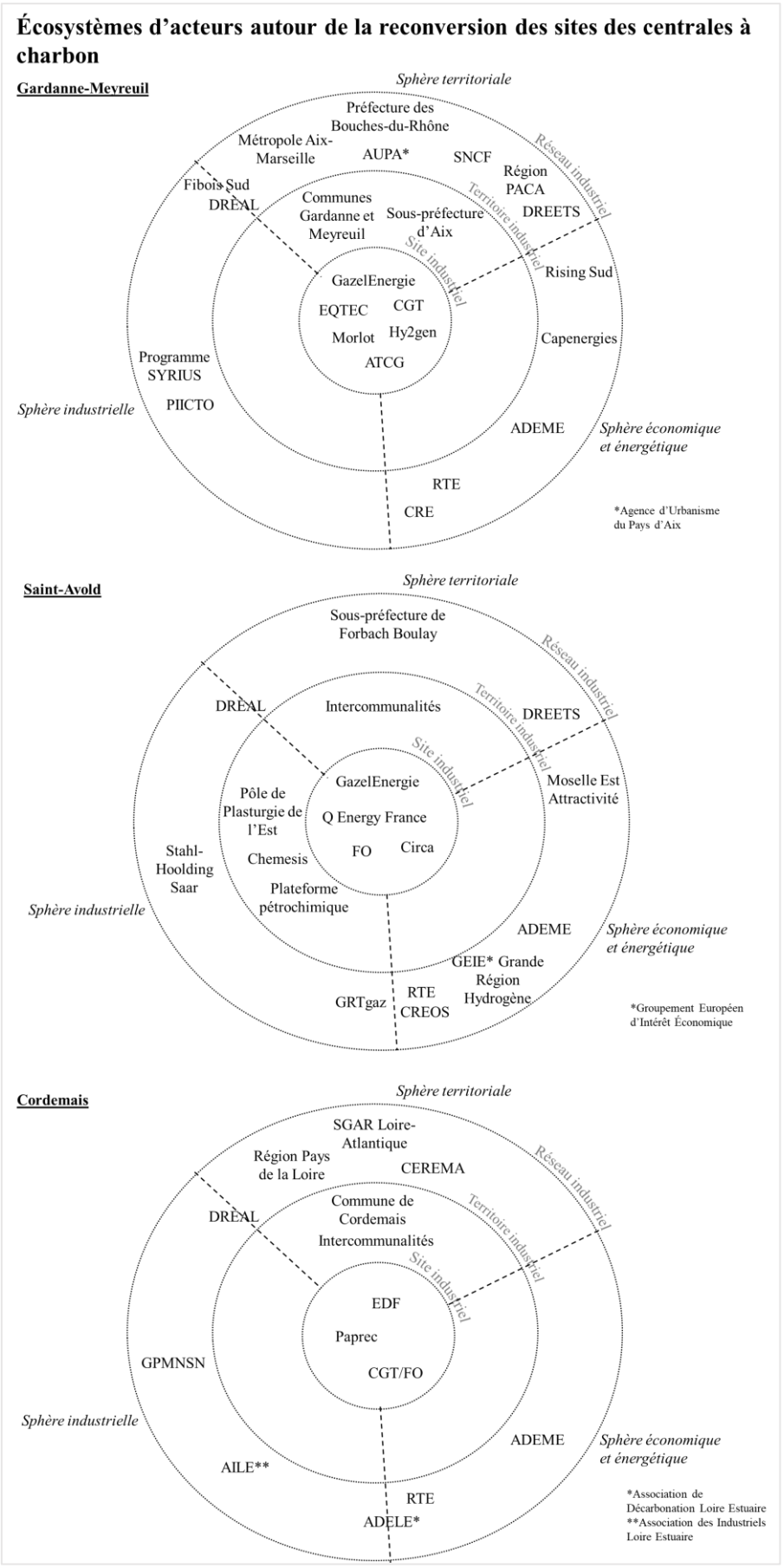


Figure 42. Schémas d'acteurs autour de la reconversion des sites des centrales à charbon.
Réalisation : S. Perroux, juin 2024

Les observations réalisées sur ces trois sites industriels et leur territoire rendent compte de certaines mutations à l'œuvre dans le système productif et énergétique français. Ces « pôles industriels bas-carbone » se présentent comme des témoins de la diversification des modes de production souvent associée à la valorisation de ressources territoriales, de l'émergence de capacités installées intermédiaires, de l'intégration des sites dans des réseaux industriels favorisant les synergies économiques et énergétiques, de la structuration de nouvelles filières territoriales ou encore des nouvelles formes de gouvernance permettant des arbitrages entre les stratégies économiques macro et les stratégies territoriales plus micro.

2. Vers une transition méso[337] ? La dimension scalaire comme clef de lecture de la transition énergétique

Le premier point de ce chapitre a démontré l'émergence d'un nouvel objet géographique fondé sur la polarisation des dynamiques territoriales de la production énergétique. Au regard des processus engagés, il paraît pertinent de l'envisager comme une reconfiguration du système énergétique français. D'un point de vue théorique, cette reconfiguration questionne toutefois l'articulation des modèles d'organisation spatiale du système énergétique français, décrivant tantôt un système centralisé dont les dynamiques se saisissent à un niveau macro, tantôt un système décentralisé à lire à une échelle micro, L'enjeu de ce second point est donc de caractériser cette articulation : sommes-nous en présence d'une organisation territoriale hybride, fondée sur la combinaison de ces deux modèles, ou bien sur une organisation spatiale nouvelle opérant à une échelle « intermédiaire » ?

2.1. De la dualité des modèles théoriques à l'hypothèse d'une reconfiguration intermédiaire

Le constat d'une ambivalence théorique

Les mutations à l'œuvre sur les sites des centrales thermiques en reconversion, motivées autant par des arguments écologiques que par des enjeux de production industrielle, offrent l'occasion de questionner les formes d'organisation spatiale et politique du système énergétique français. L'absence de consensus sur les objectifs et les modalités de mise en œuvre de la transition énergétique a vu s'opposer dans les débats de ces deux dernières décennies différents scenarii de transition, dont les traductions territoriales sont révélatrices d'une certaine vision du monde et de la société. On tend ainsi à retrouver dans les plaidoiries politiques une ambivalence discursive opposant deux trajectoires de développement : d'un côté une vision techno-managériale de la transition, promouvant les innovations technologiques au service de la

[337] La construction et la justification de cette échelle méso de reconfiguration du système énergétique a fait l'objet d'un article scientifique, dont la publication est prévue pour 2025 par la revue *Springer VS*.

modernisation écologique et un interventionnisme fort de l'État, d'un autre côté une vision éco-centrée radicale favorisant d'importantes transformations sociales, culturelles et politiques en rupture avec le système dominant (Audet, 2014). Cette dualité ressort tout autant dans les travaux scientifiques français (Boutaud, 2016; Quenault, 2020) où l'on oppose souvent les modes de production (centralisé ou décentralisé), les formes de gouvernance (monopolistique ou partagée) ou encore les ressources exploitées (fossiles ou renouvelables).

Un modèle centralisé et techniciste s'appuyant sur une échelle de lecture macro du système énergétique

Décrite comme "*the switch from an economic system dependent on one or a series of energy sources and technologies to another*" (Fouquet, Pearson, 2012, p. 1), la transition énergétique vient éclairer le rôle central d'un système énergétique dans la structuration d'une économie contemporaine, que ce soit dans l'organisation spatiale des populations et des activités, dans les relations géopolitiques entre d'autres États ou dans la construction d'un paysage culturel de pratiques et de représentations liées à l'énergie (Meyer, 2017). Les investissements conséquents qui ont été nécessaires à la construction d'un système énergétique expliquent en grande partie les difficultés de la société à initier des changements majeurs dans ses modes de production et de consommation, notamment dans la perspective d'atteindre une économie « bas-carbone » (Driscoll, 2014). Le rôle de planificateur endossé par l'État français au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, tant dans la gestion des territoires que dans le domaine de l'énergie, avait notamment pour objectif de lutter contre les déséquilibres de développement entre « Paris et le désert français » (Gravier, 1947). Avec une vision unitaire du territoire national, l'État prit en main l'aménagement du territoire en repensant la localisation des infrastructures, des réseaux de transport et des industries. Les avancées technologiques permirent une montée en puissance des capacités de production, procédant à une « concentration industrielle » du système énergétique, en même temps que s'opérait une « centralisation organisationnelle » (A. Evrard, 2020, p. 214) par la nationalisation des structures régionales au sein d'entreprises monopolistiques telles que Gaz de France et Électricité de France (Vuillermot, 2003). En 2019, avec 56 réacteurs installés sur 18 sites pour une capacité de production de 61,4 GW, le nucléaire représentait 70,6% de la production annuelle d'électricité en France, soit un total de 379,5 TWh[338], et participait à la distribution d'une énergie abondante et bon marché. L'ouverture à la concurrence des marchés de l'énergie en Europe à la fin des années 1990 (Guyon et al., 2019; Palle, 2021), qui s'accompagne d'une multiplication des acteurs de l'énergie, n'a pas fondamentalement remis en question ce modèle d'organisation spatiale des réseaux et des lieux de production de l'énergie, caractérisé par la verticalité des flux entre quelques pôles de production et une multiplicité de lieux de

[338] Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, *Le parc des réacteurs nucléaires français*, 2022

consommation. En revanche, le ressenti global d'une « urgence climatique » (De Pryck, 2022) s'accompagne depuis plusieurs décennies d'une injonction sociétale à la défossilisation du système socio-technique (Aspe & Jacqué, 2012), traduisant la nécessité de conduire une mutation plus poussée des systèmes productifs et de consommation. Le maintien de cette organisation spatiale du système énergétique français, qui pourrait être assuré par le biais d'une « modernisation écologique » (Mol, 2000), accorde un rôle central à l'innovation technologique, jugée incontournable pour atteindre les objectifs de Paris. Ces technologies relèvent pour une part de nouveaux produits énergétiques comme l'hydrogène ou les biocarburants, qui favorisent le maintien de gros outils industriels. Ce sont aussi la constitution ou la reconversion de nouveaux réseaux de transport et de distribution de l'énergie (pipelines régionaux de gaz, hydrogenoducs, etc.) ou bien la mise en place de dispositifs et mesures compensatoires (captage et stockage de CO_2, compensations écologiques). Dans ce modèle de transition vers une forme de « capitalisme vert » (Ewing, 2017), la transition énergétique se retrouve mise au service de la croissance économique et du maintien du système économique dominant

Ce modèle centralisé appelle des mécanismes se déployant à grande échelle, qu'il s'agisse de la politique de développement énergétique menée par l'État, des réseaux de transport de l'énergie qui maillent l'ensemble du territoire national, des montants d'investissements conséquents mobilisés dans les plus hautes sphères financières et politiques ou encore des arbitrages économiques nécessaires à l'industrialisation de technologies innovantes. À cet effet, on considère que la compréhension de ce modèle nécessite d'analyser le système énergétique à une échelle macro.

Un modèle décentralisé et social se déployant à une échelle micro du système énergétique

La vision techniciste de la transition énergétique est critiquée par de nombreux chercheurs, qui dénoncent la faible prise en considération des aspects sociaux, politiques et territoriaux de la transition énergétique (Hirsch, Jones, 2014; Raineau, 2011). Plutôt qu'une approche centrée sur la technique et les modes de production, des modèles alternatifs s'intéressent aux évolutions induites par les changements dans les modes de consommation (alimentaire, énergie, transport, produits manufacturés). Prônant une économie de la décroissance, c'est-à-dire une sortie de l'idéologie de la croissance en tant que processus productif (Latouche, 2022), la transition énergétique reposerait avant tout sur une redéfinition des besoins à la fois individuels et collectifs. Une des traductions spatiales de ce modèle de transition fondé sur le changement sociétal et la sobriété énergétique relève de la décentralisation de la production énergétique au profit de structures de plus petite taille qui, dans l'idéal, « *appartiendraient aux citoyens pouvant ainsi assurer leur autonomie énergétique* » (Deshaies, 2016, p. 52). On remarque ici l'importance accordée aux acteurs

locaux et aux citoyens dans le processus : la territorialisation des unités de production et d'approvisionnement énergétique (Chabrol, 2016) doit permettre à une collectivité – ville, quartier, ensemble industriel – d'être à la fois productrice et consommatrice, permettant d'adapter la production en fonction des besoins. Leur gestion dans le cadre d'une autoconsommation collective, régulée par la collectivité selon un équilibrage local entre l'offre et la demande, renforcerait les « *interdépendances entre un territoire et son système énergétique et se substituerait à la dépendance traditionnelle vis-à-vis de sources énergétiques 'lointaines' et d'un réseau global qui échapperait à toute forme de contrôle sur le plan local* » (Schembri & Remita, 2021, p. 184). Loin des grandes centrales à gaz, à charbon, à fioul ou nucléaire, qui concentrent la production sur un espace réduit et injectent leur électricité sur les réseaux de transport de l'énergie dans un processus descendant, ces « expérimentations localisées » (Dubois & Kebir, 2021, p. 9) supposent dès lors une reconnexion des lieux de production avec les lieux de consommation (Durand et al., 2015). La perspective d'une relocalisation de la production, pouvant aller jusqu'au développement de micro-systèmes autonomes, est alors présentée comme une voie de sortie des modèles centralisés, jugés trop inertes pour apporter de réels changements. Le passage d'une production centralisée à une production distribuée (Unruh, 2000) impose toutefois de reconfigurer les réseaux de transport de l'énergie. Non pensés pour des flux allant dans les deux sens, les réseaux seraient mal dimensionnés pour prendre en charge la multiplication des lieux de production, qui sont autant de points d'injection dans le réseau.

En guise d'illustration, le Puits Yvon Morandat situé sur la commune de Gardanne dans le département des Bouches-du-Rhône (France) représente un projet réussi de système énergétique presque entièrement autonome. Ancien puits de mine fermé en 2003, le site est racheté par la ville puis laissé en gestion à la Société d'Économie Mixte d'Aménagement de Gardanne (SEMAG) pour être transformé en pôle économique, culturel et énergétique. L'existence d'une vaste réserve d'eau souterraine (35 millions de m^3) formée par les anciennes galeries de la mine a permis la mise en place d'un réseau de froid et de chaleur sur le site, afin de couvrir les besoins en matière de climatisation et de chauffage des entreprises accueillies. L'électricité est quant à elle produite par des panneaux photovoltaïques en toiture et stockée à l'aide de batteries, de sorte à garantir un approvisionnement continu sur la zone. La réussite de ce réseau alliant géothermie et énergie solaire est d'autant plus exemplaire que le projet est intégralement financé par des fonds privés et des subventions publiques, tandis que la gouvernance est assurée par la collectivité locale.

À l'inverse du modèle précédent, la transition énergétique vers un modèle décentralisé repose sur une territorialisation des capacités de production au profit de plus petites unités, calibrées autour des besoins des communautés, mobilisant des ressources locales, promouvant les innovations sociales, l'horizontalité des échanges et les liens de proximité. À cet égard, la

lecture de ce modèle privilégie une échelle micro, plus précise dans la description des spécificités de chaque transition.

De l'hybridité à l'intermédiarité

L'observation des projets de transition sur les sites des centrales à charbon montre que les évolutions du système énergétique ne sauraient se réduire à une conception aussi duale, et qu'il existe un large éventail de nuances et de configurations entre ces deux modèles. Un premier élément à noter est que ces deux systèmes d'organisation socio-spatiale du système énergétique ne sont pas antinomiques ou exclusifs, mais peuvent au contraire se combiner et se compléter au sein de politiques d'aménagement complexes et multiscalaires. De récentes recherches attestent ainsi de leur articulation au sein du territoire de la métropole Aix-Marseille Provence (Daviet & Perroux, 2024). La zone industrialo-portuaire de Fos, à l'Ouest, est un des principaux pôles d'émissions industrielles de CO_2 en France ; la décarbonation des activités industrielles y est devenue une priorité nationale depuis 2022, alors même que le programme France 2030 initie un phénomène de néo-industrialisation par la création de nouvelles filières (solaire flottant, biocarburants, hydrogène...). En réponse à ces deux enjeux, la voie de la modernisation écologique a été privilégiée par les décideurs politiques et les industriels afin de garantir le maintien du système productif du territoire à coût environnemental réduit. À l'Est, la ville de Marseille a pour partie adopté une stratégie qualifiée « d'alter métropolisation », caractérisée par la mise en œuvre de politiques de transformations de la ville par et pour l'environnement (développement des transports, verdissement des quartiers, reconstruction de logements...), et par la réalisation d'initiatives énergétiques « territorialisées ». Si l'on peut y voir une distinction spatiale et structurelle des deux modèles de transition du système socio-technique, il serait plus juste d'y voir une complémentarité dans les forces et les faiblesses de chacun. En effet, la somme des nouveaux dispositifs territorialisés est loin d'être suffisante pour atteindre les objectifs de neutralité carbone fixé à 2050, tandis que les grands projets industriels suscitent pour leur part de vives oppositions auprès des populations locales. Une situation similaire apparaît sur les communes de Gardanne et Meyreuil, où les différentes briques de la stratégie municipale d'autonomie énergétique (parcs solaires, biogaz à la déchetterie de la Malespine, géothermie au Puits Yvon Morandat) sont loin de compenser l'arrêt de la centrale thermique en matière de puissance énergétique [339] . Les petites unités de production territorialisées n'ont en ce sens pas vocation à se substituer aux grandes centrales de production d'énergie mais à les compléter en tant que forces additionnelles de production, témoignant de l'hybridation des modèles de transition. Sur les sites de centrales à charbon en revanche, les reconfigurations observées ne semblent appartenir ni aux caractéristiques d'un système

[339] Voir à ce sujet la fiche territorialisée de l'Observatoire Hommes-Milieux du Bassin Minier de Provence sur la transition énergétique.

centralisé, ni à celles d'un système décentralisé. L'absence de cadre théorique pour rendre compte de ces mutations nous pousse ainsi à qualifier ces espaces comme des laboratoires d'une forme de transition « intermédiaire ».

2.2. Penser l'intermédiaire : approches et méthode

L'intermédiaire ente échelle et catégorie spatiale : études réflexives en France et à l'étranger

Un objet « intermédiaire » caractérise à la fois une situation (ce qui se situe entre deux objets) et un lien (entre deux objets). Il est donc paradoxalement défini en fonction d'objets qui lui sont extérieurs mais qui sont au cœur de son ADN et avec lesquels il entretient des relations sociales, spatiales ou temporelles fortes. Partant de là, ce qu'on observe sur les sites des centrales thermiques ne peut être appréhendé indépendamment des modèles macro et micro qui ont été présentés. Ceux-ci fournissent les facteurs explicatifs des différences et des spécificités observées sur ces espaces, et qui contribuent à l'émergence de nouvelles formes d'organisation spatiale. En d'autres termes, « *l'intermédiarité n'est pas uniquement l'inclassable, c'est-à-dire ce qui reste après avoir tenté de différencier l'espace* » (Merle, 2011, p. 96) mais une « *organisation inédite de la société* » (Lussault, 2007). On se place là dans ce que A. Merle définit comme une intermédiarité *de nature*, désignant les espaces situés « entre deux extrêmes catégoriels ». Appliqué à notre objet de recherche, l'intermédiarité se révèle à travers de nouvelles formes d'organisation sociale et spatiale des systèmes énergétiques, au-delà des seuls systèmes centralisés et décentralisés. Pourtant, si de nombreux travaux s'intéressent depuis les années 2010 aux *acteurs intermédiaires* (Bush et al., 2017; Hargreaves et al., 2013; Laborgne, 2023; Warbroek et al., 2018) ou aux *innovations intermédiaires* (Gliedt et al., 2018; Polzin et al., 2016), relativement peu portent sur les *espaces intermédiaires* (van Veelen, 2020). Certaines recherches ont bien sûr abordé la question des échelles intermédiaires de mise en œuvre de la transition énergétique, notamment à travers l'étude des Régions françaises (Renouard, 2020) et des Länder allemands (Ohlhorst, 2015), devant composer avec des objectifs de transition fixés au niveau national, des productions énergétiques locales motivées par des mécanismes de marché et des enjeux de coordination spatiale et scalaire des politiques énergétiques. Notre objectif est cependant d'étudier des espaces combinant innovation technologique et redéfinition de la gouvernance énergétique en France en-dehors des découpages politico-administratifs, dont la rigidité entrave l'analyse d'organisations territoriales plus singulières.

Définir et délimiter les modèles existants : méthode et matériel

Après exposition des grands modèles de structuration spatiale et organisationnelle du système énergétique, il apparaît d'autant plus évident que la transition énergétique ne saurait se réduire à un simple 'passage d'un système centralisé et carboné à un système décentralisé et

décarboné'. Présentée en ces termes, la transition apparaît comme une dynamique linéaire, qui ne traduit pas la complexité des arbitrages sociaux, politiques et territoriaux à l'œuvre. Elle invisibilise dans le même temps la diversité des configurations socio-spatiales qui émergent en-dehors de ces modèles macro et micro. Afin de rendre compte de cet espace de l'intermédiaire, nous proposons ici un cadre analytique articulé autour de facteurs issus des modèles existants.

La caractérisation des modèles théoriques de structuration spatiale et organisationnelle des systèmes énergétiques a été réalisée grâce à une revue de la littérature scientifique. Celle-ci repose sur des travaux publiés par des chercheurs français en sciences humaines et sociales car c'est bien les mutations productives du système énergétique français que l'on interroge ici dans le cadre de la poursuite d'une « transition bas-carbone ». L'analyse repose donc sur un échantillon de 34 articles, écris entre 2011 et 2022, qui reflète l'état récent de la recherche quant à l'évolution des modes de production de l'énergie (**Tableau 10**). Loin de s'en tenir exclusivement aux travaux de géographes, le choix a été fait de retenir l'ensemble des analyses adoptant une approche spatiale de cette problématique ; on retrouve à cet égard des travaux de sociologues, d'économistes, d'urbanistes, etc. Les articles ont été identifiés *via* les plateformes de revues Cairn et Open Edition en ciblant plus précisément les thématiques de « système énergétique français », « production énergétique centralisée » et « production énergétique décentralisée ». Le recueil et la lecture des différents textes, menés jusqu'à saturation de l'information, ont abouti à un corpus d'articles scientifiques certes non exhaustif au regard de la quantité des travaux produits sur la transition énergétique, mais qui offre un aperçu assez représentatif des caractéristiques des modèles étudiés.

Articles traitant d'un modèle 'macro' centralisé	Aït Abdeslam (2008) ; Barré et al. (2013) ; Derdevet (2015) ; Vaïsse (2018) ; Vayssière (2009).
Articles traitant d'un modèle 'micro' décentralisé	Assié (2021) ; Boisgibault (2016) ; Chanard (2011) ; Debizet and Pappalardo (2021) ; Dégremont (2019) ; Dubois and Kebir (2021) ; Fontaine and Rocher (2021) ; Fonteneau (2021) ; Gabillet (2019) ; Guyon et al. (2019) ; Klagge and Brocke (2015) ; Louvel (2015) ; Maresca and Dujin (2014) ; Pappalardo (2021) ; Ramirez-Cobo et al. (2021) ; Sechilariu (2019) ; Serero and Verzeroli (2022) ; Verhaeghe (2021) ; Wernert (2017) ; Zaphiropoulo (2020).
Articles traitant des deux modèles	Audet (2014) ; Bocquet (2021) ; Boutaud (2016) ; Coutard (2019) ; Forget et al. (2021) ; Quenault (2020) ; Tsayem Demaze and Chartier (2021).

Tableau 10. Classification de la revue de littérature.

À la lecture de ce corpus, il ressort *a minima* neuf facteurs permettant de différencier les modèles d'organisation du système énergétique français au niveau macro et au niveau micro. Ces facteurs étaient les éléments les plus fréquemment cités, que ce soit dans le cadre de la présentation de nouveaux projets de production ou dans une dynamique de critique des modèles de développement poursuivis. Le recoupement de ces deux modèles a par la suite mis en avant

un manque, un espace vide, traduction concrète de l'invisibilisation d'une multitude de configurations d'acteurs, d'installations socio-techniques, de réseaux, etc. C'est cet angle mort qu'il s'agit ici d'explorer, afin de balayer le large spectre des mutations énergétiques productives en cours et d'en proposer une relecture conceptuelle.

Neuf facteurs d'appréciation des modèles de production énergétique en France

L'appréhension d'un modèle méso des systèmes énergétiques, qui a rarement été défini en tant que tel, nécessite au préalable de comprendre les facteurs contribuant à définir les deux autres modèles, largement présents dans les milieux politiques et scientifiques. La mise en dialogue de ces facteurs avec les observations empiriques vise à valider – ou non – l'hypothèse d'un modèle intermédiaire, dont les configurations territoriales s'observeraient à une échelle méso. À cet effet, la revue de la littérature met en avant neuf facteurs (**Tableau 11**) :

(1) L'*initiative des installations* présente l'acteur – ou le groupe d'acteurs – à l'origine des projets énergétiques. Sa nature publique ou privée, ainsi que son échelle d'intervention (locale, régionale, nationale), implique en effet une variabilité en matière de compétences, de capacités d'investissements et de pouvoir d'action ;
(2) La *gouvernance* précise la gestion des projets énergétiques, qu'elle soit concertée, unilatérale, partagée, ou autre ;
(3) Le *degré de dépendance au sentier* indique la capacité des projets énergétiques à s'inscrire dans des réseaux et des modèles de production existants, ou au contraire à créer de nouvelles trajectoires de développement.
(4) Les *infrastructures* exposent d'un point de vue socio-technique les caractéristiques des unités de production (capacité installée, densité énergétique, etc.) ;
(5) Le *raccordement aux réseaux* relie la question de la production à celle du transport et de la distribution de l'énergie : les capacités de production des unités conditionnent en effet leur contribution aux réseaux à des mailles différentes ;
(6) Les *ressources* renvoient à la nature et à l'origine des sources d'approvisionnement énergétique mobilisées, qui interrogent sur la durabilité, la disponibilité et la rentabilité de la production ;
(7) Les *objectifs de transition* interrogent les enjeux de la mutation du système énergétique dans le cadre des crises géopolitique, économique et environnementale qui se cristallisent au début du XXIe siècle ;
(8) L'*ancrage spatial* décrit l'insertion des unités de production dans leur territoire. Celle-ci dépend de leur éloignement spatial vis-à-vis des lieux de consommation.
(9) Le *niveau des investissements* est un facteur financier. Il indique l'importance des financements nécessaires pour l'installation et le fonctionnement des systèmes énergétiques dans leurs aspects socio-techniques.

	Modèle macro	Modèle méso	Modèle micro
1. INITIATIVE DES INSTALLATIONS	État, grandes entreprises publiques	Acteurs économiques et industriels	Communautés locales
2. GOUVERNANCE	Gestion centralisée, nationale	Gestion concertée	Gestion partagée, locale
3. DEGRÉ DE DÉPENDANCE AU SENTIER	Maintien des réseaux existants	Création de nouveaux réseaux	Micro-réseaux
4. INFRASTRUCTURES	Grosses capacités installées (>400 MW)	Moyennes capacités installées	Petites capacités installées (<20 MW)
5. FONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX	Verticalité des flux de production / consommation	Synergies et circularité de la production / consommation	Horizontalité des flux de production / consommation
6. RESSOURCES	Importées, souvent d'origine fossiles	Création de filières régionales	Locales / territoriales, multiples, d'origine renouvelable
7. OBJECTIFS DE TRANSITION	Service public, souveraineté industrielle	Décarbonation d'installations existantes	Autonomie énergétique, sobriété
8. ANCRAGE SPATIAL	Lieu de production ≠ lieu de consommation	Production pour une consommation régionale	Lieu de production = lieu de consommation
9. COÛTS	Investissements élevés	Investissements élevés et partagés public/privé	Investissements modérés / faibles

Tableau 11. Critères d'identification des modèles d'organisation des systèmes énergétiques au niveau macro, méso et micro. Réalisation : S. Perroux, mars 2024

Le système énergétique français hérité des années 1970, qualifié ici de « modèle macro », se caractérise par une production spatialement centralisée autour de grosses unités de production (au-delà de 400 MW), principalement des centrales nucléaires et hydroélectriques, raccordées au réseau de transport de l'électricité par des lignes haute tension (440 kV). Elles mobilisent donc des ressources exogènes au territoire et souvent d'origine fossile (uranium, gaz), si ce n'est pour la ressource en eau qui est plus générique. Les innovations techniques qui succédèrent à la Seconde Guerre mondiale ont facilité l'éloignement de ces sites de production avec les lieux de consommation (Coutard, 2019). En outre, le fait que les industries de l'énergie aient longtemps été un monopole de l'État a permis de généraliser l'accès à l'énergie, faisant de celle-ci un vecteur de l'unité nationale. La transition de ce modèle macro poursuit alors un triple objectif de décarbonation du système existant, de maintien d'un service public (accès à l'énergie) et de garantie d'une souveraineté énergétique nationale. Pour ce qui est du « modèle micro », autrement dit un système décentralisé, celui-ci se caractérise par de petites unités de production (inférieures à 20 MW) initiées dans le cadre de politiques locales volontaristes en faveur de l'autonomie énergétique des territoires. Elles valorisent les ressources locales (déchets agricoles, eau souterraine, éolien, solaire, boucle à la mer, etc.) de manière beaucoup plus diversifiée. Ces unités sont généralement en gestion collective et partagée : elles sont par exemple prises en main par les régions et métropole (Dégremont, 2019), des communautés énergétiques (Aubert & Souami, 2021; Debizet & Pappalardo, 2021) ou encore des associations, coopératives et entreprises commerciales (Assié, 2021). Avec une relocalisation productive et une décentralisation organisationnelle, la production est calibrée sur les besoins locaux et les consommations du territoire, entraînant une multiplication des points d'entrée sur les réseaux de distribution de l'énergie.

2.3. Discussion autour d'une l'échelle méso

La lecture de nos cas d'étude à travers le filtre de ces neuf facteurs d'analyse met en avant des processus socio-spatiaux spécifiques et bien distincts des modèles macro et micro d'organisation de l'espace autour de l'énergie. La nature et les mécanismes de ces processus nous poussent à considérer une échelle méso de mise en œuvre de la transition énergétique, qui traduirait cet espace « intermédiaire » de reconfiguration du système de production d'énergie. Les travaux d'un collectif de chercheurs britanniques sur les distinctions scalaires de certains modèles en sciences de la durabilité reconnaissent à ce sujet que : « *there are phenomena that exist at neither the macro- nor the micro-scale, but somewhere in between: what we term the 'meso-scale'* » (Johnson et al., 2023, p. 2). Il faut néanmoins garder à l'esprit que cet « intermédiaire » peut traduire une infinité de possibilités et d'arrangements ; nous le décrivons donc ici à partir de l'analyse de nos pôles industriels bas-carbone, qui en fournissent un exemple singulier.

En effet, nous avons déjà dit que la reconversion des sites des centrales à charbon s'est réalisée en plusieurs phases, tout d'abord à l'initiative des propriétaires des sites (à partir de 2010), puis sous l'impulsion de l'État avec les Pactes de territoire. Elle reste malgré tout portée majoritairement par les opérateurs des sites – EDF et GazelEnergie – qui gèrent le foncier, contractualisent avec les porteurs de projet et répondent aux appels à projets. Ce pilotage de la transition par des acteurs industriels se fait de manière concertée avec tout un réseau d'acteurs agissant à différentes échelles : services de l'État, collectivités territoriales, acteurs économiques, représentants syndicaux, etc. Leur intégration dans le processus de reconversion, si elle complexifie le jeu des arbitrages et des négociations, traduit l'ancrage des sites dans leur territoire. Sur des aspects plus techniques, les reconversions se font au profit d'unités industrielles de capacités de production « moyennes » (entre 20 et 400 MW) permettant la décarbonation de la production industrielle d'énergie. Elles mobilisent des ressources régionales, dont la valorisation mène à la création de nouvelles filières économiques et industrielles vectrices de développement territorial. Les projets à l'étude sont pensés pour être en synergies avec d'autres activités industrielles plus ou moins proches du site et faciliter la circularité des échanges. Dans certains cas, ces nouveaux flux sont à l'origine de la création de réseaux de transport de l'énergie (hydrogenoducs en Moselle) sur des territoires régionaux ou transfrontaliers. La production énergétique vise des consommateurs proches, dont les besoins identifiés au préalable orientent certaines caractéristiques des projets (puissance, date de mise en service). Enfin, les coûts de reconversion supposent des investissements relativement élevés mais ceux-ci sont partagés entre les investissements privés et les fonds publics (subventions, aides...).

L'analyse du système énergétique à une échelle méso invite à une relecture de certaines approches conceptuelles. La question de la gouvernance en particulier y paraît d'autant plus complexe qu'elle mêle une grande diversité d'échelles d'intervention et d'enjeux de développement, parfois opposés. Dans le jeu des stratégies industrielles, les acteurs locaux ne sont pas contraints à un rôle purement consultatif mais bénéficient d'un réel pouvoir de négociation à travers leurs compétences en matière d'aménagement du territoire et leur capacité à mobiliser les ressources – matérielles et humaines – de leur territoire. Ils interviennent ainsi dans le cadre des Pactes de territoire pour évaluer les projets de reconversion, apporter leur expertise et juger de leur intérêt au regard des contraintes et des besoins locaux. L'échelle méso est aussi celle du débat public et du dialogue social : les concertations publiques qui se sont déroulées sur chacun des sites entre 2022 et 2023 témoignent de la force avec laquelle les populations locales se saisissent des enjeux de la transition énergétique. Tandis que le projet Emil'Hy de production d'hydrogène a reçu un accueil très favorable à Saint-Avold, le projet Hynovera de production de biocarburants a quant à lui suscité de vives oppositions à Gardanne-Meyreuil, menant à une réduction des objectifs et une modification des technologies engagées. Si la question de l'« acceptabilité » sociale des projets industriels n'est pas nouvelle et a fait

l’objet de multiples travaux, l’échelle méso propose selon nous une nouvelle clef de lecture des mécanismes de crispation, de tension, de contestation à l’œuvre. Enfin, le rôle de ces deux sites industriels dans la structuration de nouvelles filières économiques au niveau régional (notamment autour de la valorisation des déchets et de l’hydrogène) réaffirme l’intérêt des coopérations interterritoriales. La compétitivité des firmes et des industries dépend en effet de la capacité des territoires à se mobiliser et à se structurer autour de réseaux actifs d’acteurs, mais aussi de la mise en place de cadres politiques et réglementaires facilitant la mise en œuvre des projets.

Conclusion du chapitre 10

Au cours des deux premières décennies de ce siècle, la transition énergétique en France a été conçue comme un processus de déconcentration technique au profit de plus petites unités de production exploitant les énergies renouvelables, avec une relocalisation de la gestion de la production, qui était un monopole d'État depuis les années 1970. Cependant, les crises sanitaires, économiques et énergétiques survenues en Europe et dans le monde entre 2020 et 2022 ont renforcé en France la nécessité d'assurer la souveraineté industrielle du pays. La relance de l'industrie se caractérise entre autres par la création de nouvelles filières, la décarbonation des infrastructures existantes et la relance du nucléaire. Dans ce contexte, la reconversion industrielle et énergétique des sites des centrales à charbon introduit des transformations territoriales, nous poussant à élargir notre réflexion à d'autres configurations du système productif et énergétique.

À l'interface entre approches ascendantes et descendantes, systèmes de production centralisés et décentralisés, innovations techniques et sociales, nous définissions les pôles industriels bas-carbone comme un mode d'organisation intermédiaire du système énergétique français. En raison des processus engagés dans leur édification, on considère par ailleurs que leur mise en œuvre se déroule à l'échelle méso, celle des filières industrielles et économiques, des aires régionales d'approvisionnement en ressources et de la structuration organisationnelle des différents sites de production industrielle. Cela contribue à valider une de nos hypothèses de recherche initiales, qui postulait que *les trajectoires de reconversion des sites des centrales à charbon révèlent une reconfiguration du système énergétique français, avec l'émergence de nouveaux espaces productifs se déployant à un niveau méso.* La transition énergétique étant un phénomène complexe et systémique, sa réalisation poursuit une diversité de formes spatiales et organisationnelles, qui n'entretiennent pas un rapport d'exclusivité envers les autres. Il paraît dès lors indispensable de considérer l'émergence de nouveaux objets spatiaux en parallèle des formes macro et micro de la transition énergétique. Celle-ci n'est plus seulement question de ressources, d'innovations technologiques ou de formes de gouvernance, mais bien un processus de redéfinition de l'organisation économique, spatiale, politique et industrielle des territoires *par* et *autour de* la question énergétique.

Conclusion de la troisième partie

Les trois chapitres de cette partie ont, chacun à leur manière, démontré comment la nature et la qualité du rapport existant entre industrie et territoire constituent des facteurs déterminants dans la réussite des trajectoires de transition de nos sites industriels. À Gardanne-Meyreuil, les projets de reconversion successifs, en 2012 puis en 2018-2022, ont généré une très forte conflictualité autour du devenir du site industriel. Présentée comme une activité dévoreuse de ressources, à faible impact socio-économique, dangereuse pour les riverains et mal située géographiquement, les défauts attribués à cette centrale transparaissent en nombre dans les oppositions locales. L'issue de sa reconversion s'avère incertaine, les projets s'enchaînent et les trajectoires possibles de transition fluctuent au gré des refus, des rejets et des contestations des différents projets présentés. L'inconstance de cette reconversion semble traduire un mal-être, un sentiment de prudence et de détachement vis-à-vis d'une activité pourtant présente historiquement sur le territoire. L'activité industrielle, tout comme le territoire qui l'accueille, a toutefois connu des mutations, créant un décalage entre les besoins du territoire d'une part, les contraintes et les apports de l'industrie d'autre part. Ce faisant, le refus de l'industrie par certains groupes d'acteurs ne procède pas d'un défaut « d'acceptabilité » sociale mais d'une détérioration des liens historiques qui unissaient auparavant industrie et territoire, faisant ressortir des enjeux de développement contradictoires. Ces liens sont pourtant indispensables dans une perspective de réindustrialisation du territoire national, où les territoires seront encore mobilisés pour leurs ressources (foncier, eau, infrastructures, etc.). De fait, les sites des centrales à charbon participent, par les multiples transformations qui s'y opèrent, à la construction de nouveaux objets spatiaux de la transition énergétique, fermement ancrés dans les territoires qu'ils recomposent. Nommés 'pôles industriels bas-carbone', ils invitent par leur caractère innovant à une lecture réactualisée des relations industrie-territoire, qui ne sauraient être saisies selon les mêmes modalités que par le passé. Qu'elles attisent les conflictualités ou recomposent le système énergétique au niveau local, les trajectoires de transition ne sont pas sans effet sur les territoires qui les a vu naître, attestant une nouvelle fois de la réciprocité des liens entre énergie, industrie et territoire.

Conclusion générale

Ce travail de recherche s'était donné pour objectif d'analyser et de caractériser les processus de reconversion des sites des centrales à charbon en France. En admettant que les perspectives de reconversion ne sauraient résulter de seules dynamiques macro (planification centralisée, conjoncture économique, pressions environnementales et climatiques), l'enjeu était d'identifier, au niveau local, les configurations et spécificités territoriales venant peser sur le processus de décision. Dans l'éventualité d'une reconversion industrielle, l'objectif était aussi d'interroger la capacité de ces sites à devenir des supports pour la transition bas-carbone du système productif. La période de réalisation de la thèse vient à point nommé dans l'analyse de ce processus et ce, pour deux raisons. D'une part, le travail d'enquête s'est aligné sur le calendrier de mise en œuvre des Pactes de territoire, signés en 2020 pour une durée de cinq ans. Il a donc été possible de recueillir des données de première main auprès des acteurs de ces transitions et d'analyser en direct les arbitrages effectués. D'autre part, la France a connu durant cette période plusieurs crises voyant le retour des questions de souveraineté industrielle et d'indépendance énergétique ; ces évènements ont permis de saisir les difficultés d'une transition « en train de se faire » et dont les objectifs évoluent en fonction des priorités identifiées par les décideurs. Dans ce contexte, un changement d'objectif s'opère en effet pour les pouvoirs publics : il ne s'agit plus seulement d'assurer la prise en charge des salariés et des sous-traitants en anticipant l'arrêt de leur outil de travail, mais bien de saisir la reconversion industrielle des sites comme une opportunité de redéveloppement d'activités productives contribuant, de surcroît, à la transition énergétique du territoire national. À la lecture des choix effectués par les industriels et les acteurs publics au sein des Pactes de territoire, il apparaît que de nombreux facteurs dépendant des configurations socio-territoriales locales jouent un rôle majeur dans la définition des « trajectoires de transition », que ce soit en tant qu'éléments bloquants ou comme facilitateurs. L'adoption d'une démarche comparée a participé à mettre en lumière les interactions entre ces facteurs, ainsi que les particularités propres à chaque territoire dans l'appréhension des questions énergétiques et industrielles. Au terme de ce travail de recherche, plusieurs enseignements peuvent donc être tirés. Tout d'abord, il est possible de dresser le bilan des trajectoires de transition qui se dessinent sur nos quatre terrains d'étude, et d'identifier *in fine* les facteurs qui ont contribué à leur émergence. Deuxièmement, notre thèse montre l'intérêt scientifique à croiser les dimensions énergétiques, industrielles et territoriales

pour appréhender les transitions sociétales à venir. L'analyse de nos études de cas françaises invite par ailleurs à étendre les réflexions au niveau européen. Troisièmement, cette thèse propose quelques considérations pratiques pour le déploiement des projets industriels, en incitant à repenser les rapports de l'industrie avec les territoires. Enfin, ce travail présente certaines limites, notamment liées à notre échelle d'analyse, et ouvre de nouvelles perspectives de recherche sur la réorganisation territoriale du système énergétique français.

Résultats empiriques : cinq catégories de facteurs territoriaux pour comprendre la construction des trajectoires de transition industrielle et énergétique

Des trajectoires de transition incertaines et évolutives

À l'automne 2024, il est malaisé de se prononcer sur la nature des trajectoires de transition de nos quatre terrains d'étude, ou sur la probabilité de leur réussite. Très peu de projets ont déjà vu le jour mais tous ont connu des revers de situation, des interruptions et des modifications, traduisant les difficultés d'une transition énergétique et industrielle qui se cherche et se construit par tâtonnements. Un premier bilan peut toutefois être dressé.

Au Havre, l'abandon de toute perspective de reconversion industrielle engage le site d'EDF dans une phase de démantèlement des infrastructures, avec une potentielle récupération du foncier pour un usage portuaire par Haropa Port. La trajectoire qui s'observe alors est celle d'une **mutation vers un autre secteur d'activité**, qui correspond davantage à la stratégie économique du propriétaire. La trajectoire de transition énergétique du territoire doit se lire à une autre échelle, celle de la zone industrialo-portuaire et plus largement de l'Axe Seine, où se structurent les filières de l'éolien offshore et de l'hydrogène.

À Cordemais, le projet EcoCombust à l'étude depuis 2015 semblait engager le site sur une trajectoire de **reconversion mono-industrielle,** avec un remplacement progressif du charbon par un combustible bois. L'annonce fin septembre 2024 de l'abandon du projet par EDF pour des raisons économiques[340] marque un revirement majeur et inattendu. Le dépôt de préavis de grève par les salariés de la centrale en réaction à la décision unilatérale d'EDF engage le site dans phase d'incertitude et de tension. Le projet de remplacement proposé par l'industriel concernerait l'installation d'une usine de tuyauterie pour alimenter les réacteurs nucléaires en construction ; il participerait donc à la stratégie de l'entreprise de relancer le nucléaire en France.

À Saint-Avold, la trajectoire poursuivie est la **constitution d'un pôle énergétique bas-carbone**, caractérisé entre autres par l'éclatement et la diversification des unités de production

[340] Ouest France, « De la centrale à charbon à l'usine de tuyau pour le nucléaire : quel est le projet pour Cordemais ? », 28 septembre 2024.

industrielle. Cette reconversion est facilitée par le fort engagement de certains acteurs locaux, investis depuis longtemps dans le développement industriel de ce territoire, ainsi que par la proximité de consommateurs industriels, français et allemands, engagés dans la décarbonation de leurs activités. Le dernier revirement de situation en date est l'abandon du projet de centrale biomasse au profit d'une centrale à gaz[341], ce qui ne remet toutefois pas en cause les autres projets industriels sur le site.

À Gardanne-Meyreuil, la multiplicité des projets envisagés et les difficultés rencontrées pour chacun rendent difficiles l'identification d'une trajectoire de transition spécifique. On perçoit malgré tout une tentative de GazelEnergie de construire, comme à Saint-Avold, un pôle énergétique bas-carbone. Celui-ci est néanmoins confronté à une forte conflictualité, cristallisée depuis deux décennies autour du site industriel et de ses projets de reconversion, qui influence la réalisation – ou au contraire – la mise en échec de nouveaux projets.

Quatre grandes catégories de facteurs territoriaux influencent la définition des trajectoires de transition

En dépit de l'incertitude des trajectoires poursuivies, certains facteurs ont localement exercé leur influence sur les choix effectués par les acteurs pour la reconversion des sites. On en distingue quatre grandes catégories.

On distingue en premier lieu la catégorie des **facteurs politiques**. La mise en œuvre des Pactes de territoire présente une forme spécifique d'*organisation des acteurs locaux*, plusieurs fois approuvée pour sa capacité à « réunir tous les acteurs autour de la table » et, ce faisant, à offrir un espace de co-construction et de mise en débat de la transition au niveau local. Cette organisation bénéficie du *soutien de l'État* à travers le rôle central accordé aux sous-préfectures ou aux SGAR dans le pilotage des Pactes, qui passe entre autres par la création de cellules d'ingénierie territoriale, l'arbitrage des conflits locaux et le financement des études de faisabilité. On retiendra finalement de ces Pactes une forme de *gouvernance* hybride, croisant des logiques *top-down* (initiative de l'État centralisé et arbitrages nationaux) et *bottom-up* (remontée des initiatives locales). Cet engagement politique passe aussi par un accompagnement économique, avec un *budget* alloué par l'État pour accompagner la reconversion des sites et des salariés. Celui-ci se limite à dix millions d'euros par territoire, il est donc loin de pouvoir couvrir à lui seul les dépenses attendues pour assurer une continuité industrielle et sociale. Il donne cependant l'impulsion nécessaire pour la mobilisation d'autres sources de financement (fonds propres, investissements privés, appels à projets...). Le fonds charbon a ainsi été décrit par certains sous-préfets comme un levier d'attraction et de

[341] France Bleu, « 'L'État doit trancher' : GazelEnergie propose deux nouveaux projets pour sauver la centrale à charbon de Saint-Avold », 19 juillet 2024.

négociation de nouveaux projets de développement. Une deuxième catégorie rassemble les **facteurs spatiaux**. La présence de certains actifs facilite en termes de coût et de temps l'installation de nouveaux projets industriels : la proximité des *réseaux de transport* (train, routes) permet par exemple d'accéder à de nouvelles aires d'approvisionnement en ressources, tandis que le raccordement fonctionnel aux *réseaux techniques* (eau, électricité, gaz) favorise l'implantation de projets énergétiques. La *localisation* joue évidemment un rôle de premier ordre : la contiguïté spatiale de zones urbanisées avec le site industriel constitue un frein dans le cas de Gardanne-Meyreuil en raison des nuisances, pollutions et risques associés à l'activité industrielle par les communautés de riverains. De même, l'appartenance du site havrais au périmètre de la zone industrialo-portuaire explique en grande partie le choix d'une réorientation du foncier vers des activités portuaires. A contrario, la proximité de la centrale de Saint-Avold avec la plateforme pétrochimique de Carling et avec l'Allemagne garantit des consommateurs industriels aux nouveaux projets. La *disponibilité foncière*, au sein des sites comme à l'échelle des territoires (métropole, Région), est un autre facteur de définition des trajectoires de reconversion. De fait, l'accès à un foncier à caractère industriel tend à se faire de plus en plus rare, et la pression qui en résulte de la part des pouvoirs publics et des industriels établit parfois une concurrence entre les porteurs de projet, en témoigne le nombre de projets auditionnés par la commission Industrie du Pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. Pour finir, la construction de *ressources* contribue quant à elle à définir la nature des trajectoires de transition. Celles-ci sont tantôt génériques (hydrogène à partir d'électricité renouvelable issu des réseaux, biomasse forestière), tantôt spécifiques (structuration de filières déchets : organiques, textiles, plastiques...). Les *besoins économiques* des territoires sont tout aussi déterminants. Ce facteur montre particulièrement son influence dans le cas du territoire de la centrale de Saint-Avold. Contrairement aux trois autres, qui se distinguent par un taux de chômage relativement faible, le territoire Est-mosellan a souffert du déclin des charbonnages, entraînant une perte d'attractivité économique et la diminution des opportunités d'emploi. Le redéveloppement industriel du site ouvre donc des perspectives économiques non négligeables pour le territoire. Enfin, il est impératif de considérer les *trajectoires territoriales de transition* dans le sens où les trajectoires de reconversion des sites ne sont pas nécessairement en cohérence avec celles du territoire qui les accueille. Par exemple, les communes de Gardanne et de Meyreuil ont inscrit le maintien de l'industrie sur le site dans leur Pacte territorial ; cette décision a toutefois négligé la mutation des communes vers le développement d'une économie tertiaire qui a vu un appauvrissement des rapports de la population avec l'industrie. Pour la centrale du Havre, d'autres espaces ont été privilégiés par les collectivités territoriales le long de l'axe Seine pour faire l'objet de politiques industrielles ; le site en lui-même s'intègre dans des dynamiques portuaires qui prédominent sur une reconversion industrielle et énergétique. À l'inverse, la reconversion des centrales de Saint-Avold et de Cordemais est cohérente avec les stratégies territoriales à de multiples échelles car elle est reconnue comme porteuse de développement économique, d'attractivité, de préservation des emplois et des capacités de production. Une

troisième catégorie rassemble ensuite les **facteurs socio-culturels**, notamment liés à la valorisation des héritages. Au niveau social, ces héritages industriels se retrouvent par exemple dans les *trajectoires personnelles des acteurs-clefs,* qui influencent leurs prises de décision. À Saint-Avold comme à Gardanne-Meyreuil, les liens des élus locaux avec l'histoire de la mine, que ce soit par leur expérience personnelle ou par celle de leurs proches, a joué en faveur du maintien d'une activité industrielle sur les sites et la réactivation de réseaux d'acteurs anciens. L'inclinaison des populations locales à associer aux projets l'idée d'un *risque industriel*, qu'il soit bien réel ou seulement perçu, vient peser sur l'intégration territoriale des infrastructures de production. Comme nous l'avons vu à Gardanne-Meyreuil, la perception d'un risque peut justifier la mobilisation des populations locales contre la réalisation d'un projet. De manière plus générale, nous avons vu comment la problématique des *conflits* vient remettre en question certains choix de transition, tout en créant de nouvelles opportunités pour d'autres projets. Enfin, nous identifions la catégorie des **facteurs socio-stratégiques**. En tant qu'entreprises multinationales, EDF et GazelEnergie poursuivent des intérêts qui leur sont propres et leur statut de propriétaires du foncier et/ou des infrastructures leur assure un avantage décisif dans le processus final de décision. La *stratégie de l'opérateur* oriente donc la nature des projets attendus pour la reconversion des sites, selon que l'entreprise cherche à assurer une mission de service public, s'ouvrir à de nouveaux marchés économiques ou simplement maintenir une activité industrielle compétitive. Les deux entreprises assurent par ailleurs une gestion différente de la *problématique socio-économique*, qui se répercute sur le bon fonctionnement des unités de production. Nous avons montré comment l'adoption d'un plan social fondé sur un grand nombre de licenciements peut, dans ce milieu très syndicalisé qu'est l'industrie, susciter des conflits, entraîner un arrêt anticipé de la centrale, le blocage des unités de production ou encore une dégradation du dialogue social entre les parties prenantes.

Le devenir des sites industriels après l'arrêt de leur activité est loin d'être un sujet nouveau et les perspectives de reconversion ont alimenté de nombreuses productions scientifiques dans des disciplines très variées. Procédant à une revue de littérature scientifique sur les projets de redéveloppement des sites post-industriels, les travaux de Ravaz et al. (2024) synthétisent par exemple les facteurs territoriaux contribuant à façonner des trajectoires de reconversion. Les facteurs identifiés par les auteurs font assez largement écho aux nôtres, tout en trouvant leur limite dans leur intérêt pour le devenir des friches industrielles. Les résultats présentés ici se démarquent à l'inverse par le caractère actif des sites à l'étude, impliquant une continuité sociale, technique et énergétique dans le changement d'activité. Nous pensons donc que les éléments relevés lors de notre analyse peuvent éclairer de futurs cadres d'action s'intéressant à la reconversion d'unités de production industrielle et/ou énergétique.

Apports théoriques : réinvestir les études territorialisées sur l'industrie pour mieux cerner les transitions énergétiques à venir

Parmi tous les travaux doctoraux en géographie de l'énergie menés ces vingt dernières années, cette thèse présente la particularité d'associer des problématiques industrielles aux analyses sur les recompositions territoriales induites par les transformations du système énergétique français. Ces problématiques tiennent autant à la nature de nos infrastructures de production de l'énergie qu'aux politiques nationales post-COVID engageant la réindustrialisation du pays. L'étude de la transition énergétique sur les sites des centrales à charbon repose dès lors sur des problématiques toutes autres en matière d'aménagement, et suppose un élargissement théorique autour des nouveaux « territoires énergétiques ». Nos réflexions se sont portées sur le devenir de ces grandes infrastructures de production, ancrées depuis des décennies sur leur territoire, participant au développement social et économique local ainsi qu'à la stabilité du système énergétique, et dont la mutation productive a des effets sociaux, environnementaux, économiques, fiscaux, paysagers, de grande ampleur. **La construction du sujet de recherche autour du triptyque énergie-industrie-territoire prend donc son sens dans l'indissociabilité de ces trois systèmes complexes, qui s'alimentent les uns les autres par le biais de leurs interactions, contradictions et complémentarités** ; ces trois systèmes constituent ce faisant les piliers d'un nouveau *nexus* (Urbinatti et al., 2020). Il s'agit ici d'une contribution scientifique aux travaux émergents sur la décarbonation des filières industrielles et la définition de « trajectoires territoriales de transition ». Nul doute que ce champ d'étude poursuivra son essor dans les années à venir au regard des contraintes environnementales édictées aux niveaux européen et national qui imposent une mutation des modes de production. Ces contraintes viennent tout autant peser sur le paysage industriel français que sur celui d'autres pays industrialisés en Europe et ailleurs, comptant de nombreuses centrales fonctionnant encore à partir de charbon ou d'hydrocarbures.

Le croisement de ces trois approches – énergie, industrie, territoire – nous pousse à considérer une définition de la transition énergétique qui prenne en compte les spécificités propres à chacune. Il s'agit aussi de traduire l'importance des enjeux industriels au sein d'un secteur en pleine mutation, qui tend à redevenir une priorité des politiques publiques tout en restant fortement contraint au niveau environnemental. Dans ce contexte, **la transition énergétique se révèle un processus de défossilisation du système énergétique par la mutation du système productif vers des modes de production bas-carbone ancrés dans les territoires**. La transition énergétique contribue ainsi à assurer, outre les aspects de réduction des émissions de carbone, la souveraineté du territoire national tout comme le développement social et économique local. Enfin, la transition énergétique nécessite de travailler la qualité du rapport qui unit l'industrie au territoire, rapport qui fournit les conditions de réussite ou de mise en échec des projets énergétiques.

Apports opérationnels : prendre en compte les rapports territoire-industrie dans les scenarii de prospective et les stratégies d'aménagement

Tous les territoires ne sont pas égaux face à la transition énergétique, certains se trouvent plus prédisposés que d'autres à engager les mutations nécessaires et attendues. Ces inégalités se traduisent entre autres par la capacité des territoires à se saisir des opportunités – politiques, économiques – d'engager de nouvelles trajectoires de développement. Cette thèse a en effet montré que certains sites et espaces se prêtent moins que d'autres à la mise en œuvre de la transition énergétique et industrielle, que ce soit pour des raisons de rejet local (Gardanne-Meyreuil) ou de concurrence avec d'autres enjeux de développement (Le Havre). Nos résultats empiriques tendent ainsi à nuancer les préconisations de l'ADEME qui indique, dans son rapport *Transition(s) 2050* publié en 2021 et réactualisé en avril 2024, que la transition repose sur l'investissement des collectivités territoriales. Or, **il ne s'agit pas seulement de « *révéler le potentiel de chaque territoire* » mais bien d'identifier avant toute chose lesquels sont les plus aptes à accueillir de nouvelles activités productives**. Cela, dans un double intérêt : (1) anticiper certains blocages locaux, qui naîtraient de l'inadéquation des trajectoires choisies avec les attentes du territoire et (2) faire de la transition énergétique une opportunité de développement pour les territoires qui en ont l'appétence plutôt que de l'imposer à ceux qui privilégient d'autres stratégies de développement.

L'ADEME reconnaît de manière générale une transformation inévitable et nécessaire du secteur industriel dans la poursuite d'une transition bas-carbone, à la fois due à une mutation de la demande (diminution des volumes, exigences de durabilité) et à une injonction politique à la décarbonation. Cette transformation du secteur suppose alors « *une mutation des modèles d'affaires, de la structuration des emplois et compétences et l'intégration plus forte de matières premières issues du recyclage* » [342]. Si tous ces éléments sont, indubitablement, des prérequis à la transformation du secteur industriel, il en est un autre qui est, à nos yeux, sous-estimé par les aménageurs. Il est en effet apparu nécessaire de reconstruire un lien ou une synergie entre l'industrie et son territoire, lorsque celui-ci a disparu, afin de renégocier les rapports coûts/bénéfices de l'activité en question. L'objectif est *in fine* de travailler à l'intégration de l'industrie dans les territoires, mais en dépassant la vision duale trop souvent pratiquée d'une sacralisation des projets industriels et d'une stigmatisation des territoires dans leur opposition. Comme indiqué dans le rapport, il est attendu que la « *coopération de l'ensemble des acteurs locaux renforcera la désirabilité des transformations nécessaires et l'acceptation des conséquences en termes d'emploi, d'évolution des activités, d'implantation de nouvelles infrastructures, etc.* »[343]. Formulé à demi-mots, ce souhait d'accroître « l'acceptabilité sociale » des nouvelles infrastructures reposerait sur l'engagement des élus dans la « sensibilisation » des

[342] ADEME, *Transition(s) 2050, choisir maintenant, agir pour le climat*, Synthèse, nouvelle édition 2024, p.4.
[343] ADEME, *Transition(s) 2050, choisir maintenant, agir pour le climat*, Feuilleton Territoires, édition 2024, p.30.

populations. **Nous postulons au contraire qu'il est nécessaire de repenser le rôle de l'industrie dans l'organisation des territoires en promouvant une logique de co-construction et de « compensation territoriale »**. Les processus conflictuels observés autour du site de Gardanne-Meyreuil invitent à penser le conflit comme une opportunité de renégociation sociale des attentes liées à la transition énergétique ; reconnaître leur légitimité constituent alors le premier pas vers leur régulation durable (Weber, 2018). Il est par ailleurs important de reconnaître la multitude des causes de mise en échec des projets énergétiques et/ou industrielle car la conflictualité rencontrée sur un territoire ne saurait être la seule explication aux difficultés de réalisation d'un projet : dans notre cas, celles-ci s'expliquent tout autant par des changements de stratégie d'entreprise (à Cordemais), par la poursuite d'une stratégie territoriale contradictoire (au Havre) ou par l'abandon de partenaires économiques (à Saint-Avold).

Limites et perspectives de recherche

Intégrer les arbitrages nationaux et économiques dans la construction des trajectoires de transition

Le sujet de recherche portait sur les facteurs territoriaux intervenant dans le processus de reconversion des sites des centrales à charbon mais ceux-ci ne sauraient expliquer à eux seuls les choix effectués en matière de trajectoires de transition ni les conditions de leur réussite. **Les enquêtes de terrain ont révélé des zones d'ombre et d'incertitude au cours de certaines étapes de réalisation des projets, qui tiennent pour une grande part à l'opacité des décisions prises au sein des grandes entreprises et des institutions centralisées**. On peut citer pour l'exemple l'abandon par EDF, fin septembre 2024, du projet EcoCombust pour cause de non-viabilité économique de la production d'électricité à partir de black pellets[344]. Le projet, qui connaît depuis 2015 une histoire mouvementée mais qui avait finalement été validé par le gouvernement en septembre 2023, se trouve ainsi remis en question à quelques étapes seulement de son lancement. De même, le projet des salariés de la centrale de Gardanne-Meyreuil nécessitait de la CRE l'obtention d'un tarif de rachat préférentiel du biogaz produit mais, à l'automne 2024, celui-ci se fait encore désirer et retarde la réalisation du projet. Dans de nombreux cas, la concrétisation des projets de reconversion est tributaire de stratégies économiques et d'arrangements politiques poursuivis à des échelles de rang supérieur, notamment dans les plus hautes sphères de l'administration française (Ministères, Agence Nationale de la Cohésion des Territoires, Commissariat Général à l'Environnement et au Développement Durable, Commission de Régulation de l'Énergie, etc.). Les difficultés techniques à naviguer au sein des multiples institutions de l'État centralisé – difficulté d'accès aux acteurs, turn-over annuel des responsables sur les postes-clefs, bridage de la parole – ont

[344] Ouest France, « Nouveau rassemblement de soutien au projet Ecocombust devant la centrale de Cordemais », 16 avril 2024.

ainsi privé ce travail de recherche d'un éclairage précieux quant aux conditions de réussite ou de mise en échec des trajectoires choisies. Ce travail d'analyse mené au niveau local, au plus proche des territoires, gagnerait donc à être croisé avec une analyse des stratégies d'acteurs au niveau national, prenant en compte les échanges officiels et/ou informels entre représentants de l'État, industriels et acteurs locaux.

Vers une nouvelle géographie de l'énergie ?

Dans l'ensemble, ce travail invite à une relecture du système énergétique français et de son évolution vers une transition bas-carbone. Depuis une vingtaine d'années, de grandes étapes ont été franchies dans la réalisation de la transition énergétique nationale, notamment après l'adoption de politiques communes européennes (Green Deal, RED II) et de stratégies environnementales nationales (PPE, SNBC). Les investissements plus récents des grandes entreprises dans la décarbonation de leurs outils industriels marque une autre étape dans la mutation du système productif français. En 2024, il en résulte un paysage énergétique beaucoup plus diversifié qu'au début du siècle, autant dans les modes de production que dans les produits énergétiques. Parmi toutes les transformations à l'œuvre, celles qui ont été observées autour de nos objets d'étude viennent remettre en question les modèles d'organisation territoriale du système énergétique français qui existaient jusqu'alors, marqués par une forte dichotomie entre des organisations socio-techniques se déployant aux échelles macro et micro. **La mise au jour de « pôles énergétiques bas-carbone » invite plus généralement à questionner les nouveaux espaces et objets relevant de la dimension productive du système énergétique**. Des méga parcs éoliens *offshore* et solaires aux grandes centrales biomasse, en passant par les unités de production industrielle d'hydrogène et les unités de méthanisation, les nouveaux espaces de production de l'énergie fleurissent de part et d'autre sur le territoire, portés par de grandes entreprises dans le cadre de stratégies nationales et régionales favorables. N'appartenant ni totalement à un « modèle centralisé », ni à un « modèle décentralisé », à la fois résultats d'une hybridité et manifestations d'une forme d'intermédiarité, ces exemples rendent compte d'une nouvelle organisation territoriale de l'énergie. **En proposant une lecture des reconfigurations du système énergétique français à une échelle méso, nous souhaitons ici contribuer à la définition d'une nouvelle géographie de l'énergie**, qui met en avant de nouvelles modalités d'organisation des industries et des territoires privilégiant les innovations technologiques, la circularité des ressources, les partenariats publics-privés ou encore la diversification des produits énergétiques.

Annexes

<u>Annexe 1</u> : liste des entretiens réalisés

Représentants de l'État et de ses services déconcentrés

Fonction	Terrain	Date	Durée	Modalité
Sous-préfecture du Havre	Le Havre	23/10/20	26 min	Appel téléphonique
Cadre à la DREAL	Gardanne-M.	23/12/20	1h13	Visioconférence
Cadre à l'ADEME	Commun	06/01/21	20 min	Appel téléphonique
Ancien délégué interministériel à l'avenir des territoires d'implantation des centrales à charbon	Commun	3/11/21	57 min	Appel téléphonique
Cadre à l'ADEME PACA	Gardanne-M.	25/02/22	48 min	Appel téléphonique
Sous-préfecture d'Aix-en-Provence	Gardanne-M.	04/05/22	53 min	Présentiel
Responsable du service économique et France 2030 à la DREETS	Gardanne-M.	09/01/23	1h	Présentiel
Responsable décarbonation de l'industrie à l'ADEME PACA	Gardanne-M.	24/01/23	1h25	Visioconférence
Chargée de mission à la sous-préfecture d'Istres, en charge du Lab Territorial	Gardanne-M.	08/03/23	1h30	Appel téléphonique
Chargés de mission Economie circulaire à l'ADEME	Saint-Avold	12/06/23	1h04	Visioconférence
Chargé d'études EPFGE	Saint-Avold	12/06/23	1h10	Présentiel
Sous-préfecture de Forbach-Boulay	Saint-Avold	16/06/23	1h30	Présentiel
Sous-préfecture du Havre	Le Havre	19/06/23	45 min	Présentiel
Représentant du SGAR Pays de la Loire	Cordemais	27/06/23	1h10	Présentiel
Chargé de mission décarbonation, Pays de la Loire, ADEME	Cordemais	28/06/23	1h03	Visioconférence
Délégué Interministériel à l'avenir des territoires d'implantation des centrales à charbon	Commun	06/07/23	1h20	Visioconférence

Représentants des collectivités territoriales

Fonction	Terrain	Date	Durée	Modalité
Cadre au service Mutations industrielles et transition énergétique de la métropole Aix-Marseille Provence	Gardanne-M.	17/03/21	1h02	Visioconférence
Cadre à la direction générale de l'aménagement du territoire et du développement durable de la Région Sud	Gardanne-M.	29/04/21	40 min	Visioconférence
Chargé de mission à la Communauté d'Agglomération de Saint-Avold	Saint-Avold	11/05/21	1h12	Visioconférence
Cadre au service du développement économique et agricole de la communauté urbaine	Le Havre	18/05/21	40 min	Visioconférence
Sous-préfecture de Seine-Maritime	Le Havre	31/05/21	43 min	Visioconférence
Chargée de mission Territoires d'industrie	Saint-Avold	25/06/21	35 min	Visioconférence
Chargé de mission filière hydrogène à la Région	Saint-Avold	16/07/21	1h	Visioconférence
Cadre au service du développement économique et agricole de la communauté urbaine	Le Havre	20/05/22	1h20 min	Présentiel
Cadre au service Energie de la communauté urbaine				
Cheffe de projet économie circulaire et écologie industrielle à la communauté urbaine				
Chargée de mission Innovation et développement des entreprises à la métropole	Gardanne-M.	14/10/22	1h	Présentiel
Cadre au service Mutations industrielles et transition énergétique de la métropole Aix-Marseille Provence	Gardanne-M.	09/01/23	1h	Visioconférence
Responsable du service Energie à la métropole	Gardanne-M.			
Salarié à l'ORECA	Gardanne-M.	18/01/23	1h	Visioconférence
Cadre au service Mutations industrielles et transition	Gardanne-M.	24/01/23	1h15	Visioconférence

énergétique de la métropole Aix-Marseille Provence				
Responsable transition énergétique à la Région PACA	Gardanne-M.	20/01/23	55 min	Présentiel
Chargé de mission à la Communauté d'Agglomération de Saint-Avold	Saint-Avold	15/06/23	1h15	Présentiel (IUT)

Acteurs économiques et industriels

Fonction	Terrain	Date	Durée	Modalité
Ancien cadre sur les mobilités électriques chez Enerdis	Commun	25/11/20	1h56	Visioconférence
Ancien cadre chez Uniper France	Saint-Avold et Gardanne-M.	26/11/20	1h22	Visioconférence
Cadre à la SEMAG	Gardanne-M.	27/11/20	34 min	Visioconférence
Cadre au Pôle de Plasturgie de l'Est	Saint-Avold	23/06/21	2h	Présentiel
Cadre chez GazelEnergie	Saint-Avold	24/06/21	1h	Présentiel
Cadres chez Haropa Port	Le Havre	28/06/21	50 min	Présentiel
Cadre chez EDF	Le Havre	29/06/21	2h30	Présentiel
Chefs de projet chez H2V Industry	Saint-Avold	06/07/21	52 min	Visioconférence
Cadre chez Capenergies	Gardanne-M.	6/10/21	50 min	Appel téléphonique
Ancien cadre chez Uniper France	Saint-Avold et Gardanne-M.	30/11/21	1h15	Visioconférence
Cadre chez Capenergies	Gardanne-M.	03/01/22	1h10	Visioconférence
Cadre au Pôle de Plasturgie de l'Est	Saint-Avold	31/03/22	1h35	Présentiel
Chargé d'opérations Energie à la SEMAG	Gardanne-M.	12/10/22	1h45	Présentiel
Responsable Stratégie Foncière chez ENOE	Gardanne-M.	12/10/22	1h15	Présentiel
Responsable du développement territorial chez Hynamics	Gardanne-M.	12/10/22	50 min	Visioconférence
Chargée de communication pour Hy2gen	Gardanne-M.	12/12/22	1h10	Présentiel
Responsable transition énergétique au GPMM	Gardanne-M.	10/01/23	1h	Visioconférence
Cadre chez Capenergies	Gardanne-M.	10/01/23	1h15	Visioconférence
Membre de l'association PIICTO	Gardanne-M.	12/01/23	1h15	Présentiel

Responsable développement de filières à Provence Promotion	Gardanne-M.	13/01/23	1h10	Présentiel
Responsable projet international, énergies de demain chez *RisingSUD*	Gardanne-M.	15/02/23	2h30	Visioconférence
Directeur de projets développement Rhône-Méditerranée à H2V	Gardanne-M.	04/04/23	1h15	Présentiel
Cadre au Pôle de Plasturgie de l'Est	Saint-Avold	14/06/23	1h40	Présentiel
Cadre chez GazelEnergie	Saint-Avold	12/07/23	40 min	Visioconférence

Élus politiques

Fonction	Terrain	Date	Durée	Modalité
Députée des Bouches-du-Rhône, 14e circonscription	Gardanne-M.	07/01/21	56 min	Présentiel
Député du Havre	Le Havre	28/06/21	1h	Présentiel
Député des Bouches-du-Rhône, 13e circonscription	Gardanne-M.	16/01/23	1h	Présentiel

Acteurs associatifs et syndicaux

Fonction	Terrain	Date	Durée	Modalité
Représentant d'associations environnementales locales	Gardanne-M.	01/02/21	1h30	Visioconférence
Bénévole de l'association GECNAL Pays de Nied	Saint-Avold	22/06/21	3h15	Visite de terrain
Représentant syndical de la centrale de Provence	Gardanne-M.	30/11/21	2h	Présentiel
		15/02/22	24 min	Appel téléphonique
Représentant syndical de la centrale Emile Huchet	Saint-Avold	01/04/22	1h23	Présentiel
Représentant du CIQ local et riverain	Gardanne-M.	08/06/22	1h47	Présentiel
Représentant syndical de la centrale de Provence	Gardanne-M.	14/06/22	1h45	Présentiel
Représentant syndical de la centrale de Provence				
Représentant syndical de la centrale du Havre	Le Havre	23/06/22	21 min	Appel téléphonique
Représentant syndical de la centrale de Cordemais	Cordemais	28/06/22	1h30	Présentiel
Représentant syndical de la centrale de Cordemais	Cordemais			

Représentant syndical de la centrale de Provence	Gardanne-M.	13/10/22	2h	Présentiel
Représentant syndical de la centrale Emile Huchet	Saint-Avold	13/06/23	1h40	Présentiel

Chercheurs et experts indépendants

Fonction	Terrain	Date	Durée	Modalité
Consultante à la sous-préfecture d'Aix-en-Provence	Gardanne-M.	05/01/21	1h10	Visioconférence
		28/01/21	1h	Visioconférence
Professeur des universités en géographie	Le Havre	26/04/22	50 min	Visioconférence
		19/05/22	1h15	Présentiel
Professeur des universités en géographie	Le Havre	20/05/22	43 min	Présentiel
Chargé de recherche en géographie au CNRS	Cordemais	23/06/22	40 min	Visioconférence
Géographes spécialistes des coopérations transfrontalières	Saint-Avold	13/06/23	2h	Présentiel
Chargé de recherche en géographie au CNRS	Cordemais	26/06/23	1h	Présentiel (université)

<u>Annexe 2</u> : codage thématique du corpus d'articles de presse portant sur la centrale thermique de Provence

Codage	Intitulé des modalités	Explications
1.	UN ESPACE EN CONSTRUCTION	
1.1	Formalisation d'une volonté de mobilisation des acteurs	CTE, pactes territoriaux, groupes de travail
1.2	Jeux d'acteurs	Partenariats, négociations, changement de propriétaires
1.3	Projets envisagés	Détails et avancée des projets envisagés, financements
2.	UN ESPACE EN TENSION	
2.1	Blocages internes et volontaires des sites	Manifestations, grèves, revendications des salariés et syndicats
2.2	Blocages externes et/ou involontaires des sites	Problèmes liées au réseau électrique, arrêtés administratifs, accidents techniques
2.3	Oppositions aux projets	Mobilisation d'acteurs de l'opposition (associations environnementales)
2.4	Climat social	Inquiétude des salariés quant à l'avenir du site, menaces sur l'emploi, suppression de postes, PSE
3.	UN ESPACE EN TRANSITION	
3.1	Fin de l' « ère charbon »	Arrêt des centrales, fin d'une industrie, suppression de postes (constat)
3.2	Nouvelle dynamique économique et/ou énergétique	Avenir, opportunités, potentiel des sites, projection dans une nouvelle ère industrielle
3.3	Mise en œuvre des projets	Réalisations, premiers essais et résultats

<u>Annexe 3</u> : contenu des Pactes de territoire

Axes structurants et fiches-actions du Pacte du Havre

Source : programme d'actions du Pacte territorial pour la transition écologique et industrielle du Havre, janvier 2020.

AXE 1 – CONDUIRE LES TRANSITIONS DU PAYSAGE INDUSTRIALO-PORTUAIRE		
1.1 Accompagner la transition industrielle en implantant de nouvelles activités répondant aux enjeux écologiques	1.1.1	Reconversion du site de la centrale EDF
	1.1.2	Accompagner l'installation d'usines de construction et d'assemblage de composants des éoliennes offshore au Havre
	1.1.3	Développer des activités de déconstruction/démantèlement
	1.1.4	Développer des activités industrielles autour de la chimie biosourcée
	1.1.5	Accompagner la mise en place d'une filière autour de la production de véhicules électriques
1.2 Réduire l'empreinte écologique de la zone industrialo-portuaire par la structuration de filières énergétiques (hydrogène, photovoltaïque)	1.2.1	Promouvoir la filière hydrogène
	1.2.2	Lancer la démarche de « Pacte solaire »
1.3 Optimiser le foncier disponible pour l'implantation de projets de développement économique	1.3.1	Faciliter les compensations foncières à titre environnemental
	1.3.2	Mettre en place un guichet unique réglementaire - Accompagnement des projets par l'Etat
1.4 Soutenir le développement d'une plateforme industrielle	1.4.1	Soutenir et structurer le développement d'une plateforme industrielle
	1.4.2	Engager la mutation du terminal multivrac d'HAROPA - Port du Havre
1.5 Consolider la prévention et la gestion des risques	1.5.1	Déployer l'alerte en masse des populations
	1.5.2	Renforcer la sécurité dans la zone industrialo-portuaire dans les domaines de l'alerte et de l'intervention
AXE 2 – METTRE EN CIRCULARITE LES RESSOURCES PRODUITES SUR LE TERRITOIRE ET A PROXIMITE		
2.1 Accompagner l'agriculture pour renforcer une alimentation locale	2.1.1	Développer une plateforme de transformation et de distribution de produits alimentaires locaux dans le cadre d'une animation territoriale sur le développement des filières alimentaires locales
	2.1.2	Mettre en place les outils pour préserver un foncier agricole respectueux de l'environnement et valoriser les paysages ruraux
	2.1.3	Développer une production maraîchère innovante en zone urbaine
2.2 Valoriser les déchets et les coproduits du territoire (production de gaz vert, réemploi, recyclage…)	2.2.1	Développer un méthaniseur de déchets agricoles
	2.2.2	Etudier l'opportunité de revaloriser les boues de STEP et de sédiments de dragage
	2.2.3	Appuyer le projet de préfiguration d'une usine de méthanation par pyro-gazéification de déchets de bois et de CSR (Projet Salamandre)
	2.2.4	Créer une plateforme de préparation de combustibles solides de récupération et biomasse
	2.2.5	Engager une étude amont sur les déchets pour développer des filières de recyclage et valorisation locales

	2.2.6	Étudier l'opportunité de production de méthanol vert à partir de déchets ou CO2
2.3 Valoriser les productions de vapeur/chaleur industrielle	2.3.1	Valoriser la chaleur coproduite par les activités économiques et déployer les réseaux de chaleur du Havre Sud et de Biosynergie
	2.3.2	Soutenir l'extension des réseaux de vapeur/chaleur pour approvisionner les industriels de la ZIP
2.4 Développer un écosystème de services basé sur le partage de données et l'utilisation de canaux d'information innovants	2.4.1	Engager une étude d'opportunité et développer une offre de service pour le déploiement de l'écologie industrielle et territoriale sur le territoire havrais
	2.4.2	Mettre en place un cas d'étude sur les flux alimentaires - Toile alimentaire à exploiter pour développer les filières locales
	2.4.3	Expérimenter un projet de micro grid piloté avec la 5G
AXE 3 – ACCOMPAGNER LES OPERATEURS DE TOUS LES MODES DE TRANSPORT DANS LA PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET FACILITER LES DEPLACEMENTS SUR LE TERRITOIRE		
3.1 Développer des solutions fluidifiant le trafic des salariés et marchandises sur la Zone industrialo-portuaire (ZIP)	3.1.1	Créer une plateforme de coordination des gestionnaires d'infrastructures de transport - MOBI-SMART PORT
	3.1.2	Développer et mettre en cohérence les Plans de déplacements entreprises sur la ZIP
	3.1.3	Renforcer la desserte en transport en commun sur l'ensemble de la ZIP (extension du réseau de transport en commun)
	3.1.4	Redynamiser la desserte ferroviaire de marchandises sur le port ancien
3.2 Déployer la mobilité en énergie propre À l'échelle de la communauté urbaine	3.2.1	Développer un service de transport en commun en énergie propre avec une flotte nouvelle
	3.2.2	Développer une flotte propre
	3.2.3	Renforcer l'offre de location de vélos
	3.2.4	Développer la mobilité hydrogène
	3.2.5	Développer la mobilité électrique sur le territoire
	3.2.6	Implanter des stations au GNV accessibles aux transporteurs privés transitant sur le port
	3.2.7	Viser l'avitaillement des barges fluviales, bateaux de croisière et navires marchands par du gaz naturel liquéfié
	3.2.8	Développer l'approvisionnement électrique à quai des bateaux fluviaux et des navires maritimes
	3.2.9	Expérimenter la liaison entre le terminal croisière et le centre-ville du Havre via des véhicules autonomes
3.3 Favoriser les mobilités quotidiennes et touristiques par le renforcement de l'intermodalité et des cheminements doux	3.3.1	Améliorer la traversée de l'estuaire, du pont de Normandie et de la ZIP par les modes actifs
	3.3.2	Renforcer la desserte touristique du littoral
AXE 4 – RESTAURER, VALORISER ET PROMOUVOIR LES ESPACES NATURELS LITTORAUX ET ESTUARIEN		
4.1 Valoriser un patrimoine naturel d'exception d'Etretat jusqu'à l'embouchure	4.1.1	Mettre en œuvre le plan d'actions de l'Opération Grand Site Falaises d'Etretat - Côte d'Albâtre et s'assurer de sa connexion à son hinterland
	4.1.2	Développer l'attractivité de la réserve naturelle nationale de l'Estuaire de la Seine par le renforcement de l'accessibilité et la

		signalétique ainsi que la création d'équipements touristiques écoresponsables permettant d'accueillir de nouvelles activités
	4.1.3	Assurer les continuités pédestres entre Etretat et le Havre et mettre en place une stratégie foncière idoine
4.2 Restaurer les fonctionnalités écologiques pour enraciner l'attrait du territoire	4.2.1	Préserver et aménager durablement les falaises de Dollemard au Havre
	4.2.2	S'approprier les résultats du projet REPERE (Référentiel partagé sur les priorités de restauration des fonctionnalités des milieux estuariens de la vallée de Seine-Aval)
	4.2.3	Adapter la gestion des prairies subhalophiles pour préserver et améliorer ce milieu d'exception au sein de la réserve de l'estuaire de la Sein
	4.2.4	Accompagner l'activité de la structure AQUACAUX
	4.2.5	Réduire l'impact sur le milieu du traitement de la végétation sur les voies ferrées
4.3 Présenter à tous les richesses patrimoniales, paysagères et naturelles du territoire	4.3.1	Définir la stratégie de sensibilisation auprès des citoyens et mettre en valeur les richesses écologiques
	4.3.2	Conforter le label Pays d'Art et d'Histoire dans son volet sensibilisation aux paysages, espaces naturels et qualité du cadre de vie
	4.3.3	Innover dans l'observation environnementale pour améliorer la gestion des milieux
	4.3.4	Favoriser l'investissement privé dans les projets en faveur de la biodiversité et des paysages
AXE 5 – ACCOMPAGNER ET TRADUIRE LE PACTE DANS SA DIMENSION HUMAINE, SOCIALE ET ECONOMIQUE		
5.1 Anticiper l'impact de la fermeture de la centrale EDF	5.1.1	Engager les dispositifs d'accompagnement mobilisables par EDF
	5.1.2	Mettre en place des dispositifs d'accompagnement pour les sous-traitants et leurs salariés
	5.1.3	Mettre en place des dispositifs d'accompagnement pour le terminal charbon et ses salariés
5.2 Accompagner en termes d'évolution des emplois et des compétences les différents projets du Pacte	5.2.1	Identifier les emplois/compétences et les enjeux de formation induits par les actions du Pacte, construire le plan partenarial de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC), ainsi que le plan partenarial de formation correspondant

Axes structurants et fiches-actions du Pacte de Cordemais

Source : programme d'actions du Pacte pour la transition écologique et industrielle de la centrale de Cordemais et de l'estuaire de la Loire, janvier 2020.

Projet 1	Accompagner les salariés
Projet 2	Le projet EcoCombust
Projet 3	Réaliser une étude prospective sur les emplois verts et les besoins de recrutement sur le territoire
AXE 1 – FAIRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE UN LEVIER DE DIVERSIFICATION ET DE DEVELOPPEMENT DES ACTIVITES ET TRAFICS PORTUAIRES	
Projet 4	Accélérer la conversion portuaire du site du Carnet, dédié aux activités éco-technologiques
Projet 5	Créer de nouvelles capacités logistiques à température contrôlée et le réseau de récupération de frigories associé
Projet 6	Créer une unité de réception des matières premières pour l'alimentation du bétail

Projet 7	Créer une unité de réception des matières premières pour matériaux de construction
Projet 8	Créer une capacité de stockage de céréales pour l'exportation
Projet 9	Créer une installation de terminal embranché (ITE) et une station de chargement au terminal méthanier de Montoir de Bretagne
Projet 10	Créer des zones économiques spéciales portuaires
Projet 11	Contribuer à développer une filière hydrogène de Pays de la Loire avec le projet H2 Loire Vallée
Projet 12	Lancer une réflexion prospective sur l'avenir énergétique de l'estuaire
Projet 13	Anticiper la reconversion à terme du site occupé par la centrale de Cordemais
AXE 2 – DEPLOYER DES INNOVATION DE RUPTURES POUR ACCELERER ET AMPLIFIER LA TRANSITION ECOLOGIQUE DE L'ESTUAIRE	
Projet 14	Accélérer et massifier la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires et des logements
Projet 15	Développer la production d'énergie solaire photovoltaïque
Projet 16	Projet « Trifibres »
Projet 17	Déployer le dispositif « objectif rural » sur un territoire pilote de la communauté de commune Estuaire et Sillon
Projet 18	Développer les capacités du port de La Turballe pour répondre aux besoins de maintenance des parcs éoliens en mer
Projet 19	Démonstrateur de production de méthane par couplage gazéification/ méthanation biologique
Projet 20	Une filière bois-énergie au service de la pérennité du bocage
Projet 21	Projet de gazéification hydrothermale sur le territoire Nantes/Saint-Nazaire
Projet 22	Créer un réseau de chaleur industrialo-urbain sur la zone portuaire
Projet 23	Créer une maison de l'entreprise à Saint-Nazaire
Projet 24	Étudier l'opportunité d'un nouveau technocampus « Énergie »
Projet 25	Étude prospective pour l'évolution du site de la Croix Gaudin vers un centre de formation de référence pour la transition énergétique
Projet 26	Accompagnement spécifique de la communauté de communes Estuaire et Sillon en ingénierie de projets
Projet 27	Hôtel d'entreprises de la Communauté de communes Estuaire et Sillon
AXE 3 – DECARBONER LES MOBILITES ET AMELIORER LA DESSERTE DU TERRITOIRE	
Projet 28	Créer une deuxième ligne de bus à haut niveau de service sur la CARENE – Saint Nazaire agglomération
Projet 29	Développer un réseau cyclable structurant le territoire
Projet 30	Accélérer l'usage du gaz naturel véhicule (GNV) sur le territoire
Projet 31	Aménager les échangeurs du Temple de Bretagne et des Quatre nations

Axes structurants et fiches-actions du Pacte de Saint-Avold

Source : annexe 2 du pacte territorial, liste détaillée des fiches-actions au 20 septembre 2021, sous-préfecture de Forbach.

AXE 1 – LA RELANCE ECONOMIQUE ET INDUSTRIELLE DU WARNDT NABORIEN	
1.1a	Création sur le site Emile Huchet d'une chaufferie industrielle Bois Énergie produisant de la vapeur décarbonée
1.1b	Création et développement d'une plateforme d'utilités sur le site Emile Huchet
1.2	Valorisation des déchets organiques de la plateforme
1.3a	Création d'une filière locale d'agro-combustibles
1.3b	Implantation d'une unité industrielle de production de HPCI Green pellet
1.4a	Étude en vue de la création d'une unité de production d'hydrogène vert avec injection dans les réseaux de gaz naturel
1.4b	Structuration et développement d'une filière territoriale de production, stockage et utilisation de l'hydrogène

1.4c	Création d'une unité de production d'hydrogène décarboné et de e-méthanol sur le site Emile Huchet (projet Emil'Hy)
1.5	Création d'une plateforme d'essai, de qualification, d'accréditation et de formation à l'hydrogène énergétique
1.6	Développement économique de la plateforme de Carling/Saint-Avold
1.7	Adaptation et développement de l'activité logistique de la plateforme de Carling/ Saint-Avold – Desserte ferroviaire
1.8	Planification et développement des énergies renouvelables thermiques (COT EnR)
1.9	Planification et coordination du développement et du déploiement des énergies renouvelables électriques et thermiques solaires de fortes puissances
1.10	Accompagnement des sous-traitants de la tranche 6 de la centrale Émile Huchet
1.11	Mise en place d'une cellule de coordination de l'aide au recrutement pour la plateforme de Carling/Saint-Avold
1.12	Hackathon des compétences
1.13	Site pilote de batteries stationnaires à Saint-Avold
1.14a	Soutien à l'aménagement de zones d'activité économique : Composite Park de Saint-Avold
1.14b	Soutien à l'aménagement de zones d'activité économique : Créhange et Parc industriel de Faulquemont
1.14c	Soutien à l'aménagement de zones d'activité économique : Parc d'activité communautaire de la Rosselle sur la friche de l'ancien Parc à charbon
1.14d	Soutien à l'aménagement de zones d'activité économique : Warndt Park, Houve et Parc d'activité sud
1.14e	Création d'un atelier d'expérimentation et de fabrication au Warndt Naborien
1.15	Projet ReSolute (CIRCA)
AXE 2 – AU SERVICE DES HABITANTS ET DES ACTEURS DU WARNDT NABORIEN	
2.1	Développement d'un écosystème local de rénovation énergétique des bâtiments
2.2	Planification et coordination du développement et du déploiement des énergies renouvelables électriques et thermiques solaires de faibles/moyennes puissance (<250 kWc)
2.3	Développement de l'offre de mobilité durable sur le territoire
2.4	Renforcement de l'attractivité des établissements de formation professionnelle
2.5	Développement de la réalité virtuelle et augmentée dans les formations professionnelles
AXE 3 – UNE ATTRACTIVITE RENOUVELEE DU WARNDT NABORIEN	
3.1	Sensibilisation des citoyens à la transition énergétique
3.2	Création de zones à fiscalité attractive dans le contexte transfrontalier
3.3	Adaptation du zonage d'aide à finalité régionale (AFR)
3.4	Connaissance et valorisation du foncier des friches industrielles
3.5	Relance du domaine touristique de la Mutche
3.6	Restauration et amélioration de l'état écologique des milieux humides
3.7	Étude hydraulique avec la gestion des remontées de nappes sur les bassins de la Bisten et de la Roselle
3.8	Gestion de la qualité des eaux superficielles. Traitement des eaux usées au niveau de la plateforme de Carling/Saint-Avold
3.9	Développement des filières maraîchage et arboriculture
3.10	Structuration et diversification des exploitations du territoire en volaille de chair et d'œufs
3.11	Aides aux débouchés potentiels en viande porcine de production locale
3.12	Création d'un centre de référence de la bière brassée à la main
3.13	Création d'une restauration collective et ateliers de transformation sur des friches industrielles
3.14	Création d'une exploitation aquaponique sur des friches industrielles
3.15	Création d'une exploitation agricole en entreprise individuelle
3.16	Création d'un pôle touristique de loisirs sur la carrière du Barrois
3.17	Protection, acquisition de connaissances et ouverture au public des gîtes à chiroptères des « Mines du Warndt »
AXE 4 – LA SANTE AU CŒUR DU PROJET DE TERRITOIRE	

4.1	Élaboration d'un contrat local de santé (CLS)
4.2	Création et développement d'une unité industrielle de production de dispositifs de décontamination

Axes structurants et fiches-actions du Pacte de Gardanne-Meyreuil

Source : liste détaillée des fiches-actions inscrites dans le Pacte territorial de Gardanne-Meyreuil, sous-préfecture d'Aix-en-Provence, avril 2023.

AXE 1 - ÉNERGIE	
E1	Production de biométhanol et d'hydrogène vert (Hybiol)
E2	Réseau de chaleur sur Aix-en-Provence alimenté par la centrale biomasse de Gardanne-Meyreuil (CANTHEP)
E3	Déploiement de panneaux photovoltaïques sur les toits des bâtiments publics de la ville de Gardanne
E4	Déploiement de panneaux photovoltaïques sur les toits des bâtiments publics de la ville de Meyreuil
AXE 2 – MOBILITÉ DÉCARBONÉE	
M1	Station de production et de distribution d'hydrogène décarboné sur la métropole AMP à destination d'usages mobilité lourde
M2	Aménagement fret ferroviaire. Étude d'aménagement des installations ferroviaires fret en gare de Gardanne
M3	Développement des modes actifs autour de Gardanne et Meyreuil : aménagements cyclables et piétonniers, offres de services
M3b	Liaisons vélos : développement des aménagements cyclables pour l'axe Trets-Gardanne via Meyreuil
M4	Service public de fret ferroviaire
M5	Électrification frugale de la ligne de train Aix-Gardanne-Marseille
AXE 3 – ÉCONOMIE CIRCULAIRE	
EC1	Augmenter de manière significative les débouchés pour les produits issus de déchets plastiques français (Carbon Blue)
EC2	Finaliser les pilotes nécessaires à la validation des filières de valorisation et la Bauxaline et développer l'outil industriel indispensable à une valorisation grande échelle
EC3	Transformer l'usine de granulats recyclés en nettoyant les matériaux pour pouvoir fabriquer des granulats recyclés de qualité béton (Durance Granulats)
EC4	Investir dans un centre de tri global, moderne et innovant pour valoriser et recycler les déchets du bâtiment des Bouches-du-Rhône (Mat'ild)
AXE 4 - BOIS	
B1	Installation d'une scierie résineuse articulée sur le fonctionnement de P4B
B2	Étude d'opportunité pôle forêt bois
B3	Identification et accompagnement de porteurs de projet pour le pôle forêt-bois de Gardanne
B4	Élaboration d'une charte forestière sur le territoire métropolitain
B5	Stratégie de médiation pour le développement de la construction bois dans les bâtiments publics
B6	Animation pour le développement de la construction bois dans les bâtiments publics
B7	Étude sur la filière bois : identification du gisement et schéma des dessertes
B8	Développer la chimie du bois en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur
B9	Ouverture d'un BTS Gestion Forestière
B10	Formation aux métiers de la transformation du bois

<u>Annexe 4</u> : thématiques des questions posées lors des réunions de concertation publique du projet Hynovera, entre septembre et novembre 2022.

CNDP	Intervenants		Quels participants à la prochaine réunion ?
			Présence de la sous-préfecture ?
			Absence des élus à la CNDP.
			Où sont les élus ?
			Absence d'experts sur le thème des risques.
			Inégale répartition des débats sur le projet Hynovera et sur les projets alternatifs.
	Accessibilité de l'information	Modalités d'information du public	Périmètre de la concertation : communes concernées ?
			Lieux et publics visés par la concertation mobile ?
			Mise en ligne des documents projetés ?
			Nécessite de disposer des mêmes informations que Meyreuil.
			Pas de concertations mobiles devant les écoles.
			Demande de concertation publique sur le thème de l'argent (financements, subventions).
		Difficulté à obtenir des réponses lors des réunions	Demande que les études d'impact soient réalisées *avant* la concertation.
			Difficulté d'obtenir des réponses dans les réunions.
			Absence de réponse sur la torchère.
			Absence de données précises sur le projet.
			Longs échanges mais aucune réponse.
			Quelle nouveauté dans l'information après cinq heures d'échanges ?
			Absence de réponses lors des réunions, liée à l'ordre du jour, le temps passée aux questions/réponses et au manque d'études.
			Demande d'une réelle concertation (manque de données et allongement de la réunion).
			Concertation inutile, rien à apprendre.
	Liberté d'expression		GE : pourra-t-on parler librement ?
			Grandes lignes du pacte : pourra-t-on parler librement ?
	Objectif de la concertation	Suites données aux réunions de concertation	Malgré toutes les réunions, la décision finale revient au Maître d'Ouvrage ?
			A la fin de la concertation, un rapport sera-t-il communiqué à des instances supérieures ?
			Le bilan prendra-t-il en compte ce qui s'est dit pendant la concertation ?
			Quel recours pour empêcher la réalisation du projet ?
		Concertation inutile car le projet est déjà	Quelle marge de négociation du projet ?
			Le projet est-il acté ?
			Quel est l'intérêt de la concertation si le porteur de projet peut passer en force ?

		politiquement validé	Quel est l'intérêt de la concertation si l'entreprise a déjà levé des fonds ?
			Quel est l'intérêt de la concertation si le projet est déjà ficelé ?
			Quelle utilité des réunions si projet déjà ficelé et signé par les maires ?
	Réaliation de la concertation		Quel est le degré d'indépendance de la CNDP vis-à-vis du porteur de projet ? Qui finance la CNDP ?
			Format trop scolaire des réunions.
			Déroulé de la concertation décidé de manière unilatérale.
			Demande de poursuite des étapes de la réunion.
Projet Hynovera	Précisions techniques		Chiffres pour réaliser l'étude d'impact : prévisionnels sur 2027 ou 2030 ?
			Quid de la torche ?
			Combien y aura-t-il de torchères ? Quelle utilisation ?
			Quels produits exportés lors de la production par le procédé Fischer-Tropsch ? Evacuation par la torchère ?
			Calendrier du chantier ?
			Quel calendrier de mise en œuvre du projet ?
			Détails sur la production de méthane ?
			Références sur ce type de process ?
			Possibilité d'une autre source (déchets) pour la production de méthane ?
			Quels stockages ?
			Pourquoi mettre en avant l'hydrogène alors que vous n'allez pas en produire ?
			Pourquoi ne pas utiliser les mêmes unités de mesure ?
			Les études d'impact et de dangers du projet de Dunkerque sont-ils encore consultables ?
			Une assurance a-t-elle accepté de couvrir le projet ?
			Êtes-vous responsable des intrants et des sortants véhiculés par les sous-traitants ?
			Quels sont les déchets produits ?
			Quid des sous-déchets produits sur le site ?
	Financement		Quels financements pour Hynovera ?
			Quel est le plan de financement sur les 20 prochaines années ?
			Quel intérêt des industriels à financer Hynovera ?
		Actionnariat douteux	Projet décrédibilisé par l'actionnaire Trafigura.
			Pouvez-vous démentir l'implication de vos actionnaires dans certaines affaires ?
			Actionnaires douteux.
	Emploi	Trop peu d'emplois créés	Comment expliquer le ration nombre d'emplois créés//investissements ?

			Faible rapport investissements/emplois créés.
			Ration mauvais de création d'emploi.
			Disproportion subventions publiques/emplois créés.
			Avec autant d'argent, d'autres projets créeraient plus d'emplois.
			Quel niveau d'emploi sera demandé ?
			Quelle perte d'emplois si le train remplace les camions ?
			Déjà beaucoup de d'offre d'emplois industriels sur le territoire et peu de demande.
	Risques et classement Seveso	Types de risques	Quels sont les risques d'une telle usine à proximité d'habitations privées ?
			Si limitation des risques, c'est qu'il y a risques.
			Danger des installations sur la population (statut Seveso) ?
			Quels sont les risques d'explosion dans le projet (liés à la proximité d'écoles) ?
			Transport H2 : dangereux ?
			Quels risques d'explosion ?
			Danger du stockage d'un gaz explosif (H2) à proximité des habitations.
			L'usine peut-elle être à l'arrêt sans danger ?
			Prendre en compte le contexte géopolitique et le danger que représente une centrale en milieu urbain en temps de guerre.
		Classement Seveso	Le site est-il classé Seveso ?
			Classement Seveso seuil bas ou seuil haut ?
			Le classement Seveso indique le degré de risque pour les habitations et écoles alentour.
			Définition de Seveso : concerne le site ou le projet ?
			Classement Seveso : que fera l'entreprise si projet classé seuil haut ? Va-t-elle partir ?
		Mesures d'anticipation des risques	Réserves d'eau prévues trop faibles pour éteindre un éventuel incendie.
			Quelle est la probabilité des risques ?
			De combien allez-vous réduire ces risques ?
			Quelles sont les mesures prises concernant les risques d'explosion de l'oxygène et du méthane ?
		Des risques accentués par un possible effet domino	Peut-il y avoir un effet domino avec l'accumulation d'usines Seveso seuil bas sur un même site ?
			Comment évaluer l'effet domino quand on ne connaît pas encore le deuxième domino ?
			Comment Hynovera peut-elle connaître le schéma logistique de ses voisins à un instant t ?
			Savoir où sont ou seront implantées les autres usines est indispensable pour calculer les risques.
			L'étude de dangers prendra-t-elle en compte les nouvelles installations après Hynovera ?

		Quel zonage du risque autour du site ?	Quelle distance séparera les réservoirs des habitations ?
			Quel périmètre de dangerosité pour le riverains ?
			Quel est le périmètre de sécurité par rapport au site Seveso ?
			Quand saura-t-on à quelle distance on est en danger ?
			Inquiétude quant aux dangers autour du périmètre.
			L'urbanisation en périphérie de la centrale est le véritable problème des risques.
		Aucun retours d'expérience de projets similaires	Absence de benchmark pour éclairer sur les éventuels dangers de l'usine.
			Aucun benchmark sur impacts de projets similaires en Allemagne ?
			Quels sont les retours d'expérience pour les riverains du prototype de Dunkerque depuis 2016 ?
			Allons-nous servir de cobaye ?
		Suspicion d'études biaisées	Etude d'impact sera réalisée par un bureau probablement payé par Hy2gen.
			Que Hy2gen réalise lui-même ses études plutôt que de passer par ses actionnaires, ce serait plus rapide.
			L'étude de risque est-elle validée par une autorité indépendante ? avec quels moyens humains ?
	Impact environnemental		Quels impacts environnementaux ?
			Traçabilité des intrants et sortants ?
			Comment compenser les émissions de GES ?
		Un bilan carbone sous-estimé	Quel bilan carbone ?
			Quel est le bilan carbone de la construction de l'usine ?
			Bilan carbone proposé est correct sur le long terme mais pas sur le court terme (urgence climatique).
			Bilan carbone négatif si on considère la combustion du bois.
	Ressources et approvisionnements	Approvisionnement en électricité	Quel approvisionnement en électricité ?
			Quelle alimentation électrique de la centrale ?
			D'où vient l'électricité ?
			Quel approvisionnement en électricité ?
			Pourquoi pas d'approvisionnement en électricité auprès de GE s'ils produisent de l'électricité verte et peuvent assurer la traçabilité ?
		Approvisionnement en bois	Quelles ressources ?
			Quel périmètre d'approvisionnement en bois ?
			Quel mode d'approvisionnement en bois (camion/train) ?
			Aucune visibilité sur consommation de bois à 2030.
			Quelle différence d'approvisionnement avec la tranche 4 ?

		Des ressources peu vertueuses	Le bois et l'eau sont des ressources faiblement renouvelables.
			Le projet n'est pas vertueux parce que l'électricité utilisée provient du nucléaire.
			Quelle alimentation des camions ?
			Pourquoi s'implanter en Provence alors que les ressources nécessaires ne suivent pas ?
			Quelle autre source de carbone disponible (ex puits de carbone) ?
	Rentabilité du projet		Possibilité de remplacer à terme la biomasse par les déchets pour une question de rentabilité ?
			Disproportion intrants//produits : rendement questionnés.
			Disproportion intrants//produits : rendement questionnés.
			Disproportion taille de l'usine/usages.
			Rentabilité du procédé et équilibre financier par rapport au kérosène d'origine fossile ?
			Comment évolueront les prix si le coût de l'électricité augmente ?
			Quelle rentabilité à long terme du projet par rapport aux ressources premières ?
			Bilan énergétique sera supérieur à ce qui est annoncé.
			Quel sera le prix des biocarburants et quelle rentabilité à long terme ?
			Quel est le coût de l'hydrogène produit ?
	Avenir du projet et de l'entreprise		Quelle projection de croissance de l'entreprise ?
			Quel est le potentiel d'agrandissement du projet ?
			Quelle pérennité du site pour prévenir contre les changements de propriétaires ?
			Les coûts de démantèlement ont-ils été anticipés ?
			Y a-t-il un processus de suivi du projet après l'installation ?
Intégration territoriale du projet	Priorisation des usages	Gestion des ressources en période de crise	Quels approvisionnement et gestion des ressources (eau, électricité) en temps de crise (ex : sécheresse) ? Quelles doivent être les priorités ?
			Quelle priorisation de l'usage des matières premières si crise (ex : pénurie) ?
			Priorisation de l'usage des ressources (sécheresse…).
			Disproportion des besoins en électricité et en eau vis-à-vis de la baisse des ressources (forêt, sécheresse…).
			Concurrence pour les usages des EnR.
			Ressources (bois, eau, paysages) sont des biens communs.
			Invisibilisation des populations dans le projet. Pas de prise en considération ni de chiffres ni d'images.

	Invisibilisation de la population		Non prise en compte des riverains dans l'élaboration du projet.
			Absence de certains mots (nuisances, pollutions, risque, riverains) dans le dossier de présentation du projet.
			Aucune place laissée aux riverains.
			Peu d'intérêt porté sur l'environnement humain dans le dossier, bien qu'il concerne 10 000 habitants.
	Choix du site inadapté	Peu de cohérence vis-à-vis des lieux de consommation	Eloignement du site avec les consommateurs de Fos et de la ressource en eau.
			Critique du choix du site, loin des grands consommateurs de Fos.
			Remise en question du foncier choisi, loin des consommateurs de Fos.
			Gardanne n'est pas au barycentre de la métropole : pourquoi Gardanne ?
		Un site « dangereux » en milieu urbain	Effet domino, risques de concentrer des sites Seveso sur un même territoire
			Proximité Seveso avec les habitations. Aller ailleurs.
			Usine ne peut s'installer à Gardanne, en milieu urbain.
			Opposition à l'hydrogène quand produit en milieu urbain.
			Passage d'un projet pilote à une usine en plein cœur de ville : quel principe de précaution ?
			On ne fait pas un prototype industriel enchâssé dans une zone urbaine.
			Avez-vous envisagé de vous implanter ailleurs ?
			Opposition à ce projet pour son implantation en milieu urbain.
			Quelle possibilité de s'implanter plus au Sud, dans des espaces moins urbanisés ?
		Saturation industrielle du territoire	Refus du projet sur *ce* territoire spécifiquement.
			Refus d'une nouvelle industrie Seveso.
			Pourquoi faire le projet à Gardanne ? Opportunité pour répondre à la directive européenne ?
			Saturation industrielle sur le territoire.
			Pourquoi industrialiser plutôt que de développer des activités culturelles ?
	Impact sur le prix de l'immobilier		Quelle dévaluation des biens immobiliers ?
			Quelle impact du projet sur la valeur des biens immobiliers ?
			Dévalorisation des biens autour du projet : quelles aides de l'Etat ?
			Impact d'un site Seveso sur le prix de l'immobilier.
	Synergies territoriales	Retombées économiques et fiscales	Soutien à la poursuite du développement industriel du site, bénéfique pour le territoire.
			Projet valorisant pour les emplois et les services.

	et bénéfices du projet		Quels bénéfices pour le territoire (retombées fiscales, chauffage urbain) ?
			Quel est le montant annuel des impôts reversés à l'Etat ? aux communes ? (Retombées fiscales)
			Quelles retombées fiscales en France si siège social en Allemagne ?
			Quelles retombées économiques pour les riverains ?
		Synergies territoriales	Opportunité d'utiliser l'eau de la mine.
			Possibilité d'utiliser l'eau de la STEP.
			Possibilité de s'approvisionner en eau auprès des stations d'épuration ?
	Menace sur la forêt régionale		Notion d'urgence climatique incompatible avec le temps nécessaire à la régénération de la forêt.
			Menace sur la biodiversité régionale.
			Plan d'approvisionnement bois : quel impact sur la forêt régionale quand on soustrait aussi besoins en chauffage ?
			La forêt est en souffrance, il ne peut y avoir d'exploitation industrielle pérenne.
			Le temps de régénération de la forêt ne coïncide pas avec la production du projet.
	Pollutions, nuisances et santé des habitants		Rapport nombreux fonds débloqués//nuisances pour les habitants ?
			Qui prend la responsabilité des pollutions et de la dégradation de l'environnement et de la santé des habitants ?
			Dans quelle mesure compensez-vous le préjudice causé en investissant pour l'intérêt général ?
			Quelles seront les nuisances sonores liées à la torchère ?
			Dégradation de l'air autour de la centrale, notamment liée au dépôt de bois.
			Les dépôts de bois seront-ils en intérieur ou en extérieur ?
			Depuis fin des Charbonnages, les nuisances ne sont pas prises en compte par les propriétaires des centrales.
			Nécessité d'avoir un point de référence pour le calcul des pollutions atmosphériques.
			Un point zéro a déjà été réalisé par AtmoSud avant le démarrage de la tranche biomasse.
			Le point zéro doit renvoyer à une période précédant la création du site.
			Dégradation de la santé des enfants autour de la centrale.
	Impact routier		Quel impact routier (camions) ?
			Quel impact routier (camions) ?
			Impact du trafic routier sur la région.
			Quelles sont toutes les villes et les rues traversées par les camions entrants et sortants de l'usine ?

			Communes impactées par la traversée des camions/train dans toute la région.
	Relations avec GazelEnergie		Absence de comité de suivi de site depuis plusieurs années.
			Subventions et pénalités de GazelEnergie.
			Quel est le contrat liant Hy2gen à GazelEnergie ?
			GazelEnergie va-t-il se reconvertir dans l'hydrogène ?
			Dimensionnement du projet par rapport à la centrale.
			Puissance de l'électrolyseur presque équivalente à la puissance de la centrale biomasse.
			Il est plus profitable de consommer directement ce que produit directement la centrale biomasse que de faire un nouveau projet.
	Favoriser un changement sociétal		Changement de paradigme au niveau environnemental implique de repenser fonctionnement des sociétés.
			Projet industriel d'un autre temps, inadapté à l'urgence du changement climatique.
			Le projet creuse les inégalités sociales en favorisant un certain mode de transport.
		Nécessité de réduire le trafic aérien	L'avion vert, c'est celui qui ne vole pas.
			Plutôt que de décarboner le transport aérien, il faut d'abord le diminuer.
			Réduire l'usages des bateaux et des avions est une alternative moins polluante.
			Il faut favoriser la frugalité dans le transport aérien.
Contexte politique	Pacte territorial	Critique des commissions du Pacte	Frustration d'être cantonnés à la commission Cadre de Vie.
			Quels fonds pour la commission Cadre de Vie ?
			Aucun moyens financiers donnés pour les projet des citoyens.
			Associations invités dans des instances non décisionnelles (comités de suivi de site et des commissions cadre de vie).
			Quels critères de sélection des membres des commissions ?
			Mise à disposition par la Préfecture d'éléments ou comptes-rendus en lien avec les projets de territoire ?
		Conséquences du Pacte	Critique de l'effet d'aubaine du Pacte Territorial.
			Le Pacte de territoire contribue à dégrader encore plus un environnement avec déjà un lourd passé.
		Rôle de la sous-préfecture	Rôle de la Préfecture (mettre l'humain au centre et assurer une cohérence, un fil rouge entre les différents projets de territoire).
			Comment la sous-préfecture compte s'y prendre pour accélérer la transition énergétique ?

			Comment les préfets comptent-ils s'y prendre pour faciliter la transition énergétique ?
			Les préfets vont-ils prendre en compte les avis exprimés lors des réunions pour prendre la « bonne » décision ?
			Que désigne « l'intérêt général » ?
			Quel est le plan B si ce projet ne voit pas le jour ? (Question au sous-préfet)
	Vers une perte de confiance envers les institutions publiques	Le rôle critiqué de l'Etat	Trop de subventions de l'Etat.
			Projet de loi pour raccourcir les délais administratifs de mise en œuvre des projets (anti démocratique).
			L'Etat joue avec les seuils de pollution pour « assainir » des environnements pollués.
			Critique des propos de la sous-préfecture concernant l'acceptation de l'industrie en raison de l'histoire du territoire.
		Absence de concertation locale préalable	Aucune concertation de la population, ni pour le projet, ni pour le pacte territorial.
			Riverains informés très tardivement de l'existence du projet.
			Les élus mettent les riverains devant le fait accompli.
			Absence de concertation préalable de la population par les maires.
			Manque d'écoute et d'attention sur ce que veulent réellement les habitants.
			Demande à ce que la population soit entendue.
			Les riverains sont-ils informés de l'évaluation de ces calculs ?
		Recueillir les avis et revoir la stratégie de développement du territoire	Les deux conseils municipaux doivent se réunir pour recueillir l'avis des personnes concernées.
			Possibilité d'organiser un referendum.
			Demande d'une concertation locale avec études d'impacts et de risques pour informer les citoyens impactés.
			Le découpage du site pour l'accueil de nombreux projets va à l'encontre des principes d'aménagement du territoire.
			Demande de mobilisation des élus à différentes échelles pour revoir la stratégie d'implantation d'industries sur le site.
			Critique de la mairie de Meyreuil pour l'accueil de la réunion dans une salle trop petite.
			Souhait de transparence sur les contrats signés entre les collectivités et les industriels.
			Qui donne l'autorisation d'installation sur le site ?
		Inefficacité des services publics à évaluer les projets	La DREAL prendra-t-elle en compte les impacts des sous-traitants, intrants et sortants dans l'étude d'impact ?
			Quel sera le délai de réponse de la DREAL ?

			Peu de moyens financiers et humains de la DREAL.
			Quelles sont les capacités humaines et techniques d'inspection des usines par la DREAL ?
			La DREAL a-t-elle assez de personnel pour auditionner les industriels ?
			La DREAL fait ses évaluations à partir des chiffres donnés par les exploitants, donc sans contrôle.
			L'avis de la DREAL sera rendu après l'installation du projet.
			Absence de positionnement de la DREAL sur le projet.
		Trop de dérogations accordées par les autorités publiques	Projet présente-t-il risque de pouvoir démarrer grâce aux dérogations de la DREAL ?
			Comment la DREAL vérifie-t-elle que le projet respecte bien les arrêtés préfectoraux et non les dérogations ?
			Critique des « libertés » prises par les sous-préfets concernant les recommandations de la DREAL.
			Préfet peut accorder une dérogation même si refus du projet par la DREAL.
			Le préfet accorde des dérogations aux entreprises.
			L'entreprise a-t-elle acheter le droit de polluer ?

Bibliographie

Abdesselam, R., Renou-Maissant, P., et Roussafi, F. (2019). Performances contrastées du développement des énergies renouvelables dans les régions françaises. *Revue d'Économie Régionale Urbaine, Janvier*(1), 27-54.

Abdourazack Niandou, A. (2020). *Urbanisation et précarité de l'énergie électrique à Niamey, Niger* [Thèse de doctorat, Toulouse 2]. https://www.theses.fr/2020TOU20016

Acket, C., et Vaillant, J. (2011). *Les énergies renouvelables : état des lieux et perspectives*. Editions TECHNIP.

ADEME. (2019). *Systèmes énergétiques territoriaux : Interactions multi-vecteurs* (p. 24). https://www.ademe.fr/systemes-energetiques-territoriaux-interactions-multi-vecteurs

Aït Abdeslam, S. (2008). *Du monopole au marché : Cas d'EDF une entreprise en mutation* [Thèse de doctorat, Nancy 2]. http://www.theses.fr/2008NAN22003

Allen, R. C. (2012). Backward into the future: The shift to coal and implications for the next energy transition. *Energy Policy*, *50*, 17-23. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.020

Amann, J.-M. (2007). *Étude de procédés de captage du CO_2 dans les centrales thermiques* [Thèse de doctorat, Paris ENMP]. https://www.theses.fr/2007ENMP1496

Andersson, J. (2014). Being nuclear: Africans and the global uranium trade. *Critique internationale*, *65*(4), 201-205. https://doi.org/10.3917/crii.065.0201

Andries, E., Camenen, B., Faure, J.-B., Le Coz, J., et Launay, M. (2012). *Modélisation hydro-sédimentaire du Rhône à l'aide des modèles numériques Mage et Adis-TS*. IRSTEA. https://hal.science/hal-02597381/

Angot, S. (2013). Plans climat-énergie territoriaux et Agendas 21. Des outils institutionnels au service de la transition ? *Mouvements*, *75*(3), 125-134. https://doi.org/10.3917/mouv.075.0125

Arapostathis, S., Carlsson-Hyslop, A., Pearson, P. J. G., Thornton, J., Gradillas, M., Laczay, S., et Wallis, S. (2013). Governing transitions: Cases and insights from two periods in the history of the UK gas industry. *Energy Policy*, *52*, 25-44. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.016

Arnauld de Sartre, X., Baggioni, V., et Bouisset, C. (2021). Potentialité et réalisations des politiques climatiques locales : vers l'institutionnalisation des plans climat territoriaux dans les villes moyennes françaises. *Natures Sciences Sociétés*, *29*(1), 23-35. https://doi.org/10.1051/nss/2021028

Arnauld de Sartre, X., et Doussan, I. (2018). Dossier : la fabrique de la compensation écologique : controverses et pratiques – Introduction. La fabrique de la compensation écologique, un approfondissement de la modernisation écologique ? *Natures Sciences Sociétés*, *26*(2), 129-135. https://doi.org/10.1051/nss/2018036

Arrow, K. J. (1962). The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies*, *29*(3), 155-173. https://doi.org/10.2307/2295952

Aspe, C., et Jacqué, M. (2012). *Environnement et société*. Éditions Quæ.

Assié, A. (2021). Refaire de l'énergie, les épreuves de porteurs de projets « citoyens » dans la production d'électricité. *Flux*, *126*(4), 26-38. https://doi.org/10.3917/flux1.126.0026

Aubert, F., et Souami, T. (2021). « Communautés énergétiques » et fabrique urbaine. Analyses croisées Allemagne, France, Royaume-Uni. *Flux*, *126*(4), 14-25. https://doi.org/10.3917/flux1.126.0014

Aubertin, C., et Magda, D. (2019). Le GIEC redescend sur terre... *Natures Sciences Sociétés*, *27*(3), 265-266. https://doi.org/10.1051/nss/2019050

Audet, R. (2014). The double hermeneutic of sustainability transitions. *Environmental innovation and societal transitions*, *11*, 46-49. https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.02.001

Autant-Bernard, C., Billand, P., et Massard, N. (2010). « L'économie industrielle depuis 30 ans : Réalisations et perspectives ». Innovation et espace - Des externalités aux réseaux. *Revue d'économie industrielle*, *129-130*, 203-236. https://doi.org/10.4000/rei.4155

Authier, F. (2018). *Territorialisation des politiques énergétiques et développement local en Europe : une étude comparée de la contribution des initiatives locales de production d'énergie renouvelable à la multifonctionnalité des espaces ruraux* [Thèse de doctorat, Perpignan]. https://www.theses.fr/2018PERP0003

Autran, J., Lochard, T., et Monteau, R. (2014). *L'exploitation dans le bassin minier de Provence quartiers puits et galeries*. Travaux de l'Observatoire Hommes-Milieux du Bassin Minier de Provence. https://doi.org/10.34972/driihm-1a9ba3

Avocat, H., et Chanard, C. (2012). Géographie et énergie : Espace, temps, acteurs. *Sciences humaines combinées. Revue électronique des écoles doctorales ED LISIT et ED LETS*, *10*. https://doi.org/10.58335/shc.279

Bailly, A., Beguin, H., et Scariati, R. (2016). *Introduction à la géographie humaine* (9e éd.). Armand Colin.

Barré, B., Majnoni d'Intignano, S., et Stéphan, C. (2013). *Faut-il renoncer au nucléaire ?* Le muscadier.

Bartolotti, F., Daumalin, X., Gebeil, S., Gramaglia, C., Mésini, B., Raveux, O., Cavallo, D., Rabion, A., Maury, A., et Menestrel, C. L. (2020). *Fos / étang de Berre. 200 ans d'histoire industrielle et environnementale* [Webdoc]. Picture-It.

Basset, G. (2022). Territoires d'industrie : La reconquête industrielle à l'échelle de la vie des gens. *Administration*, *274*(2), 63-65. https://doi.org/10.3917/admi.274.0063

Battiau, M. (1999). Trois regards sur le concept d'industrie. *Méditerranée*, *92*(3), 7-14. https://doi.org/10.3406/medit.1999.3103

Beatrix, O. (2012). L'indépendance de la Commission de régulation de l'énergie. *Revue française d'administration publique*, *143*(3), 769-778. https://doi.org/10.3917/rfap.143.0769

Beau, R., et Larrère, C. (2018). *Penser l'Anthropocène* (1ère éd.). Presses de Sciences Po.

Beauloye, Y. (2020). *L'ancrage territorial d'un projet d'exploitation de gaz de charbon au sein d'un espace en mutation : l'ancien bassin houiller lorrain* [Thèse de doctorat, Université de Lorraine]. https://www.theses.fr/2020LORR0293

Bec, A. L. (2022). The European Union's energy strategy. *Futuribles*, *450*(5), 100-106.

Becattini, G. (1992). Le district marshallien : Une notion socio-économique. Dans G. Benko et A. Lipietz (Éds.), *Les régions qui gagnent, districts et réseaux : Les nouveaux*

paradigmes de la géographie économique (1ère éd., p. 35-36). Presses Universitaires de France.

Becker, S., et Naumann, M. (2018). Energiekonflikte erkennen und nutzen. Dans O. Kühne et F. Weber (Éds.), *Bausteine der Energiewende* (p. 509-522). Springer Fachmedien.

Béhar, L., et Simoulin, V. (2014). Le NIMBY (Not In My Backyard) : une dénonciation du localisme qui maintient l'illusion du local. *Politiques et management public, 31(2)*, 151-167.

Benalouache, N. (2017). *L'énergie solaire pour la production d'électricité au Maghreb : transition énergétique et jeux d'échelles* [Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université]. https://www.theses.fr/2017AIXM0137

Benko, G. (1991). Espace industriel, logique de localisation et développement régional. *Espaces et sociétés, 66-67*, 129-146.

Benko, G., et Lipietz, A. (2000). *La richesse des régions : la nouvelle géographie socio-économique*. Presses universitaires de France.

Béraud, P., et Jablanczy, A. (2010). Crise et variables d'ajustement des États pétroliers méditerranéens. *Management & Avenir*, *35*(5), 95-117. https://doi.org/10.3917/mav.035.0095

Bergandi, D., et Blandin, P. (2012). De la protection de la nature au développement durable : genèse d'un oxymore éthique et politique. *Revue d'histoire des sciences*, *65*(1), 103-142. https://doi.org/10.3917/rhs.651.0103

Berger, F. (2020). La CECA et la question de l'énergie. Dans A. Beltran, C. Bouneau, Y. Bouvier, D. Varaschin, et J.-P. Williot (Éds.), *État et énergie XIXe-XXe siècle* (p. 527-555). Institut de la gestion publique et du développement économique. https://doi.org/10.4000/books.igpde.6801

Berrod, F. (2021). The Green Deal, a new climate governance architecture for European policies: Old methods for a new world? *Revue française d'administration publique*, *179*(3), 681-695.

Berte, P. (s.d.). Charbonnages de France, notion de. Dans *Encyclopædia Universalis*. https://www.universalis.fr/encyclopedie/charbonnages-de-france/

Beucher, S., et Mare, M. (2021). Cadrage épistémologique de la notion de transition en sciences humaines et en géographie. *Bulletin de l'association de géographes français. Géographies*, *97*(4), 383-394. https://doi.org/10.4000/bagf.7154

Bigard, C., Regnery, B., Pioch, S., et Thompson, J. D. (2018). De la théorie à la pratique de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) : éviter ou légitimer la perte de biodiversité ? *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, *9*(1). https://doi.org/10.4000/developpementdurable.12032

Blanchon, D., Moreau, S., et Veyret, Y. (2009). Comprendre et construire la justice environnementale. *Annales de géographie*, *665-666*(1-2), 35-60. https://doi.org/10.3917/ag.665.0035

Blazquez, J., Fuentes, R., et Manzano, B. (2020). On some economic principles of the energy transition. *Energy Policy*, *147*. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111807

Bocquet, D. (2021). Analyser le rapport complexe entre énergies et territoires : la difficile émergence d'un paradigme. *Espaces et sociétés*, *182*(1), 203-208. https://doi.org/10.3917/esp.182.0203

Boisgibault, L. (2016). *Territoires et transition énergétique : l'exemple de la Métropole Européenne de Lille et du Pays de Fayence ; les espoirs de Ouarzazate et de l'Union Économique et Monétaire Ouest-Africaine* [Thèse de doctorat, Université Paris-Sorbonne]. https://shs.hal.science/tel-01451030

Bolzon, H., Rocher, L., et Verdeil, É. (2013). Transitions énergétiques multiples et contradictoires à Sfax (Tunisie). *Flux*, *93-94*(3-4), 77-90. https://doi.org/10.3917/flux.093.0077

Bonduelle, A., Szuba, M., et Zuindeau, B. (2011). Facteur 4 : le chantier social et politique. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, *2*(1). https://doi.org/10.4000/developpementdurable.8905

Bonneuil, C. (2015). Chapitre 9. Une nature liquide ? : Les discours de la biodiversité dans le nouvel esprit du capitalisme. Dans F. Thomas et Boisvert Valérie (Éds.), *Le pouvoir de la biodiversité : néolibéralisation de la nature dans les pays émergents* (p. 193-213). IRD Éditions. https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.21885

Bootz, J.-P. (2012). La prospective, une source d'apprentissage organisationnel ? Revue de la littérature et analyse critique. *Management & Avenir*, *53*(3), 34-53. https://doi.org/10.3917/mav.053.0034

Bost, F., et Messaoudi, D. (2017). La désindustrialisation : quelles réalités dans le cas français ? *Revue Géographique de l'Est*, *57*(1-2). https://doi.org/10.4000/rge.6333

Bouchard, G. (2000). *Genèse des nations et cultures du nouveau monde. Essai d'histoire comparée*, Boréal.

Boutang, J., et Tuddenham, M. (2018). L'ambitieux objectif français de la neutralité carbone nette en 2050. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, *89*(1), 34-38. https://doi.org/10.3917/re1.089.0034

Boutaud, B. (2016). *Un modèle énergétique en transition ? Centralisme et décentralisation dans la régulation du système énergétique* [Thèse de doctorat, Université Paris-Est]. https://pastel.hal.science/tel-01524555

Boutillier, S. (2023, 2 janvier). *Réindustrialisation et décarbonation, quid de la transition énergétique et du réchauffement climatique ?* Geopoweb. https://geopoweb.fr/?reindustrialisation-et-decarbonation-quid-de-la-transition-energetique-et-du-299

Bouveresse, J. (2017). *Le Mythe moderne du progrès : Disséqué et décortiqué par le philosophe Jacques Bouveresse à partir des critiques de Karl Kraus, Robert Musil, George Orwell, Ludwig Wittgenstein et Georg Henrik von Wright* (1ère éd.). Agone.

Bretesché, S., Montavon, G., et Martin, A. (2020). Pour une approche interdisciplinaire du risque environnemental. Le cas de l'uranium. *Natures Sciences Sociétés*, *28*(1), 58-65. https://doi.org/10.1051/nss/2020023

Bridge, G. (2018). The map is not the territory: A sympathetic critique of energy research's spatial turn. *Energy Research & Social Science*, *36*, 11-20. https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.033

Bridge, G., Bouzarovski, S., Bradshaw, M., et Eyre, N. (2013). Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy. *Energy Policy*, *53*, 331-340. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.066

Brizé, N. (2007). *L'énergie, quelles nouvelles opportunités pour les territoires ?* 1ères Assises "Energie et Territoires".

Brücher, W. (2009). *Energiegeographie : Wechselwirkung zwischen Ressourcen, Raum und Politik*. Borntraeger Gebrueder.

Bruel, A. (2016). *Proposition d'indicateurs des externalités environnementales basés sur l'ACV et les services écosystémiques* [Thèse de doctorat, Université de Technologie de Troyes]. https://theses.hal.science/tel-03362204

Brullot, S., Junqua, G., et Zuindeau, B. (2017). Écologie industrielle et territoriale à l'heure de la transition écologique et sociale de l'économie. *Revue d'Economie Régionale Urbaine*, *5*, 771-796.

Brunet, R., Ferras, R., et Théry, H. (1992). *Les mots de la géographie*. Dictionnaire critique.

Brunhes, J. (1925). *La géographie humaine*. Alcan.

Buessler, S. (2020). *Transition énergétique vers la durabilité : implications territoriales de trois modèles de transition énergétique et analyse du modèle français appliqué au secteur résidentiel existant* [Thèse de doctorat, Strasbourg]. https://www.theses.fr/2020STRAH002

Buessler, S., et Weber, C. (2016). Énergie et acteurs : application de la méthode des graphes aux acteurs alsaciens. *Cybergeo : European Journal of Geography*. https://doi.org/10.4000/cybergeo.27460

Burtin, A. (2020). Une gestion conjointe du nucléaire et des énergies renouvelables variables pour une économie bas carbone. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, *97*(1), 53-56. https://doi.org/10.3917/re1.097.0053

Bush, R. E., Bale, C. S. E., Powell, M., Gouldson, A., Taylor, P. G., et Gale, W. F. (2017). The role of intermediaries in low carbon transitions – Empowering innovations to unlock district heating in the UK. *Journal of Cleaner Production*, *148*, 137-147. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.129

Cadoret, A. (2011). Analyse des processus conflictuels. Le cas du littoral du Languedoc-Roussillon. *L'Espace géographique*, *40*(3), 231-244. https://doi.org/10.3917/eg.403.0231

Calame, P. (2013). Le territoire, brique de base de la gouvernance du futur. Dans C. Larrue (Éd.), *Recherche et développement régional durable : Actes du Troisième symposium européen. Proceedings of the Third European Symposium* (p. 95-109). Presses universitaires François-Rabelais. http://books.openedition.org/pufr/1309

Calvert, K. (2016). From 'energy geography' to 'energy geographies': Perspectives on a fertile academic borderland. *Progress in Human Geography*, *40*(1), 105-125. https://doi.org/10.1177/0309132514566343

Cantoni, R., & Musso, M. (2017). L'énergie en Afrique : les faits et les chiffres. Introduction. *Afrique contemporaine*, *261-262*(1-2), 9-23. https://doi.org/10.3917/afco.261.0009

Carbonnier, G., & Grinevald, J. (2011). Energie et développement. *International Development Policy | Revue internationale de politique de développement*, *2*, 9-28. https://doi.org/10.4000/poldev.687

Carcanague, S. (2019). Pays exportateurs d'hydrocarbures, les grands perdants de la transition énergétique ? *Revue internationale et stratégique*, *113*(1), 119-131. https://doi.org/10.3917/ris.113.0119

Cash, D. W., et Moser, S. C. (2000). Linking global and local scales: Designing dynamic assessment and management processes. *Global Environmental Change*, *10*(2), 109-120. https://doi.org/10.1016/S0959-3780(00)00017-0

Catin, M. (1985). *Effets externes : marché et systèmes de décision collective*. Editions Cujas.

Černoch, F., Osička, J., et Mariňák, S. (2021). The "coal villain" of the European Union? Path dependence, profiteering and the role of the Energetický a průmyslový holding (EPH) company in the energy transition. *Energy Research & Social Science*, *76*. https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102066

Chabanas, N., et Vergeau, E. (1996). Nationalisations et privatisations depuis 50 ans. *INSEE Première*, *440*.

Chabrol, M. (2016). *Énergie, territoire et Path dependence : Enjeux spatiaux et territoriaux d'une déclinaison régionale de la transition énergétique en Provence-Alpes-Côte d'Azur* [Thèse de doctorat, Avignon]. https://www.theses.fr/2016AVIG1167

Chabrol, M. (2018). Fonctionnement systémique d'un territoire en transition énergétique. *Mappemonde. Revue trimestrielle sur l'image géographique et les formes du territoire*, *123*, Art. 123. http://journals.openedition.org.lama.univ-amu.fr/mappemonde/475

Chailleux, S. (2018). Échelles. Dans *Dictionnaire d'économie politique* (p. 167-173). Presses de Sciences Po.

Chailleux, S., et Hourcade, R. (2021). Introduction. Politiques locales de l'énergie : un renouveau sous contraintes. *Natures Sciences Sociétés*, *29*(1), 3-12. https://doi.org/10.1051/nss/2021018

Chanard, C. (2008). Collectivités territoriales et énergie : analyse des compétences locales. *XLVe colloque de l'Association des sciences régionales de langue française*, 1-14.

Chanard, C. (2011). *Territoire et énergie : politiques locales, échelles d'intervention et instruments de mobilisation, de connaissance et d'action* [Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté]. https://theses.hal.science/tel-01282697

Chapman, J. D. (1989). *Geography and energy: Commercial energy systems and national policies*. Longman Scientific & Technical.

Chautard, G., et Zuindeau, B. (2001). L'enjeu d'une reconversion durable des territoires de tradition industrielle : L'exemple du bassin minier du Nord - Pas-de-Calais. *Espace Populations Sociétés*, *19*(3), 325-339. https://doi.org/10.3406/espos.2001.2001

Chenorkian, R., et Robert, S. (2014). *Les interactions hommes-milieux : Questions et pratiques de la recherche en environnement*. Quae.

Chezel, E. (2018). *La fabrique collective des paysages climatiques : une enquête avec les parcs éoliens citoyens en Frise du Nord* [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes]. https://www.theses.fr/2018GREAH022

Christen, G., et Hamman, P. (2015). Des inégalités d'appropriation des enjeux énergétiques territoriaux ? Analyse sociologique d'un instrument coopératif autour de l'éolien « citoyen ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, *14*(3). https://doi.org/10.4000/vertigo.15528

Cleveland, C. J. (2004). *Encyclopedia of Energy*. Elsevier Science.

Coenen, L., Benneworth, P., et Truffer, B. (2012). Toward a spatial perspective on sustainability transitions. *Research Policy*, *41*(6), 968-979. https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.014

Colletis, G., et Pecqueur, B. (1993). Intégration des espaces et quasi-intégration des firmes : vers de nouvelles logiques productives ? *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, *3*, 490-507.

Colletis, G., et Pecqueur, B. (2005). Révélation de ressources spécifiques et coordination située. *Économie et institutions*, *6-7*, 51-74. https://doi.org/10.4000/ei.900

Colombier, M. (2017). L'énergie au XXIe siècle : les nouveaux défis. Dans C. Jeandel et R. Mosseri (Éds.), *L'énergie à découvert* (p. 297-299). CNRS Éditions. https://doi.org/10.4000/books.editionscnrs.11196

Comby, É., et Lay, Y.-F. L. (2011). Raconter la crise : les extrêmes hydrologiques au prisme de la presse locale (Drôme). *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, *Hors-série 10*. https://doi.org/10.4000/vertigo.11359

Connor-Lajambe, H. (2000). Faire face au changement climatique en passant de l'âge du pétrole à l'âge de raison. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, *1*(2). https://doi.org/10.4000/vertigo.4050

Contejean, A. (2021). *Pratiques énergétiques alternatives dans les lieux de vie collectifs en milieu rural* [Thèse de doctorat en préparation, Université Grenoble Alpes]. https://www.theses.fr/s298658

Contreras, J., Altamirano, N., et Stop EDF Mexique. (2022). Colonialisme vert et transition énergétique au Mexique : la face cachée de l'extractivisme et du renouvelable industriel. *Mouvements*, *109*(1), 130-144. https://doi.org/10.3917/mouv.109.0130

Courlet, C. (2001). Les systèmes productifs locaux : de la définition au modèle. Dans *DATAR, réseaux d'entreprises et territoires. Regards sur les systèmes productifs locaux* (p. 17-45). La Documentation française.

Coutard, O. (2019). Chapitre 7. Les ambivalences de l'autonomie énergétique locale. Dans S. Douzou, M. Guyon et S. Luck (Éds.), *Les territoires de la transition énergétique* (p. 127-136). Lavoisier.

Cowell, R. (2020). The role of place in energy transitions: Siting gas-fired power stations and the reproduction of high-carbon energy systems. *Geoforum*, *112*, 73-84. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.03.009

Cox, K. R. (1998). Spaces of dependence, spaces of engagement and the politics of scale, or: Looking for local politics. *Political Geography*, *17*(1), 1-23. https://doi.org/10.1016/S0962-6298(97)00048-6

Crifo, P. (2013). 2. L'économie verte : nouveau modèle de croissance ou bulle verte ? Dans J.-M. Chevalier (Éd.), *La croissance verte : Une solution d'avenir ?* (p. 21-27). Presses Universitaires de France.

Cusin, F. (2022). Qualités de la ville, attractivité et marketing urbain. *Constructif*, *63*(3), 45-49. https://doi.org/10.3917/const.063.0045

Darmon, É., et L'Haridon, O. (2021). Chapitre 1. Les externalités. Dans *La microéconomie en schémas* (p. 144-149). Ellipses.

Daumalin, X., Daviet, S., Mioche, P., et Temps, espaces, langages, Europe méridionale-Méditerranée. (2006). *Territoires européens du charbon : Des origines aux reconversions*. Publications de l'Université de Provence.

Daumas, J.-C. (2007). Districts industriels : du concept à l'histoire. *Revue économique*, *58*(1), 131-152.

David, O. (2020). Introduction. Dans *La population mondiale* (4e éd., p. 9-12). Armand Colin.

Daviet, S. (1999). Micro-électronique en Provence. Une redéfinition de l'industrie par le territoire. *Méditerranée*, *92*(3), 33-40. https://doi.org/10.3406/medit.1999.3108

Daviet, S. (2005). *Industrie, culture, territoire*. L'Harmattan.

Daviet, S. (2006). L'évolution du concept de reconversion : de la substitution d'activité au redéveloppement des territoires. Dans X. Daumalin, S. Daviet et P. Mioche (Éds.), *Territoires européens du charbon* (p. 243-255). Presses universitaires de Provence.

Daviet, S., et Perroux, S. (2024). Transition bas-carbone : vers une hybridation des modèles ? Enjeux et territoires dans la métropole d'Aix-Marseille. *Bulletin de l'association de géographes français. Géographies, 101(1), 45-61.* http://journals.openedition.org/bagf/12237

Daviet, S., Schleyer-Lindenmann, A., Raynal, J.-C., Batteau, P., et Noack, Y. (2023). The Provence coalfield : Trajectory, assessment and prospective. *Comptes Rendus. Géoscience*, *356*, 1-16. https://doi.org/10.5802/crgeos.223

Davis, K. (1945). The world demographic transition. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, *237*(1), 1-11. https://doi.org/10.1177/000271624523700102

De Perthuis, C., et Solier, B. (2018). La transition énergétique face au tempo de l'horloge climatique. *Chaire Économie du Climat, 56*.

De Pryck, K. (2022). Urgence climatique et climat d'urgence. *Questions de communication, 42*, 279-290. https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.30055

De Schutter, O. (2022). Réussir la transition écologique en luttant contre la pauvreté : l'ambition des Objectifs de développement durable des Nations unies. *Informations sociales, 206*(2), 74-83. https://doi.org/10.3917/inso.206.0074

De Beir, J., Fodha, M., et Girmens, G. (2007). Recyclage et externalités environnementales. Faut-il subventionner les activités de récupération recyclage ? *Revue économique, 58*(3), 609-617. https://doi.org/10.3917/reco.583.0609

Debeir, J.-C., Deléage, J.-P., et Hémery, D. (2013). *Une histoire de l'énergie : Les servitudes de la puissance*. Flammarion.

Debizet, G., et Pappalardo, M. (2021). Communautés énergétiques locales, coopératives citoyennes et autoconsommation collective : formes et trajectoires en France. *Flux, 126*(4), 1-13. https://doi.org/10.3917/flux1.126.0001

Defard, C. (2023). Le pacte vert pour l'Europe : vers la neutralité climat. *Constructif, 64*(1), 58-62. https://doi.org/10.3917/const.064.0058

Dégremont, M. (2019). Chapitre 5. L'énergie : support de la montée en puissance des collectivités territoriales en France ? Dans S. Douzou, M. Guyon et S. Luck (Éds.), *Les territoires de la transition énergétique* (p. 95-113). Lavoisier.

Degron, R. (2017). Agenda 21. Dans J.-L. Pissaloux (Éd.), *Dictionnaire Collectivités territoriales et Développement Durable* (p. 27-30). Lavoisier.

Demazière, C. (2016). Réformes de la planification spatiale et gestion « durable » des grandes agglomérations. Les cas de l'Angleterre et de la France. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine, Février*(1), 81-100. https://doi.org/10.3917/reru.161.0081

Derdevet, M. (2009). *L'Europe en panne d'énergie : pour une politique énergétique commune*. Descartes & Cie.

Derdevet, M. (2015). Énergie, l'Europe en réseaux. *Géoéconomie (Paris)*, *74*(2), 137-150. https://doi.org/10.3917/geoec.074.0137

Deshaies, M. (2014). Les évolutions récentes du système de production d'électricité français : les défis de la transition énergétique. *L'Information géographique*, *78*(4), 6-26.

Deshaies, M. (2016). La transition énergétique offre-t-elle de nouvelles potentialités aux bassins d'exploitation du charbon et du lignite en Allemagne ? *Bulletin de l'association de géographes français. Géographies*, *93*(1), Art. 1. https://doi.org/10.4000/bagf.784

Deshaies, M. (2020). Problèmes géographiques des transitions énergétiques : quelles perspectives pour l'évolution du système énergétique ? *Mondes en développement*, *192*(4), 25-44. https://doi.org/10.3917/med.192.0025

Deshaies, M. (2021). Pacte vert et enjeux énergétiques dans l'UE : l'étrange ambiguïté de la politique énergétique allemande. *Allemagne d'aujourd'hui*, *236*(2), 43-57.

Desjardins, X. (2024). Ce que nous disent les débats sur le « zéro artificialisation nette » des défis de la planification écologique. *Revue juridique de l'environnement*, *49*(1), 9-12.

Desjardins, X., et Estèbe, P. (2021). Les trois âges de la planification territoriale. *L'Économie politique*, *89*(1), 36-48. https://doi.org/10.3917/leco.089.0036

Desjardins, X., et Leroux, B. (2007). Les schémas de cohérence territoriale : des recettes du développement durable au bricolage territorial. *Flux*, *69*(3), 6-20. https://doi.org/10.3917/flux.069.0006

Desvallées, L. (2019). *Problématisation, politisation et mesures de résorption des vulnérabilités énergétiques : entre droit à l'énergie et contrôle des pratiques des pauvres à Porto et à Barcelone* [Thèse de doctorat, Paris Est]. https://www.theses.fr/2019PESC1010

Di Méo, G. (1998). De l'espace aux territoires : éléments pour une archéologie des concepts fondamentaux de la géographie. *L'information géographique*, *62*(3), 99-110. https://doi.org/10.3406/ingeo.1998.2586

Dias, R., Seixas, P., et Lobner, N. (2020). Sustainable development and ecological modernization: Boundary discourses between « strong » and « weak » approaches. *Journal of Sustainable Development*, *13*, 268-278. https://doi.org/10.5539/jsd.v13n4p268

Douay, N. (2013). La planification urbaine française : théories, normes juridiques et défis pour la pratique. *L'Information géographique*, *77*(3), 45-70. https://doi.org/10.3917/lig.773.0045

Drique, M., et Lejeune, C. (2017). La justice sociale à l'épreuve de la crise écologique. *Revue d'éthique et de théologie morale*, *293*(1), 111-124. https://doi.org/10.3917/retm.293.0111

Driscoll, P. A. (2014). Breaking carbon lock-in : Path dependencies in large-scale transportation infrastructure projects. *Planning Practice & Research*, *29*(3), 317-330. https://doi.org/10.1080/02697459.2014.929847

Dubois, J. (2024). *Les énergies renouvelables en France. Analyse d'une planification entravée* Quae éditions.

Dubois, J., et Kebir, L. (2021). Éditorial. Transition énergétique : le retour des lieux. *Espaces et sociétés*, *182*(1), 9-14. https://doi.org/10.3917/esp.182.0009

Dufourcq, N. (2022). *La désindustrialisation de la France : 1995-2015*. Odile Jacob.

Dupuis, P. (2009). La politique de la France en matière d'adaptation au changement climatique. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, *56*(4), 59-65. https://doi.org/10.3917/re.056.0059

Durand, L., et Landel, P.-A. (2015). L'émergence de l'opérateur territorial de l'énergie. *Géocarrefour*, *90*(4), 361-369. https://doi.org/10.4000/geocarrefour.9980

Durand, L., Lapostolle, D., Berriet-Solliec, M., Mangin, G., Landel, P.-A., et Lépicier, D. (2022). Introduction – Analyser les trajectoires de transition. *Norois*, *264265*(3), 7-14.

Durand, L., Pecqueur, B., et Senil, N. (2015). Chapitre 1. La transition énergétique par la territorialisation. L'énergie comme ressource territoriale. Dans A. Groux, D. Leducq, et H.-J. Scarwell (Éds.), *Réussir la transition énergétique* (p. 29-36). Presses universitaires du Septentrion.

Duruisseau, K. (2014). L'émergence du concept de transition énergétique. Quels apports de la géographie ? *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, *63*, 21-34. https://popups.uliege.be/0770-7576/index.php?id=3932

Duruisseau, K. (2015). Le développement des centrales photovoltaïques au sol dans les territoires du sud de la France. État des lieux, facteurs et territorialisation. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, *64*(1). https://popups.uliege.be/0770-7576/index.php?id=4056

Duruisseau, K. (2016). *Transition énergétique et géographie : le photovoltaïque au sol dans le sud de la France* [Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université]. https://www.theses.fr/2016AIXM3050

Dziedzicki, J.-M. (2015). Quelles réponses aux conflits d'aménagement ? De la participation publique à la concertation. *Participations*, *13*(3), 145-170.

Edelblutte, S. (2010). *Paysages et territoires de l'industrie en Europe : héritages et renouveaux*. Ellipses.

Ehrenfeld, D. W. (1978). *The arrogance of humanism*. Oxford University Press.

Emelianoff, C., et Mor, E. (2013). Société post- carbone : les villes pionnières. *Futuribles*, *392*, 27-41.

Evrard, A. (2020). Énergie. Dans R. Pasquier, S. Guigner et A. Cole (Éds.), *Dictionnaire des politiques territoriales* (2e éd., p. 214-219). Presses de Sciences Po.

Evrard, É., et Poinsot, Y. (2013). La gestion territoriale des ressources énergétiques forestières : jusqu'où le ménagement d'hier peut-il s'appliquer aujourd'hui ? *L'Espace géographique*, *42*(2), 128-142. https://doi.org/10.3917/eg.422.0128

Evrard-Marais, E. (2021). *Transition énergétique et valorisation durable du bois-énergie en circuits courts locaux. Un regard géographique sur une voie semée d'embûches.* [Thèse de doctorat, Université de Pau]. https://www.theses.fr/2021PAUU1097

Ewing, J. A. (2017). Hollow ecology: Ecological modernization theory and the death of nature. *Journal of World-Systems Research*, *23*(1), 126-155. https://doi.org/10.5195/jwsr.2017.611

Favennec, J.-P., Chevalier, J.-M., Augé, B., Bret-Rouzaut, N., et Charon, G. (2009). *Géopolitique de l'énergie : besoins, ressources, échanges mondiaux*. Éd. Technip.

Fawaz Osseni, A., Bareille, F., et Dupraz, P. (2019). Externalités et distances : une spatialisation de l'approche hédonique en Bretagne. *Revue économique*, *70*(5), 655-693. https://doi.org/10.3917/reco.705.0655

Faye, F. (2022). Renaissance de la souveraineté énergétique. *L'ENA hors les murs*, *514*(4), 24-27.

Fernie, J. (1980). *A Geography of Energy in the United Kingdom*. Longman.

Figuière, C., et Guilhot, L. (2015). Des nouveaux pays industrialisés aux pays émergents majeurs : la récurrence du focus asiatique. *Mondes en développement*, *169*(1), 7-12. https://doi.org/10.3917/med.169.0007

Fléty, Y. (2014). *Vers une mise en observation des systèmes énergétiques territoriaux : Une approche géographique pour territorialiser l'énergie* [Thèse de doctorat, Université de Besançon]. http://www.theses.fr/2014BESA1001

Fleury, A. (2007). *Les espaces publics dans les politiques métropolitaines. Réflexions au croisement de trois expériences : de Paris aux quartiers centraux de Berlin et Istanbul* [Thèse de doctorat, Université Panthéon-Sorbonne]. https://theses.hal.science/tel-00259957

Fontaine, A. (2018). *De la source à la ressource : territoires, héritages et coopération autour de la valorisation de l'énergie solaire en Rhône-Alpes* [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01899083

Fontaine, A., et Rocher, L. (2021). Géographies de la chaleur. L'énergie de récupération comme ressource territoriale. *Espaces et sociétés*, *182*(1), 113-129. https://doi.org/10.3917/esp.182.0113

Fontaine, M. (2022). Du paternalisme au Welfare State ? Politiques sociales et nationalisation dans les mines (années 1940 – années 1950). *Revue d'histoire de la protection sociale*, *15*(1), 94-112. https://doi.org/10.3917/rhps.015.0094

Fontan, J.-M., Klein, J.-L., et Levesque, B. (2003). *Reconversion économique et développement territorial : le rôle de la société civile*. Presses de l'Université du Québec.

Fontana, G. L. (1997). Formation et évolutions des districts industriels du Nord-Est de l'Italie (XVIe-XXe siècles). Dans R. Leboutte et J.-P. Lehners (Éd.), *Formation et mutations des bassins industriels en Europe* (p. 55-56). Centre universitaire de Luxembourg.

Fonteneau, T. (2021). Autoconsommation collective ou solidarité nationale ? L'adaptation controversée de la tarification du réseau d'électricité pour les autoconsommateurs. *Flux*, *126*(4), 52-70. https://doi.org/10.3917/flux1.126.0052

Forget, M., Bos, V., et Carrizo, S. C. (2021). De nouveaux territoires énergétiques dans les Andes et Alpes. Sur les sentiers des transitions. *Espaces et sociétés*, *182*(1), 15-32. https://doi.org/10.3917/esp.182.0015

Fortin, M.-J. (2014). Les paysages de la transition énergétique : une perspective politique. *Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, *10*. https://doi.org/10.4000/paysage.11622

Fotopoulos, Y., Arapostathis, S., et Pearson, P. J. G. (2019). Branching points and transition pathways in the Greek Natural Gas Regime, 1966–2016. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *32*, 69-89. https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.05.002

Foulquier, L., et Cauvin, J.-C. (2014). L'énergie, les chiffres et l'idéologie. *La Pensée*, *380*(4), 29-39. https://doi.org/10.3917/lp.380.0029

Fouquet, R. (2010). The slow search for solutions: Lessons from historical energy transitions by sector and service. *Energy Policy*, *38*(11), 6586-6596.

Fouquet, R. (2016). Path dependence in energy systems and economic development. *Nature Energy*, *1*(16098). https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.98

Fouquet, R., et Pearson, P. J. G. (2012). Past and prospective energy transitions: Insights from history. *Energy Policy*, *50*, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.014

Foxon, T. J., Hammond, G. P., et Pearson, P. J. G. (2010). Developing transition pathways for a low carbon electricity system in the UK. *Technological forecasting & social change*, *77*(8), 1203-1213. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.04.002

Foxon, T. J., Pearson, P. J. G., Arapostathis, S., Carlsson-Hyslop, A., et Thornton, J. (2013). Branching points for transition pathways: Assessing responses of actors to challenges on pathways to a low carbon future. *Energy Policy*, *52*, 146-158. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.030

François, H., Hirczak, M., et Senil, N. (2013). De la ressource à la trajectoire : quelles stratégies de développement territorial ? *Géographie, économie, société*, *15*(3), 267-284.

Fressoz, J.-B. (2020). 2. L'anthropocène est un « accumulocène ». *Regards croisés sur l'économie*, *26*(1), 31-40. https://doi.org/10.3917/rce.026.0031

Fressoz, J.-B. (2021). Pour une histoire des symbioses énergétiques et matérielles. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, *101*(1), 7-11. https://doi.org/10.3917/re1.101.0007

Fressoz, J.-B. (2022). La « transition énergétique », de l'utopie atomique au déni climatique, USA, 1945-1980. *Revue d'Histoire Moderne et Contemporaine*, *69*(2), 114-146. https://hal.science/hal-03716635

Fressoz, J.-B., et Locher, F. (2020). *Les révoltes du ciel. Une histoire du changement climatique XVe-XXe Siècle*. Seuil.

Frisque, C. (2023). Transition ou bifurcation ? Énergétique ou écologique ? Dans P. Boursier et C. Guimont (Éds), *Écologies, le vivant et le social* (p. 513-520). La Découverte.

Fullerton, D., et Kinnaman, T. (1995). Garbage, Recycling, and Illicit Burning or Dumping. *Journal of Environmental Economics and Management*, *29*(1), 78-91. https://doi.org/10.1006/jeem.1995.1032

Gabillet, P. (2019). Chapitre 6. Collectivités territoriales et entreprises locales de distribution d'énergie : des partenariats opérationnels pour les politiques énergétiques territoriales. Dans S. Douzou, M. Guyon et S. Luck (Éds.), *Les territoires de la transition énergétique* (p. 115-125). Lavoisier. https://www.cairn.info/les-territoires-de-la-transition-energetique--9782743024437-p-115.htm

Gallois, P.-M. (1989). Typologie des entreprises industrielles. *Revue française de Gestion Industrielle*, *8*(1), 5-14.

Gamberini, J. (2016). *Villes en transition énergétique : recomposition de l'action urbaine de l'énergie en Allemagne* [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes]. https://www.theses.fr/2016GREAH043

Garnier, C. (1994). Écologie urbaine ou environnement urbain ? *Métropolis*, *100*, 52-60.

Garnier, J., et Zimmermann, J.-B. (2006). L'aire métropolitaine marseillaise et les territoires de l'industrie. *Géographie, économie, société*, *8*(2), 215-238. https://doi.org/10.3166/ges.8.215-238

Gaudin, T. (2013). *La prospective* (2e éd.). Presses Universitaires de France.

Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research policy*, *31*(8), 1257-1274. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8

Gennep, A. van. (1961). *The rites of passage* (traduit par M. B. Vizedom et G. L. Caffee). University of Chicago Press. (Ouvrage original publié en 1909)

George, P. (1950). *Géographie de l'énergie*. Librairie de Médicis.

Gerasimchuk, O. (2021). *La Russie face aux défis du nouveau marché du gaz naturel, débats et enjeux* [Thèse de doctorat, Institut National des Langues et Civilisations Orientales]. https://theses.hal.science/tel-03295956

Géronimi, M. (2006). Identité urbaine, reconversion industrielle et dynamique territoriale à Montréal : le cas d'Hochelaga-Maisonneuve. *Norois*, *199*(2), 45-60. https://doi.org/10.4000/norois.1911

Ginocchio, R., et Viollet, P.-L. (2012). *L'énergie hydraulique*. Lavoisier.

Gliedt, T., Hoicka, C. E., et Jackson, N. (2018). Innovation intermediaries accelerating environmental sustainability transitions. *Journal of Cleaner Production*, *174*, 1247-1261. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.054

Gobert, J. (2010). Éthique environnementale, remédiation écologique et compensations territoriales : entre antinomie et correspondances. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, *10*(1). https://doi.org/10.4000/vertigo.9535

Godet, M., et Durance, P. (2011). Introduction. Les fondements de la prospective stratégique. In *La prospective stratégique* (2e ed., p. 9-16). Dunod.

Gottmann, J. (1952). *La politique des états et leur géographie*. Colin.

Goze, M. (1999). La loi d'orientation foncière : de la croissance urbaine à la métropolisation. *Annuaire des Collectivités Locales*, *19*(1), 101-121. https://doi.org/10.3406/coloc.1999.1331

Gras, J. (2009). Chapitre 14 - Lorraine. Dans J.-C. Boyer, L. Carroué, J. Gras, A. Le Fur et S. Montagné-Villette (Éds.), *La France. Les 26 régions* (p. 183-200). Armand Colin.

Gravier, J.-F. (1947). *Paris et le désert français : décentralisation, équipement, population*. Le Portulan.

Grimault, J. (2023). *Un climat électrique : résistances aux nouvelles infrastructures de « transition énergétique » et gouvernement de la critique dans des espaces ruraux (Grand Est, Occitanie)* [Thèse de doctorat, Université de Lorraine]. https://www.theses.fr/s286459

Grimonprez, B. (2017). Réparer le vivant : éthique de la compensation. *Revue juridique de l'environnement*, *42*(4), 681-691.

Grosdidier, F. (1996). *La reconversion : une ardente obligation. Rapport sur les dispositifs d'aide à la reconversion des régions mono-industrielles en restructuration*. La Documentation française.

Grubler, A. (2012). Energy transitions research: Insights and cautionary tales. *Energy Policy*, *50*, 8-16. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.070

Guay, L. (1999). Constructing a response to ecological problems under scientific uncertainty: A comparison of acid rain and climate change policy in canada. *Energy & Environment*, *10*(6), 597-616. https://doi.org/10.1260/0958305991499801

Guedj, M. (2006). Du concept de travail vers celui d'énergie : l'apport de Thomson. *Revue d'histoire des sciences*, *59*(1), 29-50. https://doi.org/10.3917/rhs.591.0029

Guedj, M., et Mayrargue, A. (2014). Éclairages historiques sur l'émergence du concept d'énergie. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *10*, 35-61. https://doi.org/10.4000/rdst.925

Gueslin, A. (1992). Le paternalisme revisité en Europe occidentale (seconde moitié du XIXe siècle, début du XXe siècle). *Genèses. Sciences sociales et histoire*, *7*(1), 201-211. https://doi.org/10.3406/genes.1992.1117

Gumuchian, H., et Pecqueur, B. (2007). *La ressource territoriale*. Anthropos.

Guyol, N. B. (1971). *Energy in the Perspective of Geography*. Prentice-Hall.

Guyon, M., Douzou, S., Bart, J.-B., Brugidou, M., et Trotignon, M. (2019). Les territoires de la transition énergétique : diversité et polymorphisme. Dans S. Douzou, M. Guyon et S. Luck (Éds.), *Les territoires de la transition énergétique* (p. 5-16). Lavoisier.

Hache, E. (2022). Énergie. La guerre en Ukraine rebat les cartes de la géopolitique de l'énergie. Dans P. Boniface (Éd.), *L'Année stratégique 2023* (p. 315-322). Armand Colin.

Hache, E., Carcanague, S., Bonnet, C., Seck, G. S., et Simoën, M. (2019). Vers une géopolitique de l'énergie plus complexe ? *Revue internationale et stratégique*, *113*(1), 71-81. https://doi.org/10.3917/ris.113.0071

Hajer, M. (1996). Ecological modernisation as cultural polities. Dans S. Lash, B. Szerszynski et B. Wynne (Éds.), *Risk, Environment and Modernity: Towards a New Ecology* (p. 246-268). Sage.

Halser, C., et Paraschiv, F. (2022). Pathways to overcoming natural gas dependency on Russia - The German case. *Energies*, *15*(14). https://doi.org/10.3390/en15144939

Hamman, P. (2004). La coopération urbaine transfrontalière ou l'Europe « par le bas » ? *Espaces et sociétés*, *116-117*(1-2), 235-258. https://doi.org/10.3917/esp.116.0235

Hansen, T., et Coenen, L. (2015). The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *17*, 92-109. https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.11.001

Hargreaves, T., Hielscher, S., Seyfang, G., et Smith, A. (2013). Grassroots innovations in community energy: The role of intermediaries in niche development. *Global Environmental Change*, *23*(5), 868-880. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.008

Hauet, J.-P., et Malet, É. H. (2014). *Comprendre l'énergie : pour une transition énergétique responsable*. L'Harmattan.

Hendrickx-Candéla, C. (2001). Externalités de connaissance et localisation des activités : une revue des analyses empiriques. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, *février*(1), 11-37. https://doi.org/10.3917/reru.011.0011

Herrero Luque, D. (2016). *Estudio geográfico de la energía eólica en castilla y león* [Thèse de doctorat, Université de Lorraine]. https://www.theses.fr/2016LORR0068

Hirsh, R. F., et Jones, C. F. (2014). History's contributions to energy research and policy. *Energy research & social science*, *1*, 106-111. https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.02.010

Hou, S. (2015). *Transport et distribution du gaz naturel en Russie orientale : enjeux économiques, politiques et territoriaux* [Thèse de doctorat, Paris 1]. https://www.theses.fr/2015PA010650

Huber, J. (1982). *Die verlorene Unschuld der Ökologie, neue Technologien und superindustrielle Entwicklung*, (231e ed.). Frankfurt/Main, S. Fischer.

Huber, J. (2014). Les innovations technologiques environnementales comme voie vers la soutenabilité. Dans C. Lionel, H. Lange, B. Kalaora, et F. Rudolf (Éds.), *Environnement et sciences sociales en France et en Allemagne* (p. 147-164). L'Harmattan.

Huber, M. T. (2013). *Lifeblood: oil, freedom, and the forces of capital*. University of Minnesota Press.

Hughes, N., Strachan, N., et Gross, R. (2013). The structure of uncertainty in future low carbon pathways. *Energy Policy*, *52*, 45-54. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.028

Huglo, B. (2014). *La contractualisation des relations entre l'Etat et les collectivités territoriales* [Thèse de doctorat, Paris 2]. https://www.theses.fr/2014PA020037

Hunsberger, C., et Kløcker Larsen, R. (2021). The spatial politics of energy conflicts: How competing constructions of scale shape pipeline and shale gas struggles in Canada. *Energy Research & Social Science*, *77*, 102100. https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102100

Ibanez, P. (2011). L'articulation des PCET avec les documents locaux de planification urbaine. *Droit et Ville*, *71*(1), 43-62. https://doi.org/10.3917/dv.071.0043

Jaglin, S., et Verdeil, E. (2013). Énergie et villes des pays émergents : des transitions en question. *Flux*, *93-94*. https://doi.org/10.3917/flux.093.0007

Jänicke, M. (1984). *Umweltpolitische Prävention als ökologische Modernisierung und Strukturpolitik*. Wissenschaftszentrum Berlin. Inst. für Umwelt und Gesellschaft.

Jänicke, M. (2008). Ecological modernisation: new perspectives. *Journal of Cleaner Production*, *16*(5), 557-565. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.02.011

Jarrige, F., et Vrignon, A. (2020). Introduction. Une histoire alternative de l'énergie. In *Face à la puissance* (p. 5-21). La Découverte.

Jauréguy-Naudin, M. (2012). Une électricité européenne sobre en carbone : l'impasse ? *Politique étrangère*, *Printemps*(1), 175-186. https://doi.org/10.3917/pe.121.0175

Jeffery, C. (1997). L'émergence d'une gouvernance multi-niveaux dans l'Union européenne : une approche des politiques nationales. *Politiques et Management Public*, *15*(3), 211-231. https://doi.org/10.3406/pomap.1997.2160

Jégouzo, Y. (2015). Les compétences « aménagement du territoire et urbanisme » : quelle décentralisation ? *Revue française d'administration publique*, *156*(4), 1049-1054. https://doi.org/10.3917/rfap.156.1049

Johnson, J. A., Brown, M. E., Corong, E., Dietrich, J. P., Henry, R. C., Jeetze, P. J. von, Leclère, D., Popp, A., Thakrar, S. K., et Williams, D. R. (2023). The meso scale as a frontier in interdisciplinary modeling of sustainability from local to global scales. *Environmental Research Letters*, *18*(2), 025007. https://doi.org/10.1088/1748-9326/acb503

Kahn, H. (1962). *Thinking about the Unthinkable*. Horizon Press.

Kalyanpur, A., Mercadier, M.-E., et Blanc, P. (2013). Gisement solaire en France : caractérisation de la ressource énergétique, profil de répartition et volatilité. *Environnement et Technique*, *331*, 54-59. https://doi.org/hal-01184854

Katz, E. (1991). Restoration and redesign: The ethical significance of human intervention in nature. *Ecological Restoration, 9*(2), 90-96. https://doi.org/10.3368/er.9.2.90

Keppler, J. H. (2007). L'Union européenne et sa politique énergétique. *Politique étrangère, Automne*(3), 529-543. https://doi.org/10.3917/pe.073.0529

Kirk, D. (1945). Population trends in postwar Europe. *The annals of the American Academy of Political and Social Science*, *237*(1), 45-56. https://doi.org/10.1177/000271624523700106

Klagge, B., et Brocke, T. (2015). La transition énergétique à l'échelle locale : la production décentralisée d'électricité et le rôle des entreprises municipales et des fournisseurs régionaux. *Revue Géographique de l'Est, 55*(1-2). https://doi.org/10.4000/rge.5435

Klein, É. (2017). 1. L'énergie, une grandeur « qui se conserve ». Dans C. Jeandel et R. Mosseri (Éds.), *L'énergie à découvert* (p. 39). CNRS Éditions.

Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wieczorek, A., Alkemade, F., Avelino, F., Bergek, A., Boons, F., Fünfschilling, L., Hess, D., Holtz, G., Hyysalo, S., Jenkins, K., Kivimaa, P., Martiskainen, M., McMeekin, A., Mühlemeier, M. S., … Wells, P. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental innovation and societal transitions*, *31*, 1-32. https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004

Kouadio, K. A. (2021). *Les enjeux de l'électrification en milieu rural de la Côte d'Ivoire* [Thèse de doctorat, Université de Lorraine]. https://www.theses.fr/2021LORR0053

Krause, F., Bossel, H., et Müller-Reissmann, K.-F. (1980). *Energiewende. Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran*. Fischer.

LaBelle, M. C. (2023). Energy as a weapon of war: Lessons from 50 years of energy interdependence. *Global Policy, 14*(3), 531-547. https://doi.org/10.1111/1758-5899.13235

Laborgne, P. (2023). Local intermediaries in energy transitions: Bridging the gap from niche level to changing the regime. *Zeitschrift Für Politikwissenschaft, 33*(2), 277-296. https://doi.org/10.1007/s41358-023-00349-3

Labussière, O. (2020). Où va la géographie de l'énergie ? Dans V. Clément, M. Stock et A. Voley (Éds.), *Mouvements de géographie. Une science sociale au tournant* (p. 165-177). Presses Universitaires de Rennes.

Labussière, O., et Nadaï, A. (2015). L'énergie des sciences sociales. In *L'énergie des sciences sociales* (p. 11-24). Alliance Athena.

Labussière, O., et Nadaï, A. (2020). Les temporalités entremêlées des processus de transition énergétique. *Socio-anthropologie, 42*, 93-106. https://doi.org/10.4000/socio-anthropologie.7466

Labussière, O., et Régnier, Y. (2016). Explorer la transition énergétique : suivre les processus de concentration de ressources énergétiques diffuses. *Hypothèses*. https://relire.hypotheses.org/454

Lambert, O., et Mioche, P. (2016). Les charbonnages en Provence (HBM/HBCM) et la reconversion industrielle de 1949 à nos jours. Dans *Les Houillères entre l'État, le marché et la société* (p. 217-233). Presses universitaires du Septentrion.

Landel, P.-A. (2007). La notion d'opérateur de ressources territoriales, *43e Colloque de l'ASRDLF, Grenoble, Chambéry.*

Landel, P.-A., et Pecqueur, B. (2011). L'opérateur territorial, vecteur du changement. *48e colloque ASRDLF, Migrations et territoires, Fort de France*.

Lange, B., Schmid, B., Schulz, C., et Hülz, M. (2023). *Post-growth geographies: Spatial relations of diverse and alternative economies* (1ère éd.). Transcript Verlag.

Lapostolle, D. (2021). Analyser les trajectoires territoriales de transition énergétique. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, *Hors-série 34*. https://doi.org/10.4000/vertigo.30105

Lascoumes, P., et Le Galès, P. (2005). Conclusion : de l'innovation instrumentale à la recomposition de l'Etat. Dans *Gouverner par les instruments* (p. 357-370). Presses de Sciences Po.

Lasserre, F., Gonon, E., et Mottet, É. (2020). Chapitre 8. La géopolitique des ressources. Dans E. Gonon, F. Lasserre et É. Mottet (Éds.), *Manuel de géopolitique* (3e éd. p. 245-303). Armand Colin.

Latouche, S. (2022). *Introduction. Origine et sens.* Dans *La décroissance* (2e éd., p. 3-22). Presses Universitaires de France.

Laurent, E. (2020). *The new environmental economics: Sustainability and justice*. Polity Press.

Lavelle, S. (2015). Un nouveau récit pour une transition juste. *Revue Projet*, *344*(1), 79-87.

Le Bail, M., Merot, A., Munier-Jolain, N., et Martin, G. (2020, janvier). *Analyse de trajectoires de transition agroécologique des systèmes agricoles*. INRAE. https://www.inrae.fr/sites/default/files/tae_aes_act_-_s3-_gm_mlb_nmj_am_vf.pdf

Le Berre, M. (1995). Territoires. Dans A. Bailly, R. Ferras, et D. Pumain (Éds.), *Encyclopédie de géographie* (p. 601-602). Economica.

Le Maner, Y. (1995). *Du coron à la cité : un siècle d'habitat minier dans le Nord-Pas-de-Calais, 1850-1950*. Centre historique minier Lewarde.

Le Roux, S. (2008). *Énergie et développement urbain durable : analyse des stratégies locales et essai de prospective pour les villes moyennes européennes* [Thèse de doctorat, Limoges]. https://www.theses.fr/2008LIMO2010

Le Treut, H. (2022). Besoins énergétiques du futur. Dans *Climat et civilisation* (p. 111-119). Érès.

Letté, M. (2012). Reconversion industrielle et réparation environnementale. *L'archéologie industrielle en France. Patrimoine technique, mémoire*, *60*, 62.

Lévy, J., et Lussault, M. (2013). *Dictionnaire de la géographie*. Belin.

Liefooghe, C. (2017). Chapitre 3. Lille Métropole : de la reconversion industrielle aux défis de l'économie de la connaissance et de la créativité. Dans D. Mons et D. Paris (Éds.), *Lille, métropole créative ? Nouveaux liens, nouveaux lieux, nouveaux territoires* (p. 67-92). Presses universitaires du Septentrion.

Lormeteau, B. (2023). Autoconsommation collective en électricité et communautés énergétique, l'énergie comme un « commun » ? *Revue juridique de l'environnement*, *48*(HS22), 371-378.

Louargant, S., et Ghiotti, S. (2000). Les démarches comparatives sur la montagne : quelles connaissances ? *Montagnes Méditerranéennes*, *12*, 17-25.

Louvel, N. (2015). *Analyser la transition énergétique. Caractériser les contextes territoriaux favorables à l'émergence de l'énergie décentralisée en Europe*. Environnement et société.

Lovell, K., et Foxon, T. J. (2021). Framing branching points for transition: Policy and pathways for UK heat decarbonisation. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *40*, 147-158. https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.06.007

Lovell, K., et Foxon, T. J. (2023). Operationalising branching points for transition: Mapping policy and pathways for heat decarbonisation in the United Kingdom. *Energy Research & Social Science*, *97*, 102960. https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.102960

Luhmann, N. (1992). *Beobachtungen der Moderne*. Westdeutscher Verlag.

Ma, K. (2012). *Système énergétique territorial face à la montée en puissance des énergies renouvelables : modélisation de la transition appliquée à La Réunion* [Thèse de doctorat, Université de Rouen]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00732678

Maestroni, M. (2013). *Comprendre le nouveau monde de l'énergie*. Maxima.

Manners, G. (1964). *The Geography of Energy*. Routledge.

Maresca, B., et Dujin, A. (2014). La transition énergétique à l'épreuve du mode de vie. *Flux*, *96*(2), 10-23. https://doi.org/10.3917/flux.096.0010

Marie, S. (2015). La porosité actuelle entre planification stratégique et planification réglementaire. *Cahiers du GRIDAUH*, *29*(2), 205-215. https://doi.org/10.3917/cdg.029.0205

Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. Macmillan and Company.

Martin, C. (2016). *Approche territoriale de la transition énergétique : acteurs, gouvernance et scénarios adaptatifs en territoire de montagne* [Thèse de doctorat, Chambéry]. https://www.theses.fr/s163690

Martin, R., et Sunley, P. (2010). The place of path dependence in an evolutionary perspective on the economic landscape. Dans R. Boschma et R. Martin (Éds.), *The handbook of evolutionary economic geography* (p. 62-92). Edward Elgar.

Mazzucchi, N. (2017). *Énergie : ressources, technologies et enjeux de pouvoir*. Armand Colin.

Mbaloula, M. (2011). La problématique de l'émergence économique des pays en voie de développement. *Revue Congolaise de Gestion*, *Numéro 14*(2), 107-118. https://doi.org/10.3917/rcg.014.0107

Meadows, D. H., Meadows, D., Randers, J., et Behrens, W. (1972). *The Limits to Growth*. New York, Universe Books.

Melin, H. (2013). Loos-en-Gohelle, du noir au vert. *Multitudes*, *52*(1), 59-67. https://doi.org/10.3917/mult.052.0059

Melot, R. (2009). De la gestion des espaces au projet de territoire : les enjeux politiques d'un changement de paradigme juridique. *L'Année sociologique*, *59*(1), 177-199. https://doi.org/10.3917/anso.091.0177

Mérenne-Schoumaker, B. (2007). *Géographie de l'énergie. Acteurs, lieux et enjeux*. Belin Sup Géographie.

Mérenne-Schoumaker, B. (2011). *Géographie de l'énergie : Acteurs, lieux et enjeux* (Nouvelle édition). Belin.

Merle, A. (2011). De l'inclassable à « l'espèce d'espace » : l'intermédiarité et ses enjeux en géographie. *L'Information géographique*, *75*(2), 88-98. https://doi.org/10.3917/lig.752.0088

Messaoudi, D. (2014). Les délocalisations industrielles dans les mutations des systèmes productifs français. *Revue Géographique de l'Est*, *54*(1-2). https://doi.org/10.4000/rge.5153

Meyer, T. (2017a). Du carbon lock-in au nuclear lock-in : les verrous spatiaux aux changements de politique nucléaire en Suède. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, *8*(3). https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11936

Meyer, T. (2017b). *Une analyse comparative des géopolitiques du nucléaire civil en Allemagne, en France et en Suède* [Thèse de doctorat, Université Paris 8]. https://doi.org/10.4000/trajectoires.2570

Meyer, T., Vallerand, F., Bour, V., Dauwe, C., Erne-Heintz, V., et Schellenberger, T. (2021). Produire les échelles de la transition à Fessenheim : contingences et jeu d'acteurs autour de la fermeture d'une centrale nucléaire. *L'Espace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique*, *43*. https://doi.org/10.4000/espacepolitique.9674

Mignerot, V. (2022). La transition énergétique résiliente. *Cités*, *92*(4), 57-68. https://doi.org/10.3917/cite.092.0057

Mioche, P. (2018). L'usine d'alumine de Gardanne, du local au global, 1893-2018. La mondialisation continue ? *Cahiers d'histoire de l'aluminium, 60-61*, 68-85. https://shs.cairn.info/revue-cahiers-d-histoire-de-l-aluminium-2018-1-page-68?lang=fr

Missaghieh-Poncet, J. (2019). *Transition énergétique, sous-sol et constructions de communs.* [Thèse de doctorat, Université de Pau]. https://www.theses.fr/s342495

Missemer, A. (2020). L'invention des catégories énergétiques... Par les économistes. Dans F. Jarrige et A. Vrignon (Éds.), *Face à la puissance* (p. 229-237). La Découverte.

Moderne, F. (1977). La concertation entre l'État et les collectivités locales dans l'élaboration des documents d'urbanisme. *Recueil Dalloz*.

Moine, A. (2006). Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie. *L'Espace géographique*, *35*(2), 115-132. http://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2006-2-page-115.htm

Mol, A. P. J. (2000). The environmental movement in an era of ecological modernisation. *Geoforum*, *31*(1), 45-56. https://doi.org/10.1016/S0016-7185(99)00043-3

Mons, L. (2008). *Les enjeux de l'énergie. Pétrole, nucléaire, et après ?* Larousse.

Montes de Oca, N. (2021). *Changements énergétiques et reconfigurations socio-spatiales dans le sud du Pérou* [Thèse de doctorat, Université Paris 3]. https://www.theses.fr/2021PA030020

Mor, E. (2011). Des initiatives locales européennes pour atteindre le facteur 4 ? *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, *2*(1). https://doi.org/10.4000/developpementdurable.8759

Morris, A. C., Nivola, P. S., et Schultz, C. L. (2012). Clean energy: Revisiting the challenges of industrial policy. *Energy Economics*, *34*, 34-42. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.030

Mortelette, C. (2020). La patrimonialisation de l'héritage minier dans le Nord-Pas-de-Calais : un outil efficace de réconciliation de la population locale avec son passé ? *Les Cahiers*

de la recherche architecturale urbaine et paysagère, *7*. https://doi.org/10.4000/craup.3828

Morton, T. (2018). Hyperobjets (traduit par L. Bury). *Multitudes*, *72*(3), 109-116. https://doi.org/10.3917/mult.072.0109

Mundler, P., et Rouchier, J. (2016). Introduction. Dans *Alimentation et proximités* (p. 15-25). Éducagri éditions.

Nessi, H. (2018). La transposition d'un modèle de transition énergétique international à l'échelle locale. Entre solutions techniques standardisées et outil d'aide à la décision. *Les Annales de la Recherche Urbaine*, *113*(1), 220-233. https://doi.org/10.3406/aru.2018.3285

Notestein, F. W. (1946). The facts of life. *Population*, *1*(4), 615-622. https://doi.org/10.2307/1523417

O'Conor, P. (2010). *Energy Transitions*. The Frederick S. Paradee Center.

Ohlhorst, D. (2015). Germany's energy transition policy between national targets and decentralized responsibilities. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, *12*(4), 303-322. https://doi.org/10.1080/1943815X.2015.1125373

Oiry, A. (2017). *La transition énergétique sous tension ? Contestations des énergies marines renouvelables et stratégies d'acceptabilité sur la façade atlantique française* [Thèse de doctorat, Université Paris 1]. http://www.theses.fr/2017PA01H089

Ory, F. (2021). Une transition énergétique non consensuelle ? Définition du concept chez les acteurs en Martinique. *Bulletin de l'association de géographes français. Géographies*, *97*(4), 547-568. https://doi.org/10.4000/bagf.7584

Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763

Oye Nguema, A. (2023). *Enjeux pour le Gabon en matière d'énergie dans le contexte de crise énergétique actuelle*. [Thèse en préparation, Université de Lorraine]. https://www.theses.fr/s360139

Palle, A. (2016). *L'espace énergétique européen : quelle(s) intégration(s) régionale(s) ? Réseaux, normes, marchés, politiques, des intégrations à plusieurs échelles?* [Thèse de doctorat, Université Paris 1]. https://www.theses.fr/2016PA01H018

Palle, A. (2021). La transition énergétique européenne, changement de ressources, changements d'échelles. *Bulletin de l'association de géographes français. Géographies*, *97*(4), 449-465. https://doi.org/10.4000/bagf.7319

Paltsev, S. (2017). Energy scenarios: The value and limits of scenario analysis. *WIREs Energy and Environment*, *6*(4). https://doi.org/10.1002/wene.242

Pappalardo, M. (2021). La gouvernance des communautés énergétiques, entre pratiques de l'espace et dynamiques de pouvoir. *Espaces et sociétés*, *182*(1), 55-71. https://doi.org/10.3917/esp.182.0055

Paquot, T. (2011). Qu'est-ce qu'un « territoire » ? *Vie sociale*, *2*(2), 23-32. https://doi.org/10.3917/vsoc.112.0023

Parrique, T. (2022). *Ralentir ou périr : L'économie de la décroissance*. Seuil.

Pasqualetti, M. J. (2012). The Geography of Energy and the Wealth of the World. Dans K. Zimmerer (Éd.), *The New Geographies of Energy* (p. 270-279). Routledge.

Pasqualetti, M. J., et Brown, M. A. (2014). Ancient discipline, modern concern: Geographers in the field of energy and society. *Energy Research & Social Science, 1*, 122-133. https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.03.016

Perthuis, C. de. (2022). *Gaz à effet de serre*. De Boeck Supérieur.

Philippe, E. (2018). Territorial resilience: An economic perspective. *Journal of Urban and Landscape Planning, Journal Article*.

Pissaloux, J.-L. (2017). Grenelle de l'environnement et lois « Grenelle 1 » et « Grenelle 2 ». Dans *Dictionnaire Collectivités territoriales et Développement Durable* (p. 233-241). Lavoisier.

Pitance, G. (2022). Le bassin houiller lorrain, un territoire qui s'intéresse de longue date à l'hydrogène. *Annales des Mines - Réalités industrielles, novembre*(4), 47-53. https://doi.org/10.3917/rindu1.224.0047

Pitte, J.-R. (2009). Chapitre 4. L'aménagement du territoire : une affaire d'État. Dans *La France* (p. 91-114). Armand Colin.

Poinssot, C., d'Hugues, P., et Jacquemin, B. (2022). Réinvestir les richesses de notre sous-sol, un puissant levier au service de la transition énergétique et de la souveraineté française. *Administration, 274*(2), 25-29. https://doi.org/10.3917/admi.274.0025

Polzin, F., von Flotow, P., et Klerkx, L. (2016). Addressing barriers to eco-innovation: Exploring the finance mobilisation functions of institutional innovation intermediaries. *Technological Forecasting and Social Change, 103*, 34-46. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.001

Poupeau, F.-M. (2013). Quand l'État territorialise la politique énergétique. L'expérience des schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie. *Politiques et Management public, 30*(4), 443. https://doi.org/10.3166/pmp.30.443-472

Prieur, M. (1981). Le respect de l'environnement et les études d'impact. *Revue juridique de l'Environnement, 6*(2), 103-128. https://doi.org/10.3406/rjenv.1981.1631

Prigent, L. (2013). L'inscription au patrimoine mondial de l'Unesco, les promesses d'un label ? *Revue internationale et stratégique, 90*(2), 127-135. https://doi.org/10.3917/ris.090.0127

Pujals, G. (2013). Vingt-cinq ans de fusions-acquisitions bancaires en Europe. *Revue d'économie financière, 110*(2), 43-63. https://doi.org/10.3917/ecofi.110.0043

Quenault, B. (2020). Transition énergétique et durabilité des trajectoires de développement : vers un simple ajustement à la marge ou une transformation de rupture ? *Mondes en développement, 192*(4), 45-70. https://doi.org/10.3917/med.192.0045

Raineau, L. (2011). Dossier « Adaptation aux changements climatiques ». Vers une transition énergétique ? *Natures sciences sociétés (Montrouge), 19*(2), 133-143. https://doi.org/10.1051/nss/2011143

Ramirez-Cobo, I., Tribout, S., et Debizet, G. (2021). Territoires d'énergie, territoires à projet. Articulations et dépendances entre conceptions urbaine et énergétique. *Espaces et sociétés, 182*(1), 73-91. https://doi.org/10.3917/esp.182.0073

Rannou, S. (2015). *Transition énergétique et gouvernance des territoires : les énergies renouvelables comme leviers d'une démarche de gestion intégrée du territoire de l'agglomération de Saint-Brieuc* [Thèse de doctorat, Université Rennes 2]. https://www.theses.fr/s131361

Ravaz, B., Bombenger, P.-H., Capezzali, M., et Meyer, T. (2024). Reviewing 20 years of redevelopment trajectories of industrial sites literature and highlighting new research perspectives. *Land Use Policy*, *146*, 107326. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107326

Raworth, K. (2012). *A safe and just space for humanity: Can we live within the doughnut?* Oxfam International. https://oxfamilibrary.openrepository.com/handle/10546/210490

Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. Chelsea Green Publishing.

Régnier, Y., Landel, P.-A., et Durand, L. (2017). *Opérateurs énergétiques territoriaux*. CLER, Réseau pour la transition énergétique. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01560003

Reguer, I. (2023). *Concilier transition agroécologique et transition énergétique pour une agriculture plus durable : production d'énergie par la méthanisation agricole ou sobriété énergétique des exploitations ? Le cas de la Bretagne.* [Thèse en préparation, Université Paris-Saclay]. https://www.theses.fr/s352714

Renouard, A.-C. (2020). Les régions face au défi climatique : déterritorialisation des problèmes, reterritorialisation des dispositifs dans les schémas régionaux climat air énergie. *Pôle Sud*, *52*(1), 113-127. https://doi.org/10.3917/psud.052.0113

Reynaud, A. (1984). L'intérêt de la démarche comparative en géographie. *Espaces Temps Cachan, 26-27-28*, 26-33.

Rieutort, L. (2024). Sobriété foncière et territoires. D'autres approches du ZAN justifiées par la géographie. *Population & Avenir*, *768*(3), 4-7. https://doi.org/10.3917/popav.768.0004

Rifkin, J., Chemla, F., et Chemla, P. (2012). *La troisième révolution industrielle : comment le pouvoir latéral va transformer l'énergie, l'économie et le monde*. Les liens qui libèrent.

Rivera, G. L., Malliet, P., Saussay, A., et Reynès, F. (2018). Construire une politique énergétique et climatique européenne cohérente. *Revue de l'OFCE*, *158*(4), 383-401. https://doi.org/10.3917/reof.158.0383

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., … Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, *461*(7263). https://doi.org/10.1038/461472a

Rodrigues, J. N. (2012). La comparaison en géographie. Contribution à partir de l'étude de la coopération intercommunale en France et au Brésil. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasilera de geografia, 16*. https://doi.org/10.4000/confins.8062

Rodríguez-Fernández, L., Fernández Carvajal, A. B., et Ruiz-Gómez, L. M. (2020). Evolution of European Union's energy security in gas supply during Russia–Ukraine gas crises (2006–2009). *Energy Strategy Reviews*, *30*, 100518. https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100518

Rojas Angulo, D. F. (2021). *Transitions durables : Modélisation multi-échelles de la diffusion des technologies d'énergies renouvelables et de la résilience urbaine dans le cadre d'une approche en réseau dans les Alpes suisses et sur la Région-SUD-Provence-Alpes-*

Côte d'Azur [Thèse de doctorat, Université Côte d'Azur]. https://www.theses.fr/2021COAZ2013

Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy, 94*(5), 1002-1037.

Rosenbloom, D. (2017). Pathways: An emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global Environmental Change, 43*, 37-50. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.011

Rosenbloom, D. (2018). Framing low-carbon pathways: A discursive analysis of contending storylines surrounding the phase-out of coal-fired power in Ontario. *Environmental Innovation and Societal Transitions, 27*, 129-145. https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.11.003

Rosenbloom, D., Haley, B., et Meadowcroft, J. (2018). Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. *Energy Research & Social Science, 37*, 22-36. https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.022

Rostow, W. W. (1960). *The stages of economic growth: A non-communist manifesto*. Cambridge University Press.

Roudier, L. (2023). *La création des ouvrages majeurs de transport d'électricité entre contestation et concertation : Une analyse géopolitique* [Thèse en préparation, Université Paris 8]. https://www.theses.fr/s120575

Rozelle, L. (2010). Resurveying DeLillo's « white space on map »: Liminality and communitas in underworld. *Studies in the Novel, 42*(4), 443-452.

Rudolf, F. (2013). De la modernisation écologique à la résilience : un réformisme de plus ? *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, 13*(3). https://doi.org/10.4000/vertigo.14558

Rychen, F., et Zimmermann, J.-B. (2001). Une approche territoriale du développement industriel : la microélectronique dans l'aire métropolitaine marseillaise. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine, février*(1), 115-133. https://doi.org/10.3917/reru.011.0115

Sauder, R. (2018). Entretien avec Régis Sauder. Retour à Forbach Ich bin ein Forbachois. *Sens-Dessous, 21*(1), 115-118. https://doi.org/10.3917/sdes.021.0115

Scarwell, H.-J., Leducq, D., et Groux, A. (2015). *Réussir la transition énergétique*. Presses universitaires du Septentrion.

Schembri, P., et Remita, H. (2021). *Énergies « nouvelles » et société : la transition énergétique actuelle à la croisée des chemins et des savoirs*.

Scheurer, F. (1987). Histoire des centrales thermiques de 1946 à 1980. *Bulletin d'histoire de l'électricité, 10*(1), 121-142. https://doi.org/10.3406/helec.1987.1026

Sechilariu, M. (2019). Production décentralisée d'électricité renouvelable. Micro-réseaux urbains et réseau électrique intelligent. Dans P. Ingallina (Éd.), *Ecocity, Knowledge city, Smart city: Vers une ville écosoutenable ?* (p. 151-164). Presses universitaires du Septentrion.

Serero, S., et Verzeroli, M. (2022). La ville sobre questionne la course à l'innovation technologique comme une fin en soi. *Revue internationale et stratégique, 128*(4), 115-125. https://doi.org/10.3917/ris.128.0115

Shukla, P. R., Skea, J., Reisinger, A., et Slade, R. (2022). *Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change*. GIEC.

Smil, V. (1994). Energy in World History. *Bulletin of Science, Technology & Society*, *15*(4), 352. https://doi.org/10.1177/027046769501500417

Smil, V. (2017). *Energy and civilization: A history*. The MIT Press.

Sorre, M. (1947). *Les Fondements de la Géographie humaine* (2e éd.). Armand Colin.

Sovacool, B. K. (2016). How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research & Social Science*, *13*, 202-215. https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020

Subra, P. (2018). Chapitre 6. L'énergie, nouvel objet de conflit. Dans *Géopolitique de l'aménagement du territoire* (3e éd., p. 165-199). Armand Colin.

Tabourdeau, A. (2014). *Entre forêt et énergie : composer la transition. Le cas du bois-énergie en Auvergne et Rhône-Alpes* [Thèse de doctorat, Université Grenoble]. https://www.theses.fr/2014GRENH005

Taiclet, A.-F. (2018). Chapitre 11. Quand gouverner, c'est rythmer. Le temps comme instrument politique d'accompagnement de la fin de l'industrie minière. Dans *Temporalité(s) politique(s)* (p. 181-196). De Boeck Supérieur.

Tanguy, A. (2019). Le rôle des compétitions territoriales dans la transition énergétique. *Flux*, *116-117*(2-3), 176-191. https://doi.org/10.3917/flux1.116.0176

Tellenne, C. (2021). Les acteurs de l'énergie. Dans *Géopolitique des énergies* (p. 53-80). La Découverte.

Tosi, S., et Vitale, T. (2013). Gouverner la reconversion industrielle dans le Haut-milanais : Interrogations sur les processus de représentation et de défense des intérêts territoriaux. *Métropoles*, *12*. https://doi.org/10.4000/metropoles.4679

Trink, C., et Pitance, G. (2008). La contribution d'un centre de recherches appliquées à l'innovation et au développement économique local : le rôle du Pôle de Plasturgie de l'Est (PPE). *Annales des Mines - Réalités industrielles*, *Mai*(2), 41-49. https://doi.org/10.3917/rindu.082.0041

Trist, S. (1990). Le patronat face à la question des loisirs ouvriers : avant 1936 et après. *Le Mouvement social*, *150*, 45-57. https://doi.org/10.2307/3778651

Tsayem Demaze, M., et Chartier, A. (2021). Comment la géographie est-elle impliquée dans la construction des connaissances sur la transition énergétique ? Un état de l'art et des pistes d'approfondissement des recherches. *Annales de géographie*, *737*(1), 5-34. https://doi.org/10.3917/ag.737.0005

Tubiana, L. (2022). La construction de la paix dans un monde en guerre écologique. *GREEN*, *2*(1), 19-26.

Turner, V. W. (1969). *The Ritual Process: Structure and Anti-structure*. Aldine Publishing Company.

Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, *28*(12), 817-830. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00070-7

Unruh, G. C. (2002). Escaping carbon lock-in. *Energy Policy*, *30*(4), 317-325. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00098-2

Urbinatti, A. M., Benites-Lazaro, L. L., Carvalho, C. M. de, et Giatti, L. L. (2020). The conceptual basis of water-energy-food nexus governance: Systematic literature review using network and discourse analysis. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, *17*(2), 21-43. https://doi.org/10.1080/1943815X.2020.1749086

Vaché, I. (2009). *L'émergence des politiques énergétiques en Pays de la Loire (France) : effets de contexte, potentiels et jeux d'acteurs* [Thèse de doctorat, Université Le Mans]. https://www.theses.fr/2009LEMA3007

Vaïsse, M. (2018). Le général de Gaulle et la souveraineté nucléaire. Dans *Résistance et Dissuasion* (p. 203-207). Odile Jacob.

Vanuxem, S. (2019). La compensation écologique comme mécanisme de droit analogiste. *Revue juridique de l'environnement*, *44*(1), 115-144.

van Veelen, B. (2020). Caught in the middle? Creating and contesting intermediary spaces in low-carbon transitions. *Environment and Planning C: Politics and Space*, *38*(1), 116-133. https://doi.org/10.1177/2399654419856020

Vavasseur-Desperriers, J. (2020). Entreprises, syndicats intercommunaux et reconversion industrielle dans l'ouest du bassin minier du Pas-de-Calais durant les années 1960. Dans M.-P. Chélini et J.-F. Eck (Éds.), *PME et grandes entreprises en Europe du Nord-Ouest XIXe—XXe siècle : activités, stratégies, performances* (p. 285-298). Presses universitaires du Septentrion.

Vayssière, B. (2009). Relever la France dans les après-guerres : reconstruction ou réaménagement ? *Guerres mondiales et conflits contemporains*, *236*(4), 45-60. https://doi.org/10.3917/gmcc.236.0045

Védie, H.-L. (2011). Fiche 20. Les externalités. Dans *Microéconomie* (3e éd., p. 117-121). Dunod.

Veltz, P. (1996). *Mondialisation, villes et territoires : une économie d'archipel*. Presses universitaires de France.

Veltz, P. (2022). *Bifurcations : Réinventer la société industrielle par l'écologie ?* Éditions de l'Aube.

Verhaeghe, L. (2021). Le déploiement local des énergies renouvelables à l'amorce d'un mutualisme villes-campagnes ? *Espaces et sociétés*, *182*(1), 33-54. https://doi.org/10.3917/esp.182.0033

Vignot, F. (2022). Souveraineté industrielle et énergétique : une présence réaffirmée de l'État. *Administration*, *274*(2), 42-44. https://doi.org/10.3917/admi.274.0042

Vindt, G. (2006). Le charbon, énergie d'hier, et de demain ? *Alternatives économiques*, *245*(3), 78-78. https://doi.org/10.3917/ae.245.0078

Vivekanandan, J. (2009). Vers la gouvernance multiniveau. Dans *Regards sur la Terre 2009* (p. 126-137). Presses de Sciences Po.

Vuillermot, C. (2003). La nationalisation de l'électricité en France en 1946 : le problème de l'indemnisation. *Annales historiques de l'électricité*, *1*(1), 53-69. https://doi.org/10.3917/ahe.001.0053

Wagstaff, H. R. (1974). *A geography of energy*. W. C. Brown Company.

Wahnich, S. (2010). Critique du progrès. *Vacarme*, *53*(4), 40-42. https://doi.org/10.3917/vaca.053.0040

Warbroek, B., Hoppe, T., Coenen, F., et Bressers, H. (2018). The role of intermediaries in supporting local low-carbon energy initiatives. *Sustainability*, *10*(7). https://doi.org/10.3390/su10072450

Weber, F. (2018). *Konflikte um die Energiewende, vom Diskurs zur Praxis*. Springer VS.

Werner, M., et Zimmermann, B. (2003). Penser l'histoire croisée : entre empirie et réflexivité. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, *58*(1), 5-36. https://doi.org/10.1017/S0395264900002547

Wernert, C. (2017). Origines et histoire de la gestion énergétique locale à Metz : les stratégies économiques de l'Usine d'Electricité de Metz (UEM). *Flux*, *109-110*(3-4), 36-47. https://doi.org/10.3917/flux1.109.0036

Wernert, C. (2019). *L'historicité de la transition énergétique bas carbone : analyse comparée des politiques énergie-climat locales en France (Metz) et en Allemagne (Sarrebruck)* [Thèse de doctorat, Université du Maine]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02881387

Wernert, C. (2020). Les héritages d'une trajectoire énergétique dans un ancien bassin houiller : le cas complexe d'une transition à Sarrebruck. *Revue du Rhin supérieur*, *2*, 127-147. https://doi.org/10.57086/rrs.144

Woronoff, D. (1990). Histoire des forêts françaises, XVIe-XXe siècles. Résultats de recherche et perspectives. *Les Cahiers du Centre de Recherches Historiques, 6.* https://doi.org/10.4000/ccrh.2860

Yakovenko, K., et Mišík, M. (2020). Cooperation and security: Examining the political discourse on natural gas transit in Ukraine and Slovakia. *Energies*, *13*(5969). https://doi.org/10.3390/en13225969

Zanetti, T. (2012). *Une ville et sa multinationale, une multinationale et sa ville : emprise spatiale, organisation sociale, fonction économique et régulation politique du « territoire Michelin » à Clermont-Ferrand (fin XIXe à nos jours)* [Thèse de doctorat, Université Lyon 2]. https://theses.fr/2012LYO20099

Zaphiropoulo, J. (2020). *Communautés et circularités énergétiques : reconfigurations sociotechniques et territoriales* [Thèse en préparation, Université Grenoble Alpes]. https://www.theses.fr/s261699

Zhiznin, S. Z., Timohov, V. M., et Dineva, V. (2020). Energy security: Theoretical interpretations and quantitative evaluation. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *10*(2).

Zuindeau, B., Goxe, A., Villalba, B., et Letombe, G. (2018). Chapitre 1. Dynamiques de proximité et émergence de formes nouvelles de gouvernance dans le Bassin Minier. Dans C. Kergomard, R. Laganier, et H.-J. Scarwell (Éds.), *Environnement et gouvernance des territoires : enjeux, expériences, et perspectives en région Nord-Pas de Calais* (p. 171-204). Presses universitaires du Septentrion.

Documents et rapports techniques

Pacte territorial du Havre : *Pacte territorial pour la transition écologique et industrielle*, 13 janvier 2020.
https://www.lehavreseinemetropole.fr/sites/default/files/media/downloads/pacte-transition-ecologique-industrielle-synthese.pdf
Pacte territorial de Cordemais : *Pacte territorial pour la transition écologique et industrielle de la centrale de Cordemais et de l'estuaire de la Loire*, 17 janvier 2020.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2020.01.20_pacte_transition_ecologique-cordemais.pdf
Pacte territorial de Saint-Avold ; *Projet de territoire du Warndt Naborien*, 18 janvier 2020.
https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-34821-projet-territoire.pdf
Pacte territorial de Gardanne-Meyreuil : *Pacte pour la transition écologique et industrielle du territoire de Gardanne-Meyreuil*, 20 décembre 2020.
https://www.departement13.fr/uploads/delibs/F0ZK0.pdf

Appel d'offres n°2010/S 143-220129 portant sur des installations de production d'électricité à partir de biomasse.
Appel d'offres n° 2011/S 126-208873 portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine

Agence de l'environnement et de maîtrise de l'énergie. (2022, 17 février). *Développement de combustibles issus de la biomasse pour remplacer le charbon : lancement d'un appel à manifestation d'intérêts national*.
https://presse.ademe.fr/2022/02/developpement-de-combustibles-issus-de-la-biomasse-pour-remplacer-le-charbon-lancement-dun-appel-a-manifestation-dinterets-national.html?hilite=ECO+INNOVATION
Agence internationale de l'énergie. (2019, 24 septembre). *International Energy Outlook.*
https://iea.blob.core.windows.net/assets/98909c1b-aabc-4797-9926-35307b418cdb/WEO2019-free.pdf
Agence internationale de l'énergie. (2021). *Phasing-out unabated coal, Current status and three case studies*.
https://iea.blob.core.windows.net/assets/861dc94d-a684-4875-80fb-a1faaf914125/PhasingOutUnabatedCoal-CurrentStatusandThreeCaseStudies.pdf
Agence européenne pour l'environnement. (2022, novembre). *Trends and Projections in Europe*.
https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2022
Agence internationale de l'énergie. (2022). *Perspectives énergétiques mondiales.*
https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf
Agence internationale de l'énergie. (2022). *Evolution of key regional natural gas prices June 2021-October 2022*.
https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/evolution-of-key-regional-natural-gas-prices-june-2021-october-2022

Agence nationale pour la cohésion des territoires. (2024, 16 avril). *Sites clés en main France 2030*, dossier de presse.
https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2024-04/DP_TI_siteclesenmain_VF%2018%20avril%202024.pdf
Agence d'Urbanisme du Pays d'Aix. (2022, 20 janvier). *Le foncier économique dans les communes du bassin minier*.
Association des Travailleurs de la Centrale de Gardanne. (2021). *Projet pour un avenir industriel de la centrale de Provence à Gardanne*.
https://www.energie-servicepublic.com/_files/ugd/06c6a8_5522a767984c4036a2ee767f78f3426b.pdf
Association et citoyens de Gardanne/Meyreuil. (2020, 28 août). *Projet des associations et citoyens de Gardanne/Meyreuil pour la mise en place d'un Pacte Territorial d'avenir*.
BP. (2022). *Statistical Review of World Energy 2022*.
https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf
BP. (2023, juillet). *Energy Outlook 2023*.
https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2023.pdf
Commission nationale du débat public. (2022, 19 décembre). *Bilan de la concertation Hynovera*.
https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-12/Bilan_Hynovera.pdf
Commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale. (2022, 2 février). *Suivi des mesures d'accompagnement des salariés concernés par la fermeture des centrales à charbon*.
https://www2.assemblee-nationale.fr/content/download/459165/4473804/version/1/file/comm+centrales+%C3%A0+charbon.pdf
Commissariat général à l'égalité des territoires. (2018, octobre). *Regards croisés sur les territoires industriels. Pour un dialogue entre fonction économique, capital social et héritage matériel*.
https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2020-08/regardscroisesterritoiresindustriels.pdf
Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement. (2013). *9e conférence bretonne de l'énergie. Pacte électrique breton, point d'avancement au 1er trimestre 2023*.
https://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/etat-d-avancement-du-pacte-electrique-breton-au-22-a2143.html
Energy Information Administration. (2019, 24 septembre). *International Energy Outlook 2019 with projections to 2050*.
https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/ieo2019.pdf
Fonds Monétaire International. (2022). *La ruée sur l'énergie*.
https://www.elibrary.imf.org/view/journals/022/0059/004/022.0059.issue-004-fr.xml
GazelEnergie. (2021, juillet). *Dossier de demande d'autorisation environnementale, création d'une chaufferie Bois Énergie*.

https://www.uvp-verbund.de/documents-ige-ng/igc_sl/3f175328-8209-4d7e-80c3-8da4894b9f4f/6_a_Note_Presentation_NonTechnique.pdf

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. (2023, 20 mars). *6e rapport de synthèse*.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf

Grand Port Maritime Nantes-Saint-Nazaire. (2021, 8 octobre). *Projet stratégique 2021-2026*.
https://www.nantes.port.fr/sites/default/files/medias/20211011_R_GPMNSN_Projet_Strategique_2021-2026_0.pdf

Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. (2023, juillet). *Impacts environnementaux et enjeux technico-économiques et sociétaux associés à la mobilisation de biomasse agricole et forestière pour la production d'énergie en France à l'horizon 2050*.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20231020_INRAe_Biomasse-Energie-2050.pdf

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. (2022). *Rapport annuel 2022*.
https://www.vie-publique.fr/files/rapport/pdf/290067.pdf

Le Havre Seine Métropole. (2023). *Présentation synthétique du budget primitif 2023*.
https://www.lehavreseinemetropole.fr/sites/default/files/media/downloads/note-synthetique-bp-2023-conseil-communautaire-du-15-decembre-2022.pdf

Météo-France. (2023). *Bilan climatique de l'année 2022 – Bilan définitif*.
https://meteofrance.com/sites/meteofrance.com/files/files/editorial/comm_presse_bilan_2022_site_internet.pdf

Ministère de la transition écologique et solidaire. (2017, 6 juillet). *Plan climat*.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2017.07.06%20-%20Plan%20Climat.pdf

Ministère de la transition écologique et solidaire. (2018). *Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse*.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Strat%C3%A9gie%20Nationale%20de%20Mobilisation%20de%20la%20Biomasse.pdf

Ministère de la transition écologique et solidaire. (2019, mars). *Stratégie nationale bas-carbone*.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf

Ministère de la transition écologique et solidaire. (2019, juillet). *Contrat de transition écologique*.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2019.07.09_fdr_ew_dp_contratsdetransitionecologiqueVF.pdf

Ministère de la transition écologique et solidaire. (2020, mars). *Stratégie française pour l'énergie et le climat. Programmation pluriannuelle de l'énergie*.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf

Ministère de la transition écologique et solidaire. (2020, juin). *Les contrats de transition écologique : comment aller plus loin ?*
https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2021-04/20058_CTE_CommentAllerPlusLoin_PAP.pdf
Ministère de la transition écologique et solidaire. (2022). *Chiffres clés de l'énergie*.
https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie-2022/pdf/chiffres-cles-de-lenergie-2022-signets.pdf
Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. (2013, août). *Projets territoriaux de développement durable et Agendas 21 locaux. Cadre de référence*.
https://territoires-en-transition.ecologie.gouv.fr/upload/communecter/organizations/5ca1b2bb40bb4e9352ba351b/file/62a6eccbc1cd104b3b4e5ba1/648c210ed6292c0e811e2c12/CadredereferencePTDDetA-21-locaux2013.pdf
Observatoire régional de la forêt méditerranéenne. (2021, mars). *Données et chiffres-clés de la forêt méditerranéenne en Provence-Alpes-Côte d'Azur*.
http://www.ofme.org/documents/Chiffres-cles/Chiffres_cles_2019_pl_web_link.pdf
Pôle de plasturgie de l'est. (2021). *Étude du potentiel de développement d'une filière hydrogène territoriale*.
Pôle de plasturgie de l'est. (2021). *Pour une vallée hydrogène européenne transfrontalière*.
Préfecture des Bouches-du-Rhône. (2012, août). *Rapport sur le déroulement de l'enquête publique*.
https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/content/download/10363/62460/file/Rapport.pdf
Région Sud. (2023, 13 février). *Appel à projets : Accélérer la transition juste des Bouches-du-Rhône*.
https://europe.maregionsud.fr/fileadmin/user_upload/Presentations_AAP_FTJ_VF.pdf
Réseau de transport de l'électricité. (2018). *Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande de l'électricité en France*.
https://www.concerte.fr/system/files/concertation/BP2018_Variantes_vfinale.pdf
Réseau de transport de l'électricité. (2020). *Bilan électrique 2020*.
https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-03/Bilan%20electrique%202020_0.pdf
Réseau de transport de l'électricité. (2022). *Bilan électrique 2022, principaux résultats*.
https://assets.rte-france.com/analyse-et-donnees/2023-09/Bilan%20%C3%A9lectrique%202022%20synth%C3%A8se%20V8.pdf
Secrétariat général pour l'investissement. (2023, 14 février). *France 2030 : Annonce des lauréats de l'appel à projets « développement d'une filière de production française de carburants aéronautiques durables »*.
https://www.info.gouv.fr/actualite/france-2030-annonce-des-laureats-de-l-appel-a-projets-developpement-d-une-filiere-de-production
Service de recherche du Parlement européen. (2021, juillet). *The Nord Stream 2 pipeline, Economic, environmental and geopolitical issues*.
https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/690705/EPRS_BRI(2021)690705_EN.pdf
Uniper. (2018). *Appel à initiatives*.

Uniper. (2019). *Plan d'approvisionnement de la centrale biomasse de Gardanne*. https://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Donnees/SRB/P4B_Bilan2018.pdf
United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2022). *World Population Prospects 2022*: *Summary of Results.* https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
World Energy Council. (2006). *World Energy Scenarios to 2050: The Europe Region*. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/38/013/38013729.pdf

Documents législatifs et réglementaires

- France

Arrêté du 29 février 2012 autorisant la société E. ON Provence Biomasse à exploiter une installation de production d'électricité, publié au JO n°0059 du 9 mars 2012.
Arrêté préfectoral n°11381-2011-A du 29 novembre 2012 autorisant la société E.ON à poursuivre l'exploitation des installations de la centrale de Provence et à exploiter la biomasse sur la tranche 4.
Arrêté n°450135 du 27 mars 2023 annulant l'autorisation d'exploiter de la centrale biomasse de Provence.

Décret n°46-1433 du 14 juin 1946 relatif au statut du personnel des exploitations minières et assimilées.
Décret n°46-1541 du 22 juin 1946 approuvant le statut national du personnel des industries électriques et gazières.
Décret n°46-2769 du 27 novembre 1946 portant organisation de la sécurité sociale dans les mines.
Décret n°2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone.
Décret n°2019-67 du 1er février 2019 instituant un délégué interministériel à l'avenir du territoire de Fessenheim et des territoires d'implantation des centrales de production d'électricité à partir du charbon.
Décret n°2021-759 du 14 juin 2021 instituant un délégué interministériel à l'accompagnement des territoires en transition énergétique.

Loi n°67-1253 du 30 décembre 1967 d'orientation foncière.
Loi n°75-678 du 29 juillet 1975 supprimant la patente et instituant une taxe professionnelle.
Loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature.
Loi n°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité.
Loi n°2009-1673 du 30 décembre 2009 de finances pour 2010 – Mesures fiscales.

Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (ENE, dite Grenelle II)
Loi n°2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles.
Loi n°2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République.
Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.
Loi n°2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'Énergie et au Climat.
Loi n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

Ordonnance n°2020-921 du 29 juillet 2020 portant diverses mesures d'accompagnement des salariés dans le cadre de la fermeture des centrales à charbon.

- Europe

Directive n°2001/80/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2001 relative à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphères en provenance des Grandes Installations de Combustion (GIC)
Directive n°2010/75/UE du Parlement européen et du conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution).
Règlement (UE) 2021/1056 du Parlement européen et du Conseil du 24 juin 2021 établissant le Fonds pour une transition juste.

Table des illustrations

- Figures

Figure 1. Classification des sources d'énergie selon leur caractère renouvelable et leur teneur en carbone lors de leur production d'énergie 34
Figure 2. Évolution de la consommation finale d'énergie par continent entre 1979 et 2019 37
Figure 3. Évolution de la consommation mondiale d'énergie primaire par énergie de 1800 à 2021 38
Figure 4. Evolution de la production d'énergie primaire en France de 1970 à 2021 39
Figure 5. Répartition de la production d'électricité française en 2019 par type d'énergie 40
Figure 6. Exportations de gaz naturel de la Russie vers l'Europe et la Turquie selon les pipelines 51
Figure 7. La théorie du donut de Kate Raworth (2012, 2017). Source : Oxfam, 2020 65
Figure 8. Les quatre tendances de développement du système énergétique mondial 69
Figure 9. Les trois piliers de la transition d'ici 2050 : suffisance, efficience, renouvelable 70
Figure 10. Les branching points dans l'émergence de trajectoires de transition 75
Figure 11. Typologie des thèses françaises en géographie de l'énergie 95
Figure 12. Le nexus territoire-énergie-industrie comme clef de lecture de la reconversion de sites industriels 98
Figure 13. Caractéristiques d'une trajectoire de transition territoriale selon le modèle conceptuel d'un territoire en transition 102
Figure 14. Dualité des modèles pour des études comparées 118
Figure 15. Les trois axes orientant la méthodologie de la recherche 123
Figure 16. Part du charbon dans les émissions nationales de CO_2 et dans la production énergétique nationale des pays ayant planifié leur sortie du charbon, selon leur date programmée pour l'arrêt de ce combustible 137
Figure 17. Évolution des seuils d'émissions de CO_2 dans la législation française 143
Figure 18. Évolution de la production d'électricité en France entre 1995 et 2022 145
Figure 19. La triple reconversion des salariés, des sites et des territoires 196
Figure 20. Part des projets énergétiques dans les Pactes de territoire 209
Figure 21. Structure de la gouvernance du Pacte de Gardanne-Meyreuil avant mars 2021 212
Figure 22. Structure de la gouvernance du Pacte de Gardanne-Meyreuil avant mars 2021 213
Figure 23. Chronologies de l'élaboration, de la mise en œuvre et du suivi des Pactes de territoire 216
Figure 24. Projets industriels évalués dans le cadre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil 218
Figure 25. Timeline de la transition énergétique sur le périmètre du pacte territorial de Cordemais et de l'estuaire de la Loire 241
Figure 26. Timeline de la transition énergétique sur le périmètre du pacte territorial du Warndt Naborien 242
Figure 27. Timeline de la transition énergétique sur le périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreui 243
Figure 28. Produits énergétiques finaux et interrelations des projets sur le périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. 244

Figure 29. Produits énergétiques finaux et interrelations des projets sur le périmètre du pacte territorial de Cordemais et de l'estuaire de la Loire _____ 247
Figure 30. Produits énergétiques finaux et interrelations des projets sur le périmètre du pacte territorial du Warndt Naborien _____ 248
Figure 31. Chronologie du conflit social sur le site de Provence (2013-2022). En rouge : périodes de grève _____ 265
Figure 32. Schéma spatio-temporel des difficultés de la mise en service de la tranche biomasse à la centrale thermique de Provence _____ 271
Figure 33. Périmètre d'approvisionnement en bois local de la centrale biomasse de Provence ____ 278
Figure 34. Chronologie de la concertation publique du projet Hynovera en 2022 _____ 280
Figure 35. Thématique des questions posées par le public lors de la concertation publique du projet Hynovera _____ 283
Figure 36. Caractérisation des représentations sociales associées à la centrale thermique de Provence _____ 290
Figure 37. Thématique des articles de presse publiés entre 2013 et 2022_____ 292
Figure 38. Articulation des représentations sociales avec les enjeux de la territorialisation de la transition énergétique _____ 293
Figure 39. Scenario d'évolution de la consommation d'électricité en France d'ici 2050_____ 302
Figure 40. Balance des externalités positives et négatives liées à l'industrie _____ 310
Figure 41. Évolution des dynamiques industrielles sur les sites des centrales à charbon entre 2010 et 2023 _____ 320
Figure 42. Schémas d'acteurs autour de la reconversion des sites des centrales à charbon_____ 327

- Cartes

Carte 1. Localisation des terrains d'étude. _____ 18
Carte 2. Localisation des dernières centrales thermiques au charbon en France métropolitaine et en outre-mer au 31 décembre 2020. Source : Ministère de la transition écologique, Chiffres clés de l'énergie, Edition 2021_____ 42
Carte 3. Localisation de la centrale du Havre. Réalisation : S. Perroux, octobre 2023 _____ 161
Carte 4. Évolution de la population entre 2008 et 2020, périmètre du pacte territorial du Havre._____ 165
Carte 5. Ancienneté d'emménagement des ménages en 2020, périmètre du pacte territorial du Havre. ___ 165
Carte 6. Taux de chômage des communes en 2020, périmètre du pacte territorial du Havre. _____ 166
Carte 7. Évolution de la part de l'emploi dans l'industrie entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial du Havre. _____ 166
Carte 8. Localisation de la centrale de Cordemais. Réalisation : S. Perroux, octobre 2023 _____ 168
Carte 9. Évolution de la population entre 2008 et 2020, périmètre du pacte territorial de Cordemais. _____ 171
Carte 10. Ancienneté d'emménagement des ménages en 2020, périmètre du pacte territorial de Cordemais.171
Carte 11. Taux de chômage des communes en 2020, périmètre du pacte territorial de Cordemais. _____ 172
Carte 12. Évolution de la part de l'emploi dans l'industrie entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial de Cordemais._____ 172
Carte 13. Localisation de la centrale de Saint-Avold. Réalisation : S. Perroux, octobre 2023_____ 174
Carte 14. Évolution de la population entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial de Saint-Avold. ___ 177

Carte 15. Ancienneté d'emménagement des ménages en 2020, périmètre du pacte territorial de Saint-Avold. _____ 177
Carte 16. Taux de chômage des communes en 2020, périmètre du pacte territorial de Saint-Avold._____ 178
Carte 17. Évolution de la part de l'emploi de l'industrie entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial de Saint-Avold. _____ 178
Carte 18. Localisation de la centrale de Gardanne-Meyreuil. Réalisation : S. Perroux, octobre 2023 _____ 181
Carte 19. Évolution de la population entre 2008 et 2020, périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. _____ 185
Carte 20. Ancienneté d'emménagement des ménages en 2020, périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. _____ 185
Carte 21. Taux des chômage des communes en 2020, périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. 186
Carte 22. Évolution de la part de l'emploi dans l'industrie entre 2008 et 2019, périmètre du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil. _____ 186
Carte 23. Périmètre d'action du pacte territorial du Havre _____ 194
Carte 24. Périmètre d'action du pacte territorial de Cordemais et de l'estuaire de la Loire _____ 194
Carte 25. Périmètre d'action du pacte territorial du Warndt Naborien _____ 195
Carte 26. Périmètre d'action du pacte territorial de Gardanne-Meyreuil _____ 195
Carte 27. Dynamique portuaire de la ZIP du Havre _____ 224
Carte 28. La spécialisation du territoire havrais dans l'énergie éolienne. Réalisation : S. Perroux, juin 2022 _ 226
Carte 29. Types de projets énergétiques sur le territoire du pacte territorial de Cordemais. Réalisation : S. Perroux, 2023 _____ 231
Carte 30. Types de projets énergétiques sur le territoire du pacte territorial du Warndt Naborien. Réalisation : S. Perroux, 2023_____ 235
Carte 31. Réseaux de transport de l'électricité et industrie dans la métropole Aix-Marseille Provence. Réalisation : S. Perroux, juillet 2024 _____ 304
Carte 32. La plateforme pétrochimique de Carling et ses activités industrielles. Réalisation : S. Perroux, mai 2024_____ 322
Carte 33. Le programme SYRIUS : vecteur des reconfigurations industrielles de la métropole Aix-Marseille. Réalisation : S. Perroux, juin 2024_____ 323
Carte 34. La ZIP de Nantes Saint-Nazaire, l'AILE et la centrale de Cordemais. Réalisation : S. Perroux, juin 2024 _____ 324

- Photos

Photo 1. La centrale thermique du Havre avec, à gauche, l'espace de stockage des pales d'éoliennes en construction, juin 2023._____ 163
Photo 2. Intégration de la centrale thermique du Havre dans le paysage portuaire et urbain de la métropole, juin 2023._____ 163
Photo 3. L'usine de construction des pales et des nacelles d'éoliennes de Siemens Gamesa, à proximité de la centrale thermique, juin 2023. _____ 164
Photo 4. Panneau présentant la stratégie de développement de Haropa Port autour du fleuve et des activités portuaires, juin 2023. _____ 164
Photo 5. Vue de la centrale thermique de Cordemais depuis la rive gauche de la Loire, juillet 2021._____ 169
Photo 6. Le territoire d'implantation de la centrale thermique de Cordemais entre zones protégées et territoires agricoles, juillet 2021._____ 169

Photo 7. Vue de la centrale thermique depuis la ville de Cordemais, juillet 2021. _____ 170
Photo 8. La centrale thermique "Emile Huchet" de Saint-Avold, juin 2023._____ 175
Photo 9. Vue aérienne de la centrale Emile Huchet, avec en arrière-plan la plateforme de Carling. Photo de G. Friedrich prise en octobre 1971. Source : Fonds photo Lorrain. _____ 175
Photo 10. Monument du mineur à Forbach, juin 2023. _____ 176
Photo 11. Vue depuis la centrale thermique de Saint-Avold. En premier plan, le parc à charbon et à cendres et les forêts protégées. En arrière-plan, les parcs éoliens allemands, juin 2023. _____ 176
Photo 12. La centrale thermique de Gardanne-Meyreuil et son intégration dans le tissu urbain, mai 2023. _ 183
Photo 13. Banderole de mobilisation des salariés contre l'arrêt de la centrale thermique de Gardanne-Meyreuil, juillet 2021. _____ 183
Photo 14. Les terrils de Bramefan vus depuis la ville de Gardanne, juillet 2021. _____ 184
Photo 15. L'usine d'alumine au cœur de la ville de Gardanne, octobre 2020. _____ 184
Photo 16. Photos aériennes de la commune de Meyreuil en 1960 et 2020. Source : IGN Remonter le temps. 288

- Tableaux

Tableau 1. Émissions de CO_2 des différentes sources d'énergies pour la production d'électricité en France _____ 33
Tableau 2. Calendrier de réalisation des déplacements sur les terrains d'étude. _____ 124
Tableau 3. Nombre d'entretiens semi-directifs par terrain et par type d'acteurs._____ 127
Tableau 4. Valeurs limites d'émissions de polluants atmosphériques pour les installations de combustion dont la puissance installée est égale ou supérieure à 500 MW (en mg/Nm 3) à échéance 2008 et 2016 _____ 155
Tableau 5. Signataires des quatre Pactes de territoire. Sources : Pactes de territoire _____ 191
Tableau 6. Utilisation du fonds charbon dans les quatre territoires _____ 199
Tableau 7. Nombre d'emplois directs et indirects lié au fonctionnement des quatre centrales à charbon en 2020 _____ 203
Tableau 8. Thématique des groupes de travail des Pactes de territoire. _____ 214
Tableau 9. Bilan de l'approvisionnement en bois d'importation de la centrale biomasse de Provence en 2019 _____ 278
Tableau 10. Classification de la revue de littérature. _____ 334
Tableau 11. Critères d'identification des modèles d'organisation des systèmes énergétiques au niveau macro, méso et micro _____ 336

Table des matières

Résumé 4

Liste des publications et communications 4

Remerciements 9

Sommaire 11

INTRODUCTION GÉNÉRALE 14

INTRODUCTION DE LA PREMIERE PARTIE

Chapitre 1. L'énergie, moteur des sociétés 26

1. De la physique à la technique 27

1.1.Energeia, la force en action 27

Apports théoriques de la physique 27

Les différentes formes de l'énergie 28

1.2.Maîtriser l'énergie : de systèmes en sociétés 30

Des systèmes fondés sur les techniques et les technologies mais dépendants de facteurs sociaux, politiques, économiques 30

Energie et développement des sociétés 31

1.3.De multiples source d'énergie aux impacts environnementaux différenciés 32

Les énergies fossiles historiques et émergentes 32

La « renouvelabilité » de certaines énergies en débat 33

2. Un paysage énergétique mondial fortement dépendant des énergies carbonées 35

2.1.Une consommation énergétique en croissance 35

Les effets de la forte croissance démographique mondiale et des nouveaux pays industrialisés 35

Une dépendance mondiale aux énergies fossiles 37

2.2.Le système énergétique français et le pari du nucléaire 38

Une production d'électricité largement assurée par l'énergie nucléaire 38

Positionnement actuel et passé des centrales thermiques dans le paysage énergétique français 41

3. Des systèmes énergétiques en crise 43

3.1.La question de la disponibilité des ressources 43

L'inégale répartition des ressources au niveau macro-régional 43

Une raréfaction des ressources fossiles à nuancer 44

De la dépendance aux ressources fossiles à la dépendance aux minéraux 45

3.2.L'urgence climatique, un enjeu environnemental devenu fait sociétal 46

Les prémisses du développement durable : du Club de Rome à la COP 21 46

La COP 21, cadre de référence pour l'action internationale en faveur du climat 47

3.3.Société, crise et énergie : effets de la Covid-19 et du conflit russo-ukrainien sur les systèmes énergétiques 48
La sécurité énergétique : un enjeu central depuis la pandémie de la Covid-19 48
Le conflit en Ukraine et les enjeux géopolitiques du gaz 50

Chapitre 2. Une transition ou des transitions ? La pluralité des trajectoires au service de l'action publique 54

1. Caractériser la transition énergétique, de l'idéologie aux choix politiques 55
1.1. Définir la(les) transition(s) énergétique(s) : une conception plurielle et complexe 55
Aux origines de la « transition énergétique » 55
Les transitions énergétiques passées, des clés de lecture pour les transitions contemporaines 57
Approche critique de la transition énergétique : substitution, addition ou bifurcation ? 58
1.2. La modernisation écologique ou la technologie au service d'une transition « faible » 60
Une vision techniciste de la transition énergétique 60
La modernisation écologique : des origines aux applications 61
1.3. Consommer moins, consommer mieux : valoriser un changement sociétal et systémique en rupture avec les systèmes énergétiques dominants 62
Le paradigme du changement sociétal 62
Allier justice sociale et enjeux environnementaux 63

2. Trajectoires, prospective et points de rupture : la modélisation au service de la planification 65
2.1.Prédire avant d'agir : la prospective au service des politiques 66
De la difficulté de prédire un phénomène complexe 66
Les scenarii comme cadres de narration des trajectoires de développement 66
Quels scenarii pour quels futurs ? 68
2.2.Trajectoires de développement et branching points 71
Les trajectoires de transition, une notion peu étudiée en sciences humaines et sociales 71
De pathway en trajectoire 72
Les « branching points » ou « embranchements » dans les trajectoires de transition 73

3. La transcription des objectifs de transition énergétique au niveau politique 76
3.1.L'État, vers un rôle de régulateur de l'énergie en France ? 76
De l'État aménageur à l'État coordinateur : les relations ambigües du pouvoir central avec les collectivités territoriales 76
LTECV, SNBC, PPE : les trois piliers de la stratégie climatique nationale 78
3.2.Le poids croissant des collectivités territoriales dans la maîtrise de l'énergie 80
La Région, chef de file en matière de maîtrise de l'énergie 80
L'intercommunalité : vers des compétences Climat Air Energie renforcées 81
3.3.L'Union Européenne, à la recherche d'une cohérence des politiques énergétiques 83
De la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier au Green Deal, la recherche d'une politique commune de l'énergie 83
La sécurité énergétique au service de la transition ? 85

Chapitre 3. De la nécessité d'une approche territoriale de la transition énergétique 88

1. La lente émergence d'une géographie de l'énergie 89

1.1.L'énergie comme facteur d'organisation des territoires 89

Énergie et territoire, deux concepts en interaction 89

La transition énergétique comme objet géographique 90

1.2.De l'énergie en géographie aux géographies de l'énergie 92

Une multiplication assez récente des travaux en géographie de l'énergie 92

Aperçu des travaux de recherche doctoraux en France 94

1.3.Positionnement théorique 96

La géographie pour une approche systémique de la transition énergétique 96

Un positionnement théorique à l'interface énergie-industrie-territoire 97

2. Proposition d'un cadre conceptuel des trajectoires de transition énergétique 99

2.1.Le territoire, un facteur déterminant dans le choix des trajectoires de transition 99

Regard géographique sur les notions de « trajectoire » et de « territoire en transition » 99

Les processus de lock-in dans les trajectoires de transition 100

De la ressource à la trajectoire 101

2.2.Les acteurs de la transition énergétique 103

Décentralisation et multiplication des acteurs de l'énergie 103

Saisir la transition au prisme de ses jeux d'échelle 104

3. Territoire et industrie : des relations réciproques fortes 105

3.1.Définir l'industrie au prisme de sa complexité 106

L'industrie en France 106

Définir l'industrie par le territoire ? 106

3.2.Industrie et mutation des « systèmes productifs » 108

Districts industriels et systèmes productifs locaux 108

Saisir les liens industrie-territoire par le concept d'externalités 109

3.3.La reconversion industrielle et territoriale : opportunités et difficultés 110

Reconversion ou transition ? 110

Les spécificités de la reconversion des anciens bassins miniers 111

Chapitre 4. Méthodologie de la thèse 114

1. Choix et délimitation des terrains d'étude 114

2. Enjeux et méthode d'une approche comparée 116

3. Une architecture méthodologique structurée autour de trois axes thématiques 119

4. Méthodes et construction des données 124

4.1.Pratique des terrains et observations 124

Missions sur les terrains 124

Participation aux concertations publiques 124

Immersion à la sous-préfecture 125

4.2.Entretiens semi-directifs 126
4.3.Cartographie des profils territoriaux 127
4.4.La presse comme vectrice de représentations sociales : matériel et méthodologie 128

Conclusion de la première partie 130

INTRODUCTION DE LA DEUXIEME PARTIE

Chapitre 5. Fermer les centrales à charbon : Une décision de principe aux quatre réalités territoriales 134

1. Une décision politique qui questionne la stratégie énergétique nationale 135
1.1.De la difficulté de mettre fin aux centrales à charbon en France 135
De la taxe carbone à la Loi Énergie-Climat : une décision tâtonnante 135
Justifier la fin du charbon par l'argument écologique : quelle réalité ? 136
Une décision politique appuyée sur des rapports techniques prudents 138
1.2.Un calendrier de fermeture perturbé par des facteurs exogènes et endogènes 140
Sécheresse, guerre et défauts techniques : un système électrique mis en défaut 140
Réouverture de sites : le « retour du charbon » ? 141
Les modifications successives des seuils d'émission dans la loi 142
1.3.Un approvisionnement énergétique à flux tendus : quelle marge de manœuvre pour la transition énergétique ? 144

2. Quatre centrales et de multiples opérateurs : l'histoire mouvementée des centrales à charbon en France (2003-2023) 147
2.1.Les centrales thermiques héritées des CDF dans le jeu des grandes multinationales 148
De la SNET à Endesa (2004) : L'ouverture du marché français de l'électricité 148
D'Endesa à E. ON (2008) : Le temps des fusions-acquisitions 150
D'E.ON à Uniper (2016) : Séparation des activités de production fossiles et renouvelables 151
D'Uniper à GazelEnergie (2018) 152
2.2.Un cadre européen contraignant : le poids des exigences environnementales 154
Les directives de 2001 et 2010 relatives aux pollutions atmosphériques : vers une réduction des émissions des grandes infrastructures industrielles 154
« Charbon 2035 » : un plan de modernisation et de rénovation du parc thermique d'EDF 156
La transformation du parc thermique hérité des CDF : entre abandon des centrales et diversification des modes de production 158

3. Portraits des territoires d'implantation des centrales à charbon 160
3.1.La centrale du Havre, un site métropolitain au cœur d'une zone industrialo-portuaire 160
3.2.La centrale de Cordemais, un site industriel au cœur d'espaces naturels protégés 167
3.3.La centrale de Saint-Avold, un héritage du passé minier à la frontière avec l'Allemagne 173
3.4.La centrale de Gardanne-Meyreuil, un site industriel au cœur d'un territoire métropolitain en mutation urbaine 180

Conclusion du chapitre 5 187

Chapitre 6. Les Pactes de territoire, des dispositifs d'action publique territorialisée pour une planification « par le bas » de la transition énergétique 188

1. Les Pactes : un dispositif supplémentaire pour la mobilisation des territoires 189

1.1. Des Contrats de Transition Ecologique (CTE) aux Pactes de Territoire : formaliser une décision politique dans les territoires 189

Quelle place pour le territoire dans la mise en œuvre de la transition écologique ? 189

Quelle place pour l'échelon local dans la contractualisation des Pactes ? 191

Des périmètres d'action variables 192

Site, territoire, emploi : trois types de reconversion à distinguer 196

1.2. Mener la transition écologique dans les territoires : quels financements ? 197

Le fonds charbon, un dispositif d'accompagnement financier pour le développement de nouvelles activités 197

Un guichet unique pour les appels à projets et les demandes de subvention 200

2. Les Pactes territoriaux à l'épreuve des territoires 202

2.1. Anticiper la reconversion des salariés 202

L'enjeu social au cœur des Pactes de territoire 202

Le statut IEG : une spécificité socio-industrielle à prendre en compte 204

Des stratégies différenciées selon l'opérateur 205

2.2. Une importance variable accordée à la transition énergétique 206

Des stratégies et des priorités de développement diverses 206

Place de l'énergie dans les projets envisagés 208

3. Une gouvernance verticale mais pensée au plus proche des territoires 210

3.1. Une gouvernance verticale et horizontale, complexe et évolutive 210

Un pilotage local par les sous-préfectures et transversal par le DIATTE 210

Une mobilisation relative de l'ensemble des acteurs territoriaux et signataires « autour de la table » 211

Des groupes de travail thématiques et variables dans le temps 214

3.2. Objectifs, temporalités, planification 215

Des temporalités différentes selon les modes de fonctionnement et les objectifs des Pactes 215

Le double filtre de l'évaluation des projets à Gardanne-Meyreuil 217

Conclusion du chapitre 6 220

Chapitre 7. Quelles trajectoires énergétiques et industrielles ? 221

1. Panorama des projets sur les quatre sites industriels 222

1.1. Une fermeture anticipée au Havre 222

Un démantèlement sans perspective de reconversion industrielle 222

Un site au service du développement portuaire 223

Du charbon au vent : une transition par la mer 225

1.2. Cordemais, une reconversion prévue de longue date vers la production d'une nouvelle ressource énergétique 227

Le projet EcoCombust, une reconversion industrielle à demi énergétique 227
Autres projets envisagés 229
Une double polarisation de la transition énergétique 230
1.3.À Saint-Avold, une stratégie foncière favorable à une multiplication des projets sur le site industriel 231
La stratégie de GazelEnergie pour le développement industriel du site 231
Emil'Hy ou le pari de l'hydrogène 233
Une transition territoriale portée par les anciens territoires miniers 235
1.4.Une trajectoire de reconversion encore à définir à Gardanne 236
Des projets incertains sur le site de la centrale thermique 236
Le projet alternatif des associations : une autre transition est possible 238

2. Identifier et caractériser des trajectoires de transition énergétique dans les territoires 239

2.1.Des entrées en transition différenciées 240
2.2.Territorialisation et diversification de la production d'énergie 243
Peu d'interactions locales avec les projets existants, sauf à Gardanne 243
Diversification du mix énergétique : une multiplication des projets gaz et hydrogène 245
2.3.Un ancrage fort des projets dans les territoires 249
L'économie du déchet ou les déchets comme nouvelle ressource énergétique territoriale 249
« H2 PTWN » ou la structuration d'une filière hydrogène : un héritage territorial 251

Conclusion du chapitre 7 255

Conclusion de la deuxième partie 256

INTRODUCTION DE LA TROISIEME PARTIE

Chapitre 8. Des trajectoires de transition en difficulté dans un territoire à forte conflictualité : le cas de la centrale de Provence 260

1. Un conflit interne d'ordre socio-économique entre les salariés et les directions successives 261

1.1.Transition énergétique et emploi : quelle articulation ? 261
Une histoire longue et mouvementée du conflit social sur le site de Provence 261
Gérer la question de l'emploi industriel à l'heure de la transition énergétique 266
1.2.Le conflit, un support pour la reconversion industrielle 266
L'État, médiateur du conflit 266
Des salariés force de proposition : la démarche d'élaboration du projet Green Gaz Gardanne 267

2. Un conflit d'ordre écologique entre les industriels et les associations environnementales locales et régionales 269

2.1.Un conflit de longue durée et multi-acteurs 269
Un conflit de longue haleine réglé devant la justice 269
En conséquence, un fonctionnement erratique de l'unité biomasse 272
La dimension multiscalaire des enjeux de la reconversion vers la biomasse 273

2.2.Interroger le bois-énergie en tant que construction sociale et politique 274
La biomasse : une source d'énergie « verte » et « décarbonée » ? 274
La biomasse et la « renouvelabilité » de la ressource 276
La biomasse comme ressource territoriale 277

3. Un conflit de proximité entre l'industrie et les riverains 279
3.1.La concertation publique : un espace de dialogue, de débat et de contestation 279
Une mobilisation intense dans et hors du cadre de la concertation publique 279
Un kaléidoscope d'arguments avancés par la population locale 282
Un désengagement des élus locaux et une révision majeure du projet 284
3.2.Les oppositions à Hynovera comme clé de lecture des enjeux territoriaux de la transition énergétique 286
De la surexploitation à la planification : les enjeux de la ressource bois en Région PACA 286
Proximité spatiale et externalités négatives de l'industrie : les enjeux de la localisation 287
Héritage matériel et culture industrielle : composer la transition avec le poids du passé 288

4. Les représentations sociales comme clefs de compréhension des conflits 290
4.1.Trois grandes représentations sociales mises en avant 290
4.2.L'articulation des représentations sociales avec les enjeux de territorialisation de la transition énergétique 292

Conclusion du chapitre 8 294

Chapitre 9. La question des ressources et de « l'acceptabilité » au prisme du nexus énergie-industrie-territoire 296

1. Les besoins à prendre en compte pour la transition énergétique 297
1.1.Le foncier 297
La réindustrialisation à l'épreuve de la rareté foncière 297
Le foncier industriel : le nouvel or noir des stratégies économiques ? 299
1.2.L'électricité 301
Une forte croissance à venir des besoins en électricité pour la décarbonation de l'économie 301
Les projets avant les réseaux ? L'exemple de la métropole Aix-Marseille Provence 303

2. Relire « l'acceptabilité » à l'aune des liens distendus entre industrie et territoire 305
2.1.Le rôle historique de l'industrie dans le développement social, culturel et urbain des territoires au XXe siècle : l'exemple des Houillères 305
L'industrie et le « paternalisme » social 305
L'industriel aménageur et moteur du développement territorial 307
2.2.Un affaiblissement progressif des rapports territoire-industrie ? 308
Une fiscalité industrielle en déclin 308
Un déséquilibre renforcé dans les rapports entre territoire et industrie 309
2.3.Quelle responsabilité territoriale des industries ? 311
Apports et limites du concept de compensation territoriale 311

Les compensations autour des centrales à charbon et de leur territoire 314

Conclusion du chapitre 9 316

Chapitre 10. Reconfigurations scalaires et émergence de pôles industriels bas-carbone 317

1. Les sites des centrales thermiques comme nouveaux pôles industriels bas-carbone : la construction d'un nouvel objet géographique 318

1.1. Les infrastructures industrielles dans les réseaux : une polarisation spatiale au service d'écosystèmes industriels 318

1.2. Un ancrage territorial permis par la mise en réseau des acteurs industriels et la circularité des échanges 321

1.3. Une reconversion multi-acteurs au service de la co-construction des territoires 325

2. Vers une transition méso ? La dimension scalaire comme clef de lecture de la transition énergétique 328

2.1. De la dualité des modèles théoriques à l'hypothèse d'une reconfiguration intermédiaire 328

Le constat d'une ambivalence théorique 328

Un modèle centralisé et techniciste s'appuyant sur une échelle de lecture macro du système énergétique 329

Un modèle décentralisé et social se déployant à une échelle micro du système énergétique 330

De l'hybridité à l'intermédiarité 332

2.2. Penser l'intermédiaire : approches et méthode 333

L'intermédiaire ente échelle et catégorie spatiale : études réflexives en France et à l'étranger 333

Définir et délimiter les modèles existants : méthode et matériel 333

Neuf facteurs d'appréciation des modèles de production énergétique en France 335

2.3. Discussion autour d'une l'échelle méso 337

Conclusion du chapitre 10 340

Conclusion de la troisième partie 341

CONCLUSION GÉNÉRALE 342

Résultats empiriques : cinq catégories de facteurs territoriaux pour comprendre la construction des trajectoires de transition industrielle et énergétique 343

Apports théoriques : réinvestir les études spatiales sur l'industrie pour mieux cerner les transitions énergétiques à venir 347

Apports opérationnels : prendre en compte les rapports territoire-industrie dans les scenarii de prospective et les stratégies d'aménagement 348

Limites et perspectives de recherche 349

Annexes 351

Bibliographie 373

Table des illustrations 405