UNIVERSITÉ MONTESQUIEU - BORDEAUX IV
ÉCOLE DOCTORALE de SCIENCES ÉCONOMIQUES,
GESTION ET DÉMOGRAPHIE (E.D. 42)

UNIVERSITÉ DE TUNIS
INSTITUT SUPÉRIEUR DE GESTION DE TUNIS

DOCTORAT ès SCIENCES ÉCONOMIQUES

Mohieddine RAHMOUNI

DÉTERMINANTS DU COMPORTEMENT D'INNOVATION DES ENTREPRISES EN TUNISIE

Thèse en cotutelle dirigée par M. **Mohamed AYADI**, Professeur
et M. **Murat YILDIZOĞLU**, Professeur

Soutenue le 4 juillet 2011

Jury :

M. **Mohamed AYADI**
Professeur, Université de Tunis, Institut Supérieur de Gestion, **directeur de thèse**

Mme **Zouhour KARRAY**
Maître de Conférences, Université de Carthage, FSEG de Nabeul

M. **Yannick LUNG**
Professeur, Université Montesquieu - Bordeaux IV

Mme **Nadine MASSARD**
Professeur, Université Jean Monnet Saint-Etienne, **rapporteur**

M. **Pierre MOHNEN**
Professeur, Université de Maastricht, **rapporteur**

M. **Murat YILDIZOĞLU**
Professeur, Université Paul Cézanne Aix - Marseille III, **directeur de thèse**

RÉSUMÉ
L'objet de cette thèse est l'analyse du comportement d'innovation des entreprises en Tunisie. L'analyse porte sur les conditions économiques qui motivent les entreprises à innover, celles qui orientent leurs activités d'innovation et celles qui rendent difficile leur succès. La thèse est organisée en deux parties. La première partie présente une relecture des théories modernes de l'innovation, les caractéristiques de l'économie tunisienne et celles de l'enquête sur l'innovation en Tunisie, utilisée dans l'analyse. La seconde partie de la thèse présente les résultats des analyses statistiques et économétriques des déterminants de l'innovation en Tunisie. L'analyse est affinée autour des questions plus spécifiques, particulièrement pertinentes dans le cadre d'un pays en développement comme la Tunisie et en rapport avec les politiques mises en œuvre et la stratégie de spécialisation internationale retenue dans ce pays. L'analyse conduit à un premier tableau des activités d'innovations en Tunisie, qui nous amène à nous interroger sur la relation entre les stratégies d'exportation et les activités d'innovation des firmes. Une autre dimension internationale des stratégies de développement modernes concerne le rôle des investissements directs étrangers dans l'innovation. La thèse s'interroge, en dernier lieu, sur les dimensions de l'économie tunisienne qui sont perçues par les firmes comme affaiblissant leurs capacités à innover.

TITLE
DETERMINANTS OF INNOVATION BEHAVIOUR OF FIRMS IN TUNISIA

ABSTRACT
The purpose of this thesis is the analysis of the innovation behaviour of firms in Tunisia. The analysis focuses on the economic conditions that motivate firms to innovate, those which direct their innovation activities and those that make difficult their success. The thesis is organized into two parts. The first one presents a presentation of modern theories of innovation, the characteristics of the Tunisian economy and those of the survey on innovation in Tunisia, used in the analysis. The second part of the thesis presents the econometric and statistical results of the analysis of determinants of innovation in Tunisia. The analysis is refined on more specific questions, particularly relevant in the context of a developing country like Tunisia and related with the implemented policies and the strategy of international specialization chosen in this country. The analysis leads to a first picture of innovation activities in Tunisia, which leads us to wonder about the relationship between export strategies and innovation activities of firms. Another international dimension of the modern strategies of development concerns the role of the foreign direct investments in the innovation. The thesis examines, finally, the dimensions of the Tunisian economy which are perceived by firms as weakening their ability to innovate.

MOTS-CLÉS
Innovation technologique, développement, économie industrielle, économie évolutionniste, capacité d'absorption, politique technologique, exportation, investissement étranger.

KEY WORDS
Technological innovation, development, industrial economics, evolutionary economics, absorptive capacity, technology policy, export, foreign investment.
JEL classification : D0, L0, O1, O3,

Groupe de Recherche en Économie Théorique et Appliquée (GREThA)
UMR CNRS 5113
Avenue Léon Duguit
33608 PESSAC

À ma famille

L'Université n'entend ni approuver, ni désapprouver les opinions particulières émises dans cette thèse. Ces opinions sont considérées comme propres à leur auteur.

Remerciements

Tout d'abord j'adresse mes remerciements les plus profonds à tous ceux et celles qui, de prés ou de loin, m'ont soutenu.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements ainsi que ma profonde gratitude aux professeurs Mohamed Ayadi et Murat Yildizoğlu, mes directeurs de thèse, pour la confiance qu'ils ont su m'accorder tout au long de ce travail. Leurs qualités scientifiques et humaines et la clairvoyance de leurs conseils m'ont été d'une aide précieuse. Sans leurs conseils et relectures systématiques, et surtout sans leurs soutiens et encouragements inépuisables, la thèse n'aurait jamais vu le jour. Je les remercie d'avoir su développer mon goût et ma motivation pour mener à bien ce projet difficile.

Je remercie également les professeurs Zouhour Karray, Nadine Massard, Pierre Mohnen et Yannick Lung, qui me font l'honneur de composer mon jury de thèse.

Je voudrais par ailleurs exprimer ma gratitude à Yannick Lung qui m'a donné l'occasion de poursuivre ma thèse dans un environnement scientifique de qualité. Pour les conditions de travail dont j'ai bénéficié durant ces années, mes remerciements s'adressent aussi à toute l'équipe du GREThA. Je tiens à remercier Laurence Derache et Christelle Bellenger pour l'aide qu'elles m'ont apportée. Il a été parfois difficile de trouver l'énergie et la motivation pour avancer sur la thèse, je tiens à remercier Martin Zumpe et Isabelle Salle pour le soutien et les discussions précieuses.

Je tiens notamment à remercier vivement tous mes collègues et amis de l'UAQUAP et de l'Institut Supérieur de Gestion de Tunis. À tous mes amis Mohamed, Sahbi, Wajih, Ines, Bechir.

Je souhaite témoigner ma reconnaissance à mes parents et à ma famille.

Merci à tous.

Table des matières

Introduction Générale **1**

I Cadre théorique et caractéristiques de l'économie tunisienne **9**

1 Motivations et déterminants de l'innovation technologique : Un survol des théories modernes **11**

1.1 Introduction 11

1.2 Les facettes multiples de l'innovation 12

1.2.1 Définitions de l'innovation 13

1.2.2 Typologies de l'innovation 13

1.2.2.1 Typologie selon la nature de l'innovation 14

Innovation de produit 14

Innovation de procédé 14

Innovation organisationnelle 15

Innovation de commercialisation 15

1.2.2.2 Typologie selon le degré de l'innovation 16

Innovation radicale 16

Innovation incrémentale 16

1.3 Motivations et déterminants de l'innovation 17

1.3.1 Robinson seul sur une île isolée 18

1.3.1.1 Motivations de Robinson à innover 18

1.3.1.2 Déterminants des innovations de Robinson 20

Conditions matérielles 21

Dynamique d'accumulation des connaissances 21

Effort de recherche 22

Taille de l'entreprise et effort de recherche 23

Taille de l'entreprise et résultats des activités d'innovation . . 23

1.3.2 Robinson découvre les autres habitants de l'île 24

1.3.2.1 La demande comme motivation de l'innovation 25

1.3.2.2 La demande comme déterminant de l'innovation 26

1.3.3 Découverte de l'archipel et de la concurrence 27

1.3.3.1 Concurrence et innovation 28

Pression de la concurrence et innovation 28

Recherche du pouvoir de monopole 29

Une relation non-monotone 30
1.3.3.2 Adaptation à l'évolution du marché 31
1.3.3.3 Diffusion des connaissances entre les firmes 32
Conditions d'appropriation 33
Capacité d'absorption 33
Spillovers imitation 34
R&D d'imitation 35
Coopération, partage et transferts volontaires de connaissances 36
1.3.3.4 Coordination et irréversibilité dans le développement des technologies 37
Paradigme technologique et dominant-design 38
Cycle de vie de l'industrie 39
1.3.3.5 Une typologie synthétique : Diversité des systèmes sectoriels et des régimes technologiques 40
1.3.4 Émergence d'un État-Nation sur l'archipel 41
1.3.4.1 Droits de propriété intellectuelle 42
1.3.4.2 Subventions et incitations directes en vue d'orienter les innovations 42
1.3.4.3 Partenariats public-privé de recherche 43
1.3.4.4 Subventions par le biais des commandes publiques 44
1.3.4.5 Crédits incitatifs et aides fiscales 45
1.3.4.6 Education et capital humain 45
1.3.4.7 Une typologie synthétique : Les systèmes nationaux d'innovation (SNI) 46
Conception étroite du SNI 47
Conception étendue du SNI 48
Analyse des fonctions des SNI 48
Particularité de l'analyse des SNI dans les pays du Sud 48
Un exemple de mise en œuvre : Émergence du SNI dans deux pays en développement 50
1.3.5 Contact avec les autres États-Nations 51
1.3.5.1 Un cas d'école : les normes environnementales 53
1.4 Conclusion 54

2 Dynamique de développement technologique et émergence d'un système national d'innovation en Tunisie 56
2.1 Introduction 56
2.2 Repères sur l'économie tunisienne 58
2.2.1 Aperçu historique 58

2.2.1.1 Phase 1956-1960 : Préservation des structures coloniales . . 58
2.2.1.2 Phase 1961-1969 : Expérience socialiste 59
2.2.1.3 Phase 1970-1977 : Capitalisme sous contrôle : Mirage ou âge d'or ? 59
2.2.1.4 Phase 1978-1986 : De l'apogée aux années de crise 61
2.2.1.5 Phase 1987-1995 : Restructuration de l'économie tunisienne 61
2.2.1.6 Phase de 1996-Aujourd'hui : Institutionnalisation et mise à niveau de l'économie 62
2.2.2 Aperçu général et indicateurs de base 63
2.2.2.1 Evolution de la croissance économique 64
2.2.2.2 Contribution sectorielle à la croissance 65
2.2.2.3 Sources de la croissance 66
Demande intérieure : 66
Demande extérieure : 67
Productivité globale des facteurs : 69
2.2.2.4 Indicateurs de la population 70
Population active et emploi : 71
Inégalités économiques et pauvreté : 72
Education et enseignement : 73
Développement humain : 73
2.2.2.5 Investissements étrangers 75
Dépendance de la technologie étrangère : 75
2.3 Système national d'innovation (SNI) 76
2.3.1 Les acteurs du système national d'innovation 77
2.3.2 Structures de base d'exécution de la recherche 79
2.3.3 Rôle des organismes intermédiaires 80
2.3.3.1 Les Technopôles : lieux et techniques du développement . . 80
2.3.3.2 Les Pépinières d'entreprises 81
2.3.3.3 Les Centres techniques 82
2.3.4 Ressources de la R&D en Tunisie 83
2.3.4.1 Potentiel humain de la R&D 83
2.3.4.2 Financement de la R&D 84
2.3.5 Indicateurs de l'innovation et de la technologie 87
2.3.5.1 Production technologique 87
2.3.5.2 Production scientifique 87
2.4 Le contexte industriel 89
Les industries du textile et d'habillement (ITH) : 89
Les industries agro-alimentaires (IAA) : 90

Les industries de cuir et de chaussure (ICC) : 91
Les industries mécaniques et métallurgiques (IMM) : 91
Les industries chimiques (ICH) : 91
Les industries des matériaux de construction, de la céramique et de verre (IMCCV) : 92
Les industries électriques, électroniques et de l'électroménager (IEEE) 92
2.5 Conclusion 92

3 Résultats Descriptifs de l'Enquête «les Activités de R&D et d'Innovation dans les Entreprises» 94
3.1 Introduction 94
3.2 Présentation générale des données 95
3.3 Caractéristiques des entreprises 96
3.3.1 La taille 96
3.3.2 L'âge 97
3.3.3 La nationalité des propriétaires 97
3.4 Les activités de R&D 98
3.4.1 Les investissements et structures de R&D 99
3.4.2 Les obstacles à la création d'une structure de R&D 100
3.4.3 Les effectifs de R&D 100
3.4.4 Les outputs des activités de R&D 100
3.5 Partenariat technologique d'études, de recherche et de formation 101
3.6 Les activités d'innovation 102
3.6.1 Répartition des innovations 104
3.6.2 Les innovations de produits 104
3.6.3 Les innovations de procédés 106
3.6.4 Les innovations inachevées ou abandonnées 107
3.7 Les motivations de l'innovation 108
3.8 La perception des obstacles à l'innovation 109
3.9 Conclusion 110

II Déterminants de l'innovation en Tunisie : Analyse économétrique 114

4 Déterminants de l'innovation en Tunisie : Rôle des sources externes de connaissances 116
4.1 Introduction 116
4.2 Les motivations de l'innovation 117

4.2.1 Problématique 118
4.2.2 Méthodes d'analyse 119
4.2.2.1 Analyse factorielle 120
4.2.2.2 Arbre de régression 120
4.2.2.3 Modèle Probit 121
4.2.3 Les variables utilisées 122
4.2.4 Interactions entre les motivations 125
4.3 Caractéristiques des entreprises innovantes 129
4.3.1 Problématique 129
4.3.2 Résultats des estimations 133
4.3.3 Vérification de la robustesse des résultats 136
4.3.3.1 Procédures de vérifications 136
4.3.3.2 Traitement de l'hétérogénéité 137
4.3.3.3 Biais de sélection 138
4.3.4 Le rôle des sources externes de connaissance 138
4.4 Conclusion 143

5 Ouverture à l'exportation et comportement d'innovation en Tunisie 145
5.1 Introduction 145
5.2 Discussion de la littérature : Exportation et innovation 146
5.3 Résultats des estimations 149
5.3.1 Traitement de l'endogénéité 149
5.3.2 Innovation des entreprises EE, PE et NE 152
5.3.3 Décomposition de la différence d'innovation 155
5.3.3.1 Présentation de la méthode d'analyse 155
5.3.3.2 Résultats et discussion 156
Écart différentiel entre les entreprises EE et PE : 156
Écart différentiel entre les entreprises NE et PE : 158
5.3.4 Principaux déterminants de la capacité d'innovation 161
5.3.4.1 Innovations de produit 163
5.3.4.2 Innovations de procédé 164
5.4 Conclusion 167

6 Rôle des IDE et de la participation étrangère dans l'innovation en Tunisie 168
6.1 Introduction 168
6.2 Discussion de la littérature : IDE et innovation 169
6.3 Procédure d'estimation 174
6.4 Décomposition de la différence d'innovation 175

6.4.1 Rôle des filiales étrangères dans l'innovation 176
6.4.1.1 Les déterminants de l'innovation 176
6.4.1.2 Décomposition de la différence d'innovation 180
6.4.2 Rôle de la participation étrangère dans l'innovation 182
6.4.2.1 Les déterminants de l'innovation 184
6.4.2.2 Décomposition de la différence d'innovation 186
6.5 Conclusion 187

7 Perceptions des obstacles aux activités d'innovation 189
7.1 Introduction 189
7.2 Revue de littérature et cadre conceptuel 190
7.3 Modèles économétriques 193
7.3.1 Modèle probit ordonné 194
7.3.2 Modèle probit ordonné généralisé 195
7.4 Analyse des perceptions des obstacles à l'innovation 196
7.4.1 Procédure d'estimation 196
7.4.2 Interprétation des résultats 198
7.5 Complémentarité entre les obstacles à l'innovation 202
7.5.1 Analyse exploratoire des corrélations 202
7.5.2 Approche économétrique 204
7.6 Conclusion 205

Conclusion Générale 209

Bibliographie 213

Annexe du chapitre 2 239

Annexe du chapitre 3 240

Annexe du chapitre 4 241

Annexe du chapitre 5 269

Annexe du chapitre 6 270

Annexe du chapitre 7 273

Liste des tableaux

1.1 Cycle de vie du marché 32
1.2 Les fonctions des systèmes d'innovation 49
1.3 Divergence dans les systèmes nationaux d'innovation en 1980 50

2.1 Répartition du PIB aux coûts des facteurs par secteur (prix courants) . . . 65
2.2 Structure de la demande intérieure par secteur manufacturier 68
2.3 Evolution de la demande adressée à la Tunisie et des exportations (1995=100) 69
2.4 Répartition de la population occupée par branche d'activité (%) 72
2.5 Inégalité des revenus en Tunisie (1985-2000) 72
2.6 Education et enseignement 73
2.7 Répartition des diplômés scientifiques (année 2005) 74
2.8 Indicateurs du développement technologique 74
2.9 Répartition des laboratoires et unités de recherche par discipline en 2005 . . 79
2.10 Evolution du nombre de chercheurs (en équivalent plein temps) 84
2.11 Evolution des dépenses en R&D 85
2.12 Evolution des dépôts de brevets, marques et dessins industriels 87
2.13 Brevets internationaux enregistrés 88
2.14 Publications des Unités et des Laboratoires 88
2.15 Part mondiale des publications 89
2.16 Répartition des entreprises par taille (en 2004) 89
2.17 Répartition des entreprises par secteur et par régimes (en 2004) 90
2.18 Evolution de la valeur ajoutée (en millions de dinars) 90

3.1 Nombre des entreprises enquêtées par secteur d'activité 95
3.2 Pourcentage de chiffre d'affaire à l'exportation 97
3.3 Distribution des effectifs d'employés 97
3.4 Répartition des filiales des groupes 98
3.5 Répartition sectorielle des entreprises ayant des activités de R&D 99
3.6 Nombre des entreprises ayant une structure de R&D 99
3.7 Raisons de l'inexistence d'une structure de R&D 100
3.8 Effectifs dans les structures et départements de R&D 100
3.9 Conventions de partenariats et de collaborations 102
3.10 Descriptions et objets des conventions de Partenariat 103
3.11 Répartition des entreprises par innovation et par secteur 104
3.12 Répartition des sources des innovations 106

3.13 Innovation de produits 107
3.14 Répartition des entreprises par secteurs/innovations de produit 107
3.15 Innovation de procédés 108
3.16 Répartition sectorielle des entreprises selon les motivations 112
3.17 Répartition des entreprises innovantes selon la perception des obstacles . . . 113

4.1 Description des variables 123
4.2 Statistiques descriptives des variables 124
4.3 Analyse factorielle des objectifs 126
4.4 Résultats de synthèse sur les entreprises innovantes dans les pays en développement 131
4.5 Résumé des résultats du Tableau 4.4 132
4.6 Déterminants de l'innovation : rôle des sources externes de la connaissance. 134
4.7 Les enquêtes sur les innovations dans les pays en développement 137
4.8 Vérification de la robustesse des résultats 139

5.1 Classification des entreprises selon le pourcentage des exportations 148
5.2 Description des variables 149
5.3 Déterminants de l'innovation : Rôle de l'exportation 151
5.4 Résultats de l'estimation Probit pour les trois groupes d'entreprises 153
5.5 Effects marginaux des variables significatives 154
5.6 Comparaison des probabilités espérées : test-WMW 154
5.7 Analyse de décomposition 159

6.1 Répartition de la participation étrangère 174
6.2 Description des variables utilisées dans l'analyse 175
6.3 Classification des entreprises 176
6.4 Régressions Probit : groupes d'appartenance 176
6.5 Comparaison des probabilités espérées (filiales) : test-WMW 177
6.6 Médianes et résultats du test-WMW 180
6.7 Proportions et test-z de comparaison 180
6.8 Décomposition des différences dans l'innovation entre les filiales 181
6.9 Classification des entreprises selon la structure de capital 182
6.10 Régression Probit : Propriété étrangère 184
6.11 Comparaison des probabilities d'innovation : test-WMW 185
6.12 Médianes et test-WMW 185
6.13 Proportions et $test - z$ 185
6.14 Décomposition des différences selon la participation au capital 187

7.1 Description des variables utilisées dans l'analyse 194
7.2 Obstacles à l'innovation 194
7.3 Probit ordonné : Perception des obstacles à l'innovation 197
7.4 Comparaison des modèles : Critères d'information AIC et BIC 198
7.5 Probit ordonné hétéroscédastique 199
7.6 Probit Ordonné Généralisé de la perception des obstacles à l'innovation . . . 200
7.7 Corrélations polychoriques entres les obstacles à l'innovation 203
7.8 Analyse factorielle des obstacles 203
7.9 Probit Multivarié de la perception des obstacles à l'innovation 207
7.10 Coefficients de corrélations des résidus estimés ρ_{ij} 208
7.11 Coefficients de corrélations des résidus estimés ρ_{ij} (entreprises innovantes) . 208
12 Publications scientifiques des laboratoires de recherche (2003) 239
13 Structure de capital des entreprises à participation étrangère 240
14 Déterminants de l'innovation : faiblesse du rôle des IDE. 241
15 Déterminants de l'innovation. 242
16 Analyse de décomposition 269
17 Régressions Probit : groupes d'appartenance 270
18 Régression Probit : Propriété étrangère 270
19 Régression probit : Propriété étrangère 271
20 Régression probit : Propriété étrangère 272
21 Probit Ordonnée de la perception des obstacles (Entreprises innovantes) . . 273
22 Probit Ordonnée des obstacles perçus (Entreprises Non-innovantes) 274
23 Probit Multivarié de la perception des obstacles à l'innovation (Entreprises innovantes) 275
24 Probit Ordonnée Généralisé de la perception des obstacles (Entreprises innovantes) 276

Table des figures

1.1 Innovation dans l'économie de Robinson Crusoé 19
1.2 Cycle de vie d'un marché, la courbe en S 31
1.3 Une synthèse : les motivations et déterminants de l'innovation 55

2.1 Modèle du SNI en Tunisie 78
2.2 Configuration des technopôles en Tunisie 81
2.3 Nombre de chercheurs par mille actifs : position de la Tunisie en 2005 85
2.4 Dépenses en R&D : position de la Tunisie en 2005 86

3.1 Répartition des entreprises par secteur d'activité 96
3.2 Répartition des entreprises selon le chiffre d'affaire 97
3.3 Répartition des entreprises selon la date de création 98
3.4 Répartition des outputs de R&D 101
3.5 Répartition des innovations par secteur 105
3.6 Répartition des innovations de produits 106
3.7 Répartition sectorielle selon les facteurs influençant l'innovation 109
3.8 Perceptions des obstacles à l'innovation : entreprises innovantes 110

4.1 Arbre de regression : une variable dépendante Y et 2 variables explicatives (X,Z) 121
4.2 Détermination du nombre des facteurs : progression des valeurs propres . . . 126
4.3 Motivations de l'innovation de produit 126
4.4 Motivations de l'innovation de procédé 127
4.5 Déterminants de l'innovation de produit pour le marché ($cp = 0.01$). 140
4.6 Déterminants de l'innovation de procédé ($cp = 0.01$). 142

5.1 Déterminants de l'innovation de produit- Exportateurs exclusifs ($cp = 0.01$). 158
5.2 Déterminants de l'innovation de procédé- Exportateurs exclusifs ($cp = 0.01$). 159
5.3 Déterminants de l'innovation de produit- Non Exportateurs ($cp = 0.01$). . . . 160
5.4 Déterminants de l'innovation de procédé- Non Exportateurs ($cp = 0.01$). . . 161
5.5 Déterminants de l'innovation de produit- Exportateurs partiels ($cp = 0.01$). . 162
5.6 Déterminants de l'innovation de procédé- Exportateurs partiels ($cp = 0.01$). . 162

6.1 Déterminants de l'innovation 178
6.2 Déterminants de l'innovation 180
6.3 Entreprises à capital 100% étranger 183

6.4 Déterminants de l'innovation 186

7.1 Détermination du nombre des facteurs des obstacles : progression des valeurs propres 204

Introduction Générale

L'objet de cette thèse est l'analyse du comportement d'innovation des firmes tunisiennes. Cette analyse portera sur les conditions économiques qui motivent les firmes à innover, celles qui orientent leurs activités d'innovation et celles qui rendent difficile leur succès. En effet, améliorer notre compréhension des conditions économiques favorables à l'innovation est très importante, surtout pour un pays en développement qui cherche activement à s'intégrer dans l'économie mondiale, comme la Tunisie. La capacité à innover est à la fois un moteur de la croissance économique (Aghion & Howitt (1998), Nelson (1996)) et une source de plus grande compétitivité dans le commerce international (Foray & Freeman (1992)). Cette thèse va être consacrée aux dimensions micro/méso économiques de l'innovation des firmes, plutôt qu'à la relation entre l'innovation et ses conséquences macroéconomiques.

Pour comprendre le comportement d'innovation des firmes tunisiennes en particulier, une première question que nous pouvons nous poser concerne les déterminants de l'innovation en général, tels qu'ils sont analysés par les théories économiques de l'innovation. Pour cela, il faudrait commencer par éclaircir ce que nous entendons effectivement par le concept d'innovation. Ensuite, il serait intéressant de qualifier les conditions minimales sous lesquelles nous pouvons observer le déploiement d'un effort délibéré des firmes en vue de réaliser des innovations. Est-ce qu'une firme isolée chercherait à innover ? Comment son comportement d'innovation se modifierait-il si elle vise à satisfaire une demande économique ? On peut aussi penser que la concurrence avec d'autres firmes aurait une influence non négligeable sur le comportement d'innovation. Une autre question intéressante concerne le rôle des caractéristiques de la firme et de son effort en vue d'innover. Sachant que l'effort de recherche est rarement sans coûts, on pourrait penser que la capacité de financement de la firme pourrait jouer un rôle important. La question du rôle de la taille de la firme est bien sûr directement liée à cette capacité de financement. Une autre dimension, moins microéconomique celle-ci, pourrait aussi orienter les innovations des firmes : la mécanique de la création des idées et celle du développement des technologies. Le rôle d'autres conditions plus systémiques (ou agrégées) de l'économie mérite aussi notre attention. Y a-t-il des mécanismes qui jouent au niveau des secteurs d'intervention des firmes ? Est-ce qu'un cadre national particulier est plus favorable qu'un autre pour les activités d'innovation des firmes ? Si oui, quelles dimensions de ce cadre possèdent un rôle significatif ? Notamment, quel est le rôle des politiques nationales et à quelle niveau ces politiques doivent intervenir pour favoriser les activités d'innovation des firmes ? Et, de manière encore plus importante, quelles sont les conséquences d'une internationalisation croissante des marchés et des firmes sur le comportement d'innovation des ces dernières ? Chercher des réponses à ces questions nécessitera une relecture des théories modernes de l'innovation. Mais est-ce que ces théories, qui ont été principalement développées dans et pour les pays industrialisés, peuvent être utilisées pour comprendre les

firmes tunisiennes ?

Pour répondre à cette question, nous devons considérer les particularités de l'économie tunisienne qui est une ancienne économie coloniale, indépendante depuis 1956, cherchant à mettre en place le cadre institutionnel nécessaire au développement économique et à l'insertion dans l'économie mondiale. Quelles étaient les caractéristiques de cette économie à l'orée de son indépendance ? Quel chemin a-t-elle suivie depuis cette date ? Quelle place a été réservée au développement technologique dans les politiques qui ont été mises en place dans la période récente ? Il est important de bien comprendre les conditions actuelles qu'offre cette économie pour les activités d'innovation des firmes. En effet, la mobilisation des théories de l'innovation, dans le cadre de notre problématique, ne peut se faire correctement qu'en les amendant, le cas échéant, en fonction de ces conditions. Une fois qu'on a répondu à ces deux ensembles de questions, nous devrions arriver à une vision théorique et empirique suffisamment claires pour aborder l'analyse des comportements d'innovation des firmes. Quelle vision avons-nous de ces comportements ? Quelles sont les données dont nous disposons sur ces activités ?

Cette vision est en fait exclusivement limitée à la première et unique enquête innovation réalisée en Tunisie en 2005[1]. Il s'agit d'une enquête pilote réalisée selon le protocole des Community Innovation Surveys (CIS) européens. Après avoir étudié les caractéristiques et les limites de cette enquête, une première analyse peut permettre d'avoir une description des activités d'innovation des firmes, de leurs motivations et des facteurs qui facilitent ou empêchent ces activités. À partir de cette description, nous devrions pouvoir mobiliser les réponses aux questions précédemment posées pour formuler un cadre d'analyse pour notre problématique principale.

L'approche économétrique est un bon candidat pour la formulation du cadre d'analyse, puisqu'elle nous permet de combiner une vision théorique avec une analyse statistique. Un second ensemble de questions pourraient alors être formulées autour de cette analyse économétrique. Si nécessaire, cette modélisation peut être guidée et complétée par des analyses statistiques complémentaires.

Une première question économétrique qu'on peut poser concerne les motivations des firmes innovantes en Tunisie. Cela est en rapport direct avec la question théorique posée ci-dessus. On pourrait aussi se demander si les deux principaux types d'innovations (innovations de procédés et innovations de produits) répondent aux mêmes motivations. Si ce n'est pas le cas, il peut être opportun d'analyser séparément ces deux types d'innovations. Notamment en ce qui concerne les caractéristiques des firmes innovantes. Cette analyse devrait conduire à un premier tableau des activités d'innovations en Tunisie. Il peut alors être nécessaire d'affiner l'analyse autour des questions plus spécifiques, particulièrement pertinentes dans le cadre d'un pays en développement comme la Tunisie et en rapport avec les politiques mises en œuvre et la stratégie de spécialisation internationale retenue dans ce pays.

[1] Observatoire National de la Technologie, au moment de l'enquête, sous tutelle du Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétences (MRSTDC).

La Tunisie a mis en place tout un ensemble de mesures pour encourager les firmes à exporter. Il est par conséquent important de s'interroger sur la relation entre les stratégies d'exportation et les activités d'innovation des firmes. Est-ce que les firmes orientées vers les marchés extérieurs sont les plus innovantes ?

Une autre dimension internationale des stratégies de développement modernes concerne la capacité à attirer les investissements directs étrangers. On peut alors s'interroger sur la relation entre la structure de propriété des firmes et leurs activités d'innovation. Dans quelle mesure l'appartenance à un groupe étranger peut aller de paire avec une propension à innover plus forte ? Qu'en est-il du rôle des capitaux étrangers ?

En dernier lieu, nous pouvons nous interroger sur les dimensions de l'économie tunisienne qui sont perçues par les firmes comme affaiblissant leurs capacités à innover. Quels sont les principaux obstacles ? Sont-elles de même ordre pour les innovations de procédés et les innovations de produits ? Comment les autorités publiques pourraient-elles, par conséquent, alléger le fardeau de l'innovation ?

La thèse est organisée de manière à répondre à ces questions que nous venons de poser. La première partie présente les théories modernes de l'innovation, les caractéristiques de l'économie tunisienne et celles de l'enquête innovation qui sera utilisée dans notre analyse. La seconde partie de la thèse présente les résultats des analyses économétriques.

Le premier chapitre présentera l'analyse, par les théories économiques modernes, des motivations et des déterminants de l'innovation technologique. Pour cette présentation, nous adopterons une stratégie d'exposition qui part du cadre le plus simple possible dans lequel l'innovation peut apparaître (l'économie autarcique de Robinson Crusoé). Nous abordons ensuite successivement des contextes économiques de plus en plus riches. La discussion sera donc organisée selon une logique progressive, allant des motivations et des conditions purement individuelles des innovations (dans le cas du Robinson seul sur son île), vers le cas le plus complexe où les activités d'innovation ont lieu dans un cadre international, sous des institutions particulières selon les pays. Les étapes intermédiaires introduiront successivement les phénomènes économiques suivants : la demande, le fonctionnement en industrie, la concurrence, les pouvoirs publics, et, finalement, la concurrence internationale. Cette approche nous permettra de décrypter les mécanismes de l'innovation, pour apporter des éléments de réponses aux questions posées ci-dessus.

Même dans un contexte aussi simplifié d'un agent économique en autarcie, le besoin d'innover ne nécessite pas en soi ni marché ni concurrent pour s'exprimer, puisque la nécessité de mieux utiliser les facteurs de production ou celle de répondre à de nouveaux besoins privés peuvent guider l'innovation. Les conditions matérielles et l'état des connaissances de base peuvent conditionner la technologie de l'entreprise. L'effort de recherche lui permet d'accroître la somme de ses connaissances, mais implique aussi des coûts et nécessite une capacité pour les financer. Mais, de manière générale, l'innovation est associée au marché auquel l'entreprise doit s'adapter. Les interactions entre les utilisateurs et leurs re-

tours d'experiences constitue ainsi une source d'apprentissage importante pour l'entreprise. L'innovation peut être conditionnée par l'adéquation entre la nature de la demande et les conditions matérielles. L'entreprise peut bénéficier de nouvelles opportunités d'innovation, face à des besoins plus diversifiés, mais elle doit aussi faire face à la concurrence d'autres producteurs qui proposent le même bien ou des biens substituts. Dans cet environnement économique plus riche, les concurrents perturbent le désir de l'entreprise d'imposer au marché sa définition du produit (puisqu'ils participent eux aussi au développement du produit), mais ils peuvent, en même temps, constituer une source de nouvelles connaissances pour elle. Même, si l'obtention d'une position dominante face à ses rivaux, pour s'échapper à la concurrence, constitue l'une des motivations importantes des innovations de l'entreprise quand elle peut s'approprier fortement les technologies ou nouveaux biens qu'elle crée, une position de monopole bien protégée ne réduit pas toujours la nécessité d'innover. La coopération, le partage et les transferts volontaires de connaissances peuvent aussi jouer un rôle dans l'emergence des externalités entre les activités de recherche des firmes. L'orientation des efforts de recherche des firmes se définie aussi par le stade de développement de l'industrie et de son contexte social et technologique, dans la mesure où le paradigme technologique en vigueur dans l'industrie définit, à chaque étape, les innovations qui apparaissent possibles et économiquement importantes. Les développements industriels s'accompagnent évidement de la mise en place des structures sociales/politiques et des institutions qui peuvent orienter les activités des entreprises. Il n'y a pas, certes, de réponse unique concernant le rôle des politiques économiques dans l'innovation, dans la mesure où les politiques d'incitation dépendent du contexte économique, social, institutionnel et scientifique de chaque pays. L'approche par système national d'innovation (SNI) pourrait nous permettre d'avoir une typologie synthétique permettant d'analyser ce rôle joué par le contexte institutionnel dans la création des conditions favorables à l'innovation et à la maîtrise de la technologie. Le rôle de l'ouverture au commerce extérieur dans les activités d'innovation est souligné par la théorie de la croissance endogène et les nouvelles théories du commerce international, mettant l'accent sur le rôle des spillovers de connaissance générés par les interactions avec l'étranger et par l'utilisation des biens intermédiaires. Mais, ces mécanismes sont fortement liés aux particularités de l'économie en question. Aujourd'hui, les pays se spécialisent dans les stades du processus de production dans lesquels ils ont un avantage comparatif. Les nouvelles règles des relations internationales, mises en place au sein de l'Organisation Mondiale du Commerce et implémentées dans les pays en développement (et endettés) par les politiques structurelles de la Banque Mondiale et le FMI, ainsi que les pressions technologiques poussent fortement les entreprises à faire face aux échanges internationaux. Mais, Comment pourrions-nous utiliser ces mécanismes pour comprendre l'innovation en Tunisie ?

Donc, pour étudier ces mécanismes, le deuxième chapitre se consacrera à l'étude des caractéristiques de l'économie tunisienne qui peuvent déterminer la structure et la dynamique de la recherche et de l'innovation technologique en Tunisie. Ce chapitre commencera par une analyse rétrospective afin d'étudier l'évolution de la structure de l'économie tunisienne. Nous présenterons, ensuite, le cadre macroéconomique et le contexte de l'insertion internationale.

Nous allons, par conséquent, examiner les caractéristiques de la structure industrielle qui peut déterminer le comportement des entreprises à l'égard de l'évolution technologique.

Au début des années 1990, la Tunisie s'engage dans la phase de libéralisation complète de l'économie dans le cadre du programme d'ajustement structurel adopté en 1986 sous l'égide du FMI. Dans le cadre de l'Accord de libre échange avec l'UE, la Tunisie lance des programmes de mise à niveau, de création des zones industrielles et des parcs technologiques spécialisés. Ces politiques économiques sont considérées comme étant favorables à l'investissement privé et à l'innovation du fait que les entreprises peuvent en tirer bénéfices, leur permettant de mettre en place de nouveaux produits ou procédés. Cependant, la comparaison avec d'autres pays à haut niveau de croissance, montre que la croissance de la Tunisie est davantage dépendante de l'investissement public et moins de l'investissement privé et de l'accumulation du capital humain (Banque Mondiale 2004). Les faiblesses de la gouvernance économique (en particulier transparence du cadre réglementaire) et l'insuffisance du dynamisme du secteur privé peuvent constituer une contrainte importante sur l'innovation en Tunisie, en dépit des fondamentaux macroéconomiques. Après la présentation du cadre macroéconomique et du contexte de l'insertion internationale de la Tunisie, nous allons porter notre attention aux caractéristiques de son système national d'innovation (SNI) et aux interactions entre ses principales composantes, en soulignant les éléments situés en amont et en aval de ce système. Pour l'instant, le SNI en Tunisie est en germe. Nous soulignerons ainsi les outils institutionnels et financiers mis en place pour favoriser l'innovation et le rôle des pôles technologiques tournés vers la R&D (parcs scientifiques, pépinières d'entreprises, centres de R&D, etc). L'isolation des acteurs économiques et le manque d'intégration de la sphère technico-scientifique avec la sphère productive peut apparaître comme une contrainte forte sur la construction des capacités technologiques nationales. L'analyse des indicateurs de l'innovation et de la technologie montre que le potentiel interne d'innovation dans les entreprises tunisiennes est faible. Le recours à l'analyse statistique et économétrique nous permettra d'étudier le comportement d'innovation des entreprises tunisiennes de manière plus précise. Mais, avant de revenir sur les mécanismes discutés dans les deux premiers chapitres pour l'analyse des déterminants de l'innovation, il nous est nécessaire de présenter les données de l'enquête sur les activités de R&D et d'innovation dans les entreprises tunisiennes, pour en brosser un premier tableau descriptif.

Le troisième chapitre se consacrera aux résultats descriptifs de l'enquête sur les activités de R&D et d'innovation dans les entreprises, élaborée par le Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétences (MRSTDC) en 2005. Nous relaterons, dans ce chapitre, la description des caractéristiques globales et la répartition sectorielle des entreprises enquêtées. Le questionnaire s'inspire de l'enquête communautaire sur l'innovation, *Community Innovation Survey-CIS*, coordonnée par Eurostat et menée par l'ensemble des pays de l'Union Européenne. Rappelons que l'objectif principal de l'enquête CIS est de mesurer l'innovation selon la méthode proposée dans le manuel d'Oslo (OCDE & EUROSTAT 2005), permettant de décrire le processus d'innovation et d'apprécier les moteurs de l'innovation et les obstacles qui freinent sa réalisation. L'enquête concerne les entreprises

qui ont entrepris des activités de R&D ou d'innovation durant la période 2002-2004. Cependant, nous ne disposons pas de données sur plusieurs années qui nous permettront d'étudier l'aspect dynamique de l'innovation ou de spécifier une relation récursive, permettant d'indiquer les liens de causalité entre les variables. De même, les données ne permettent pas de dresser une comparabilité internationale entre les entreprises innovantes selon les pays (Mairesse & Mohnen 2010).

L'enquête cible les entreprises à forte valeur ajoutée et celles susceptibles d'être plus innovantes. Mais, les données ne donnent pas des informations sur les domaines technologiques sur les quelles les entreprises portent leurs efforts. De même, dans un pays en développement comme la Tunisie, les informations données sur les soutiens et les aides offerts par l'État pour le développement de l'innovation sont nécessaires pour la compréhension de la politique du développement technologique. Cependant, la base ne donne pas assez d'informations sur les incitations de l'État. Les données montrent que plus de la moitié des entreprises enquêtées sont créées après la date de la mise en place du programme d'ajustement structurel (1986) et plus de 25% sont créées après le lancement du programme de mise à niveau en 1996. Elles indiquent la répartition des entreprises selon le pays de localisation du siège social. Mais, elles excluent, notamment, toute possibilité d'analyser les dimensions spatiales des processus d'innovation (Massard & Mehier 2009, Autant-Bernard & Massard 1999, Audretsch & Feldman 1996).

La seconde partie de la thèse commence par le quatrième chapitre qui essaye d'expliquer le comportement d'innovation technologique en Tunisie et de tester empiriquement les observations dégagées à partir des concepts théoriques. Étant données les limites de la base de données, nous concentrerons notre analyse sur un ensemble de mécanismes de base qui apparaissent systématiquement dans la littérature de l'innovation : le rôle de la demande, la taille de l'entreprise, l'activité de R&D interne, les sources extérieures de la connaissance technologique, le rôle de l'ouverture et des exportations et la participation de l'État et des investissements étrangers dans le capital de l'entreprise. Nous mettrons l'accent sur le rôle spécifique des sources externes de connaissances dans l'innovation et sur le comportement différencié entre les innovations de produits et les innovations de procédés. Les données d'enquêtes sur les innovations dans les pays en développement souffrent souvent du biais de sélection et d'échantillonnage. Nous utiliserons donc différentes approches d'estimation pour vérifier la robustesse de nos résultats à l'égard du biais de sélection et du problème de l'hétérogénéité. Les traitements de l'hétérogénéité et du biais de selection sont effectués par l'estimation robuste à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation des erreurs et la méthode de Chaine de Markov de Monte Carlo (MCMC) qui simule la distribution postérieure d'une régression probit en utilisant l'approche d'augmentation des données qui réduit le problème potentiel du biais d'échantillonnage. Le questionnaire distingue entre les produits nouveaux pour l'entreprise et les produits nouveaux pour le marché de l'entreprise. Pour réduire le biais de sélectivité, nous considérons la définition plus restrictive de l'innovation : seulement lorsque le produit est nouveau pour le marché de l'entreprise.

Les résultats montrent le rôle important des sources de connaissances extérieures dans l'innovation en Tunisie. Les entreprises qui ne profitent pas de l'assistance technique externe ont les propensions à innover les plus faibles. Cette assistance a un rôle plus important que celui de l'effort interne en R&D. Ce résultat pourrait être, certainement, considéré comme une caractéristique particulière du processus d'innovation dans les entreprises des pays en développement, généralement imitatrices.

Nous constatons aussi que l'ouverture des entreprises tunisiennes à l'exportation joue un rôle ambivalent dans l'innovation, ce qui mérite une étude plus approfondie. En effet, nous trouverons deux résultats intéressants : d'une part, la relation entre les exportations des entreprises et leurs propensions à innover est non significative. D'autre part, les entreprises partiellement exportatrices qui servent à la fois le marché national et le marché étranger sont plus innovantes que les entreprises purement exportatrices ou domestiques. L'objet du cinquième chapitre consiste donc à analyser cette relation entre l'ouverture à l'exportation et la capacité à innover des entreprises tunisiennes. Nous étudierons les différences liées aux caractéristiques observables des entreprises exclusivement exportatrices, partiellement exportatrices et celles orientées exclusivement vers le marché domestique. Nous utiliserons la méthode de décomposition de type Oaxaca (1973) adaptée à des variables dépendantes non-linéaires (Fairlie 1999, 2005). Au cœur de notre démarche d'analyse, basée sur la comparaison entre les différents groupes d'entreprises, nous poserons la question sur le biais de sélection. En effet, le recours à l'exportation est une décision qui dépend aussi de l'évaluation de l'entrepreneur des raisons et conséquences de son choix. La décision de l'exportation peut mettre en œuvre un choix individuel rationnel engendrant un biais de sélection que nous devrons en tenir compte.

Les résultats montrent que la faiblesse de la propension à innover des entreprises orientées exclusivement vers les exportations peut s'expliquer par l'insuffisance de l'effort interne en R&D et par le manque d'accès à des sources externes de connaissances techniques. Comme le fait ressortir le chapitre 2, le développement des industries exportatrices est encouragé par l'attraction des investissements étrangers à travers les activités de sous-traitance concentrées essentiellement autour des secteurs à faible intensité technologique tels que le textile. Ces activités ne favorisent pas la construction des capacités technologiques permettant à l'entreprise d'adapter les technologies étrangères à ses besoins ou de concevoir de nouveaux produits ou équipements de production. Mais, elles créent une forte dépendance technique vis-à-vis donneurs d'ordre étrangers qui fournissent et installent les équipements nécessaires à la production.

Le développement des exportations en Tunisie est étroitement lié à l'investissement étranger et à l'implantation de filiales des groupes étrangers, ce qui peut rendre le développement d'innovation fortement dépendant de la structure de propriété. Le chapitre 6 place la question des IDE dans un contexte plus large : Les investisseurs étrangers contribuent-ils aux activités technologiques en Tunisie ? Les firmes domestiques en tirent-elles bénéfices d'un point de vue technologique ? Notre analyse concerne, en particulier, les liens entre

les performances d'innovation des entreprises et leur caractère multinational, qu'il s'agisse d'implantation de filiales ou de participation en capital. L'objectif de ce chapitre est donc d'explorer si les entreprises domestiques et les entreprises étrangères diffèrent dans leurs comportements d'innovation. La différence peut être due aux écarts dans les caractéristiques des entreprises au niveau de la taille, le secteur d'activité, l'intensité d'exportation et la capacité d'absorption, qui sont à leur tour associées à la performance d'innovation. Nous procéderons par la décomposition de l'écart d'innovation qui relève de la différence ayant trait aux caractéristiques observables des entreprises. Les résultats montrent que la faiblesse de la probabilité d'innovation dans les firmes étrangères est liée principalement à l'insuffisance de leurs investissements en R&D par rapport aux entreprises domestiques et à celles avec une participation mixte au capital. Les firmes étrangères poursuivent des stratégies différentes de celles des firmes domestiques. Elles exploitent leurs capitaux à travers les activités de production dans le pays d'accueil et concentrent leurs activités d'innovation dans le pays d'origine. La faiblesse de l'innovation des entreprises étrangères en Tunisie peut aussi s'expliquer par la stratégie d'attractivité des entreprises offshore orientées vers l'exportation où l'entreprise ne cherche pas à adapter sa production aux besoins des clients locaux.

Le septième chapitre se consacrera à l'analyse de la perception des obstacles aux activités d'innovation dans les entreprises tunisiennes. Il préconise une approche systémique des politiques d'innovation qui doivent tenir compte des complémentarités établies (Galia & Legros 2004, Mohnen & Rosa 2002). Nous montrerons que la perception des obstacles à l'innovation est moins prononcée pour les entreprises étrangères et plus importante pour les entreprises exportatrices qui font face à une pression de la concurrence, menant à une perception élevée des obstacles liés au manque d'information sur la technologie et au manque de personnel qualifié. Pour surmonter les obstacles à l'innovation liés aux risques économiques excessifs, aux coûts élevés de l'innovation ou au manque de sources de financement appropriées, nos résultats suggèrent un rôle important de la participation publique et étrangère dans le capital social. Le manque de ressources financières est aussi l'une des principaux obstacles. Le dernier chapitre conclura la thèse.

Première partie

Cadre théorique et caractéristiques de l'économie tunisienne

Objet de cette partie est de concerner les déterminants de l'innovation en général et d'étudier les caractéristiques de l'économie tunisienne. Le premier chapitre va poser le socle théorique de notre travail et ce dernier va orienter à la fois notre appréhension des caractéristiques particulières de l'économie tunisienne, dans le deuxième chapitre, et l'analyse des déterminants de l'innovation dans la seconde partie de la thèse. Le deuxième chapitre va proposer une description des caractéristiques globales de l'économie tunisienne et de son système d'innovation. Le troisième chapitre se consacrera aux résultats descriptifs de l'enquête sur les activités de R&D et d'innovation dans les entreprises tunisiennes. Nous allons revenir, dans la seconde partie de la thèse, sur les mécanismes discutés dans cette partie pour l'analyse des déterminants de l'innovation en Tunisie.

Chapitre 1

Motivations et déterminants de l'innovation technologique : Un survol des théories modernes

1.1 Introduction

L'innovation a pris une place centrale dans l'analyse économique depuis les travaux de Joseph A. Schumpeter, mais surtout dans les développements de l'analyse de la dynamique économique les trente dernières années, notamment dans les théories de croissance endogène (Aghion & Howitt 1998). L'analyse moderne de l'innovation distingue différentes modalités de ce phénomène et en établit différentes typologies en fonction de sa nature ou son impact sur l'activité économique. La richesse de cette vision moderne apparaîtra quand nous passerons en revue ces typologies dans une première section. Cela va nous permettre de mieux délimiter le type de phénomène que nous cherchons à expliquer dans ce travail.

Notre compréhension des mécanismes de l'innovation va nécessiter la réponse à deux questions successives. La première concerne les motivations des firmes quand elles s'engagent dans des activités innovantes. Même si certaines innovations peuvent apparaître de manière fortuite, nous allons nous intéresser dans la seconde section de ce chapitre à la recherche délibérée d'innovations par les firmes. La deuxième question concerne les déterminants de l'innovation.

Mais l'effort des firmes n'est pas suffisant pour expliquer les processus d'innovations et leurs résultats (le progrès technique). En effet, en suivant Dosi (1997), nous pouvons noter que la compréhension du changement technologique nécessite l'analyse concomitante de quatre objets interreliés : d'abord, les opportunités de l'innovation ; ensuite, les incitations pour exploiter ces opportunités ; mais aussi les capacités des agents de réaliser l'innovation et les configurations institutionnelles et les sources externes (leurs clients, fournisseurs, universités, laboratoires et agences publiques, consultants, etc) qui encadrent et conditionnent le résultat des efforts des agents. En effet, Dosi (1997) souligne qu'il n'y a pas de preuve convaincante que l'intensité de la recherche augmente d'une manière monotone avec la valeur prévue des flux de rente, même s'il est certain qu'un accroissement attendu dans la rentabilité soit une condition nécessaire pour que les acteurs privés entreprennent des efforts de recherches coûteuses et incertaines. Au contraire, il semble que les différences inter-sectorielles et inter-

temporelles dans la propension à innover soient mieux prises en compte, dans une première approximation, par les différences dans les opportunités et les capacités spécifiques des entreprises plutôt que des variations fines dans les mesures d'incitation de la rentabilité (au-dessus d'un seuil minimal). Par conséquent, en plus des motivations des firmes, il est important de bien comprendre les déterminants sectoriels et institutionnels de l'innovation, ainsi que la mécanique propre de la création de connaissances qui oriente les capacités d'innovation des firmes. Ces dimensions seront exposées dans la troisième section de ce chapitre.

Dans la section suivante, nous allons préciser les définitions qui caractérisent les différentes propriétés des activités innovatrices.

1.2 Les facettes multiples de l'innovation

L'objet de cette première section est la clarification du concept d'innovation qui sera utilisée dans la suite de ce travail. Une telle clarification est nécessaire car si l'innovation, dans toutes ses formes, est au cœur de la dynamique économique moderne, son analyse doit distinguer les différents objets sur lesquels elle peut porter et différencier l'intensité avec laquelle elle peut intervenir sur l'activité économique.

L'analyse de l'innovation a beaucoup évolué depuis les travaux fondateurs de Schumpeter. Elle nécessite le recours aux différents concepts de création de nouveauté (la créativité, l'invention, l'innovation, et la diffusion) et aux différentes typologies (innovation de produit, de procédé, radicale, incrémentale), ainsi qu'à de nouveaux concepts analytiques (capacité d'absorption, trajectoires, systèmes d'innovation, etc). Les théories modernes de l'innovation n'abordent plus ce phénomène comme un processus invisible de transformation, résultant d'une confrontation statique de l'offre et de la demande, mais elles rendent compte de la nécessité de décrypter ce processus dont la complexité provient de son interpénétration avec tous les aspects de la relation entre les processus internes de l'entreprise et son environnement, autant interne qu'externe.

Les travaux fondateurs de Schumpeter ont bien sûr fortement influencé les théories de l'innovation, source du processus de *destruction créatrice* : un processus dynamique dans lequel les nouvelles technologies remplacent les anciennes et induisent la modification des structures économiques. Dans cette optique, les innovations *radicales* façonnent les grandes mutations, alors que les innovations *incrementales* alimentent de manière continue le processus du changement technique. La mise en relief des différents objets sur lesquels peut porter l'innovation est importante dans l'analyse des sources et des conséquences de l'innovation. Schumpeter (1934) propose de distinguer cinq types d'innovation (la nature de l'innovation) :

- l'introduction de nouveaux produits ;
- l'introduction de nouvelles méthodes de production ;
- l'ouverture de nouveaux marchés ;
- le développement de nouvelles sources d'approvisionnement en matières premières ou

en autres intrants ;
– la création de nouvelles structures de marché au sein d'une branche d'activité.

Cette première section commencera par mettre en place un ensemble de définitions de base concernant le processus d'innovation : le changement technologique, l'invention, l'innovation et la diffusion. Cela sera suivi par la discussion des typologies de l'innovation. Ces éléments s'inspirent de Schumpeter (1934, 1942) et du Manuel d'Oslo (2005), publié par l'OCDE.

1.2.1 Définitions de l'innovation

Souvent les termes de créativité, découverte et invention sont considérés comme synonymes de l'innovation. Le caractère polysémique du terme est à la source de confusions liées à son usage. La mise en perspective des différentes approches de l'innovation doit contribuer à une clarification de ces ambiguïtés.

Les définitions existantes de l'innovation sont nombreuses. Le sens commun porte sur la description d'un objet ou d'une pratique caractérisés par leur nouveauté. Dans l'analyse économique classique, l'innovation, synonyme du progrès technique, est réduite à une dimension technique. Schumpeter distingue l'innovation de l'invention, dans le sens où sa validation par le marché et son utilisation effective induisent un changement économique et social d'une manière radicale ou progressive. Ainsi, le Manuel d'Oslo définit l'innovation comme « *la mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures* ».

Cette définition générale englobe une large palette d'innovations possibles, telles que les innovations de produits, de procédés, organisationnelles et commerciales. La question de « mise en œuvre » permet de différencier ce qui relève de la créativité et ce qui relève de la mise en œuvre des idées générées, c'est-à-dire de l'innovation. Cependant, il reste encore difficile de définir précisément l'innovation (Dosi et al. 1988). La distinction entre les types d'innovation est souvent incomplète (Henderson & Clark 1990). En effet, le sens donné au terme ne distingue pas entre la nouveauté qui réside dans la perception du changement par l'individu ou l'organisation et celle observée objectivement. De nombreux auteurs ont essayé de différencier les innovations selon leurs caractéristiques. Ces efforts ont conduit aux deux typologies de base que nous discutons maintenant.

1.2.2 Typologies de l'innovation

A nos yeux, il semble nécessaire de distinguer les différents types d'innovations selon leur niveau d'application (caractéristiques et objectifs) et l'ampleur des changements qu'elles en-

traînent sur l'entreprise et l'économie en général. L'innovation technologique peut être analysée selon deux axes : sa nature ; son degré de nouveauté et son impact sur l'économie. Nous commençons dans la section suivante par la présentation de la typologie selon les niveaux d'application (innovations de produit, de procédé, d'organisation et de commercialisation) puis la typologie selon l'ampleur du changement (innovation incrémentale versus innovation radicale). Nous nous limiterons ici à définir brièvement ces typologies et nous ferons recours à elles de manière plus approfondie quand nous discuterons les motivations et les déterminants de l'innovation.

1.2.2.1 Typologie selon la nature de l'innovation

La première distinction est à établir du point de vue de l'intervention de l'innovation dans les activités de l'entreprise, principalement, selon qu'elle concerne les processus de production ou les produits proposés par la firme. Il est possible d'affiner cette typologie en s'inspirant des travaux de Schumpeter. On distingue alors plus précisément quatre niveaux d'intervention des innovations (Manuel d'Oslo 2005). Chaque type répond à des caractéristiques et objectifs distincts. Nous présentons ici les définitions inspirées du Manuel d'Oslo (2005) et nous discuterons dans la section suivante leurs relations avec les motivations et les déterminants de l'innovation :

Innovation de produit Une innovation de produit correspond à l'introduction d'un produit (bien ou service) nouveau ou sensiblement amélioré sur le plan de ses caractéristiques ou de l'usage auquel il est destiné. Elle est perçue souvent comme une modification du contenu technologique du bien ou une amélioration de ses conditions d'utilisation (Manuel d'Oslo 2005, p.56). L'objectif est généralement d'améliorer les prestations offertes aux clients et de répondre à de nouveaux besoins. Ce type d'innovation repose en général sur des compétences d'interface entre les deux environnements de l'entreprise : en interne, les activités de recherche et développement (R&D) et le marketing ; en externe, les utilisateurs du bien et les concurrents, sources de nouvelles opportunités.

Innovation de procédé Une innovation de procédé concerne essentiellement la mise en œuvre d'une méthode de production ou de distribution nouvelle, ou sensiblement améliorée. Les méthodes peuvent impliquer des modifications portant sur l'organisation de la production, pour diminuer les coûts unitaires de production ou de distribution et sur l'amélioration de la qualité (notamment pour développer de nouveaux produits qui peuvent aussi avoir des besoins spécifiques en termes production et de distribution). Elle implique des modifications significatives dans les techniques, le matériel ou le logiciel (*ibid*, p.57). Ces changements visent généralement la simplification de processus de production et la réduction des coûts, afin d'améliorer la compétitivité de l'entreprise. Contrairement à l'innovation de produit, l'innovation de procédé repose généralement sur le développement des compétences orientées vers les fournisseurs et surtout les fournisseurs d'équipements. Les compétences d'interface interne concernent surtout la relation entre la R&D et la production, plutôt que la R&D et

le marketing.

Innovation organisationnelle Une innovation d'organisation porte principalement sur la mise en œuvre d'une nouvelle organisation dans les pratiques, du lieu de travail ou des relations extérieures de l'entreprise. Elle peut viser l'amélioration des performances de l'entreprise par la réduction de ses coûts administratifs ou de transaction, l'amélioration de niveau de satisfaction au travail, l'accès au savoir extérieur ou la réduction des coûts des approvisionnements. Ainsi, elle forme une des facettes de l'innovation de procédé (*ibid*, p.60).

Innovation de commercialisation Une innovation de commercialisation vise essentiellement la satisfaction des besoins des consommateurs, l'ouverture de nouveaux marchés ou le positionnement d'une manière nouvelle d'un produit de l'entreprise sur le marché afin d'augmenter ses ventes. Elle correspond à la mise en œuvre de nouvelles méthodes de commercialisation entraînant des modifications significatives de la conception, du conditionnement, de la promotion ou de la tarification d'un produit. Elle correspond à une innovation de procédé et elle est souvent nécessaire au succès de l'innovation de produit (*ibid*, p.58).

La suite de notre travail va surtout mettre l'accent sur la distinction entre l'innovation de produit et l'innovation de procédé. Les deux autres catégories seront mobilisées uniquement quand elles apportent des précisions aux mécanismes étudiés. Il est à noter que cette classification de nature statique présente de nombreuses limites. Comme nous le verrons plus loin, elle ne tient pas compte de la tendance des différents types d'innovations à se succéder suivant les stades d'évolution de la demande ou de la technologie (Abernathy & Utterback 1978). Un modèle, où les différents types d'innovation, les conditions de la concurrence et la structure d'organisation interagissent et sont étroitement liées ensemble, doit être adopté pour mieux comprendre les processus d'innovation. Une vision dynamique mettant en rapport les innovations passées des firmes et leur capacité actuelle d'innovation est aussi nécessaire du fait de la nature cumulative des connaissance (Cohen & Levinthal 1989). De plus, une innovation de produit dans un secteur peut correspondre à une innovation de procédé dans un autre qui utilise ce produit comme bien intermédiaire. Les innovations de procédé ont souvent des répercussions significatives sur les produits et inversement, les innovations de produit peuvent nécessiter des améliorations dans les procédés de fabrication.

Observation 1.1 *Il existe une certaine complémentarité entre les différentes formes d'innovation au sein d'une firme. Par exemple, les innovations de produits souvent nécessitent des innovations de procédés.*

Les différentes approches classiques de l'innovation opposent souvent deux modèles. Le premier concerne une innovation radicale qui bouleverse le marché à la fois pour les clients et pour l'entreprise (de rupture, rare et risquée). Le second concerne l'amélioration incrémentale permettant à l'entreprise de renforcer son offre sur le marché, sans changer radicalement les habitudes des clients ou la chaîne de valeurs.

1.2.2.2 Typologie selon le degré de l'innovation

Le degré de nouveauté pour le marché et le degré de nouveauté pour l'entreprise sont deux dimensions permettant de définir les modèles d'innovation. Nous pouvons distinguer les innovations selon le type du changement qui en résulte et le degré de leur impact sur le marché ou sur la technologie. Cette classification englobe surtout deux types d'innovation : l'innovation radicale et l'innovation incrémentale. La première cherche à développer de nouvelles sources de valeur que les firmes elles-mêmes ne connaissent pas entièrement. Par opposition, l'innovation incrémentale s'adresse aux besoins manifestes des procédés de production actuelles ou des consommateurs. Ces deux types d'innovation impliquent aussi un équilibre différent entre les activités d'exploration et d'exploitation dans la firme (March 1991).

Innovation radicale L'innovation radicale ne se manifeste pas fréquemment. Elle correspond à l'introduction d'une technologie générique qui affecte l'organisation du travail et la productivité dans un grand nombre d'activités, aussi bien du point de vue de l'entreprise que du point de vue du marché. Bien que son développement est plus coûteux et risqué, ce changement significatif peut jouer un rôle stratégique dans la croissance à long terme. L'innovation radicale ne s'adresse pas nécessairement à une demande déjà identifiée, mais elle crée une nouvelle demande précédemment non exprimée sur le marché, impliquant une nouvelle structure du marché et l'émergence de nouvelles industries et de nouveaux concurrents. Elle est perçue, par Schumpeter (1942), comme une « source de destruction créatrice qui révolutionne incessamment de l'intérieur de la structure économique, en détruisant continuellement ses éléments vieillis et en créant d'autres éléments neufs ».

Elle est aussi à l'origine de l'orientation de l'industrie au sein d'une nouvelle trajectoire technologique, dans la mesure où elle déplace réellement la frontière des connaissances techniques (innovation de procédé) et elle élargit radicalement la gamme des biens ou services (innovation de produit). Elle nécessite que l'organisation accorde un poids plus important aux activités d'exploration, même si elles sont plus risquées.

Innovation incrémentale L'innovation incrémentale (ou *mineure*) constitue un changement progressif découlant d'une innovation radicale qui permet d'améliorer une technologie afin de l'adapter aux spécificités des secteurs et des marchés qui vont l'adopter. Elle concerne l'introduction par l'entreprise d'améliorations de produits existants par ailleurs sur le marché ou bien l'introduction dans l'entreprise d'équipements et de composants novateurs qu'elle n'aurait pas mis au point elle-même (Encaoua et al. 2004, Caccomo 2005). Ces innovations sont souvent réalisées par des entreprises qui recourent peu aux brevets et aux licences externes (ces entreprises font relativement peu de recherche en interne). Elles jouent néanmoins un rôle important dans l'augmentation du stock de connaissances d'une entreprise et de ses capacités à développer de nouveaux produits ou procédés (Cohen & Levinthal 1989).

Au delà d'une typologie par définition très contrastée, la question du degré de changement révèle que l'innovation se situe en fait sur un continuum dont l'innovation incrémentale

et radicale en seraient les deux extrêmes (Amara & Landry 2005). Nous pouvons ainsi affiner cette typologie en distinguant trois critères permettant de qualifier le degré de nouveauté :

Perception relative à l'adopteur : l'innovation peut concerner toutes les pratiques ou produits perçus comme nouveaux par l'individu ou toute entité qui l'adopte (Zaltman et al. 1973, Rogers 1983).

Degré de nouveauté : l'innovation peut être définie comme le premier usage d'un produit, processus ou technique dans un secteur donné ou un contexte particulier.

Changement induit : l'innovation peut être définie à partir de la nature et l'ampleur du changement induit. On qualifie un changement comme innovateur à partir du moment où il a pour effet de répondre aux exigences du marché ou de transformer la structure ou le processus de production.

Observation 1.2 *Une innovation peut correspondre à une nouveauté à différents niveaux, allant d'un déplacement de la frontière technologique mondiale à une nouveauté au niveau d'une industrie particulière, voire d'une firme individuelle.*

Nous allons mobiliser ces différents concepts dans l'analyse qui sera exposée dans la section suivante. Nous allons aborder l'analyse des processus d'innovations et considérer les réponses qui ont été apportées dans la littérature aux deux questions : Quelles sont les motivations des agents dans leur recherche à innover ? Quels sont les déterminants des innovations des firmes ? Pour aborder la littérature très riche qui considère ces deux questions, nous allons retenir une stratégie d'exposition qui part du cadre le plus simple possible dans lequel l'innovation peut apparaître (l'économie de Robinson Crusoé) et qui aborde successivement des contextes économiques de plus en plus riches.

1.3 Motivations et déterminants de l'innovation

L'innovation est un phénomène social bien sûr, et elle prend son sens surtout quand on l'aborde dans un contexte d'interaction entre les agents économiques et les économies. Pour pouvoir organiser notre discussion selon une logique progressive, nous allons d'abord considérer la situation d'un agent économique seul qui cherche à subvenir à ses besoins. En effet, même dans un contexte aussi simplifié, l'agent a besoin de mettre en œuvre de nouvelles procédures et produits. Cela sera suivi par l'introduction d'autres agents (d'abord d'autres utilisateurs, ensuite des concurrents) et d'autres niveaux économiques que l'échange. Pendant cette démarche, les motivations à innover et les autres déterminants de cette innovation seront introduits dans le cadre qui est le plus pertinent pour eux, au fur et à mesure qu'augmente la richesse des environnements que nous considérerons. Nous allons démarrer cette exposition en considérant le cas de Robinson Crusoé isolé seul sur une île.

1.3.1 Robinson seul sur une île isolée

Pour comprendre les motivations de l'innovation nous commençons par l'exemple simple de Robinson Crusoé dont le navire s'est échoué sur une île isolée. Se trouvant seul au monde, isolé dans son île, il n'a pas les moyens de procéder à des échanges ou faire du commerce avec le reste du monde. Il doit néanmoins se consacrer à toutes les taches nécessaires à sa survie en fonction des possibilités qui s'offrent à lui, dans le cadre des contraintes imposées par la nature. Comme notre objectif est d'étudier le comportement d'innovation des entreprises, nous pouvons en particulier imaginer que cet agent isolé, qui est à la fois producteur et consommateur, organise son activité sur la base des ressources dont il dispose, pour satisfaire seul à l'ensemble de ses besoins. Nous allons d'abord considérer les facteurs qui poussent Robinson à innover. Nous poursuivrons la discussion ensuite, en prenant en compte ceux qui orientent et limitent cette activité d'innovation.

1.3.1.1 Motivations de Robinson à innover

Isolé sur son île (donc avant l'arrivée de Vendredi), Robinson peut satisfaire ses besoins de base en se contentant de la cueillette, mais une des caractéristiques de ce personnage qui représente, dans le roman de Daniel Defoe, l'Europe à la veille de la Révolution industrielle, est justement sa propension à chercher à améliorer ses conditions matérielles en forçant la Nature qui l'entoure. Ayant récupéré quelques outils de l'épave du bateau, il va notamment démarrer assez rapidement la culture du blé. Il est assez vite confronté alors à des problèmes de production de base et au besoin d'innovation : « Il était superflu de demeurer oisif à souhaiter ce que je ne pouvais avoir ; la nécessité éveilla mon industrie » (Chapitre 9).

En somme, le problème de Robinson est universel : confronté à de nouvelles situations, il doit développer de nouvelles solutions aux problèmes que ces situations génèrent.

> Le 17 [novembre 1659]. — Je commençai, en ce jour, à creuser le roc derrière ma tente, pour ajouter à mes commodités.
>
> NOTA : Il me manquait, pour ce travail, trois choses absolument nécessaires, savoir : un pic, une pelle et une brouette ou un panier. Je discontinuai donc mon travail, et me mis à réfléchir sur les moyens de suppléer à ce besoin, et de me faire quelques outils. Je remplaçai le pic par des leviers de fer, qui étaient assez propres à cela, quoique un peu lourds ; pour la pelle ou bêche, qui était la seconde chose dont j'avais besoin, elle m'était d'une si absolue nécessité, que, sans cela, je ne pouvais réellement rien faire. Mais je ne savais par quoi la remplacer. (Extrait du journal de Robinson)

Ce besoin de résoudre les problèmes nouveaux est le moteur principal des innovations et l'exemple de Robinson nous permet de montrer qu'il ne nécessite en soi ni marché, ni concurrent pour s'exprimer. Bien sûr, l'introduction d'un contexte social et économique plus riche est nécessaire pour comprendre la complexité des processus d'innovation modernes.

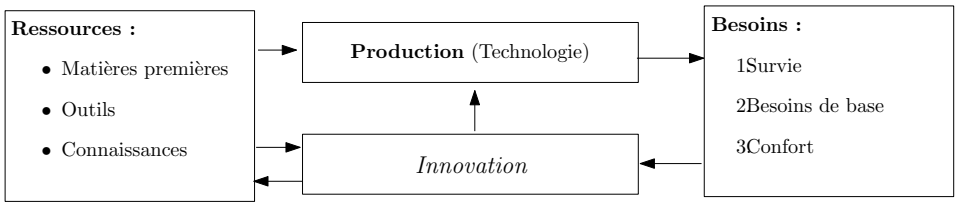


FIG. 1.1 – Innovation dans l'économie de Robinson Crusoé

Si on schématise encore plus cet exemple déjà réducteur, nous pouvons faire facilement le lien avec le rôle des innovations dans les processus de production. Le problème de Robinson est de tirer avantage des matières premières (les ressources de l'île), du capital (les outils récupérés sur l'épave) et de ses connaissances passées pour essayer de subvenir le mieux possible à ces besoins. Sa motivation principale est la survie (répondre à ses besoins vitaux) dans un premier temps et l'amélioration de sa situation ensuite (Figure 1.1).

Dans cette économie très simple, le problème de Robinson est de mettre en œuvre les ressources (inputs) dont il dispose de manière suffisante pour répondre à ses besoins par sa production (outputs). L'état des connaissances techniques de Robinson conditionne la technologie avec laquelle il peut transformer des inputs en outputs. Nous pouvons représenter cette technologie par analogie avec l'activité semence où les graines du blé peuvent être consommées ou utilisées comme facteurs de production pour produire encore plus.

Quand les procédés qu'il utilise ne lui permettent pas de subvenir à ses besoins, Robinson doit trouver des procédés qui lui permettent d'utiliser moins d'inputs, donc de réduire ses *coûts* de production (nous n'avons pas de prix ici bien sûr, ces coûts sont en termes de biens). La réduction des coûts et la substitution d'un facteur par un autre dans la production sont les deux motivations principales de Robinson pour innover (Simon 1949). Cette motivation possède donc une dimension quantitative (réduire les quantités d'inputs utilisés) et une dimension qualitative (changer de processus de manière à utiliser des matières premières qui n'étaient encore mobilisées).

> Le 18 [novembre 1659]. — En cherchant dans les bois, je trouvai un arbre qui était semblable, ou tout au moins ressemblait beaucoup à celui qu'au Brésil on appelle bois de fer, à cause de son excessive dureté. (...)
>
> La dureté excessive de ce bois, et le manque de moyens d'exécution, firent que je demeurai longtemps à façonner cet instrument ; ce ne fut que petit à petit que je pus lui donner la forme d'une pelle ou d'une bêche. Son manche était exactement fait comme à celles dont on se sert en Angleterre ; mais sa partie plate n'étant pas ferrée, elle ne pouvait pas être d'un aussi long usage. Néanmoins elle remplit assez bien son office dans toutes les occasions que j'eus de m'en servir. Jamais pelle, je pense, ne fut faite de cette façon et ne fut si longue à fabriquer. (Extrait du journal de Robinson)

Cet exemple correspond à un *changement technique induit* qui agit ainsi pour permettre à un facteur rare ou un substitut proche de devenir plus abondant. L'intérêt accordé à l'effet des *dotations en facteurs* sur la direction du changement technique apparaît assez tôt dans l'analyse des innovations, dès la théorie du changement technique induit de Hicks (1932). Chez Hicks le changement dans le prix relatif des facteurs de production est lui même une impulsion à l'innovation pour économiser l'utilisation du facteur qui devient relativement plus cher. Cependant, le producteur est intéressé, dans ce contexte, par la réduction des coûts des inputs en totalité et non pas des coûts particuliers ou les coûts de capitaux. Chez Robinson, le changement dans la difficulté d'obtenir un input (suite à l'épuisement d'une ressource dans le voisinage de son camp, par exemple) aurait le même type d'effet. Cela nécessite bien sûr la substituabilité entre plusieurs inputs.

Dans les deux extraits du journal, nous observons clairement que le désir de s'offrir de nouveaux services (« ajouter à mes commodités »), conduit Robinson à développer à la fois de nouveaux bien capitaux et de nouveaux procédés de production, les deux processus étant fortement imbriqués. On peut aussi remarquer une autre caractéristique commune de beaucoup de processus d'innovation : l'innovation nécessite un effort qui prend la forme d'une réorientation des ressources vers cette activité pour sa réalisation (ici l'effort peut être utilisé au sens premier du terme, étant donnée la description qu'en donne Robinson).

Observation 1.3 *Concernant les principales motivations des innovations :*

(a) La réduction des coûts de production est une motivation courante des innovations de procédés.

(b) Répondre à de nouveaux besoins est une motivation primordiale des innovations de produits.

(c) Les innovations de procédés et de produits diffèrent en général dans leurs motivations.

1.3.1.2 Déterminants des innovations de Robinson

La manière dont Robinson peut subvenir à ses besoins et les innovations qu'il peut réaliser dans ce but dépendent non seulement de cette motivation, mais aussi des conditions matérielles qui caractérisent son environnement, ses efforts de recherche et la dynamique qui est propre à la création des connaissances. Robinson Crusoé arrive dans un environnement inconnu, caractérisé par des conditions matérielles particulières. Il doit découvrir très rapidement les moyens de s'y adapter en vue de subvenir à ses besoins. Aussi, arrive-t-il sur l'île avec quelques connaissances et savoir-faire de base et il doit les mobiliser pour résoudre les problèmes qu'il rencontre (notamment pour transformer les ressources qu'il découvre dans son environnement). Les connaissances dont il dispose vont orienter sa capacité à inventer à partir de ces ressources. La dynamique des connaissances, liée à son apprentissage, pourra lui permettre d'étendre ces possibilités de transformation, mais il devra mobiliser des ressources (temps, énergie, ingéniosité) pour y arriver. En fonction de l'accumulation qu'il sera capable

de réaliser, en dégageant un surplus, il pourra augmenter l'échelle de sa production et cela, à son tour, ne sera pas sans conséquences sur ses capacités à innover.

Conditions matérielles Les ressources que Robinson découvre sur l'île, d'abord dans le voisinage immédiat de son campement, de plus en plus loin ensuite, délimitent la production et les innovations qu'il peut développer. Sur une île complètement déserte et sans plantes, ni animaux comestibles, ses possibilités d'invention et de survie auraient été dramatiquement réduites bien sûr. Heureusement pour lui, son île n'est pas dépourvue du minimum nécessaire et il a la possibilité de récupérer un « capital » sur l'épave. À partir de ces conditions matérielles, il exploite les ressources de l'île pour étendre la gamme de biens qu'il peut se fournir en vue de satisfaire ses besoins et même d'atteindre un minimum de confort. Au début, Robinson Crusoé ne sait pécher qu'à la main. Au fil du temps, il confectionne des filets de pêches avec des vignes vierges trouvées sur l'île. Il construit une pelle à partir d'un bois particulièrement dur qu'il découvre sur l'île, comme nous l'avons vu dans la section précédente, etc.

L'activité d'innovation s'inscrit dans un environnement que constitue un ensemble de conditions matérielles et de contraintes relatives aux technologies disponibles. Ces conditions externes de départ ordonnent la stratégie de Robinson dans son activité de transformation des opportunités techniques en informations pour la production d'un nouveau produit. Le nouveau produit peut être conçu grâce aux emprunts faits à des connaissances et modèles antérieurs (l'idée de la pelle en métal). Les tests et les expérimentations, au cours du temps, font surgir de nouveau problèmes et de nouvelles occasions d'innover (Foray & Gibbons 1996). Les innovations sont des actes créatifs qui visent à faire au mieux avec l'existant. Elles résultent des interdépendances entre les différentes parties du système technique.

Observation 1.4 *L'activité d'innovation des firmes est orientée en fonction de l'environnement que constituent les conditions matérielles et les technologies disponibles (étant donné l'état des connaissances techniques).*

En particulier, le chemin que parcourt Robinson pour ses innovations possède une dimension cumulative et irréversible, du fait même de la dynamique des connaissances.

Dynamique d'accumulation des connaissances Robinson est obligé de compter avec les connaissances dont il dispose à son arrivée (la base de connaissances qu'il a accumulée pendant sa vie avant le naufrage). Si le naufrage avait eu lieu plus tard dans l'histoire et si Robinson avait été un ingénieur en chimie, il aurait sûrement repéré d'autres caractéristiques des ressources disponibles dans son environnement et perçu d'autres possibilités d'innovation. Les éléments sur lesquels il se focalise dès le début sont conditionnés par un processus cumulatif : au fur et à mesure qu'il explore son environnement, il développe de nouvelles innovations mais elles suivent le chemin ouvert par les précédentes inventions et répondent aux besoins créés par leur mise en œuvre.

La base de connaissances de l'entreprise est caractérisée par sa nature plus ou moins implicite qui impose à l'entreprise de compter sur ses propres compétences[1] et sur l'intégration des sources variées de connaissances. Le phénomène de dépendance au sentier (*path dependency*), appliqué au choix des technologies, dessine les *sentiers d'innovation* (David 1985, Arthur 1989, David & Foray 1995) et caractérise le conditionnement temporel des développements technologiques (un pas effectué conditionne le pas suivant). Ce processus est affecté par la relation complexe qui existe entre l'entreprise et son environnement. L'innovation s'enracine dans la base d'expérience et dans les activités routinières. Elle est le résultat de l'expérience accumulée par l'entreprise et de son d'apprentissage passé (y compris l'apprentissage par la pratique ; *learning by doing*). Cet apprentissage prend souvent deux formes distinctes (March 1991) : L'*apprentissage par exploration,* qui concerne essentiellement la recherche des solutions techniques adéquates, dans un ensemble de possibles dont les limites ne sont pas encore clairement précisées. Il implique des changements de routines et d'expérimentation de l'entreprise avec de nouvelles alternatives et une prise de risque forte. Il permet à la firme d'étendre la gamme de ses compétences. L'*apprentissage par exploitation* qui se réfère à un processus de perfectionnement de la solution technique particulière finalement sélectionnée. Il correspond à un renforcement des connaissances et compétences existantes.

Observation 1.5 *L'innovation est le résultat de l'expérience accumulée par l'entreprise et de son d'apprentissage passé. Cela crée une* dépendance au sentier *dans sa capacité à innover.*

Ces deux types d'apprentissage sont combinés par Robinson, en vue de faire face aux difficultés qu'il rencontre. Ils vont tous les deux nécessiter un effort de recherche de la part de l'entreprise, même si la nature de cette recherche peut être différente pour l'exploration et l'exploitation.

Effort de recherche L'activité de recherche permet à Robinson d'accroître la somme de ses connaissances et de les utiliser pour des applications (Manuel d'Oslo 2005). Cette activité implique en général des coûts d'opportunités : une partie des ressources doit lui être dédiée : l'innovation est rarement gratuite et elle nécessite des investissements en recherche et développement (R&D). Ces investissements en R&D jouent un double rôle :

- Promotion et développement des compétences pour introduire des innovations.
- Amélioration des capacités d'absorption et d'apprentissage afin d'exploiter aux mieux les résultats des recherches réalisées par d'autres organismes.

La capacité à dégager des ressources qui peuvent être consacrées à la R&D dépend bien sûr des motivations stratégiques (priorité accordée à cette activité), mais aussi de la capacité à financer et à réaliser ces activités. Sous l'impulsion de Schumpeter (1942) et de Galbraith (1952), le rôle de la taille de la firme a été mis en avant dans cette capacité de financement.

Observation 1.6 *Innover nécessite en général d'orienter des ressources vers cette activité et elle implique des coûts et nécessite une capacité à les financer.*

[1] Nous reviendrons sur le concept de compétence dans le paragraphe suivant.

Galbraith (1952) met l'accent sur l'importance de la taille dans l'activité d'innovation qui requiert d'importants moyens et ressources financières et il souligne la présence des économies d'échelle dans les activités de recherche. De même, la capacité à s'engager dans un ensemble diversifié de recherches dépend souvent de la taille de l'entreprise (Pavitt et al. 1987) et cette capacité permet à la firme de faire face aux risques inhérents à l'activité d'innovation. Cependant, la revue des travaux empiriques effectuée par Kamien & Schwartz (1975, 1982) souligne l'ambiguïté du rôle de la taille des entreprises dans la détermination des résultats des activités d'innovation. Ces études empiriques sur le rôle de la taille dans l'innovation peuvent être regroupées en 2 ensembles, selon qu'ils portent sur la relation entre la taille de l'entreprise et ses activités de recherche (l'innovation mesurée en terme d'inputs) ou sur la relation entre la taille de l'entreprise et le résultat de ses activités d'innovation (mesurée en terme d'output).

Taille de l'entreprise et effort de recherche Généralement, seules les grandes entreprises peuvent supporter les efforts intenses de R&D, car elles sont capables de dégager des ressources importantes nécessaires au développement de nouveaux produits ou de nouveaux procédés. Les profits réalisés peuvent justifier la prise de risques dans les activités de R&D. Markham (1965) montre que l'effort d'invention augmente plus que proportionnellement avec la taille de l'entreprise, jusqu'à un point qui varie d'une industrie à l'autre, et en fonction d'autres variables. Ensuite, l'intensité de la recherche, définie par le rapport des dépenses de R&D sur la taille de l'entreprise, devient stable ou elle décroît. Ainsi, ces études empiriques sur la relation entre la taille et l'effort de recherche ne permettent-elles pas de conclure que l'intensité de l'effort de R&D s'accroît avec la taille (*voir,* Kamien & Schwartz 1975). Aussi, les différences entre les branches d'activité expliquent-elles une part importante des différences d'intensité de R&D entre les entreprises (Cohen et al. 1987, Cohen & Klepper 1996*a*). Ces travaux exposent par conséquent une relation non-monotone (une courbe en « U-*inversé* ») entre l'intensité de recherche et la taille de l'entreprise.

D'autres études contredisent ce résultat et constatent une nouvelle relation en « U » : l'intensité de R&D décroît fortement lorsque la taille de l'entreprise augmente, mais elle devient croissante après un seuil (Cremer & Sirbu 1978, Bound et al. 1984). Ainsi, Freeman (1982) montre que l'efficience des petites entreprises peut être aussi forte que celle des grandes entreprises : elles produisent relativement plus d'innovations pour une unité monétaire investie dans la recherche. Cela n'implique pas que nous devons ignorer l'apport déterminant des laboratoires de recherche des grandes entreprises.

Ces hypothèses continuent de susciter de l'intérêt. Elles n'ont guère été confirmées par les études récentes car celles-ci se focalisent surtout sur la relation entre la taille de l'entreprise et les résultats des activités d'innovation (Cohen & Klepper 1996*a*,*b*).

Taille de l'entreprise et résultats des activités d'innovation Cette seconde modalité de relation entre la taille et l'innovation a également fait l'objet de nombreuses études empiriques (Mansfield 1968, Mansfield et al. 1971, Scherer 1965). En définitive, ces travaux empiriques n'ont pas abouti à un consensus quant au rôle de la taille de l'entreprise sur les

résultats des activités d'innovation. Les études par branche d'activité montrent des différences considérables dans les relations observées (Acs & Audretsch 1987, 1988, 1990). Pavitt et al. (1987) indiquent que la distribution de la taille des entreprises innovantes possède une dispersion intersectorielle très forte. En effet, ils trouvent une variation très forte du nombre des innovations produites suivant les secteurs, avec une forte variation de la distribution de la taille. Ces variations intersectorielles sont expliquées en partie par les différences d'opportunités technologiques, de degré d'appropriabilité des résultats de la recherche et des possibilités de diversification. De plus, Cohen & Klepper (1996*a*,*b*) montrent que l'effet de la taille varie selon le type d'innovation. Ils indiquent que la taille est liée plus aux innovations de procédé qu'aux innovations de produit.

Observation 1.7 *Il n'existe pas vraiment de consensus sur la nature de la relation générale qui existe entre la taille de l'entreprise et son activité d'innovation. La taille jouerait un rôle plus important dans la réalisation des innovations de procédés.*

Nous élargissons maintenant notre cadre d'exposition de manière à intégrer une dimension plus sociale et interactive de l'innovation : la demande émanant d'autres habitants de l'île.

1.3.2 Robinson découvre les autres habitants de l'île

Dévions quelque peu de l'histoire originale de Robinson pour enrichir notre cadre de présentation. Il est clair qu'une appréhension de plus en plus complète des motivations à innover va très rapidement nous éloigner de la parabole de Robinson. Nous supposons maintenant que Robinson découvre sur l'île un village d'indigènes amicaux auxquels il peut proposer le supplément de sa production[2]. Pour nous approcher du contexte des économies modernes, nous allons aussi supposer que ce village contient aussi une place de marché sur lequel les biens sont échangés contre un bien qui joue le rôle de monnaie (l'unité de compte). Ce cadre va alors nous permettre d'introduire une première forme d'interactions sociales dans la détermination des activités d'innovation : les interactions entre un producteur-innovateur et ses clients.

Face à ces « consommateurs », Robinson devra jouer sur le prix auquel il propose chacun des biens pour les convaincre de les acheter. Il pourra aussi élargir ses possibilités de production en achetant des matières premières aux indigènes. Nous supposons à ce stade qu'il est le seul à produire les biens pour lesquels il mobilise les outils qu'il a récupéré sur l'épave du bateau.

Si Robinson désire augmenter la demande pour les bien qu'il vend, il devra baisser le prix mais il ne pourra mieux subvenir à ses besoins que s'il arrive à dégager suffisamment de

[2]Dans le roman, les seuls indigènes que Robinson rencontre sur l'île ne sont pas vraiment amicaux, ni habitants de l'île.

profit pour acheter sur le marché les biens dont il a besoin. Par conséquent, il doit trouver des procédés de production plus économes. Cela va par conséquent le motiver dans la réalisation des innovations de procédés.

Par ailleurs, en observant les autres habitants de l'île, Robinson peut découvrir qu'ils ont des besoins différents des siens auxquels il pourrait répondre avec ses outils et ses connaissances techniques. Il sera alors incité à étendre sa gamme de production et réaliser des innovations de produits. Il se rendra aussi compte que s'il produit des biens de meilleure qualité (soit plus solides, soit plus attractifs selon les goûts des indigènes), il pourra en tirer un plus grand revenu, ce qui va aussi motiver des innovations de produit. De plus, il peut aussi remarquer que les hommes et les femmes du village ont des besoins différents et il pourra demander plus cher à chaque groupe en leur fournissant des biens mieux adaptés à leurs besoins spécifiques. Ce désir de diversification l'incitera à développer de nouveaux produits. Toute évolution de la demande des habitants de l'île changera la donnée pour Robinson et l'incitera à adapter sa production à cette évolution.

De plus, la question de la compatibilité entre la demande et les conditions matérielles de la production devient importante face à une demande diversifiée. Le problème d'identification des innovations peut être réduit par l'implication des utilisateurs leaders (*lead-users*) : les attentes des clients sont alors parfaitement connues et elles peuvent se traduire en fonctionnalités du produit. Fonctionnalités qui appellent, à leur tour, des efforts de recherche et des raffinements des technologies déjà identifiées.

1.3.2.1 La demande comme motivation de l'innovation

De manière plus générale, l'innovation technologique est associée au marché auquel l'entreprise doit s'adapter. Le consommateur constitue, par sa demande et ses préférences, une source de l'innovation. La nécessité d'adapter la production à une demande est une importante motivation des entreprises pour innover. Les principaux facteurs qui interviennent dans l'impulsion de cette innovation sont principalement l'attitude vis-à-vis des marchés (anticipation et réaction), la taille du marché potentiel, l'existence d'une demande potentielle, la nature de cette demande, et le potentiel du développement de l'offre (augmentation des ventes).

L'approche mettant l'accent sur l'impulsion par la demande (*demand-pull*), initialement associée aux travaux de Griliches (1957) et de Schmookler (1962, 1966), souligne l'importance de l'effet du changement de la demande de marché sur les connaissances et la technologie des firmes. Schmookler (1966), dans une étude de l'innovation dans quatre secteurs industriels (chemins de fer, équipements de l'agriculture, papiers et pétrole), montre que la demande est plus importante dans la stimulation de l'activité d'invention que les avancées dans l'état des connaissances. Il montre que les équipements issus des innovations dans les industries à fortes opportunités technologiques (secteurs d'origine) ont tendance à être adoptés ultérieurement dans les secteurs où la demande est élevée (secteurs d'utilisation). Il met en évidence une

forte corrélation entre les activités d'invention et le volume des ventes. Ainsi, l'accroissement de l'investissement et l'innovation sont deux réponses à une demande insatisfaite. Donc, l'innovation est motivée ici par la substitution à des produits existants. Cependant, les processus d'innovation impliquent souvent des relations de complémentarité. Par exemple, les innovations biologiques nécessitent, pour leur succès, des innovations chimiques (Rosenberg 1974). Donc, les inventions ne sont pas exogènes, mais elles sont des réponses liées à la résolution des problèmes économiques ou l'exploitation des opportunités technologiques. La demande représente l'impulsion initiale et explique également le développement de nouvelles technologies. Griliches (1957) souligne aussi le rôle de la demande dans la détermination du profil temporel (*timing*) et de la localisation de l'invention. Les arguments sur le rôle de la demande et de la technologie dans l'incitation au changement technique ont été mis en avant après les années 60. Le modèle d'incitation par la demande est aussi soutenu par Lucas (1967) et Ben-Zion & Ruttan (1978, 1974) qui montrent que le changement technologique est une réponse à la demande globale.

Observation 1.8 *L'intensité, l'orientation et le profil temporel des activités d'innovation des firmes dépendent fortement de l'évolution de la demande sur leurs marchés* (demand pull).

1.3.2.2 La demande comme déterminant de l'innovation

L'innovation est stimulée par l'intention de répondre d'une façon nouvelle à un besoin qu'on a identifié et par son adoption finale par l'utilisateur. Donc, c'est un processus qui consiste à faire correspondre à un besoin réel ou potentiel, un marché et des solutions réalisables. L'adéquation entre la nature de la demande et les conditions matérielles conditionne la conception d'un produit techniquement réalisable et satisfaisant les besoins exprimés par les consommateurs. Cette compatibilité permet à l'entreprise de concevoir les différents composants du nouveau produit en intégrant les contraintes techniques et socio-économiques déjà en place. En effet, l'innovation et la consommation sont en interaction perpétuelle, contrainte par le système matériel qui conditionne le succès du lancement d'un nouveau produit.

Rosenberg (1982) souligne que les interactions avec les utilisateurs et leur retour d'expérience (*learning by using*) est une source importante d'apprentissage pour le producteur qui innove en produit, surtout s'il s'agit de biens intermédiaires. De manière plus spécifique,von Hippel (1986) souligne le rôle fondamental que peut jouer une classe particulière d'utilisateurs : *lead-users* qui participent activement à la définition de nouveaux produits et qui sont une source d'idées nouvelles dans l'amélioration des produits existants (von Hippel 1976, 1988).

Observation 1.9 *Les firmes qui établissent une communication avec leurs clients sont capables de mieux adapter leurs produits à la demande. Cela constitue alors un canal important dans l'orientation de l'innovation par la demande.*

Selon l'approche de cycle de vie de produit de Vernon (1966), la communication entre le marché et les producteurs potentiels constitue la source principale de développement de nouveaux produits. La demande de marché détermine les différentes phases du cycle de vie du produit. Elle commande par sa composition et son rythme d'expansion la dynamique de l'effort d'innovation (Boyer & Didier 1998). Trois phases de cycle de vie de produit, influencées par la demande, sont identifiées : la phase de production, la phase de détermination des caractéristiques de la production et enfin, la phase de standardisation du produit. Le revenu des consommateurs joue un rôle important dans le conditionnement de la localisation et la réalisation de la première phase de production où les entrepreneurs sont conscients qu'ils doivent satisfaire les nouvelles demandes associées. La deuxième phase est caractérisée par la stabilisation de la production. La dernière phase est caractérisée par la standardisation des techniques de production. Nous reviendrons sur ces approches dans le paragraphe suivant où les interactions entre les producteurs et les besoins de coordination sur le marché joueront un rôle plus central.

Pour avoir une vision plus complète des dimensions sociales de la création de connaissances, nous devons inclure les autres firmes (les concurrents de Robinson) dans le tableau. Il sera alors possible de souligner le rôle de la diffusion des connaissances, des concepts de paradigme et de dominant design, de l'appropriation, de la capacité d'absorption et des dimensions sectorielles ainsi que du cycle de vie de l'industrie.

1.3.3 Découverte de l'archipel et de la concurrence

Supposons maintenant que Robinson découvre en fait que son île fait partie d'un archipel regroupant d'autres îles entre lesquelles il est possible de naviguer facilement et de transporter des marchandises[3]. Nous supposerons aussi sur ces îles habitent d'autres consommateurs potentiels des biens produits par Robinson, mais aussi d'autres producteurs qui proposent les mêmes biens ou des substituts proches. Robinson peut alors bénéficier de nouvelles opportunités de création (face à un ensemble de besoins plus diversifié) mais doit aussi faire face à la concurrence des autres producteurs. Ce cadre permet aussi l'émergence d'industries où interviennent les producteurs des mêmes classes de bien. Nous supposerons aussi que chacun de ces biens est échangé sur un marché qui couvre tout l'archipel et les échanges se font grâce à une unité monétaire commune à toutes les îles.

Le cadre que nous abordons à ce point est considérablement plus riche que ceux que nous avons discuté précédemment et cette section sera la plus longue de ce chapitre. Les dimensions de l'innovation que nous allons considérer seront assez complexes et elles ne vont pas se laisser appréhender par la dichotomie simple motivations/déterminants. Par conséquent, le plan de ce chapitre ne suivra pas exactement ce schéma.

Dans cet environnement économique plus riche, Robinson va être confronté à de nou-

[3]Les descriptions géographiques données par Defoe, correspondent plutôt à celle de l'île de Tobago qui se situe dans la Mer des Caraïbes, proche de l'île de Trinidad (Source : http ://www.robinsoncrusoe.ca).

veaux problèmes que les innovations technologiques peuvent l'aider à résoudre. Le premier est bien sûr la concurrence des autres producteurs qui produisent les mêmes biens que lui ou des substituts proches. Nous aborderons ainsi l'une des sources les plus importantes de l'innovation dans les économies capitalistes modernes : se maintenir sur des marchés, face à d'autres firmes innovantes, ou gagner des parts de marché supplémentaires, va rendre nécessaire une recherche continue d'innovations par Robinson.

L'existence d'autres producteurs et l'émergence des industries vont impliquer d'autres problèmes qui sont d'ordre collectif : la définition même des biens, des technologies et des structures industrielles résulteront de l'interaction des firmes. Cette économie plus complète va aussi impliquer une complexité plus importante du coté de la demande et la possibilité d'une dynamique plus riche de celle-ci, rendant cruciale la capacité des firmes à s'adapter à son évolution.

Les concurrents peuvent perturber le désir de Robinson d'imposer au marché sa définition du produit (puisqu'ils participent eux aussi au développement du produit), mais ils peuvent aussi constituer une source de nouvelles connaissances pour lui. Cette dimension sociale de la création et diffusion des connaissances dans l'industrie pourra aussi conduire à une dynamique collective qui peut être sujet à des irréversibilités.

1.3.3.1 Concurrence et innovation

Dans quelle mesure la concurrence sur le marché incite-t-elle les entreprises à accroître leurs efforts pour innover ? Comme le souligne Aghion & Griffith (2005), les réponses apportées à ces questions par la théorie économique et les travaux empiriques sont assez ambiguës. Au niveau théorique, deux visions de cette relation s'opposent. Les travaux en organisation industrielle soulignent le rôle dissipateur de rentes de la concurrence : quand la concurrence est forte, les firmes ont moins de ressources pour innover. De plus, si la firme anticipe qu'elle va se trouver dans une industrie fortement concurrentielle même après l'innovation, cela réduira ses motivations à consacrer des ressources rares à cette activité. À cette vision plutôt statique, s'oppose une vision où l'innovation permet à la firme d'échapper à la concurrence, soit en se créant des niches où elle a peu de concurrents, soit en réduisant ses coûts au point de faire sortir certains concurrents moins efficaces du marché. Considérons plus en détail cette seconde vision quant au rôle de la concurrence.

Pression de la concurrence et innovation Sur les marchés où d'autres producteurs proposent le même bien ou un substitut parfait (lorsque le produit est homogène), Robinson sera motivé par la réduction de ses coûts de production. L'innovation de procédé peut permettre cela en conduisant une technologie plus économe en facteurs car elle permet des gains de productivité. Dans ce cas, Robinson pourra obtenir une meilleure marge bénéficiaire sur le prix du marché. Il peut poursuivre des stratégies offensives ou défensives selon la nature de la demande qui détermine la sensibilité de sa part de marché par rapport aux politiques suivies par ses rivaux. Face à la concurrence des firmes avec qui il doit partager le marché,

Robinson peut adopter :

- Une stratégie *défensive*, par l'augmentation de la marge grâce aux baisses des coûts, obtenues grâce à des innovations de procédés, en vendant au même prix. Robinson aura aussi la nécessité de suivre la baisse de prix de ses concurrents qui arrivent à innover les premiers. Ici, c'est l'innovation des autres firmes qui augmente la pression sur Robinson et qui l'incite à chercher à innover pour se défendre. Ce mécanisme est surtout à la source des innovations de procédés.
- Une stratégie *offensive*, en cherchant à diminuer le prix, pour essayer d'attirer une part plus importante de la demande, tout en vendant le même produit. S'il arrive à suffisamment baisser ses coûts, il peut même bénéficier en même temps d'une part de marché plus importante, notamment devenant capable de servir une partie de la demande avec la disponibilité à payer plus faible et améliorer ses marges bénéficiaires. Pour cela, il doit prendre le devant et innover avant ses concurrents (ou plus fortement qu'eux), pour s'assurer sur le marché une position stratégique favorable. Une innovation forte en termes de procédés peut même lui permettre de protéger l'entrée du marché face à de nouveaux concurrents (construire des barrières à l'entrée). Le degré de dépendance de l'entreprise à l'égard de ses concurrents est lié au faible attachement des acheteurs à son produit, tenant à l'homogénéité du produit. Le lancement d'un nouveau produit peut, d'un autre coté, permettre à Robinson d'avoir une plus grande autonomie par rapport à ses concurrents. La différenciation de produit (que cela soit de nature verticale -augmentation de qualité- ou horizontale - s'adapter à certains segments de la demande) permet à Robinson d'éviter l'encerclement de ses débouchés par ses rivaux et réduire l'interdépendance face à eux. Cette fois-ci, ce sont les innovations de produits qui seront recherchées par lui.

Observation 1.10 *Pour faire face à la concurrence des autres firmes et à celle des entrants potentiels, la firme cherchera à innover, soit pour vendre le bien actuel moins cher que ses concurrents (innovations de procédés), soit pour ouvrir de nouvelles niches, en différenciation son produit de celui des concurrents (innovations de produit).*

La stratégie offensive peut aussi prendre une forme extrême : la recherche d'un pouvoir de monopole.

Recherche du pouvoir de monopole Une manière extrême d'échapper à la concurrence est d'obtenir une position dominante face à des rivaux preneurs de prix ou une position de monopole. C'est l'une des motivations importantes des innovations, quand les firmes peuvent s'approprier fortement les technologies ou nouveaux biens qu'elles créent. La domination de marché est le pouvoir de contrôler les prix en face des concurrents actuels ou, à plus long terme, potentiels. Il requiert ainsi la capacité à réduire ou éliminer la concurrence par l'instauration ou le renforcement des barrières à l'entrée.

Une version extrême de cette configuration est observée dans le modèle bien connu d'Arrow (1962) où, dans un marché de concurrence parfaite, symétrique en termes de coût, la

firme qui arrive à innover de manière suffisamment forte est capable d'obtenir une position de monopole. Si l'une des firmes peut fortement baisser ses coûts de manière à pouvoir pratiquer un prix (parfois même de monopole) suffisamment bas pour que ses concurrents ne puissent la suivre, elle peut monopoliser le marché. Dans ce cas, ce sont les profits après innovation qui la motivent principalement et la faiblesse des profits avant innovation renforce, le cas échéant, cette motivation. Une position de monopole bien protégée peut ensuite réduire le désir d'innover de la firme puisqu'elle est à l'abri de la concurrence. Ce mécanisme seul ne peut pas, par conséquent, expliquer l'arrivée continue d'innovations sur le marché, les motivations que nous avons discutées en l'absence de concurrence doivent être présentes pour cela. Dans ce cas, les rentes obtenues grâce à la position de monopole peuvent faciliter la conduite des activités de recherche en vue d'innover.

Une relation non-monotone Plusieurs études empiriques constatent que le lien entre la concentration et l'innovation est faible, voire inexistant lorsque les effets sectoriels sont pris en considération (Levin et al. 1985, Scott 1984, Geroski 1990). Cabagnols & Le Bas (2002) indique que les entreprises des industries fortement concentrées innovent plus en procédé. Lunn (1986) et Scherer (1983) montrent qu'une plus forte concentration est uniquement positivement corrélée avec les innovations de procédé et non avec les innovations de produit.

Aghion & Griffith (2005) arrivent à la conclusion que la relation entre concurrence et innovation est non-monotone et qu'elle est de type « U-*inversée* » : pour des niveaux faibles de concurrence, la relation est croissante, tandis qu'elle devient décroissante après un degré plus élevé de concurrence (et de niveau technologique). De manière plus précise, leurs résultats indiquent que dans les secteurs où les firmes ont des niveaux technologiques similaires, une concurrence plus forte conduit les firmes à dédier des ressources à l'innovation en vue d'échapper à cette concurrence, car une concurrence plus forte réduit plus fortement les profits avant innovation qu'après innovation. La position relative des firmes par rapport à la frontière technologique conditionne aussi leur réaction en termes d'innovation face à une concurrence plus intense.

En effet, l'intensité de la concurrence sur le marché des produits favorise d'autant plus le progrès technique que les entreprises en retard parviennent à accéder à la frontière technologique des connaissances avant de réaliser leurs propres innovations, donnant lieu à des *innovations de dépassement* de cette frontière. Inversement, une entreprise en retard qui ne parvient à innover qu'à partir de sa propre base technologique ne parvient au mieux qu'à une *innovation de rattrapage* de cette frontière et dans ce cas, la concurrence peut avoir un effet négatif sur l'incitation à innover. Lorsque la concurrence est faible mais en augmentation, l'innovation s'intensifie par l'effet de fuite devant la concurrence. Mais, lorsqu'elle devient trop forte, elle tue la rente du monopole et limite les innovations (Aghion et al. 2005).

Observation 1.11 *La relation entre la concurrence et l'innovation n'est pas monotone, ni indépendante des particularités des secteurs et du développement de leurs technologies.*

La relation entre la concurrence et l'innovation est par conséquent bien plus complexe que celle qui apparaît dans les modèles statiques ou partiels. Dans le contexte plus riche de l'archipel, la dynamique de la demande devient plus riche et nécessite une adaptation continue de la part des firmes.

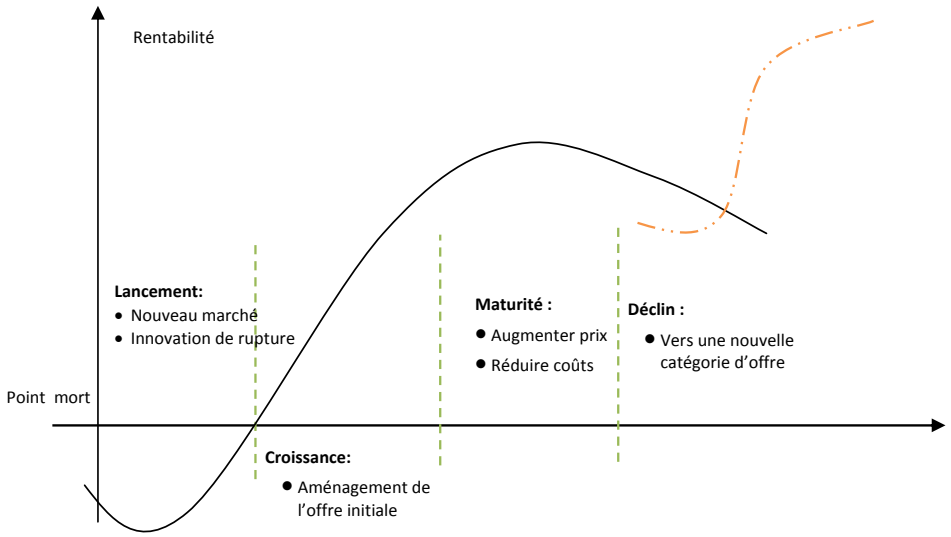


FIG. 1.2 – Cycle de vie d'un marché, la courbe en S (*source: les auteurs partir de,* Vernon 1966)

1.3.3.2 Adaptation à l'évolution du marché

Le choix de mettre en place un nouveau produit peut être induit par l'évolution de la demande, du fait d'un changement dans le pouvoir d'achat des consommateurs ou de leurs préférences. Alors que la mise en place d'un nouveau procédé ou d'une nouvelle organisation peut être le résultat de la pression concurrentielle. Ces efforts consacrés à l'innovation doivent être cohérents avec le stade d'évolution du marché dans lequel opère l'entreprise (Moore 2006). En effet, l'innovation ne concerne pas uniquement l'ouverture de nouveaux marchés, mais elle peut aussi offrir des méthodes permettant de satisfaire les besoins des marchés déjà existants et parvenus à maturité. Le raccourcissement du cycle de vie des produits dans les économies capitalistes modernes, la pression constante sur les coûts et l'incertitude croissante sur l'évolution du marché poussent les entreprises à adapter leurs stratégies d'innovation au degré d'évolution de leurs marchés. Figure 1.2 représente la relation qu'on peut établir, en suivant Vernon (1966), entre le stade de développement du marché et les motivations à innover des firmes. Le Tableau 1.1 résume et précise ces éléments.

Observation 1.12 *La nature des innovations poursuivies par les firmes dépend du degré de maturité de leur marché, les innovations radicales apparaissant surtout au début (la création du marché) et à la fin du processus (son remplacement).*

La présence des concurrents n'est pas uniquement une source de pression sélective sur le marché, ces firmes peuvent aussi être une source de connaissances nouvelles pour chaque firme, et favoriser leur progrès technique.

	Démarrage	**Croissance**	**Maturité**	**Déclin**
Motivations	Satisfaction des besoins des utilisateurs, se différencier des concurrents sur le marché initial	Conquérir de nouveaux clients : Améliorations du coût et de la qualité, réduction des prix	Améliorer la façon de commercialiser et réduire le coût des produits standardisés	Transition vers une nouvelle catégorie d'offre, protection
Cibles	Nouveau marché, Niches	Marché de masse	Marché en saturation	Marché de remplacement
Type d'innovation	Innovation de rupture, innovation de produit	Innovation incrémentale sur le produit, innovation de rupture sur le procédé	Innovation incrémentale sur le procédé, modifications cosmétiques sur le produit	Innovation de rupture

Source : *adapté* à partir d'autres travaux.

TAB. 1.1 – Cycle de vie du marché

1.3.3.3 Diffusion des connaissances entre les firmes

La conception qui domine dans la littérature sur les connaissances technologiques remonte à l'article fondateur d'Arrow (1962), dans lequel la connaissance est assimilée à une *information* qui est utilisable, par les entreprises réceptrices, sans coût ou, du moins, avec un coût négligeable par rapport à celui de sa production. Cette particularité des connaissances réduit les rendements privés de l'innovation par rapport à ses rendements sociaux. Ces externalités constituent donc une entrave au bon fonctionnement de l'économie qui serait en situation sous optimale car l'incitation à la R&D serait insuffisante.

Si les connaissances techniques sont aussi « fluides » dans ce cas il est facile d'imaginer qu'elles se diffusent assez facilement d'une firme à l'autre, de manière à permettre à chacune de bénéficier des recherches effectuées par les autres. Beaucoup de travaux empiriques se sont consacrés à l'évaluation de cette fluidité par le biais du concept de *spillovers*. Au delà de ces effets de bords de la R&D, une activité de recherche spécifique, orientée à l'imitation des concurrents plus avancés permet aussi à la firme de rattraper son retard sans avoir à payer la totalité du coût de la R&D. Les firmes qui cherchent à bénéficier de ces possibilités développent des stratégies pour améliorer leur capacité à mettre en œuvre les connaissances développées par leurs concurrents et la protection des connaissances qu'elles développent elles-mêmes.

Mais cette vision fluide des connaissances ne traduit pas toutes les dimensions de l'apprentissage des firmes. Cet apprentissage doit se cristalliser dans des compétences qui peuvent effectivement être mises en œuvre sur le marché. La notion de compétence provient de la constatation empirique des différences persistantes dans les caractéristiques, les comportements et les performances des firmes. Par essence, la compétence est une mesure des capacités de l'entreprise à résoudre les problèmes techniques et organisationnels (Teece 1988). Trois principales dimensions permettent de caractériser la construction des compétences par l'en-

treprise. La construction et la gestion des compétences internes (Dosi et al. 1990, Nelson & Winter 1982) ; la capacité d'absorption des compétences d'autrui comme instrument de développement de ses propres compétences (Cohen & Levinthal 1989) ; le développement des compétences internes par le biais de collaborations externes (Combe 1998). Sans compétences internes, la firme aura des difficultés à survivre sur le marché et bénéficier des connaissances provenant des autres firmes. Ses concurrents, de leur coté, vont essayer de protéger du mieux possible les innovations qu'ils développent.

Conditions d'appropriation L'outil de protection des innovations sur lequel se focalisent les travaux économiques, ces trente dernières années, concerne bien sûr les institutions qui étendent les droits de propriété à la création des connaissances, en particulier, les brevets (voir le paragraphe suivant).

Les conditions d'appropriation dépendent aussi de la nature de l'industrie car elle conditionne les caractéristiques des produits et des technologies (Cohen 1995). Sous l'impulsion des travaux de Nelson & Winter (1982) et de Dosi (1988), une nouvelle conception des externalités de connaissances s'est progressivement imposée en mettant davantage l'accent sur les difficultés d'appropriation des connaissances (remise en cause de la conception d'Arrow). Les entreprises tentent, d'une part, de s'approprier le plus possible les connaissances qu'elles produisent et, d'autre part, de capter les connaissances produites à l'extérieur. Mais, l'accès aux connaissances externes n'est pas gratuit, il suppose la construction d'une capacité d'absorption et l'établissement des relations avec les sources externes productrices de connaissances. Pour capter les externalités technologiques, il est nécessaire de disposer de savoirs et de compétences internes adéquats (Dosi 1988, Cohen & Levinthal 1989, 1990). Plus la technologie est complexe (combinant un grand nombre de composantes et donc de compétences), plus vite est sa vitesse d'évolution, plus important sera le besoin de maintenir des compétences internes.

Observation 1.13 *Pour capter les externalités technologiques, l'entreprise doit disposer de savoirs et de compétences internes adéquats.*

Capacité d'absorption La notion de *la Capacité d'Absorption*, introduite par Cohen & Levinthal (1989) (*voir aussi,* Kamien & Zang 2000), souligne l'importance du stock de connaissance *a priori* pour absorber effectivement la connaissance externe. La capacité d'absorption correspond aux « capacités de l'entreprise à identifier, assimiler, et exploiter la connaissance de l'environnement » (Cohen & Levinthal 1989, page 569). La concentration sur une seule activité, que ce soit sa propre R&D interne ou l'acquisition de la technologie externe, conduit souvent à une probabilité de succès plus faible, soulignant une complémentarité entre ces deux types d'activité. Les investissements en R&D assument donc un double rôle dans ce cas. Premièrement, la création et développement des compétences de l'entreprise pour introduire des innovations et, deuxièmement, l'amélioration des capacités d'absorption et d'apprentissage des entreprises afin d'exploiter au mieux les résultats des recherches réalisées par d'autres organismes.

Observation 1.14 *Les activités de R&D jouent un double rôle : créer des innovations, mais aussi améliorer la capacité de la firme à bénéficier des connaissances crées dans l'économie (sa capacité d'absorption).*

La diffusion effective des connaissances, via une transmission diffuse, ou grâce à une activité volontaire pour imiter les concurrents, va dépendre de ces deux dimensions que nous venons de discuter.

Spillovers imitation L'activité de R&D de la firme a parfois des retombées externes en termes de connaissance technologique (retombées ou *spillovers*). Griliches (1979) distingue deux catégories pour ce type d'externalités : les spillovers de rente et les spillovers de connaissance proprement dits. La première catégorie apparaît quand d'autres firmes peuvent acheter des inputs en payant un prix qui ne reflète pas complètement l'amélioration de qualité apportée par la recherche du fournisseur, empêchant ainsi l'innovateur de s'approprier complètement les bénéfices de ses activités de recherche. Les gains de productivité sont transmis dans ce cas vers l'utilisateur de l'input, sans que l'innovateur soit récompensé pour eux. Cette externalité résulte en général d'un problème d'établissement d'un prix non-monopolistique pour le produit, la faiblesse de ce prix découlant des pressions concurrentielles pesant sur l'entreprise innovante.

La seconde catégorie de retombées (spillovers de connaissance) correspond aux bénéfices potentiels, pour une entreprise, des activités de recherche d'autres firmes, et ce, grâce à la diffusion et des connaissances entre les firmes et même, d'un secteur à l'autre. Ces spillovers ne surviennent pas nécessairement lors des transactions économiques. Les principaux canaux de transmission possibles sont en fait : les collaborations en R&D, la mobilité du personnel de R&D entre les firmes, les réunions technologiques, le faible degré d'appropriation suite à une protection limitée par les brevets et la difficulté de garder secrètes les innovations.

Les effets des spillovers dépendent souvent de la *proximité* ou la *distance technologique* entre les entreprises, les secteurs ou les régions. Par exemple, les firmes opérant dans des domaines de recherches similaires auront des structures de compétences comparables ou appartenant au même espace technologique. Geroski (1995) mentionne que les spillovers de connaissance sont en fait des externalités qui 'circulent' entre les producteurs et/ou les utilisateurs d'innovation 'adjacents'. Pour mesurer leurs tailles nous avons besoin de déterminer quels producteurs ou utilisateurs sont adjacents chacun à l'autre. On peut alors différencier les spillovers selon l'industrie dont sont originaires les firmes étudiées ou selon leur pays d'origine, puisque le même type de distinction peut être faite entre la nature nationale et internationale de ces spillovers.

Le canal le plus immédiat via lequel les spillovers peuvent se manifester est leur impact sur le coût de l'innovation pour la firme. Si l'appropriabilité de la connaissance est imparfaite et si plusieurs firmes effectuent des activités technologiques similaires, alors les coûts d'innovation de chacune pourront se réduire du fait de la diffusion des nouvelles connaissances entre elles. En particulier, on peut même observer du coup que les spillovers technologiques

et *l'activité interne* de R&D de la firme soient complémentaires, auquel cas l'accroissement des spillovers mène la firme à intensifier son effort de R&D. Cette intensification de l'effort de recherche devrait alors se refléter dans le nombre d'innovations ou de brevets déposés par la firme. En tenant compte du retard dans la diffusion des connaissances, les effets de spillovers sont en général non contemporains.

Plusieurs approches de formalisation des spillovers sont proposées dans la littérature (Griliches 1992, 1979, Mohnen & Lepine 1991). Ces approches se basent sur la construction d'une variable représentant la somme des capitaux de R&D ou des stocks de R&D des autres firmes du même secteur d'activité. Mohnen (1997) et Mohnen & Lepine (1991) distinguent entre plusieurs approches qui peuvent être classées en deux catégories selon que la somme des stocks de R&D est pondérée ou non. Le premier type de formalisation des externalités est le plus simple à calculer et il est aussi le plus utilisé. Il consiste à attacher la même pondération à tous les stocks de R&D. Dans la seconde catégorie, le coefficient de pondération dépend du lien ou de la proximité technologique entre l'émetteur et le receveur des spillovers. Par exemple, Jaffé (1986, 1989) caractérise la position de chaque firme dans un espace technologique par la distribution de ses brevets dans les classes technologiques. La proximité technologique entre les firmes est alors caractérisée par leur position relative dans cet espace de brevets. Jaffé observe un effet significativement positif des externalités technologiques sur l'intensité de R&D et la productivité de la firme. il tient compte d'autres variables, tel que l'opportunité technologique et les forces du marché, pour éviter le biais de mesure des externalités.

L'importance de ces transferts dépend aussi de la nature de la technologie, notamment de son degré de complexité, de la mesure dans laquelle elle nécessite l'imbrication forte de composantes et de compétences variées. En effet, dans le cas d'une complexité forte, les firmes doivent être proches dans un espace multi-dimensionnel en vue de pleinement profiter de ces transferts.

Observation 1.15 *La capacité de la firme à bénéficier des rentes et des connaissances créées par d'autres firmes dépend de sa proximité avec elles dans l'espace géographique, technologique et/ou sectoriels.*

Mais les firmes déploient aussi des ressources pour bénéficier d'une diffusion plus directe des technologies, par le biais de l'imitation des procédés et des produits des concurrents.

R&D d'imitation Étant donné que la firme qui développe la première une innovation radicale doit déployer des ressources très conséquentes, il est tentant pour les autres d'adopter une stratégie de suiveur et développer leur capacité d'absorption et d'imitation. Quand il est très important, ce coût du premier développement d'une innovation peut même donner lieu à « la malédiction du gagnant » (*the winner's curse*) qui correspond au fait que l'industrie est en fin de compte dominée non pas par son initiateur mais par l'un de ses suiveurs.

L'imitation joue aussi un rôle important dans le rattrapage au sein d'une industrie, ce

qui peut alors éviter une concentration forte. En l'absence de rattrapage, les leaders ont la possibilité de dominer très fortement en termes de parts de marché, sauf dans le cas d'industries segmentées où des technologies de degrés de développement différentes peuvent être utilisées pour servir les différents segments.

L'imitation ne peut permettre à l'industrie de pousser sa frontière technologique (puisqu'il s'agit de la duplication plus ou moins réussie d'un produit ou d'une technologie existant), mais le rattrapage peut augmenter le nombre des firmes qui innovent à partir de cette frontière.

Du fait de ces avantages que nous venons de rapidement discuter, l'imitation est loin d'être rare et elle participe à l'orientation du développement technologique. Mais, elle motive aussi les efforts des firmes pour garder secrètes leurs innovations.

Observation 1.16 *L'imitation des concurrents est une source importante de progrès technique pour la firme, même si cette imitation ne peut faire avancer la frontière technologique de l'industrie.*

La diffusion des connaissances peut aussi avoir lieu car les firmes trouvent des arrangements relationnelles et contractuelles pour en bénéficier.

Coopération, partage et transferts volontaires de connaissances Le succès de l'innovation dépend du développement et de l'intégration de nouvelles connaissances dans le processus d'innovation. Pour accéder à des sources de connaissances externes, la firme doit s'engager dans des transactions de connaissances sur le marché de la technologie et coopérer dans la R&D avec d'autres firmes ou organismes de recherches. La coopération en R&D peut constituer un moyen de réduire le déficit d'incitation, en permettant d'internaliser les externalités qui correspondent aux spillovers (D'Aspremont & Jacquemin 1988, 1990). Cette approche considère la connaissance comme une information accessible par tous les acteurs et l'appropriabilité des connaissances comme exogène. Cependant, la coopération ne permet qu'une internalisation partielle des connaissances et, il existe des conditions, telles que les activités de recherche interne, la capacité d'absorption et la dimension sectorielle, pour qu'une entreprise puisse capter les externalités (voir ci-dessus).

Plusieurs travaux de recherches ont étudié le choix entre les sources internes et externes de connaissances comme substituts (Williamson 1985, Pisano 1990). Mais, bien que la disponibilité d'une technologie externe peut se substituer à l'investissement propre en recherche des firmes réceptrices, il y a des arguments qui soulignent la complémentarité entre la R&D interne et les connaissances externes (Cockburn & Henderson 1998, Arora & Gambardella 1994, Granstrand et al. 1992). En particulier, Cockburn & Henderson (1998) soulignent le rôle de la coopération et des interactions dans la diffusion des externalités. En étudiant la diffusion des externalités entre la recherche publique et la recherche privée, ces auteurs montrent que les firmes doivent développer des coopérations avec les laboratoires publics, en

plus des sources traditionnelles d'externalités, pour capter les retombées de leurs recherches. Ainsi, même si la capacité d'absorption est nécessaire pour identifier et assimiler les connaissances externes, elle ne constitue pas une condition suffisante. Les activités de R&D internes permettent à l'entreprise d'améliorer le repérage des opportunités dans l'environnement.

Observation 1.17 *La capacité d'absorption de la firme doit être complétée par des accords de coopération explicites, notamment en ce qui concerne la recherche publique (partenariats public-privé).*

Freeman (1991, 1994*b*), en examinant les facteurs de succès de l'innovation, observe que les sources externes de l'expertise technique, combinées avec les R&D de base internes, sont importantes dans l'explication du succès de l'innovation. Ceci suggère une complémentarité entre la R&D interne et l'acquisition des connaissances externes. Rosenberg (1990) identifie la capacité d'absorption de l'entreprise par l'orientation de sa recherche fondamentale, car ce dernier est souvent indispensable pour contrôler et évaluer la recherche externe. Blonigen & Taylor (1997) trouvent une relation inverse entre l'intensité de R&D et l'activité d'acquisition dans les industries high-tech suggérant aux entreprises le choix entre opter pour une stratégie '*buy*' ou stratégie '*make*' d'innovation. Veugelers & Cassiman (1999) montrent que le choix des activités d'innovation dépend fortement des opportunités d'appropriation : en examinant la relation entre la stratégie d'innovation et les caractéristiques de l'industrie, ils constatent que les risques et les coûts perçus élevés et le degré faible d'appropriabilité ne découragent pas nécessairement l'innovation, mais déterminent plutôt comment la stratégie d'achat d'innovation est choisie. En ce qui concerne les déterminants de la décision de la firme innovante pour produire la technologie elle-même ou accéder à la technologie en externe, ils constatent que la force du régime d'appropriation et la résistance de l'organisation interne au changement affectent négativement la décision d'accès à la source externe. Veugelers (1997) trouve la relation inverse : le sourcing externe stimule les dépenses en R&D interne, du moins pour les entreprises ayant un département de R&D. Ce résultat renforce aussi l'hypothèse de complémentarité entre les sources de connaissances internes et externes.

La dernière dimension sociale de l'innovation que nous discuterons dans cette section concerne la manière dont les activités des firmes peuvent se coordonner en s'alignant et comment cet alignement peut conduire une dynamique technologique et industrielle dépendant au sentier.

1.3.3.4 Coordination et irréversibilité dans le développement des technologies

La nature cumulative des connaissances sur lesquelles se basent les innovations, contraint et structure le développement technologique. Dans la naissance d'une nouvelle industrie, par exemple, les innovations explorent les différentes définitions possibles du nouveau produit. Mais, une fois qu'une masse suffisante d'innovations se focalisent sur une direction particulière, cela oriente les recherches de toutes les firmes dans l'industrie : les améliorations à

chercher à chaque moment du développement et les difficultés à résoudre s'imposent à toutes les firmes, comme un paradigme scientifique s'impose à tous les chercheurs du domaine concerné. A l'intérieur du paradigme, une gamme plus ou moins large de technologies est explorée jusqu'à l'épuisement du paradigme actuel et l'émergence d'un nouveau. Ce processus dynamique co-évolue en fait avec le développement de l'industrie elle-même, son cycle de vie. Cette dynamique joue par conséquent un rôle important dans l'orientation des innovations.

Paradigme technologique et dominant-design L'innovation est une solution d'un ou plusieurs problèmes scientifiques ou technologiques qui sont posés pour répondre à des exigences relatives aux conditions de coût ou de marché. Elle requiert l'utilisation de connaissances et de capacités spécifiques pour le développement et la mise au point de modèles et procédures spécifiques qui forment le paradigme technologique défini comme un modèle de solutions (patterns) à des problèmes *techno-économiques* sélectionnés (Dosi 1982, 1984, 1988). Cette notion est voisine de celle de '*guide-post*' technologique définie à partir de l'idée d'une approche commune de problèmes *techno-productifs* déterminés (Sahal 1985).

Dosi (1982) fait référence à l'émergence d'un nouveau paradigme technologique en tant qu'une approche qui définit conceptuellement :

1. des problèmes à affronter et des exigences à satisfaire,
2. des principes scientifiques auxquels il faut recourir, et
3. des technologies spécifiques à mobiliser.

La réalisation d'un tel processus dépend des conditions économiques et de l'environnement, consistant principalement aux dimensions technologiques particulières du paradigme. En effet, les facteurs économiques, expression du contexte spécifique dans lequel se déroule le processus de développement de la technologie, orientent dès le début le tracé de la trajectoire suivie : l'appréhension initiale de la demande (effective et/ou potentielle) et des coûts des différentes matières premières oriente nécessairement les directions dans lesquelles les firmes cherchent à résoudre les problèmes rencontrés et donc à innover. La trajectoire technologique est donc à la fois la réalisation des promesses contenues dans le nouveau paradigme, et l'exploitation effective du rendement potentiel de celui-ci (Dosi 1982).

Observation 1.18 *La direction des efforts d'innovation de la firme dépend fortement du contexte social et technologique de cet effort, dans la mesure où le paradigme technologique en vigueur dans l'industrie définit, à chaque étape, les innovations qui apparaissent possibles et économiquement intéressantes.*

Par sa nature même, le paradigme technologique se différencie suivant les secteurs ou les domaines d'activités (Dosi 1988) ; les trajectoires technologiques sont le produit de l'interaction entre les variables économiques et les variables technologiques. Les principes de *rationalité limitée* et de *comportement adaptatif* des agents mettent au premier plan la

co-évolution des structures industrielles et des technologiques, en procédant d'une vision dynamique, progressive, micro-économique et endogène du changement technique.

Une autre manière de considérer cette co-évolution est de mettre en parallèle le développement technologique avec celui de l'industrie concernée. Le concept de cycle de vie des industries explore cette voie. En d'autres termes, c'est le processus concret de développement de la technologie. Avec le temps, les recherches des firmes vont finir par se focaliser sur un ensemble stable de caractéristiques et une conception dominante (*dominant design*) de la technologie va être partagée par l'industrie jusqu'à ce qu'elle devienne insuffisamment prometteuse (Abernathy & Utterback 1978).

Cycle de vie de l'industrie Le processus de maturation de la technologie provoque l'évolution naturelle de l'ensemble des techniques dont disposent les firmes pour innover : les différentes méthodes et aptitudes organisationnelles, la capacité d'apprentissage et de savoir-faire, servant à produire un bien donné. La plupart des technologies sont spécifiques, complexes, et leur développement est souvent tacite et complexe (Pavitt 1987). Leurs caractéristiques propres leur permettent de jouer un rôle important dans le jeu concurrentiel au sein d'une industrie. L'évolution technologique nécessite le passage du stade de *technologie embryonnaire,* maîtrisée par un petit nombre de jeunes entreprises, à celui de *technologie émergente*, qui détermine le potentiel de production et de l'innovation. Ce stade doit être suivi par celui de *technologie clé*, qui nécessite des compétences distinctes susceptibles de modifier la position concurrentielle sur le marché. Enfin, le dernier stade correspond à une technologie aisément appropriable : la *technologie de base* qui est maintenant maîtrisée, et largement adoptée, par la plupart des concurrents. Elle ne conditionne donc plus les positions concurrentielles (Lachmann 1993).

Observation 1.19 *L'orientation des efforts de recherche des firmes est aussi définie par le stade de développement de l'industrie.*

Quant au développement industriel, on observe une dynamique qui correspond à la transition d'un stade technologique à l'autre en fonction des entrées et des sorties sur le marché. Ces entrées et sorties déterminent alors la structure de l'industrie, en accord avec le principe de *destruction-créatrice* de Schumpeter.

Nous sommes arrivés à ce stade à une vision assez riche des motivations et des déterminants de l'innovation. Avant d'aller plus loin et d'introduire le rôle des pouvoirs publics et de la concurrence internationale, nous allons discuter deux typologies synthétiques qui ont été proposées dans la littérature pour organiser les déterminants que nous avons considérés jusqu'à ce point. Ces typologies vont respectivement mettre l'accent sur les dimensions technologiques et sectorielles des innovations.

1.3.3.5 Une typologie synthétique : Diversité des systèmes sectoriels et des régimes technologiques

La caractérisation de la diversité des secteurs et de ses déterminants apparaît assez tôt comme une des questions centrales de l'analyse évolutionniste de l'innovation. Cette question est formellement abordée dans Winter (1984). Parallèlement, une analyse empirique très détaillée est effectuée au sein de SPRU à Sussex. Les résultats de ce travail extensif sont présentés dans Pavitt (1984). À partir d'une base de données couvrant à peu près 2000 des innovations les plus significatives depuis 1945 en Grande Bretagne, ce travail cherche à souligner les caractéristiques sectorielles du changement technique et fournit une première taxonomie des secteurs de ce point de vue : les secteurs dominés par les offreurs de technologies (l'agriculture) ; les secteurs dominés par une production intensive qui conduit à un progrès technique basé sur la division de travail et la substitution du capital au travail (la manufacture de produits standardisés) ; les secteurs dominés par la science où le progrès technique résulte de la transposition des avancées de la science (la chimie).

Malerba & Orsenigo (1993) proposent d'affiner cette approche en abordant la diversité des régularités des secteurs en favorisant quatre de leurs dimensions : les opportunités technologiques qui déterminent le potentiel d'innovation et les résultats de l'activité de R&D des firmes ; les conditions d'appropriabilité des innovations qui conditionnent la possibilité de protéger les résultats de l'activité de R&D ; le caractère cumulatif ou non du processus d'innovation qui conditionne les dépendances temporelles dans les innovations réalisées, au niveau des firmes, mais aussi au niveau du secteur ; la base des connaissances des activités de R&D, selon la nature des connaissances et leurs modes de transmission. Ces quatre dimensions caractérisent conjointement le régime technologique en vigueur dans le secteur (ce concept a été introduit par Nelson et Winter). Malerba & Orsenigo (1996) cherchent à caractériser *les régimes technologiques* en vigueur dans les industries européens, à partir de la base de données de l'Office Européen des Brevets (de 1978 à 1991 et pour 6 pays européens). Ils établissent que les secteurs peuvent être classés entre deux régimes. Le premier régime est caractérisé par une concentration faible, une situation relativement équilibrée entre les différentes firmes et des entrants très actifs en termes d'innovation. Le second régime correspond à la situation inverse, avec des firmes dominantes, une hiérarchie stable entre les firmes du secteur et une faible activité des entrants. Les auteurs montrent par la suite que le premier régime caractérise plutôt des secteurs traditionnels, tandis que le second correspond aux secteurs de hautes technologies. Comme le fait apparaître le titre de leur article, la nature du régime dépend alors de la technologie utilisée par le secteur. Un traitement statistique plus approfondi de cette approche, appliqué aux industries néerlandaises pourra être consulté dans Marsili & Verspagen (2002).

Malerba (2002*a*,*b*) complète conceptuellement cette approche pour déboucher à ce qu'il appelle *Système sectoriel d'innovation et de production*, qu'il définit de la manière suivante : «Un Système sectoriel d'innovation et de production correspond à un ensemble de produits établis et neufs, dédiés à une utilisation spécifique, et un ensemble d'acteurs impliqués dans

des interactions via le marché et hors du marché, en vue de produire et vendre ces produits. Les systèmes sectoriels possèdent une base de connaissance, des technologies, des facteurs de production et une demande.» (p. 248). La dynamique du système sectoriel provient alors de la co-évolution de ses différentes composantes. L'approche par les régularités sectorielles permet d'aborder des phénomènes qui n'apparaissent pas nécessairement comme des régularités régionales (approche par les systèmes régionaux ou locaux d'innovation – cf. Cooke et al. (1997)), ni comme des régularités nationales (approches par les systèmes nationaux d'innovation – cf. Nelson (1993) et *infra*) du fait qu'elles peuvent se situer à l'articulation de ces deux niveaux.

Nous allons maintenant nous intéresser aux mécanismes économiques qui ne peuvent apparaître que dans un contexte où une unité politique peut constituer la base nécessaire à l'émergence d'institutions complémentaires à l'innovation.

1.3.4 Émergence d'un État-Nation sur l'archipel

Avec le développement de l'économie de l'archipel, les besoins de coordination des activités économiques deviennent plus importants et la Société peut se doter de structures de régulation collective pour mieux orienter les activités des firmes dans un sens plus conforme avec ses attentes. Supposons qu'au fil de temps, les îles s'unissent et un nouveau contexte d'économie nationale s'instaure. Un ensemble de structures politiques et institutionnelles émergent dans ce contexte. Il s'agit bien sûr ici d'une approximation très imprécise de la réalité historique, approximation uniquement motivée par l'approche pédagogique que nous avons retenue dans ce travail. Nous n'avons pas l'ambition de proposer dans le cadre de ce travail une théorie de l'émergence des institutions. Il est clair que nous ne soutenons pas ici que les structures institutionnelles n'ont émergé qu'avec la Révolution industrielle. *Statute of Monopolies* anglais date, par exemple, de 1623.

La mise en place des structures sociales/politiques et des institutions pourra apporter de nouvelles incitations à innover pour les firmes. Le développement industriel s'est accompagné, dans tous les pays concernés, de l'émergence des politiques industrielles et, plus récemment, technologiques. Ces politiques visent surtout un rôle facilitateur, en réduisant les obstacles que peuvent rencontrer les firmes dans leur efforts d'innovation. Mais, elles peuvent aussi instaurer des incitations spécifiques dans les domaines où les motivations que nous avons discutées jusqu'à ce point ne sont pas suffisamment fortes, malgré un besoin collectif d'innovation. En tant que facilitateur, une des dimensions importantes des institutions est la résolution du problème d'appropriabilité que nous venons d'évoquer.

1.3.4.1 Droits de propriété intellectuelle

Un des éléments importants qui ont émergé dans notre discussion sur le rôle de la concurrence concernait l'importance des profits après innovation. Nous avons souligné la nécessité, pour l'innovateur, de pouvoir s'approprier ces profits pour essayer d'échapper à la concurrence par l'innovation. Dans un univers où les connaissances nouvelles peuvent être imitées immédiatement et sans coût majeur, la firme aurait peu de possibilité d'augmenter ses profits en innovant. L'outil majeur que les producteurs ont développé depuis très longtemps est le secret qui essaie de limiter cette diffusion et d'assurer une exclusivité, et donc une position de monopole, grâce à l'innovation, de manière à défendre les profits après innovation. Le secret est loin de fournir une protection sûre et, au niveau social, il a un autre défaut : la limitation de la diffusion des connaissances dans la Société. L'extension des droits de propriété à celle des connaissances cherche à résoudre ce double problème. L'outil principal qui a émergé dans l'histoire est le système de brevet qui assure à l'innovateur l'exclusivité sur son invention pour une période de temps donnée (par exemple, de 20 ans dans *Statutes of Monopolies*), de manière à renforcer son incitation à innover et permet au reste de la Société d'accéder aux nouvelles connaissances par la publication des brevets. Douglas North souligne le parallèle qui existe entre l'accélération de l'industrialisation en Occident (plus particulièrement en Grande Bretagne) et celui des droits de propriété intellectuelle. Bessen & Meurer (2008) relativisent considérablement ce rôle prépondérante des brevets en soulignant, à partir des travaux d'autres historiens de l'économie, que peu d'inventions majeures de la Révolution Industrielle ont bénéficié de la protection par brevets même si ce système existait en Grande Bretagne depuis 1624. Des travaux théoriques récents (voir par exemple, Vallée & Yildizoglu (2006) et Yildizoglu (2009)) font aussi apparaître qu'il n'est pas facile de démontrer une influence positive d'un système de brevet fort sur le progrès technique, surtout dans un cadre d'analyse dynamique.

Observation 1.20 *L'effet d'un cadre institutionnel fort pour les droits de propriété intellectuelle (notamment, du système des brevets) sur le progrès technique est complexe et ambigu.*

1.3.4.2 Subventions et incitations directes en vue d'orienter les innovations

Une autre dimension importante des politiques publiques envers l'innovation est la possibilité de se substituer aux incitations d'ordre privé (la demande des consommateurs et l'incertitude liée aux difficultés techniques), de manière à en compenser la faiblesse dans certains domaines spécifiques.

Le problème de la détermination de la longitude de la position des bateaux pendant la navigation a été résolu par John Harrison en 1730-35 grâce à un couple d'horloge de précision qu'il a développé en vue de gagner le « Prix de la longitude » de 20000£ offert par le parlement britannique en 1714 (Source : *The National Maritime Museum*[4]). Ce problème,

[4]http ://www.nmm.ac.uk/harrison.

techniquement difficile à l'époque, était bien sûr un obstacle important pour l'établissement des voies de navigation fiables pour les voyages transocéaniques.

Par ailleurs, les programmes de recherche lancés par les organismes publiques tel que la NASA aux États-Unis ou les Programmes cadres européens, cherchent à orienter les activités de recherche vers des domaines prioritaires, en offrant des subventions sur projet en vue de faciliter le financement des activités d'innovation dans ces domaines.

Ces subventions cherchent à réduire un obstacle important dans les efforts à innover : l'incertitude inhérente aux résultats de l'activité de recherche, à la demande privée potentielle pour ces résultats, même dans le cas favorable où ils sont obtenus, et aux profits après innovation qui en découlent. Dans les domaines où cette incertitude est particulièrement forte, assurer un financement initial sûr vise à faciliter la prise de risque et déclencher l'activité de recherche (Guellec & De La Potterie 1997). L'incertitude technologique et les contraintes de liquidité sont des arguments en faveur de l'intervention publique, auxquels s'ajoute celui du « bien public » réduisant les rendements privés de l'innovation par rapport aux rendements sociaux (Arrow 1962).

Observation 1.21 *Les financements publics peuvent compenser l'incertitude technologique et les contraintes de liquidité des firmes en vue d'orienter leurs activités de recherche vers des domaines où ces facteurs pèsent fort.*

Les structures institutionnelles telles que le système d'éducation, la formation, l'infrastructure et le cadre réglementaire jouent un rôle important dans la détermination des capacités à innover des entreprises du pays. L'État peut intervenir pour encourager directement l'investissement des firmes en recherche à travers les subventions, les avantages fiscaux et les commandes publiques ou, indirectement, par l'investissement dans le système de recherche publique pour combler le déficit de recherche privée et générer des effets d'externalité positifs.

1.3.4.3 Partenariats public-privé de recherche

Nous avons vu que la découverte de l'archipel et de la concurrence par Robinson favorise la diffusion des connaissances entre les firmes générant des effets de spillovers. L'intervention de l'État peut aussi viser à favoriser la circulation des connaissances. Il peut se substituer, pour ce faire, à l'effort privé dans les grands projets d'innovation coûteux, en incitant les firmes à investir dans les activités de recherche connexes. Le financement public y exerce alors un effet de levier sur les ressources privées.

L'adoption de nouveaux mécanismes d'aide à l'innovation et à la diffusion technologique faisant appel à des partenariats de recherche public-privé (en favorisant la coopération entre les différents acteurs du secteur public et firmes privées), permet d'exploiter les complémentarités par l'élargissement de la diffusion des connaissances. Les firmes innovent sur la base

de cette demande publique de la recherche. Le partage des activités d'innovation entre plusieurs firmes, autour de thèmes qui demandent des collaborations dans des situations où les compétences sont dispersées, permet de réduire les coûts et les risques inhérents. Par rapport aux subventions traditionnelles en faveur de l'innovation, les partenariats public-privé favorisent davantage la concurrence dans le choix des firmes participantes. Le secteur privé a souvent un poids important dans la sélection et la gestion des projets (OCDE 1998).

Les autorités publiques jouent un autre rôle important en adoptant des politiques qui permettent de promouvoir, de mettre en valeur et de soutenir des performances innovatrices et économiques. Les politiques de R&D ont été traditionnellement le principal axe de la politique technologique, considérant l'apprentissage comme accumulation d'informations assimilées à des biens publics (politiques inspirées de l'approche traditionnelle). Ces politiques appelées *science-push* sont marquées par les interventions directes des gouvernements dans la recherche de base, la construction d'infrastructures technologiques et des politiques fiscales d'incitation à la R&D dans les firmes (Mowery 1995). Le rôle des pouvoirs publics vise, dans ce cas, à favoriser l'amélioration de la technologie et de la capacité d'apprentissage des firmes. Mais, ils doivent aussi lutter contre les freins à l'innovation et les comportements de blocage.

Observation 1.22 *Les pouvoirs publics peuvent aussi orienter les innovations des firmes en intervenant directement comme acteur, en orientant la recherche publique comme base d'activité d'innovation des firmes privées.*

L'effort de recherche de l'État pour approvisionner sa propre demande de technologie (santé, défense, transport,..) peut permettre la construction d'infrastructures technologiques génératrices d'externalités positives pour le processus d'innovation dans le secteur privé.

1.3.4.4 Subventions par le biais des commandes publiques

L'intervention de l'État ne se réduit pas à pallier aux défaillances du marché. Il est également consommateur de technologies par le biais des commandes publiques pour subventionner la recherche privée d'une manière indirecte. Par exemple, *Boeing*, dont l'activité de défense est considérable, bénéficie ainsi de transferts de technologie gratuits du militaire vers le civil, grâce aux subventions et aides de l'État américain. Les programmes de R&D militaires du Pentagone et de la NASA permettent à ce constructeur de mettre au point de nouvelles technologies et de nouveaux savoir-faire qui lui seront utiles pour le développement d'avions civils. Alors qu'*AirBus*, le constructeur de matériels civils, n'a pas pu bénéficier des subventions de programmes militaires pour le développement de nouveaux avions. Il a fait appel à des aides remboursables en cas de succès, de la part de certains pays européens.

Observation 1.23 *Un autre outil dont disposent les pouvoirs publics, pour orienter les recherches des firmes, est l'organisation en grands programmes des commandes publiques.*

Malgré leur coûts importants, ces programmes visent à avoir un effet structurant fort sur les activités de recherche des firmes.

Ces subventions sont souvent source de conflits entre pays, dans la concurrence qu'ils se livrent dans l'économie mondiale (voir la section suivante). Par exemple, l'Union Européenne a engagé, en 2004, une plainte devant l'Organe de règlement des différends de l'OMC à propos des subventions américaines accordées à Boeing : des subventions directes sous forme de dépenses en R&D et de contrats avec la NASA et encore des subventions indirectes par le biais de passation de marché dans le domaine de la défense[5]. Une autre plainte, concernant les contributions financières pour des activités de R&D liées à l'aéronautique, déposée par les États-Unis qui demandent d'établir une commission conformément au Mémorandum d'accord sur les règles et procédures régissant le règlement des différends et à l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires (Accord SMC).

1.3.4.5 Crédits incitatifs et aides fiscales

Plutôt que des subventions, l'État peut aussi accorder des crédits incitatifs ayant une vocation à soutenir un programme de recherche spécifique dans le cadre d'une politique. Cette incitation favorise l'éclosion de la recherche dans des champs spécifiques. Les crédits incitatifs permettent d'orienter les activités de recherche vers des domaines en émergence ou peu étudiés. Cependant, contrairement au cas du partenariat public-privé, l'État se substitue au marché dans la sélection des technologies. En effet, Ce financement public de la R&D des entreprises est réparti souvent en fonction de la nature des projets d'innovation et des caractéristiques des bénéficiaires de l'aide. Il consiste en des avances sans intérêts remboursables uniquement en cas de succès de la R&D (Cytermann 2004). Des travaux ont montré que les aides publiques non remboursables en cas d'échec ont un effet positif sur les dépenses de recherche des entreprises (Encaoua et al. 2004). Une étude sur 17 pays de l'OCDE, effectuée par Guellec & De La Potterie (2003), montre qu'en moyenne 1 euro d'aide publique à la R&D accordée aux entreprises génère 0.7 euros d'investissement privé.

L'État peut aussi subventionner indirectement la recherche des firmes en octroyant des aides fiscales à la mesure de leur effort de recherche ou aussi des crédits d'impôt-recherche (*pour plus de détail, voir* OCDE 1998, Guellec & De La Potterie 1997).

1.3.4.6 Education et capital humain

Un dernier apport que nous pouvons signaler – encore plus indirect, celui-là – est souligné par l'approche en terme du capital humain qui propose de prendre en compte l'ensemble des connaissances et des compétences individuelles acquises à travers l'éducation et la formation (Denison 1962, 1964). La théorie de la croissance endogène a mis en avant l'idée des

[5]Dossiers DS317 et DS353 déposée par l'Union Européenne et DS316 par les États-Unis, disponibles sur le site de l'OMC : http ://www.wto.org/indexfr.htm

externalités sociales liées au stock du capital humain qui est un facteur de développement et d'acquisition des innovations (Lucas 1988, Romer 1990).

Le système éducatif d'une économie détermine son stock du capital humain qui agit sur le niveau de développement technologique différemment selon le degré de développement du pays (Aghion et al. 2004). Pour une économie proche de la frontière technologique, l'objectif est de maintenir le niveau économique atteint en favorisant l'enseignement et la recherche pour adopter un comportement d'innovation et de créativité afin de rester compétitive. Les économies moins développées adoptent plutôt un comportement de rattrapage ou d'imitation (Nelson & Phelps 1966).

Observation 1.24 *Un rôle de moyen/long terme que peuvent jouer les pouvoirs publics réside dans leur capacité à financer la mise en place, au niveau national et régional, des infrastructures et emplois nécessaires à une généralisation de l'éducation et au relèvement de son niveau en accord avec les besoins en capital humain des entreprises du pays.*

1.3.4.7 Une typologie synthétique : Les systèmes nationaux d'innovation (SNI)

L'approche par les Systèmes Nationaux d'Innovation (SNI), proposée par Lundvall (1985), s'intéresse à l'analyse du rôle joué par le contexte institutionnel dans la création des conditions favorables à l'innovation et la maîtrise de la technologie. Elle met en exergue les interactions entre les firmes, universités et institutions (c.à.d les acteurs de l'innovation) qui facilitent la R&D et la création de la technologie au sein des frontières nationales (environnement de ces acteurs). Le concept de SNI est basé sur trois contributions principales : la théorie de l'apprentissage interactif (Lundvall 1992, 1988, 1985) ; la théorie évolutionniste (Dosi et al. 1988, Nelson 1993) ; la théorie institutionnelle (Freeman 1987, 1995, Edquist 1997). Lundvall met l'accent sur le rôle du processus d'apprentissage interactif et du cadre institutionnel dans la création d'un SNI. Les processus interactifs sont encastrés dans les structures économiques et sociales qui déterminent le développement de la capacité nationale d'innovation (Casadella & Benlahcen-tlemcani 2006). Cette conception place les institutions au premier plan comme déterminants des comportements économiques. La conception évolutionniste s'intéresse aux institutions dont les interactions déterminent les performances et les capacités d'innovation des firmes domestiques. Selon Nelson (1993), un SNI est un ensemble d'institutions (et de règles institutionnelles) dont les interactions déterminent les performances des entreprises nationales. L'auteur se limite aux organisations et institutions nécessaires aux activités de recherche qui génèrent directement la production de l'innovation (département de R&D, instituts technologiques, universités, etc.).

Le concept des SNI, introduit aux économies scandinaves à la fin des années 80, indique les moyens, pour les pays, de développer des instruments politiques et de créer des institutions en vue de favoriser l'innovation. Il correspond au système de recherche et développement scientifique et technologique, composé de l'ensemble des institutions et organismes publics et privés qui contribuent aux activités d'innovation dans un pays. Les visions de la dynamique

d'un SNI varient remarquablement d'un auteur à un autre. Nelson & Rosenberg (1993) considèrent que les institutions clés du SNI évoluent par elles-mêmes et que la sélection se produit de manière naturelle (d'une façon automatique). Freeman (1987) et Lundvall (1992) soulignent le rôle de l'intervention publique dans la transformation de ces institutions.

Ce débat fait apparaître qu'il n'y a pas de réponse unique concernant le rôle des politiques économiques dans l'innovation, dans la mesure où les politiques d'incitation dépendent du contexte économique, social, institutionnel et scientifique de chaque pays. Ainsi, dans les pays industrialisés, c'est souvent la définition qu'en donne l'OCDE qui est retenue. Elle considère le SNI comme « *un système interactif d'entreprises privées et publiques (grandes ou petites), d'universités et d'organismes gouvernementaux en interaction axés sur la production scientifique et technologique sur un territoire national. L'interaction de ces unités peut être d'ordre technique, commercial, juridique, social et financier, du moment que le but de celle-ci soit de développer, de protéger, de financer ou de réglementer de nouvelles activités de science et de technologie* » (OCDE 1994, p.3). Ce sont les institutions en rapport avec la sphère technico-scientifique qui comptent le plus (aussi la façon dont sont financés et organisés les universités, les laboratoires publics et privés et les entreprises). Les politiques publiques doivent être présentes dans la stimulation de la recherche. Dans les pays en développement, on s'est souvent attaché à proposer la définition qui met l'accent sur le cadre institutionnel en adoptant la définition de Freeman (1987) selon laquelle le SNI est « *le réseau des institutions, dans les secteurs publics et privés, dont les activités et les interactions initient, importent, modifient et diffusent les nouvelles technologies* ». Cette définition permet d'avancer dans la réflexion sur le processus d'apprentissage et la capacité d'innovation d'un pays en développement.

Au delà de ces trois structures conceptuelles, Lundvall (1992) distingue deux conceptions différentes des systèmes d'innovation : une conception étroite qui se limite aux domaines de la science, la recherche, la technologie et, dans certains cas, l'éducation (conception utilisée généralement pour les pays industrialisés) ; une conception large qui s'étend à toutes les structures économiques et institutionnelles qui affectent le système de production (conception peut être adaptée au contexte des pays en développement).

Conception étroite du SNI se limite aux activités strictement scientifiques et technologiques explicitement liées à l'innovation. Le SNI *étroit* n'inclut ici que les organisations ou institutions nécessaires aux activités de recherche et d'innovation (les laboratoires et instituts technologiques, les départements de R&D, les universités, etc). Cette conception est la plus répandue dans la littérature sur l'architecture institutionnelle et organisationnelle des SNI ou dans les études centrées sur la firme et son environnement national (Amable 2003, Nelson 1993, Mowery & Oxley 1995). Les trois pôles principaux de la dynamique interactive sont les universités, les entreprises et le gouvernement. Les analyses empiriques des processus d'innovation dans les pays industrialisés exposent le caractère *a priori* du concept SNI qui est utilisé afin de décrire la dynamique de l'innovation dans ces pays dotés d'une forte base institutionnelle et d'une infrastructure avancée, puisqu'elle est facilement quan-

tifiable (Lundvall et al. 2002, Casadella & Benlahcen-tlemcani 2006). Cependant, le SNI étroit s'avère inadéquat et incomplet pour les pays en développement qui ne se situent pas sur la frontière technologique et dont la capacité d'innovation ne peut être caractérisée par le déplacement de cette frontière. De même, la dynamique d'innovation nationale ne doit pas être mesurée uniquement en termes d'activités formelles liées à la R&D et aux activités scientifiques. Ainsi, Amable (2003) note que des déterminants sectoriels ou territoriaux plus limités (approches en termes de systèmes sectoriels ou régionaux d'innovation) peuvent être privilégiés, mettant en doute l'importance des déterminants nationaux dans la structuration des interactions entre acteurs et, par conséquent, dans le système d'innovation. Le concept de SNI doit donc être élargi pour être appliqué aux pays en développement.

Conception étendue du SNI prend en compte les déterminants de l'innovation qui ne sont pas directement scientifiques et technologiques. Cette conception inclut à la fois les composantes du SNI étroit et toutes les organisations et institutions affectant l'apprentissage et les activités de recherche ou d'exploration : institutions politiques, sociales et économiques, système financier et organisation interne des firmes (Laperche 2008). Elle est indispensable à l'analyse du SNI dans les pays de Sud où l'apprentissage représente un élément clé du développement économique (Lundvall et al. 2002). Les analyses des SNI, appliqués au Sud, revêtent plutôt un caractère *a posteriori* a fin de se déplacer plus en amont sur ses conditions d'émergence et de développement. Le SNI dans les pays en développement doit pouvoir se construire et évoluer en relation avec le développement économique (Casadella & Benlahcen-tlemcani 2006, Lundvall et al. 2002). Cette approche du SNI étendue considère l'ensemble des structures institutionnelles et organisationnelles liées directement la science et à la technologie, puis, par extension suivant la logique de proximité des domaines, les structures en amont comme le système d'enseignement et de formation ou en aval comme l'industrie et, enfin, l'ensemble des activités économiques (Edquist 1997, Lundvall 1992, Freeman 1987).

Analyse des fonctions des SNI La définition traditionnelle des SNI reposée sur l'approche systémique, selon les deux conceptions restreinte et étendue, limite l'analyse à l'architecture institutionnelle et aux interactions entre les institutions et les acteurs de l'innovation. L'analyse est insuffisante pour résoudre les problèmes d'ambiguïté du concept et d'imprecision analytique mentionnée dans les études des SNI. Certains travaux soulignent l'importance de l'évaluation de son aptitude à remplir certaines fonctions permettant de définir les limites du système (Johnson & Jacobsson 2003, Johnson 2001, Rickne 2001). Cette approche donne un cadre d'analyse commun à tous les systèmes d'innovation et permet de définir la cohérence interne des différentes composantes du système (Amable 2003). Cependant, la définition des fonctions d'un SNI n'est pas encore stabilisée (Hekkert et al. 2007).

Particularité de l'analyse des SNI dans les pays du Sud La majorité des études concernant l'analyse des SNI se sont concentrées sur les pays industrialisés. Son application aux pays en développement est limitée par le fait que les interactions entre ses principales composantes (la recherche scientifique, la R&D industrielle et l'innovation technologique, la

Tab. 1.2 – Les fonctions des systèmes d'innovation

Rickne (2001)	Johnson & Jacobsson (2003)	Johnson (2001)
- développer le capital humain	- créer des nouvelles connaissances	- inciter les firmes à innover
- créer et diffuser les opportunités technologiques	- guider l'orientation du processus de recherche	- fournir les ressources
-créer et diffuser les produits (nouveaux)	- fournir les ressources (capital, ...)	- guider la recherche, donner la direction
- incuber (les nouvelles techniques)	- faciliter la création d'externalités positives	- reconnaître le potentiel de croissance
- gérer (la technologie)	- faciliter la formation des marchés	- faciliter les échanges d'information et de connaissances
- faciliter la réglementation (par l'établissement de standards techniques)		- stimuler/créer les marchés
- légitimer la technologie et la firme		- réduire l'incertitude sociale
- créer le marché et diffuser la connaissance du marché		- agir contre les résistances au changement
- diriger la technologie, le marché et la recherche de partenaires.		

Regards 2015, "Quelles définitions pour l'innovation et les systèmes nationaux de recherche et d'innovation ?", document Futuris/ANRT, Avril 2003

structure industrielle et économique, les ressources humaines, la formation et l'enseignement, le système financier) restent marginales dans la plupart de ces pays. Le rôle primordial du système d'innovation dans ces pays consiste essentiellement dans la diffusion, l'absorption et l'adaptation de la technologie provenant des pays industrialisés. Ainsi, la rigidité institutionnelle dans ces pays rend les trois sphères[6] -industrielle, scientifique et technologique- du SNI faiblement intégrées les unes aux autres, ce qui constitue une source de blocage du processus d'apprentissage (Mezouaghi 2002). L'isolation des acteurs économiques et le manque d'intégration de la sphère de recherche avec le système productif apparaît comme une raison principale de la difficulté à construire des capacités technologiques nationales (Casadella & Benlahcen-tlemcani 2006). Dans la mesure où certaines composantes du SNI sont inexistantes, incomplètes et en discordance dans les pays en développement, son applicabilité demeure souvent marquée par les difficultés de son intégration l'économie globale, ainsi que leurs faibles capacités de production et d'assimilation technique. En effet, suivant les caractéristiques des économies étudiées, les travaux évoquant le caractère *a posteriori* du SNI exposent « *les nombreuses rigidités organisationnelles et institutionnelles liées aux trajectoires de développement des systèmes d'innovation, mais aussi l'inadaptation des politiques macro-économiques, les faibles investissements en éducation et R&D, les difficiles intégrations des S.N.I dans l'économie globale ainsi que leurs faibles capacités de production et d'assimilation technique* » (Casadella & Benlahcen-tlemcani 2006). Lundvall et al. (2002) évoquent la notion de construction et de promotion du SNI dans les économies en développement au lieu de la reproduction du SNI inhérent aux pays développés puisque le SNI doit se construire puis s'améliorer en relation avec le développement économique. En effet, les tentatives de reproduction institutionnelle à l'identique, dans les pays en développement, des structures qui prévalent dans les pays industrialisés achoppent souvent sur des contradictions internes (Mezouaghi 2002).

[6]La sphère industrielle (structure sectorielle, organisation du système de production, caractéristiques des firmes) ; la sphère de formation scientifique et technique (éducation et formation, ressources humaines, recherche fondamentale) ; la sphère de R&D (les activités de R&D, les programmes de recherches).

Observation 1.25 *C'est le concept de SNI étendu qui est le mieux adapté au contexte des pays en développement par l'admission de son caractère a posteriori et sa flexibilité pour couvrir les spécificités de chaque économie et de ses mécanismes d'apprentissage.*

Asie de l'Est	Amérique latine
✓Système éducatif universel en expansion produisant une formation d'ingénieurs développée.	✓Dégradation du système éducatif produisant un nombre relativement faible d'ingénieurs.
✓Importation de technologies combinée avec d'initiatives locales en matière de changement technologique puis croissance rapide du niveau de R&D dans les étapes ultérieures.	✓Plus de transfert de technologie, en provenance pour la plupart des États-Unies, mais avec un faible effort de R&D des firmes locales et peu combiné aux transferts de technologies.
✓La R&D industrielle représente plus de 50% de la R&D totale.	✓La R&D industrielle représente moins de 25% de la R&D totale.
✓Développement d'une importante infrastructure de science et technologie qui devient liée dans les étapes ultérieures à la R&D industrielle.	✓Infrastructure de science et technologie limitée et faiblement liée à l'industrie.
✓Niveau élevé de l'investissement et forte entrée de capitaux et de technologies en provenance du Japon. Forte influence du modèle organisationnel japonais.	✓Déclin des IDE (en particulier des États-Unies) et en general faible niveau d'investissement. fiable intégrations aux réseaux technologiques internationaux.
✓Investissement important dans les infrastructures sophistiquées de télécommunication.	✓Développement lent des télécommunications modernes.
✓Croissance élevée et rapide des industries électroniques avec un taux d'exportation élevé et un effet d'entraînement des marchés internationaux.	✓Industries électroniques peu développées avec un taux d'exportation réduit et peu d'effets d'apprentissage par l'exportation.

TAB. 1.3 – Divergence dans les systèmes nationaux d'innovation en 1980 (Freeman 1995)

Un exemple de mise en œuvre : Émergence du SNI dans deux pays en développement Dans une analyse comparative des inégalités de développement entre les pays de l'Asie de Sud-East et les pays de l'Amérique latine, Freeman (1995, 1994*a*) met l'accent sur l'importance des systèmes nationaux d'innovation malgré l'activité des firmes multinationales. A travers une analyse comparative des faits stylisés, l'auteur fournit une explication des bonnes performances des pays de l'Est Asiatique en termes d'industrialisation et de croissance (Tableau 1.3). Il souligne que le système éducatif et la formation jouent un rôle important dans le développement des compétences permettant l'adaptation et l'exploitation des technologies importées. Il observe un contraste fort entre les deux ensembles de pays du point de vue de nombreuses caractéristiques des systèmes nationaux d'innovation. Cette analyse fait apparaître la diversité possible des SNI, notamment en termes de leviers sur lesquels ils appuient (les politiques industrielles, technologiques) et de leurs performances relatives.

1.3.5 Contact avec les autres États-Nations

La littérature économique a souligné les vertus de la libéralisation. Au niveau macroéconomique, les nouvelles théories de la croissance soulignent le rôle du commerce international dans la diffusion des technologies. Au niveau microéconomique, elles montrent l'importance de la libéralisation commerciale sur le niveau d'efficacité des firmes. Deux effets positifs de la libéralisation sont soulignés : des effets statiques qui proviennent des transferts des ressources des secteurs domestiques vers ceux ouverts aux échanges extérieurs et des effets dynamiques qui se manifestent par la croissance de la productivité totale des facteurs, induite par l'exposition des firmes à la concurrence étrangère et par l'intensification des importations des technologies en provenance des pays industrialisés (Rodrik 1993). Ceci conduit à un changement dans la composition du tissu industriel dans les pays en développement.

Le modèle de développement économique et d'industrialisation en « vol d'oies sauvages » décrit par Akamatsu (1961) et proposé pour expliquer la dynamique de l'évolution des spécialisations en Asie de l'Est montre que les pays en voie d'industrialisation se rapprochent du niveau technologique des pays avancés et que les pays retardataires s'alignent l'un après l'autre derrière les pays plus avancés, suivant leur stade de croissance dans un modèle de « vol d'oies sauvages » dont les ailes en formation de vol semblent en superposition pour un observateur au sol (Lemoine & Unal-Kesenci 2002). En effet, un pays initie son processus d'industrialisation sur un produit à faible valeur ajoutée. Puis, dès qu'il en devient exportateur, il adopte un produit à plus fort contenu en capital et technologie. L'innovation se propage donc des pays leaders vers d'autres suiveurs leur permettant d'entamer leurs propres processus d'industrialisation. Par exemple, suite au Japon qui a développé une base propre d'innovations avant même d'accroître sa présence dans l'économie mondiale dans les années cinquante, les nouveaux pays industrialisés de la première génération (Singapour, Corée du Sud, Hong Kong, Taiwan) qui ont ainsi entamé leur industrialisation dans les années 1960 demeurent dépendants des importations de technologies, de produits intermédiaires et de biens d'équipement des pays industrialisés. La deuxième génération des nouveaux pays industrialisés apparaît dans les années 1980 (Thailand, Malaisie, Philippines et Indonésie). Ces pays ont des structures caractérisées par le contenu élevé en importations de leurs exportations (Lemoine & Unal-Kesenci 2002).

Aujourd'hui, les pays se spécialisent dans les stades du processus de production dans lesquels ils ont un avantage comparatif. Certains pays se spécialisent dans les activités d'assemblage de produits finals alors que d'autres plus avancés demeurent des fournisseurs de produits à fort contenu technologique (Lemoine & Unal-Kesenci 2002, Lemoine & Deniz 2003). Cette segmentation peut être un canal important de transmission de la connaissance et de la technologie par la contribution aux différentes fonctions de production. La production de composants (et même les activités d'assemblage) dans différents pays et l'importation de produits intermédiaires peuvent être un moyen d'acquisition de nouvelles technologies pour les pays suiveurs qui seront motivés par la recherche de prendre une place dans le commerce international (Coe & Helpman (1995), Coe et al. (1997), Keller (2002)).

Les nouvelles règles du « *jeu international* », mises en place au sein de l'Organisation Mondiale du Commerce et implémentées dans les pays en développement (et endettés) par les politiques structurelles de la Banque Mondiale et le FMI, ainsi que les pressions technologiques (Aggarwal 1999) poussent fortement les entreprises à faire face aux échanges internationaux. Elles doivent ainsi se confronter à la concurrence étrangère sur certains segments de leur marché, segments sur lesquels elles ne peuvent subsister que si elles innovent suffisamment pour proposer des produits qui sont attractifs (en termes de prix ou d'adaptation au marché local) pour les consommateurs de ces segments.

Observation 1.26 *L'ouverture du marché national vers la concurrence étrangère renforce la pression sélective qui s'exerce sur les firmes domestiques et la nécessité d'innover. Cet effet est d'autant plus fort que le pays est loin de la frontière technologique mondiale.*

L'ouverture, quand elle est réciproque, apporte aussi l'opportunité d'accéder vers de nouveaux marchés et de faire concurrence aux firmes étrangères sur leur marché national. Les pays cherchent alors à développer des barrières non-tarifaires pour réduire ces opportunités. La mise en place de normes de plus en plus restrictives, que cela soit en termes de qualité, de critères environnementaux ou de la nature de la main d'œuvre, permet aux entreprises des pays industrialisés de protéger leur marché des firmes du Sud. Quand l'objectif n'est pas la protection directe, ces normes permettent aux pays industrialisés de vendre leurs technologies, compatibles avec les normes mises en place, aux entreprises du Sud (transfert de technologie contre parts de marché ou cession de brevet et de licence, etc.).

Dans un contexte international, les pouvoirs publics cherchent aussi à inciter les firmes à innover (par le biais de subventions de R&D, du crédit impôt-recherche, etc.) car cela permet le maintien des avantages comparatifs de la Nation (Spencer & Brander 1983).

Pour les pays qui sont sur la frontière technologique, les entreprises doivent être soutenues par une politique d'innovation pour la recréation permanente des avantages comparatifs du pays. Ces entreprises utilisent les brevets des technologies-clés comme leviers et se concentrent sur le développement des technologies de la prochaine génération. L'UE soutient ainsi plusieurs consortia impliquant les entreprises européennes et la recherche publique, en vue de coordonner les recherches pour les prochaines générations de technologies. Mais la concurrence des pays à bas salaires oblige les entreprises des pays industrialisés à s'engager dans des innovations défensives (Wood 1994).

Quant aux entreprises des pays sous la frontière technologique, elles doivent faire face à la concurrence des technologies et des produits plus avancés, mais ces innovations ne sont pas nécessairement accessibles pour tous les consommateurs, étant donné leur prix en général plus élevés que les produits locaux. Les entreprises locales peuvent dans ce cas chercher à innover pour mieux adapter leurs produits aux besoins du marché local (dont elles possèdent normalement une connaissance plus fine que les entreprises étrangères). De manière plus offensive, elles peuvent aussi chercher à absorber des technologies plus avancées pour pouvoir

entrer sur les marchés des pays développés. Quand il s'agit d'imitation simple, cela pose des problèmes en termes de contre-façon par exemple, mais l'achat initial de technologie, suivi d'un développement en local peut permettre une entrée plus efficace. C'est une stratégie qui a été suivie par les pays asiatiques par le passé et la Chine est en train de la mettre en œuvre avec un grand succès commercial, notamment en conditionnant au transfert de technologies l'accès à son marché national et à sa main d'œuvre bon marché (Suttmeier & Xiangkui 2004).

Observation 1.27 *L'introduction de normes internationales (environnementales, sur la main d'œuvre, de qualité) renforce la pression sélective qui s'exerce sur les firmes des pays en dessous de la frontière technologique mondiale. Le positionnement des pays par rapport à cette frontière possède un effet modulateur sur l'intervention des pouvoirs publics dans ces pays.*

1.3.5.1 Un cas d'école : les normes environnementales

Les pays industrialisés utilisent la réglementation environnementale comme une source d'un avantage compétitif à travers l'orientation de l'innovation vers de nouveaux marchés. En effet, en adoptant une réglementation environnementale un pays qui favorise l'émergence d'une technologie de dépollution, par exemple, gagne un avantage stratégique du premier arrivant (*first mover advantage*) au fur et à mesure que d'autres pays adoptent également cette réglementation environnementale et utilisent donc cette nouvelle technologie. La réglementation environnementale limite la production de certaines firmes existantes. L'imposition de l'utilisation de certaines technologies moins polluantes limite l'ensemble des choix possibles qui s'offrent à la firme (*voir* Ambec & Barla 2001). Certaines clauses peuvent exclure les firmes existantes de cette obligation de conformité aux normes environnementales et les imposent aux firmes qui viennent d'entrer sur le marché. De même, la réglementation peut être considérée comme un déterminant de la localisation des firmes multinationales qui s'implanteraient dans les pays en développement en vue de bénéficier de normes plus souples (Smarzynska & Wei (2001), Xing & Kolstad (2002)).

L'imposition des contraintes de réglementation environnementale augmente les coûts de production des firmes qui y sont soumises et donc susceptible d'affecter la compétitivité des industries polluantes. Ces coûts supplémentaires poussent les firmes à améliorer leurs processus de production pour réduire les coûts de dépollution et améliorer la qualité du produit offert (Porter & Van der Linde (1995)). Les firmes innovent pour améliorer leurs positions concurrentielles par rapport à celles qui peuvent s'y adapter facilement et qui ont, par exemple, des coûts de pollution plus faibles ou qui se spécialisent dans la production de technologies de dépollution (Ambec & Barla 2001). Jaffé et al. (1995) donne l'exemple du constructeur automobile des normes imposées en 1975 concernant l'efficacité énergétique de véhicules automobiles aux États-Unis qui améliorent la position concurrentielle de Chrysler par rapport à Ford et General Motors à cause de la taille réduite de ses modèles.

Cantwell (1995) montre que le degré d'internationalisation des activités innovantes de

certaines firmes situées aux États-Unis et en Suisse était plus élevé dans les années 1930 que dans les années 1970 et au début des années 1980 (Catin 2001). Patel & Pavitt (2000) interprètent ces changements comme résultant de quatre tendances du système économique international : la libéralisation des échanges internationaux, l'inégalité dans le développement technologique entre les pays, l'augmentation de la pression de la concurrence, et l'élargissement de l'éventail des domaines d'application de la connaissance technologique. La relation entre concurrence internationale et innovation est encore plus complexe que celle entre la concurrence et l'innovation que nous avons discuté ci-dessus, mais l'histoire montre clairement qu'il existe des stratégies gagnantes pour le rattrapage technologique.

1.4 Conclusion

Ce chapitre s'est consacré à l'analyse des déterminants de l'innovation en général, tels qu'ils sont exposés par les théories modernes de l'innovation. Pour mieux comprendre le processus et le comportement d'innovation, nous avons suivi une approche qui met en exergue ses différents mécanismes d'une manière progressive, en commençant pas les conditions minimales sous lesquelles les innovations peuvent être observées. Nous avons abordé des contextes économiques de plus en plus riches par l'intégration successive d'autres dimensions.

Figure 1.3 donne une présentation synthétique des principaux mécanismes que nous venons de discuter. Ce graphique fait assez bien apparaître la richesse de ces mécanismes dans une approche très générale. Certaines des interactions représentées s'observent surtout dans les pays développés qui ont un système d'innovation complet. D'autres constituent des briques élémentaires d'un tel système pour les pays qui cherchent à le mettre en œuvre.

Le chapitre suivant va proposer une description rapide de l'économie tunisienne et de son système d'innovation. Nous allons, à cette occasion, revenir sur les mécanismes discutés, pour les re-qualifier par rapport aux particularités de ce pays.

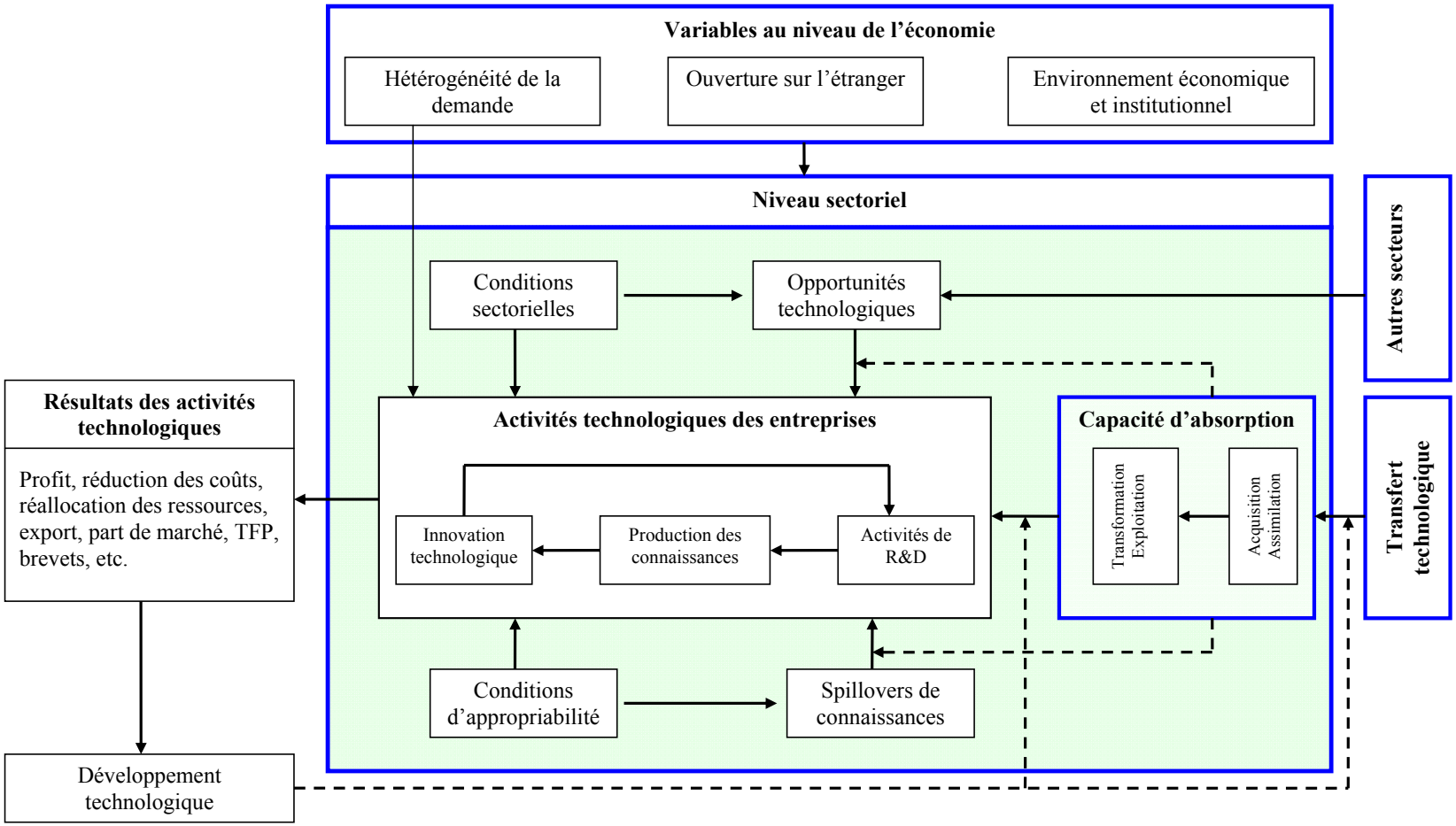


FIG. 1.3 – Une synthèse : les motivations et déterminants de l'innovation

Chapitre 2

Dynamique de développement technologique et émergence d'un système national d'innovation en Tunisie

2.1 Introduction

Comme nous l'avons relevé dans le chapitre précédent, l'effort des entreprises ne suffit pas pour expliquer l'innovation technologique. L'analyse que nous avons avancé du processus d'innovation fait apparaître un ensembles de conditions inter-reliées : les opportunités d'innovation, les incitations pour exploiter ces opportunités, les capacités d'innovations des agents et, enfin, les structures institutionnelles et les facteurs externes conditionnant le résultat des efforts entrepris. Dans ce chapitre, notre tâche consiste à relier ces dimensions à l'économie tunisienne et repérer les forces et les faiblesses du potentiel de recherche et d'innovation technologique en Tunisie, en soulignant le rôle de l'État dans la mise en œuvre d'une politique volontariste visant à mettre le pays sur la voie du développement.

Faire l'étude approfondie de la dynamique de recherche et d'innovation technologique en Tunisie n'est pas, en toute évidence, une tâche facile. Le manque de données disponibles sur la R&D et l'innovation ainsi que leur fiabilité, constituent les deux difficultés majeures rencontrées. Afin de comprendre la politique de développement technologique, il nous semble nécessaire de parcourir l'histoire des ses modèles. À cet égard, la Tunisie a été qualifiée par Morrisson & Talbi (1999) de « terre d'expériences ». À l'instar de nombreux pays en développement, elle suit une politique de développement mixte, caractérisée par une forte protection des industries nationales et un cadre incitatif visant à promouvoir les investissements étrangers et les exportations. À partir du milieu des années 1990 et suite à l'ouverture à la concurrence internationale et au libre-échange, la Tunisie connaît une nouvelle phase de développement, ce qui engendre une forte pression sur les entreprises accoutumées à des politiques protectionnistes. La précarité du tissu industriel dépasse le secteur déjà fragile des PME, dans la mesure où les entreprises tunisiennes, confrontées à un marché domestique limité, sont de plus en plus concurrencées sur les marchés internationaux à cause des nouvelles règles de l'OMC. La concurrence internationale, notamment asiatique et chinoise, entraîne une réduction des exportations tunisiennes de textiles sur le marché européen. Malgré cela, la dynamique tunisienne de développement s'explique, en grande partie, par la hausse de

la demande intérieure (grace à une consommation privée soutenue et une reprise de l'investissement privé)[1] et par les mesures préconisées en faveur de l'entreprise dans le cadre des programmes de mise à niveau et de modernisation de l'économie.

On peut se demander, suite à l'analyse du rôle joué par le contexte institutionnel dans la création des conditions favorables à l'innovation et à la maîtrise technologique, si la Tunisie dispose d'un système national d'innovation (SNI) ? Après avoir défini, dans le chapitre 1, les traits d'un tel système pour le cas d'un pays en développement, il nous semble important de cerner et d'analyser les conditions d'émergence, de structuration et d'élaboration d'une politique de recherche et d'innovation en Tunisie. A cet effet, et dans le cadre de la présentation des caractéristiques de l'économie tunisienne, nous allons décrire, tout d'abord, l'histoire des expériences du développement économique et des politiques technologiques qui reposent essentiellement sur une politique de mise à niveau et de modernisation de l'industrie dans un contexte d'ouverture des frontières et de mondialisation des échanges. Ensuite, nous allons examiner le cadre macroéconomique et le contexte d'insertion internationale. Dans ce contexte, nous allons analyser aussi les tentatives de mise en œuvre institutionnelle des politiques scientifiques et technologiques favorisant l'émergence du SNI. Ceci dit, il est important de signaler que l'émergence du SNI n'est pas liée uniquement à l'époque récente, mais tire aussi son origine des tentatives de concrétisation passées. Dans la troisième section, nous mettrons en évidence les caractéristiques du SNI en Tunisie. Notre approche large[2] s'étend à toutes les structures économiques et institutionnelles affectant le système de production (*voir* chapitre 1, section 1.3.4.7 page 46). Elle prend en compte l'ensemble d'institutions et d'organisations lié directement à la science et à la technologie, ainsi que les institutions en amont, tel que le système d'enseignement et de formation, et celles en aval, tels que les centres techniques sectoriels et l'industrie. Nous mettrons l'accent sur le rôle de l'État dans la mise en place d'un système d'innovation marqué d'instabilité. Ce dernier, étant une interface entre le système de recherche et le secteur des entreprises, il constitue la cible de la politique de la technologie et de l'innovation. Dans la dernière section, notre intérêt portera sur l'étude des caractéristiques du secteur industriel. Étant donné la différence dans la capacité d'absorption, les sources d'adoption ou d'innovation et l'organisation des activités de production entre les secteurs (en fonction de leur domaine d'activité, leur champ scientifique et technique, et de leur demande et application de produits), nous allons examiner les caractéristiques de la structure industrielle qui déterminent les attitudes des entreprises à l'égard de l'évolution technologique.

[1] Cette performance s'explique par la croissance des crédits à la consommation permettant d'améliorer le niveau de vie de la population. En effet, la Tunisie fait partie du groupe des pays à revenu intermédiaire selon le classement de la Banque Mondiale avec un revenu national par habitant de l'ordre de 2700$ en 2005.

[2] *Voir* chapitre 1 : Lundvall (1992) distingue deux conceptions différentes des systèmes d'innovation : une conception étroite qui se limite aux domaines de la science, la recherche, la technologie et, dans certains cas, l'éducation (conception utilisée généralement pour les pays industrialisés) ; une conception large qui s'étend à toutes les structures économiques et institutionnelles qui affectent le système de production (conception plus adaptée au contexte des pays en développement).

2.2 Repères sur l'économie tunisienne

Nous allons commencer, dans cette section, par un exposé historique des caractéristiques du schéma de développement technico-économique de la Tunisie et des grandes lignes des politiques industrielles poursuivies à partir de l'indépendance. Cette présentation, s'inspirant principalement de Morrisson & Talbi (1999), permet de comprendre les aspects de la politique d'innovation ainsi que les conditions antérieures à l'émergence d'un système national d'innovation. Par la suite, nous présenterons le cadre macroéconomique et le contexte de l'insertion internationale de l'économie tunisienne, ce qui nous permettra de traiter les politiques du développement technologique.

2.2.1 Aperçu historique

À partir des expériences du développement économique et technologique poursuivies dans le cadre des politiques d'ajustement structurel, d'ouverture internationale, de mise à niveau et de modernisation des entreprises, nous pouvons distinguer cinq phases majeures dans le procès du développement de l'économie tunisienne.

2.2.1.1 Phase 1956-1960 : Préservation des structures coloniales

A la veille de l'indépendance, en 1956, les besoins principaux de la Tunisie sont essentiellement d'ordre primaire. Les priorités sont liées à la production des denrées de première nécessité, à la santé et à la gestion de l'eau (Wilmots 2003). Pratiquement toutes les grandes entreprises sont possédées par des étrangers. Quant à la recherche scientifique, elle n'est pas encore prioritaire face à l'urgence de la mise en place d'un système d'enseignement supérieur. D'une façon générale, la priorité est donnée à la formation des cadres. En bénéficiant d'un financement étranger et de l'existence des structures remontant à la période coloniale (de 1881 à 1956), les acquis en matière de recherche sont renforcés par de nouvelles structures[3]. Durant ces première années d'indépendance, le discours politique nationaliste insiste sur le rôle de l'éducation et de la formation des cadres, mais les objectifs prioritaires sont essentiellement politiques. L'État n'encourage pas de manière particulière la poursuite des études d'ingénieur et de maîtrise de la technologie. La formation de quelques ingénieurs semble beaucoup plus relever de vocations individuelles que de décisions de nature stratégique. Mais, c'est essentiellement à partir des années 1960, suite au conflit avec la France et à la crise de Bizerte en 1961, entraînant le départ de presque tous les ingénieurs français, que l'État engage une politique de formation des cadres techniques à long terme et encourage

[3]Les structures coloniales telles que l'Ecole Coloniale d'Agriculture de Tunis (1898) qui devient en 1959 l'Ecole Supérieure d'Agriculture, l'Institut Pasteur de Tunis (1893), le Service Botanique et Agronomique (1913) et l'Institut des Hautes Etudes de Tunis (1945). La priorité est donnée à la formation des formateurs pour le système éducatif et à la formation des cadres. D'où la création entre 1956 et 1958 de : l'Ecole Nationale d'Administration (ENA), l'Ecole Supérieure de Droit (ESD), l'Ecole Normale Supérieure (ENS), l'Institut des Etudes Economiques (IEE). Ainsi, la création de l'Université de Tunis en 1960.

les études dans les matières scientifiques (Ben Salem 1994). La priorité est alors de libérer l'économie nationale du contrôle étranger.

2.2.1.2 Phase 1961-1969 : Expérience socialiste

Le développement économique passe par une première étape du contrôle de plusieurs secteurs par l'État, qui assume la responsabilité de presque tous les aspects de l'activité économique après la tunisification des secteurs de chemin de fer, d'électricité, de gaz et d'eau, ainsi que le secteur minier et le secteur bancaire qui étaient sous le contrôle des companies étrangères (Di-Tommaso et al. 2001, Morrisson & Talbi 1999, Murphy 1999). Les efforts sont orientés vers le renforcement des institutions, des infrastructures, des équipements collectifs et de l'enseignement. Ils soutiennent essentiellement l'agriculture et le développement des grandes unités industrielles. Mais, à l'exception du secteur agricole, le rôle de la technologie n'est pas évoqué parmi les objectifs généraux dans les Plans de développement (1962-1969). En effet, la technologie n'est mentionnée qu'en termes « d'équipements à acquérir » dans la production et les investissements (Ben Salem 1994).

Dans une deuxième étape, la Tunisie connaît l'introduction des coopératives en 1964 (Cherel 1971) et la création de nombreuses entreprises industrielles par l'État pour réduire la dépendance du pays vis-à-vis de l'importation des produits de base[4] (Métral 2003). La Tunisie opte également pour une stratégie de « substitution aux importations » en 1966 pour développer un secteur industriel moderne et protéger les entreprises nationales de la concurrence étrangère. La création des offices qui ont le monopole du commerce permet à l'État de contrôler tout le commerce. Les principaux objectifs sont la décolonisation économique, la réduction de la dépendance vis à vis des capitaux extérieurs et la création d'un marché national (Ruf 1984). L'expérience des coopératives est maintenue jusqu'à la fin de 1969. Suite à la parution d'un rapport confidentiel de la Banque mondiale en 1969 sur le déficit des entreprises publiques, la Tunisie remet en cause cette expérience socialiste et dirigiste et s'engage dans une voie libérale (Wilmots 2003).

2.2.1.3 Phase 1970-1977 : Capitalisme sous contrôle : Mirage ou âge d'or ?

Pendant la décennie 1970, la Tunisie retourne à l'économie de marché et au capitalisme sous contrôle : l'État maintient le *contrôle étroit* des prix et la politique de protection des industries nationales contre la concurrence étrangère, dans le cadre d'un système d'économie mixte. Il conserve les secteurs de base et délègue le reste de l'économie aux entreprises privées (Dlala 1993). En effet, le pays renonce aux grands projets et aux industries lourdes au profit de l'industrie légère et des PME, en plaçant la rentabilité et la main-d'œuvre au premier

[4] L'investissement public, qui représente alors plus de trois-quarts de la FBCF de l'industrie manufacturière, permet de créer des pôles régionaux de développement industriel à Bizerte et à Sousse autour de la mécanique et de la métallurgie, à Gabès de la chimie, à Gafsa du traitement du phosphate et à Kasserine de la papeterie.

plan (Morrisson & Talbi 1999). De nouvelles institutions sont créées pour promouvoir le secteur privé, telles que l'Agence de Promotion de l'Industrie (API) en 1972, le Fonds de Promotion et de Décentralisation Industrielle (FOPRODI) en 1973 et le Centre de Promotion des Exportations (CEPEX) en 1975.

La politique de développement se caractérise essentiellement par la renonciation aux industries lourdes et le passage d'un régime technologique fondé sur l'énergie et la production de masse à forte intensité de matières premières à un régime entrepreneurial centré autour des industries de transformations telles que les industries de textile, de cuir, de bois et alimentaires (Di-Tommaso et al. 2001). Le renforcement de l'appareil industriel nécessite le recours aux transferts de technologies et aux capitaux étrangers sous forme d'investissements directs. Dans cette perspective, la Tunisie délaisse la politique de substitution des produits locaux aux importations étrangères, en adoptant un nouveau modèle d'industrialisation qui se propose d'orienter la production en priorité vers l'exportation[5]. Malgré les chocs pétroliers (1973 et 1979), les flux d'IDE augmentent engendrant la croissance du secteur industriel et le développement des exportations de biens manufacturiers qui représentent plus de la moitié du total des exportations (Wilmots 2003). Cependant, les mesures d'accentuation de l'ouverture engendrent la naissance d'un dualisme offshore/onshore suite à la dégradation des liens d'échange, en amont et en aval, entre ces deux secteurs. L'ouverture embryonnaire sur l'extérieur ne favorise pas les relations inter-industrielles mais, bien au contraire, entraîne pour certains secteurs, comme le textile, une baisse significative du taux d'intégration (Ben Hammouda 1996).

Cette politique est fortement axée sur l'attraction des capitaux étrangers par une spécialisation dans les activités de sous-traitance (Falise & Masson 1977). Cependant, des observations menées en 1977 (Siino 2004) auprès des principales entreprises participantes à la sous-traitance internationale, ainsi qu'auprès des organismes publics, révèlent un bilan assez faible quant aux transferts de technologies. Ce constat s'explique par le fait que les entreprises qui se développent à la faveur de la loi 1972 ne sont que faiblement utilisatrices de technologies modernes et que, par ailleurs, le processus de production ne s'accompagne pas d'efforts de développement technologique[6]. L'apport des entreprises tunisiennes se réduit, le plus souvent, à des opérations de confection ou d'assemblage, employant une main d'œuvre très peu qualifiée. Ce processus n'implique pas vraiment de capacités d'apprentissage et d'appropriation des technologies importées. Mais, il accroît la dépendance technique vis-à-vis de l'étranger. De même, la Tunisie ne dispose pas d'une base productive suffisante pour qu'elle soit en mesure de faire face à la dégradation de la situation économique suite à la baisse des recettes pétrolières, à l'augmentation de l'endettement extérieur et au surplus

[5]Deux lois sont promulguées : La loi n° 72-38 du 1972 porte sur la création d'un régime particulier favorable aux industries produisant pour l'exportation. La deuxième loi sur l'investissement industriel est promulguée en 1974 (loi 74-74) pour favoriser la création d'emplois et l'encouragement de l'investissement privé par les entrepreneurs tunisiens.

[6]De ce fait, Nous étudierons plus tard le comportement d'innovation des entreprises totalement exportatrices, en menant une comparaison avec celles orientées vers le marché local ou les entreprises partiellement exportatrices.

des demandeurs d'emploi (Morrisson & Talbi 1999).

2.2.1.4 Phase 1978-1986 : De l'apogée aux années de crise

Les années 80 se caractérisent par la baisse des recettes pétrolières, la détérioration des termes de l'échange, la baisse des recettes du tourisme et la sécheresse. L'investissement public se dirige vers les industries non-pétrolières. Des mesures restrictives sont imposées sur l'importation. La situation économique se dégrade en conséquence directe de la conjoncture économique et des investissements publics effectués au cours de la décennie précédente, engendrant une augmentation de la dette publique. Face à ces difficultés, le pays connaît des agitations sociales en 1984 suite à l'augmentation des prix des biens alimentaires (*Émeute du pain*).

Le FMI et la Banque Mondiale imposent, suite au déséquilibre économique et à la dette extérieure, la mise en place d'une politique de promotion du secteur privé et de limitation de l'intervention de l'État dans le domaine économique (Hsaini 2007). Mais, également, la mise en place d'une nouvelle politique de planification et de développement technologique. Les Plans de développement énoncent la modernisation et l'acquisition de nouvelles technologies comme objectifs prioritaires. Le 6e Plan de développement (1982-1986) établit la liaison entre la recherche scientifique et technique d'un coté et les problèmes technologiques de l'autre. La concrétisation institutionnelle de la politique scientifique se traduit par la création du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESRS), en 1979, avec une direction dédiée à la recherche scientifique[7]. On assiste, en 1982, à la création de l'Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle (INNORPI) qui a pour mission la mise en œuvre des actions concernant la normalisation et la protection de la propriété industrielle. En 1984, une Commission Nationale de Maîtrise et de Promotion de la Technologie Industrielle est instituée pour organiser les transferts technologiques. Mais, ce n'est que dans le 7e Plan (1987-1991)[8] que sont explicitement abordées les notions de maîtrise et de promotion de la technologie. Ce Plan de développement définit les programmes d'action pour intégrer le facteur technologique dans le développement et accorder une place plus importante à la recherche scientifique. Les choix technologiques imposent, dans une grande mesure, le passage à une nouvelle phase de restructuration de l'économie tunisienne.

2.2.1.5 Phase 1987-1995 : Restructuration de l'économie tunisienne

A la fin des années quatre-vingt, la Tunisie s'engage dans la phase de restructuration et de libéralisation complète de l'économie dans le cadre du programme d'ajustement struc-

[7]Les programmes nationaux de recherche (PNR) représentent l'élément central de la nouvelle politique scientifique et sont à l'origine de la création du Conseil de la Recherche Scientifique et Technique (CRST) en 1981 et de l'Institut National de la Recherche Scientifique et Technique (INRST) en 1983 [Décret n°83-1037 du 4 novembre 1983].

[8]Lorsque la Tunisie entre dans une nouvelle phase de modernisation et de restructuration de l'économie.

turel adopté en 1986 sous l'égide du FMI, comme tant d'autres pays en développement. Un nouveau code des investissements industriels est promulgué en 1987 permettant d'instaurer des avantages fiscaux aux entreprises exportatrices (tel que l'exonération définitive d'impôt sur les bénéfices) et d'encourager l'entrée des capitaux étrangers en garantissant une grande liberté d'échange et le libre transfert des bénéfices réalisés.

Cependant, les activités de la plupart des entreprises tournées vers l'exportation se limitent le plus souvent à l'assemblage[9] et à des études d'ingénierie de projets industriels ou à une assistance technique pour l'exploitation. Compte tenu du faible taux d'encadrement, peu d'entreprises éprouvent de besoins de compétences scientifiques et technologiques (Siino 2004). L'émergence du Secrétariat d'État à la Recherche Scientifique et à la Technologie[10] (SERST), en 1991, vise la coordination de l'ensemble du secteur de la recherche et l'industrie. Il s'agit du premier centre de recherche qui s'oriente vers l'entreprise pour répondre à sa demande d'innovation (Chelbi et al. 1996). La mission de coordination concerne l'identification des domaines prioritaires de la recherche et de la technologie, les programmes de R&D et la coopération internationale (SERST 1991). L'execution de la politique de recherche est confiée à des centres de recherche situés en dehors de l'Université.

La stratégie d'adoption des technologies externes porte sur la mise à niveau du secteur industriel et la modernisation de l'infrastructure. En effet, ratifiant le GATT en 1990 (Loi n°90-61 du 28 juin 1990) puis adhérant à l'OMC en 1995, la Tunisie entre dans une nouvelle phase de mise à niveau globale de l'économie pour développer la compétitivité de ses entreprises et améliorer ses avantages comparatifs. De plus, l'Accord d'association signé avec l'Union Européenne le 17 juillet 1995 engendre le démantèlement progressif des barrières douanières[11].

2.2.1.6 Phase de 1996-Aujourd'hui : Institutionnalisation et mise à niveau de l'économie

A la fin des années 1995, la Tunisie lance un programme de mise à niveau de l'économie s'adressant essentiellement aux entreprises en expansion[12]. Ce programme représente une partie intégrante de l'Accord de libre échange avec l'UE. En effet, sous le 9e Plan de développement (1997-2001), la Tunisie lance un programme de création des zones industrielles et des parcs technologiques spécialisés pour héberger les activités industrielles innovatrices, en particulier dans le secteur des hautes technologies (Di-Tommaso et al. 2001). Les nouvelles

[9]Le secteur industriel continue à utiliser l'option de la sous-traitance prise au début des années 1970. Les deux principaux secteurs, le textile et l'agro-alimentaire, premiers en taille, utilisent un faible niveau technologique (Siino 2004).

[10]L'entreprise et le secteur privé constituent un nouveau référentiel pour la recherche scientifique (Loi 89-70 de juillet 1989) : La Fondation Nationale de la Recherche Scientifique (FNRS), créée en 1989, constitue la nouvelle institution en charge de la coordination entre les universités et organismes publics/privés pour promouvoir et valoriser les résultats de la recherche.

[11]Cet accord entre en vigueur le premier Mars 1998.

[12]Décret n°95-2495 du 18 décembre 1995, portant sur la restructuration des entreprises et le développement de la compétitivité industrielle.

technologies de l'information et de la communication constituent un nouveau paradigme qui vise à mettre le pays dans une nouvelle trajectoire fondée sur le savoir malgré le retard relatif de la dotation du pays en TIC, comparativement à d'autres pays de niveau de développement similaire (Asie, Amérique Latine et certains pays africains).

La loi relative à la recherche scientifique et au développement technologique adoptée en 1996 constitue le cadre formel du démarrage d'un système national d'innovation. Elle trace les orientations portant sur le soutien aux entreprises innovantes et le renforcement de la coordination entre les structures de recherche et les entreprises (MRSTDC 2006*a*). Dans le cadre de l'accord du TRIPS[13], la Tunisie adopte un dispositif réglementaire en matière de propriété intellectuelle tel que la loi n°68 du 24 août 2000 relative au brevets d'invention, la loi n°12 du 06 février 2001 relative à la protection des dessins et modèles industriels et la loi n°31 du 17 avril 2001 relative à la protection des marques de fabrique, de commerce et de services (JORT 2000, 2001).

L'ouverture du marché national à la concurrence étrangère et l'introduction de normes internationales (environnementales, sur la main d'œuvre, de qualité) renforcent la pression qui s'exerce sur les entreprises tunisiennes. La nécessité de mise à niveau et de modernisation de l'industrie donne le coup de fouet au processus de privatisation des entreprises publiques. Les défis posés relèvent d'une croissance économique et d'une performance permettant d'assurer une meilleure intégration dans l'économie mondiale et d'améliorer les indicateurs sociaux, en dépit des ressources naturelles modestes dont dispose le pays.

L'analyse du cadre macroéconomique, nous aidera à cerner les différents aspects qui nous permettront de comprendre les moteurs de l'innovation en Tunisie. De ce fait, la section suivante présente les caractéristiques agrégées de l'économie tunisienne, de manière à souligner les principales sources de problèmes possibles pour l'innovation et les atouts le cas échéant. Nous commencerons par l'étude des indicateurs de base de l'économie : L'évolution du PIB par habitant, la dynamique de croissance, la contribution sectorielle à la croissance du PIB, l'évolution de la demande intérieure et des parts de marché interne, l'environnement international et l'évolution du commerce extérieur. Puis, nous exposerons les indicateurs du développement social : Les indicateurs de population, la pyramide des ages, le niveau d'éducation et la réduction de pauvreté.

2.2.2 Aperçu général et indicateurs de base

L'économie tunisienne, basée autrefois sur l'agriculture et les phosphates, est aujourd'hui plus ouverte vers l'extérieur et les importations. Les réformes réalisées, depuis la moitié des années 80, débouchent sur la restauration des équilibres macroéconomiques. La Tunisie passe d'une économie volatile dominée par le pétrole à une économie plus stable et diversifiée tirant ses ressources de produits manufacturés et de services (Banque Mondiale & Banque Islamique de Développement 2005). Aujourd'hui, environ 80% des échanges de la Tunisie se

[13]Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce.

font avec le marché européen exigeant des produits et services de plus en plus différenciés, de la sécurité et des aspects environnementaux des produits. Dans le cadre de l'intégration dans l'économie mondiale, la Tunisie met en œuvre des politiques macroéconomiques et des réformes structurelles permettant de créer des conditions favorables à la croissance économique[14] et à l'amélioration de la compétitivité. Ces politiques économiques visent le progrès social, l'augmentation du revenu par habitant et la réduction du taux de chômage.

2.2.2.1 Evolution de la croissance économique

Le rythme d'évolution des revenus par habitant s'est intensifié au cours de la période du 9e Plan de développement, ce qui permet de réaliser une croissance du PIB relativement forte au alentour de 5% contre 4.4% durant le 8e Plan entre 1992 et 1996 (ITCEQ 2004). Ce taux est égal à 4.5% durant le 10e Plan sur la période 2002-2006. Hors agriculture, le taux de croissance du PIB s'est amélioré, passant à 5.6% en 2005 malgré le démantèlement des accords multifibres et la flambée des prix du pétrole (OCDE 2005). Ce taux de croissance est supérieur à celui de la croissance moyenne dans la région de MENA au cours des deux dernières décennies[15]. Considérant les évolutions dans le temps, les données montrent que le taux de croissance du PIB par habitant connaît une reprise à partir de milieu des années 90. En effet, depuis 1995, la croissance devient au-dessus de la moyenne européenne (le taux des pays européens décline constamment depuis les années 1960). Cette croissance devient supérieure à celle du Portugal et se rapproche de celle de l'Espagne, de même que certains pays des MENA comme le Maroc, l'Egypte et la Turquie (Banque Mondiale 2008, FEMISE 2009). La Tunisie dispose d'un PIB analogue à des pays pétroliers, poursuivant le Maroc et la Libye et devançant des pays comme le Cameroun et la Côte d'Ivoire (Banque Mondiale 2006), ce qui place la Tunisie dans la tranche supérieure des pays à revenu intermédiaire[16].

Nous verrons plus tard si cette performance peut s'expliquer ou non par la hausse de la demande intérieure et de la Productivité Globale des Facteurs (PGF). Au niveau sectoriel, l'industrie manufacturière, qui occupe la deuxième place après les services avec environ 20% du PIB en 2005, est la plus dynamique et contribue à une croissance du PIB de l'ordre de 2%[17]. La baisse progressive de la part de l'agriculture dans le PIB contribue à la réduction de la volatilité de la croissance. Ainsi, l'écart type du taux de croissance passe de 5% entre 1960 et 1980, à 2.93% entre 1981 et 1990 puis à 1.89% entre 1991 et 2000 (FEMISE 2005). La performance de l'agriculture et des industries non manufacturières dans la dynamique de la croissance est fluctuante d'une année à l'autre à cause des aléas climatiques, de l'épuisement des réserves naturelles et de la volatilité des prix et cours internationaux. La section suivante

[14]La croissance annuelle du PIB dépasse 5% au cours des dernières années et le PIB par habitant, en PPA prix courant, atteint plus de 6400$ en 2005 (Source : http ://donnees.banquemondiale.org/pays/tunisie).

[15]Ainsi, le taux de croissance du PIB en Tunisie passe de 3.7% sur la période 1981-1990 à 4.76% entre 1991 et 2000, alors que celui de la région MENA passe de 2.2% entre 1981 et 1990 à 4.2% entre 1991 et 2000 (FEMISE 2005).

[16]Comparé à un ensemble de pays africains, l'Afrique du Nord affiche une croissance moyenne de 4.8%, soit plus que la moyenne mondiale (2.8%) (Nations Unies 2006).

[17]Le secteur des industries manufacturières affiche une croissance de 1.9% en 2005 (OCDE 2005).

traitera de l'évolution de la structure du PIB pour les trois grands secteurs économiques : Le secteur primaire qui comprend l'agriculture et les industries primaires liées à l'extraction des ressources naturelles, le secteur secondaire qui correspond aux activités de transformations des matières premières, et le secteur tertiaire qui regroupe les activités économiques et les industries de service.

2.2.2.2 Contribution sectorielle à la croissance

L'evolution de la structure du PIB par secteur montre une baisse de la part du secteur primaire et l'augmentation de la contribution du secteur tertiaire au PIB (Tableau 2.1). Cette augmentation se manifeste d'une manière continue depuis 1995 en parallèle avec l'augmentation de la part du secteur secondaire. En effet, durant la période du 9e Plan du développement (entre 1997 et 2001), ces deux secteurs connaissent des croissances annuelles moyennes respectives de 6.9% et 5.3%, pendant que le secteur primaire n'augmente que de 2.6% en moyenne annuelle (Nations Unies 2005). Les principaux changements de la structure du PIB se confirment par les résultats de la période du 10e Plan (entre 2002 et 2006), qui montrent la hausse de la part du tertiaire dans le PIB. Dans le domaine de l'énergie, la Tunisie ne couvre que 46% de ses besoins en pétrole (OCDE 2007). Le rythme de croissance de la valeur ajoutée des industries manufacturières connaît un ralentissement passant de 6.2% durant la période 1987-1994, grâce à la bonne performance des industries mécaniques et électriques, à 4.8% entre 1995-1998 et 4.1% pour 1999-2004 (FEMISE 2005). Ce ralentissement peut s'expliquer par les difficultés liées aux mutations défavorables du secteur de textile et d'habillement à l'échelle mondiale, avec le démantèlement des accords multifibres, et à la phase de changement que vivent les entreprises tunisiennes suite à l'entrée en vigueur de l'accord de libre échange avec l'Union Européenne (FEMISE 2005).

Tab. 2.1 – Répartition du PIB aux coûts des facteurs par secteur (prix courants)

Année	Agriculture	Industrie	Services
1986	14.9%	35%	50.1%
1999	15%	33.2%	52.4%
2003	13.8%	28.6%	54%
2007	11.7%	33.3%	55.0%

Source : http ://www.tunisinfo.com/indicateurs/indicateurs-fr.pdf

Le secteur tertiaire en Tunisie est le plus dynamique en matière de valeur ajoutée, enregistrant un taux annuel de croissance de 5.6% (Banque Mondiale 2008). La Tunisie opte pour l'intégration dans l'économie basée sur la connaissance, en essayant de conférer une meilleure employabilité. Le changement de la structure est lié à la disponibilité d'une infrastructure et d'une main d'œuvre adaptée aux nouvelles demandes de l'économie de l'information. Les secteurs stratégiques sont les nouvelles technologies de l'information et de la communication, le secteur des industries mécaniques et électriques, ainsi que les industries à haute valeur ajoutée telles que les industries chimiques, biochimiques et l'agro-industrie (OCDE 2007).

La consommation publique contribue considérablement à la croissance du PIB et elle est relativement élevée afin de compenser la consommation privée (OCDE 2007). Le revenu par habitant augmente avec un taux de 1.1% sur la période s'étalant entre les deux années de recensement 1994 et 2004, ce qui permet d'améliorer les différents indicateurs du bien être des ménages au niveau global (MDCI 2006).

2.2.2.3 Sources de la croissance

Le dynamisme du marché intérieur peut s'avérer un instrument de développement efficace, permettant d'amortir et d'absorber les effets induits par les retournements de la conjoncture économique internationale. De même, les échanges avec l'extérieur et la Productivité Globale des Facteurs (PGF) sont deux autres sources de la croissance économique. La PGF reflète à la fois l'effort d'amélioration des techniques de production et des ressources humaines. Dans ce qui suit, nous présentons les trois sources de la croissance : la demande intérieure, les échanges avec l'extérieur et la productivité globale des facteurs.

Demande intérieure : Le développement socio-économique et l'évolution de la demande intérieure[18] permettent d'orienter les investissements vers les secteurs les plus compétitifs pour assurer la capacité productive. La demande intérieure adressée à l'alimentation, l'habitation et l'habillement connaît une augmentation en Tunisie. Elle contribue de 3% à la croissance du PIB durant la période 1997-2002 du 9e Plan du développement (dans un total de croissance de PIB de 5.2%). Cette croissance est imputable principalement à celle de la consommation finale (2.3%) et à un moindre degré à l'investissement dont la contribution à la croissance ne représente que 0.7% (ITCEQ 2004).

Concernant l'évolution des composantes de la demande, les données montrent une diminution de la croissance de la consommation globale et ce, sous l'effet de l'augmentation du taux d'épargne intérieure (INS 2004, OCDE 2005). Pour mieux apprécier cette évolution de la demande, il est nécessaire d'analyser sa structure par secteur pour tirer ses principales caractéristiques et comprendre la dynamique interne du marché, qui constitue un facteur clé de développement du potentiel compétitif de l'économie. Dans cette perspective, la présentation d'une vision globale de l'activité économique est requise pour faire une synthèse claire de l'effet de la demande intérieure sur le développement technologique en Tunisie.

L'analyse de la structure de la demande intérieure par secteur et par emploi final permet de dégager ses principales caractéristiques et de voir dans quelle mesure elle est satisfaite par la production locale. Le Tableau 2.2 retrace la consommation de matières premières et de produits semi-finis, la consommation finale et la formation brute de capital fixe de chaque secteur d'activité. La part de la consommation finale dans la demande intérieure connaît une augmentation légère, parallèlement à la baisse de la part de la FBCF et des consommations intermédiaires. Le ralentissement des investissements globaux pèse sur la

[18]La demande intérieure DI=PIB+Importations-Exportations, ou DI = Production-Consommation intermédiaire+Importations-Exportations =Consommation finale+FBCF+variation de stocks.

croissance, en dépit de la consolidation du secteur privé avec une croissance annuelle moyenne de 8.2% lui permettant d'augmenter sa part dans l'investissement global de 51% durant le 8e Plan à 54.1% au cours du 9e Plan et à 56.5% au 10e Plan (MDCI 2006). Par branche d'activité, il est à noter que la part des produits de l'industrie agroalimentaire, des produits du textile, du cuire, et la chaussure et des produits mécaniques, métallurgiques et électriques, dans la demande intérieure, demeurent les plus élevées malgré la tendance à la baisse. La demande en produits manufacturiers représente plus de 50% de la demande intérieure, avec une part plus importante adressée à l'industrie agroalimentaire, l'industrie mécanique, de métaux et électrique.

D'un autre côté, les résultats de l'enquête sur le budget des ménages (INS 2000) montrent que l'alimentation et l'habitation accaparent, respectivement, près de 40% et 20% du budget familial. Le reste du budget se répartit entre les autres catégories de dépenses dans des proportions assez proches. Les dépenses moyennes enregistrent un taux d'accroissement annuel de 3.4% entre 1995 et 2000 contre seulement 0.8% entre 1990 et 1995.

Par ailleurs, la demande extérieure se caractérise par l'évolution des exportations et leur contribution à la croissance du PIB. En effet, les exportations tunisiennes augmentent de 6% en moyenne durant la décennie 1997-2006 ; une telle contribution s'avère plus importante que celle du 10e Plan en raison de la conjoncture internationale (MDCI 2006). Cependant, l'analyse des principales caractéristiques des échanges après les accords de Barcelone, menée par FEMISE (2005, 2009), montre qu'il y a très peu de changement dans la structure des exportations et des importations et dans la concentration des échanges sur le plan sectoriel et géographique en Tunisie, comme dans les pays MENA.

Demande extérieure : La demande extérieure, dont la contribution augmente durant le 9e Plan du développement (2.2% contre 1.6% au cours du 8e Plan) montre une évolution plus importante que celle de la demande intérieure (ITCEQ 2004). Cependant, cette dernière est parvenue à compenser le recul des exportations au cours du 10e Plan (MDCI 2006). La production des industries manufacturières, surtout celles orientées vers l'exportation, diminue de 1.1% en 2002 contre une hausse de 12% en 2001[19]. Les exportations tunisiennes se concentrent fortement sur un nombre restreint de produits (le secteur du textile et de l'habillement et de l'industrie mécaniques et électriques) et sur un nombre restreint de pays européens (la France, l'Allemagne et l'Italie). La Tunisie se confronte à la concurrence sur le marché européen en provenance des pays d'Asie et de l'Europe de l'Est avec des coûts de main-d'œuvre plus bas et une productivité plus forte. De plus, le marché européen pour ces produits est en stagnation. Les exportations tunisiennes souffrent du manque de diversification au niveau des sous-produits du textile avec seulement quatre articles[20] qui constituent les deux tiers des exportations de textiles de la Tunisie (Abbate 2002).

La Tunisie fait face à une concurrence intense sur le marché européen[21] suite à l'élar-

[19]OCDE (2003), « Perspectives économiques en Afrique : la Tunisie ».
[20]Pantalons,vêtements de travail, chemises, vestes et blousons.
[21]Sur ce marché, les pays méditerranéens et les PECO sont nettement concurrents pour les produits

Tab. 2.2 – Structure de la demande intérieure par secteur manufacturier

Sources : Tableau d'entrées sorties (TES). Les comptes de la nation 2004
Données exprimées en milliers de dinars
Valeurs au prix courant

	1999				2001				2003			
	DI	**CF**	**UI**	**FBCF**	**DI**	**CF**	**UI**	**FBCF**	**DI**	**CF**	**UI**	**FBCF**
IAA	7458.7	3520.4	3707.3	231	8279.4	4048.5	4026.6	204.3	9281.2	4626.4	4444.8	210
IMCCV	951.2	73.2	757.9	120.1	1136.5	87.6	895.1	153.8	1311.9	90.8	1029.4	191.7
IMME	3399.4	1355.3	1909.1	135	4238.7	1668.3	2395.4	175	4755	1863.2	2731.8	160
ICH	2520.7	702.2	1743.5	75	2667.7	806.3	1765.2	96.2	2939.7	872.5	1967.2	100
ITCC	5363.3	1777	3371.3	215	6677	2236.1	4178	262.9	6869.3	2499.4	4179.4	190.5
ID	2099.9	914	1085.9	100	2477.8	1065.6	1282.2	130	2669.8	1154.4	1370.4	145
Total	**21793.2**	**8342.1**	**12575**	**876.1**	**25477.1**	**9912.4**	**14542.5**	**1022.2**	**27826.9**	**11106.7**	**15723**	**997.2**

Structure de la demande intérieure par secteur manufacturier (en %)

	1999				2001				2003			
	DI	**CF**	**UI**	**FBCF**	**DI**	**CF**	**UI**	**FBCF**	**DI**	**CF**	**UI**	**FBCF**
IAA	34.22%	16.15%	17.01%	1.06%	32.50%	15.89%	15.80%	0.80%	33.35%	16.63%	15.97%	0.75%
IMCCV	4.36%	0.34%	3.48%	0.55%	4.46%	0.34%	3.51%	0.60%	4.71%	0.33%	3.70%	0.69%
IMME	15.60%	6.22%	8.76%	0.62%	16.64%	6.55%	9.40%	0.69%	17.09%	6.70%	9.82%	0.57%
ICH	11.57%	3.22%	8.00%	0.34%	10.47%	3.16%	6.93%	0.38%	10.56%	3.14%	7.07%	0.36%
ITCC	24.61%	8.15%	15.47%	0.99%	26.21%	8.78%	16.40%	1.03%	24.69%	8.98%	15.02%	0.68%
ID	9.64%	4.19%	4.98%	0.46%	9.73%	4.18%	5.03%	0.51%	9.59%	4.15%	4.92%	0.52%
Total	**100.00%**	**38.28%**	**57.70%**	**4.02%**	**100.00%**	**38.91%**	**57.08%**	**4.01%**	**100%**	**39.91%**	**56.50%**	**3.58%**

DI : demande intérieure des produits manufacturiers
UI : Utilisation intermédiaire de l'industrie manufacturière
CF : Consommation finale privée et publique
FBCF : Formation brute de capital fixe (y compris les variations de stocks)

IAA Industries Agro-alimentaires
IMCCV Les industries des matériaux de construction. de la céramique et du verre
IMME Les industries mécaniques et métallurgiques et électriques
ICH Industries chimiques
ITCC Industries du textile, du cuir et de la chaussure
ID Les industries diverses

TAB. 2.3 – Evolution de la demande adressée à la Tunisie et des exportations (1995=100)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Demande adressée à la Tunisie (1)	110.6	122.2	130.3	145.9	145.8	147.2	158.8
Exportations tunisiennes (2)	103.8	109.1	113.6	123.6	143.1	142.3	152.3
(2)/(1) en %	93.9	89.3	87.2	84.7	98.1	96.7	95.9

Les cahiers de l'ITCEQ-IEQ -Numéro 18-2004

gissement de l'Union Européenne aux PECO ayant un degré élevé de proximité des structures d'exportations avec la Tunisie. L'indice de similarité proposé par Finger & Kreinin (1979) montre une forte similarité des exportations entre la Tunisie et les PECO (Chevalier et al. 1997). Ces derniers présentent aussi l'avantage de la proximité du marché européen. Mais, ils disposent d'une base industrielle plus diversifiée, leur permettant une modification importante de la composition de leurs exportations. La structure d'exportations est considérablement moins diversifiée en Tunisie que dans les PECO (United Nations Conference on Trade and Development 2003). Il convient de souligner que le taux de couverture (exportations+importations/PIB) avoisine 80% pour la Tunisie. De même, l'évolution des indicateurs d'échanges intra-branche dans les échanges totaux de produits manufacturés mesurés par l'indice de Grubel & Lloyod (1975) montre que le commerce intra-branche de la Tunisie reste en deçà de celui réalisé par les PECO malgré son amélioration (FEMISE 2003).

L'enjeu pour les entreprises tunisiennes est non seulement de se rendre plus compétitives sur le marché domestique face à une concurrence étrangère, mais aussi de trouver de nouvelles opportunités pour leurs exportations surtout destinées, jusque là, au seul marché européen et qui se concentrent essentiellement sur les produits textiles. L'analyse de la PGF permet d'étudier les changements étroitement liés à la croissance du PIB. Dans ce qui suit, nous présenterons quelques résultats sur l'évolution de la PGF au cours de la période récente, et ce aussi bien au niveau global que sectoriel.

Productivité globale des facteurs : La croissance économique résulte d'une meilleure productivité des facteurs, c'est à dire de la croissance de la productivité résultant de l'utilisation des meilleures techniques de production et de qualifications dans les ressources humaines. La croissance du PIB par tête reflète davantage la croissance de la productivité qu'une forte accumulation de capital (Banque Mondiale 2008). Sur les dernières années, les résultats révèlent une amélioration de la contribution de la PGF à la croissance du PIB passant de 26% au cours du 8e Plan du développement à 45% durant la décennie 1997-2006 (période de 9e et 10e Plan de développement), pouvant traduire ainsi l'effort consenti en matière de progrès technologiques et d'amélioration de qualification de la main d'œuvre (MDCI 2006). L'augmentation des facteurs de production génère des contributions respectives de 30% pour le travail et de 24% pour le capital (ITCEQ 2004). Ce qui permet de compenser la diminution de la demande extérieure. La contribution de la PGF à la croissance reflète normalement l'utilisation efficace des moyens de production et la capacité d'absorption et de développe-

agricoles, les produits textiles, la confection et la petite mécanique. Par contre, les PECO ont pris un avantage remarquable dans les biens d'équipement et, plus généralement, les produits technologiques (FEMISE 2003).

ment des nouvelles technologies, et ce grâce aux différentes réformes, aux ressources humaines et aux nouveaux modes d'organisation.

Au niveau sectoriel, la PGF est assez hétérogène. Sa contribution à la croissance est imputable principalement à l'émergence de nouveaux secteurs dans les activités de services. Ces derniers enregistrent, depuis le milieu des années 90, une amélioration de la productivité du travail et du capital. En effet, leur part dans le PIB est amélioré pour passer de 12.8% en 1997 à 20.3% en 2006 (c'est essentiellement le secteur des transports et télécommunications qui voit sa productivité du travail augmenter). En revanche, les industries tunisiennes relèvent une quasi-stagnation de la productivité du travail dont, en l'occurrence le secteur textile qui connaît un ralentissement de sa croissance. Au niveau de la productivité du capital, les évolutions sont différenciées : les industries mécaniques et électriques connaissent une croissance de la productivité du capital, suite à l'attractivité et la performance de ce secteur, alors que le secteur textile et habillement connaît une régression de sa productivité. Cette baisse est liée aux difficultés rencontrées par ce secteur au niveau du marché européen.

La contribution de la PGF peut refléter, à son tour, les retombées du développement du capital humain et des investissements réalisés dans l'éducation et la formation. Ce qui doit imposer normalement le passage d'une compétitivité fondée sur la faiblesse des coûts du facteur travail à une compétitivité fondée sur la qualité et la différenciation des produits (c.à.d la capacité de se spécialiser dans des segments de marché à partir de produits différenciés).

En considérant que les ressources humaines sont le principal atout pour le développement économique et social, la Tunisie consacre une part importante du budget de l'État au système d'éducation et de formation (ETF 2005). Après avoir présenté les caractéristiques du cadre économique global et de la croissance en Tunisie, la section suivante sera consacrée à l'analyse des tendances du développement des ressources humaines et de l'éducation. La population tunisienne est de 10.3 millions d'habitants avec une croissance annuelle de 1.2% sur les dernières années. L'amélioration de la qualité du capital humain et la réduction du taux de chômage des jeunes diplômés est le plus important défi auquel la Tunisie se trouve confrontée. Le taux du chômage est relativement élevé à 14.3% en 2006, mais le taux de la population au-dessous du seuil de pauvreté reste limité.

2.2.2.4 Indicateurs de la population

Les résultats du recensement de 2004 ressortent un ralentissement du rythme de croissance de la population qui passe de 2.35% entre 1984-1994 à 1.21% entre 1994-2004[22]. La croissance démographique faible devrait inciter la Tunisie à améliorer la qualité de son capital humain pour compenser les effets de la hausse éventuelle des coûts relatifs de la main-d'œuvre (ce coût confère actuellement un avantage comparatif à la Tunisie). Le nombre d'inscrits dans l'enseignement supérieur, public et privé, augmente sensiblement, passant de 121.8 milles étudiants au cours de l'année universitaire 1996-1997 à environ 366 milles

[22]Les recensements de 1984, 1994 et 2004.

étudiants pendant l'année universitaire 2006-2007 (MDCI 2006). Mais, cette évolution se traduit par une pression sur le marché du travail où la demande additionnelle d'emploi est en croissance.

Population active et emploi : La population active occupée est évaluée à 2.4 millions de travailleurs en 2005. L'évolution de la structure par tranches d'âges de la population fait ressortir que la Tunisie vit une transition démographique, montrant un accroissement progressif des effectifs des personnes en âge d'activité. En effet, le pourcentage de la population en âge actif de plus de 15 ans atteint 73.8% en 2005 contre 66.5% en 1997, soit une augmentation annuelle moyenne de 2.4%[23]. Globalement, la demande additionnelle d'emploi durant le 10e Plan de développement (2002-2006) s'évalue à 400 milles emplois contre 322 milles emplois crées durant le 9e Plan (1997-2001). En outre, la part des personnes âgées de plus de 60 ans atteint environ 9.5% en 2006 contre 8.4% en 1997, soit un taux de croissance moyen de 2.6% par an (MDCI 2006).

Le Tableau 2.4 montre que la structure de la population active occupée par secteurs d'activité se présente comme suit : 49.4% pour le commerce et les services, 32.2% pour l'industrie, les mines, l'énergie et le bâtiment et travaux publics, et 18.4% pour l'agriculture et la pêche. Les nouvelles orientations sectorielles modifient considérablement l'activité économique : la population active employée dans l'agriculture et la pêche diminue ; la croissance économique devient moins dépendante du secteur primaire ; et le secteur des activités de service connaît une augmentation importante de la main-d'œuvre passant de 39.7% en 1989 à 49.4% en 2007.

En dépit des taux de croissance élevés de l'économie, le marché du travail n'arrive pas à absorber la demande additionnelle d'emploi. La mobilisation du potentiel humain qui privilégie l'enseignement supérieur et la formation des cadres montre une faiblesse de lien avec l'activité économique en Tunisie (nous étudierons plus tard les particularité du SNI en Tunisie). Le secteur industriel présente faible ratio de travailleurs qualifiés par rapport aux ouvriers non qualifiés. A l'exception des industries chimiques dans lesquelles 60% de la main-d'œuvre possède une education secondaire ou supérieure, le profil des qualifications dans les autres secteurs indique que la main-d'œuvre tunisienne est en retard en termes d'education et de qualifications par rapport à ses concurrents (Banque Mondiale 2000). Le développement du secteur textile offshore (qui est le principal secteur manufacturier exportateur) se base essentiellement sur des bas salaires et une main-d'œuvre relativement non qualifiée. Le niveau d'encadrement des entreprises tunisiennes est très faible. La structure de création de l'emploi indique un poids important de l'emploi non qualifié.

Les changements qualitatifs intervenus dans le mode de vie sont reflétés par l'amélioration remarquable du taux de pauvreté et de l'indicateur de développement humain.

[23]MDCI (2006), « Note d'orientation du XIème Plan et de la décennie 2007-2016 », Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.

TAB. 2.4 – Répartition de la population occupée par branche d'activité (%)

Année	Agriculture	Industrie	Services
1966	45.8	20.9	33.3
1989	26.2	34.1	39.7
2007	18.39	32.2	49.4

Source : http ://www.tunisinfo.com/indicateurs/indicateurs-fr.pdf

Inégalités économiques et pauvreté : La structure sociale en Tunisie est plus ou moins homogène avec une importante classe sociale moyenne (Abbate 2002, MDCI 2006). L'examen de l'évolution de la distribution des revenus montre que la croissance économique s'accompagne par une légère baisse de l'inégalité au niveau national mesurée à l'aide de l'indice de Gini[24] (Tableau 2.5). Cependant, cet indice masque les facteurs socio-économiques qui peuvent expliquer la nature de l'évolution de cette inégalité et déterminer le comportement de consommation des ménages (tels que le niveau d'instruction, le milieu de résidence et le statut social). L'indice de Gini ne donne pas une indication sur la disparité dans la structure des dépenses. L'indice de pauvreté humaine (IPH), montre que les pauvres représentent 20% du total de la population (PNUD 2003)[25]. Si l'on considère l'aspect de la pauvreté lié au revenu, seulement 1% de la population est en dessous du seuil international de pauvreté fixé à 1 dollars par jour.

L'étude menée par Nations Unies (2004) sur la base de l'enquête nationale sur le budget et la consommation des ménages (élaborée en 2000) montre, qu'en terme de distribution des revenus, les 20% les plus riches comptent pour 47.3% de la consommation totale, alors que les 20% les plus pauvres ne représentent que 6.9% du total de la consommation. Les dépenses moyennes des 10% les plus riches représentent six fois celles des 10% les plus pauvres. La population sous le seuil de pauvreté, en terme revenu par tête, diminue en passant de 22% en 1980 à 4.2% en 2000 (Nations Unies 2004).

TAB. 2.5 – Inégalité des revenus en Tunisie (1985-2000)

	1980	1985	1990	1995	2000
PIB réel par tête en Dinars tunisien de 1990	1191	1288	1361	1553	1797
Taux de pauvreté nationale	22.0%	12.9%	07.7%	06.2%	04.2%
Indice de Gini au niveau national	0.430	0.434	0.401	0.417	0.409
Indice de Gini urbain	0.396	0.441	0.374	0.389	0.391
Indice de Gini Rural	0.375	0.364	0.354	0.353	0.358

Source : Les enquêtes sur les dépenses et le budget des ménages, INS (2000)

Aussi, la Tunisie consacre-t-elle une part importante de son budget à l'enseignement supérieur et à l'éducation qui constituent sa priorité du développement. En effet, les ressources humaines sont la principale richesse de la Tunisie et son atout en matière de développement économique et social.

[24]L'indice de GINI est une grandeur synthétique qui indique le degré de concentration des revenus (dépenses). Il est compris entre 0 et 1. Plus la distribution est égalitaire plus l'indice se rapproche de zéro, et inversement, plus la distribution est inégalitaire plus l'indice tend vers 1.

[25]Il faut préciser ici que cet indice est fortement influencé par la persistance d'un taux d'analphabétisme des femmes encore élevé en milieu rural. Mais, la situation est bien meilleure qu'au Maroc (35%) et en Egypte

Tab. 2.6 – Education et enseignement

Taux de scolarisation des enfants âgés de 6 à 14 ans (%)		
1984	1994	2007
75,9	86,2	94,77

Nombre d'élèves dans le primaire par enseignant		
1970/1971	1986/1987	2007/2008
50	32,7	17,4

Effectif des élèves du 2e cycle de l'enseignement de base et secondaire (secteur public)	
Année scol.	Nombre d'élèves
1970/1971	180.000
1986/1987	419.300
2000/2001	963.000
2007/2008	1.069.600

Effectif des étudiants	
Année	Nombre d'étudiants
1970/1971	11.000
1987/1988	43.700
2000/2001	207.400
2003/2004	291.800
2007/2008	350.800

Taux de scolarisation dans l'enseignement supérieur			
1966	1984	1987	2007
2,1%	5,7%	6%	35,2%

Taux d'alphabétisation des adultes âgés de 15 à 24 ans		
1966	1984	2004
44,7%	74,2%	94,3%

Source : http ://www.tunisinfo.com/indicateurs/indicateurs-fr.pdf

Education et enseignement : Dans la mesure où le capital humain et l'éducation jouent un rôle important dans le processus de développement et de convergence des pays, plusieurs réformes sont introduites au profit de l'enseignement et de la formation professionnelle en Tunisie. La part du budget de l'État allouée à l'éducation et à la formation se traduit par une amélioration significative du taux de scolarisation dans l'éducation et l'enseignement supérieur (ETF 2005). Le Tableau 2.6 montre un accroissement du taux de scolarisation des âgés de 15 à 24 ans, qui passe de 74.2% en 1984 à plus de 94.3% en 2004. Les taux de scolarisation aux différents niveaux s'améliorent en particulier dans l'enseignement supérieur d'environ 35.2% en 2007 contre 6% en 1987. Il en est de même pour celui de la tranche 6-14 ans qui augmente de 86.2% en 1994 à 95% en 2006. Les effectifs se caractérisent par un accroissement important du nombre d'étudiants qui atteint plus de 350 milles personnes en 2007-2008, contre environ 43.7 milles en 1987.

Près de 30% de l'ensemble des étudiants sont inscrits dans les filières courtes et professionnalisées (MRSTDC 2006*a*). Le taux de diplômés en ingénierie et techniques apparentées est de 7.4%, alors que celui des diplômés des branches informatiques et télécommunications atteint 13.5% (Tableau 2.7).

Développement humain : Le développement humain est un outil essentiel du progrès technologique. Le Rapport Mondial, introduit par le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD 2001), montre que développement humain et le développement technologique vont de pair. Selon ce Rapport, il existe une correlation forte entre l'indice de

(30%) selon le Rapport de développement humain (PNUD 2003).

TAB. 2.7 – Répartition des diplômés scientifiques (année 2005)

	Maîtrise		Tech Sup.		Ingénieur		Total	
	2004	**2005**	**2004**	**2005**	**2004**	**2005**	**2004**	**2005**
Sciences de la vie	475	1427	150	121	109	67	734	1615
Sciences physiques	1666	1251	700	522	36	-	2402	1773
Math. et statistiques	898	1081	72	119	72	103	1042	1303
Informatiques et télécom.	892	1783	2880	3777	583	689	4355	6249
Ingénierie et tech. apparentées	359	376	2234	2180	618	867	3211	3423
Indust. de transf. et de trait.	-	-	307	270	89	100	396	370
Architecture et bâtiment	-	44	421	669	112	117	533	830
Agric., sylv. et halieutique	-	143	515	772	419	446	934	1361

Source : MRSTDC (2006*b*,*a*)

développement humain (IDH) et l'indicateur du développement technologique[26] (IDT) qui permet d'évaluer la participation du pays, dans son ensemble, à l'innovation et à l'utilisation des technologies (Tableau 2.8).

Le classement réalisé par le PNUD (2001) sur 72 pays, fait apparaître la Tunisie parmi les utilisateurs dynamiques[27] (IDT compris entre 0.2 et 0.34) qui font preuve de dynamisme dans l'utilisation des nouvelles technologies avec des compétences humaines nettement supérieures aux utilisateurs en marge technologique. En effet, l'analyse des exportations des trois catégories de produits définies selon cette classification montre que l'exportation tunisienne est à faible contenu technologique (52% des exportations de marchandises). Cette catégorie englobe les exportations de textiles et de produits issus de la première transformation.

TAB. 2.8 – Indicateurs du développement technologique

			Exportations à faible contenu technologique (% du total des exportations de marchandises)		**Exportations à contenu technologique intermédiaire** (% du total des exportations de marchandises)		**Exportations à fort contenu technologique** (% du total des exportations de marchandises)	
Pays	**IDT**	**IDH**	1980	1999	1980	1999	1980	1999
Finlande	0.744	0.925	19	9	21	24	4	27
États-Unis	0.733	0.934	.	10	.	34	.	32
Allemagne	0.583	0.921	16	13	48	46	12	18
France	0.535	0.924	17	14	36	37	11	22
Grèce	0.437	0.881	26	26	12	13	1	5
Chine	0.299	0.718	.	44	.	18	.	21
Tunisie	0.255	0.714	20	52	10	16	.	3
Inde	0.201	0.571	33	38	10	11	3	5
Algérie	0.221	0.693	.	.	.	1	.	.
Soudan	0.071	0.439	.	2	.	.	.	.

Source : Rapport Mondial (PNUD 2001)

La Tunisie est un utilisateur dynamique de la technologie mais, exporte des produits à faible contenu technologique. Quelle est le rôle des exportations dans l'innovation en Tunisie ? Question à la quelle nous devrons répondre plus tard dans le chapitre 5.

Cette spécificité est tributaire, aussi, au développement d'un secteur offshore intégré aux réseaux de production européens (Banque Mondiale 2008). L'accès à la technologie extérieure

[26]IDT : indicateur composite destiné à rendre compte de la capacité d'un pays à innover et diffuser les innovations ainsi qu'à constituer une base de compétences humaines et ce dans les quatres domaines : innovation technologique, diffusion de technologies récentes, diffusion de technologies anciennes, compétences humaines.

[27]a) Leaders (IDT supérieure à 0.5) ; b) Leaders potentiels (IDT compris entre 0.35 et 0.49) ; c) Utilisateurs dynamiques (IDT compris entre 0.2 et 0,34) ; d) Pays en marge des technologies (IDT inférieur à 0.20).

constitue un instrument de la politique de développement industriel de la Tunisie, pays qui tire profit de la vague du redéploiement d'activités du Nord vers le Sud (Wilmots 2003).

2.2.2.5 Investissements étrangers

La Tunisie a mis en place une politique économique mixte fondée sur le rôle prépondérant de l'État. En effet, du début des années 70 jusqu'au milieu des années 90, la politique de la Tunisie se caractérise par la coexistence d'une forte protection des industries nationales et d'un cadre incitatif visant à promouvoir les IDE et les exportations (Banque Mondiale 2008). Les politiques d'intégration appliquées, depuis 1972, permettent la création d'un régime offshore pour attirer les IDE et accroître les exportations tunisiennes. Les IDE représentent une part importante dans les recettes de privatisation avec 75% des fonds rapportés par la privatisation provenant des capitaux étrangers[28]. Les flux annuels d'IDE augmentent régulièrement de moins de 100 millions de dinars dans les années 80 à 316 millions de dinars en 1990-1995, 558 millions de dinars en 1996-2000 et 845 millions de dinars en 2001-2005 (Banque Mondiale 2008). L'importance des IDE est remarquable dans le secteur manufacturier. Cependant, La Tunisie dépend fortement de quelques marchés de l'UE[29].

Le secteur offshore dynamise la performance des exportations du pays, mais il développe très peu le lien avec l'économie onshore (Di-Tommaso et al. 2001). Normalement, les flux d'IDE agissent comme véhicules pour introduire des avancés technologiques dans une petite économie comme celle de la Tunisie. Cependant, l'activité IDE dans le secteur manufacturier, principalement offshore, n'est pas intégrée dans l'économie intérieure. Cette structure dualiste empêche le secteur privé national de donner le coup de fouet nécessaire à la compétitivité qui est normalement le fruit de la concurrence et du commerce extérieur (Banque Mondiale 2000). La Tunisie peut bénéficier des externalités de R&D à travers les programmes de coopération avec les partenaires étrangers. Mais, le commerce international et les IDE ne semblent pas être un vecteur de diffusion technologique. Nous étudierons, dans le chapitre 4, le rôle de la coopération dans l'innovation des entreprises tunisiennes. Le chapitre 6 se consacrera à l'étude de la relation entre les investissements étrangers et l'innovation en Tunisie. Nous essayerons de répondre aux questions suivantes : Quelle est l'effet des IDE et de la participation étrangère dans le capital de l'entreprise sur l'innovation ? Ces entreprises sont-elles plus innovantes que leurs homologues domestiques ?

Dépendance de la technologie étrangère : La sous-traitance pose un problème de dépendance technique et de non-assimilation des importations de technologies. En effet, les activités de production des entreprises sous-traitantes demandent souvent une assistance technique des donneurs d'ordre qui fournissent les équipements, montent les installations et forment le personnel et les techniciens d'exécution. En général, la sous-traitance constitue

[28] A titre d'exemple, la privatisation de deux cimenteries de Jebel el-Ouest et Enfidhah, en 1998, a doublé l'IDE pour cette année par rapport à 1997.

[29] Environ 71% des exportations tunisiennes sont expédiés dans quatre pays en Europe : la France (33%), l'Italie (24%), l'Allemagne (8%) et l'Espagne (5%) (Banque Mondiale 2008).

une forme de « commerce de transformation » des produits semi-finis importés des donneurs d'ordres étrangers qui se chargent de la commercialisation et de la distribution du produit fini (Dlala 1990).

Ce type de transfert de technologies ne favorise pas l'apprentissage et la construction des capacités technologiques, permettant au producteur d'adapter les technologies importées à ses besoins ou de concevoir de nouveaux outils de production. Le savoir et le savoir-faire relatif restent l'apanage des donneurs d'ordres étrangers. Même si la concession de la technologie se fait par un contrat de type « usine clé en main », l'accord d'engineering pour la prise en charge de l'installation du matériel et la formation des cadres techniques n'empêche pas la dépendance d'importation des pièces de rechange. Sous l'impulsion des exigences des donneurs d'ordres, les sous-traitants sont parfois obligés d'améliorer la performance de leurs systèmes de production par l'introduction de solutions innovantes, leur permettant d'obtenir un produit au meilleur rapport qualité-délai-prix (Dlala 1990).

Après avoir présenté le cadre macroéconomique et le contexte de l'insertion internationale de la Tunisie, nous allons, dans ce qui suit, porter notre attention sur les caractéristiques du système national d'innovation (SNI) en Tunisie et sur les éléments situés en amont et en aval de ce système (Chelbi et al. 1996).

2.3 Système national d'innovation (SNI)

L'approche utilisée ici considère l'ensemble des institutions et organisations qui concernent directement la science et la technologie, ainsi que les institutions en amont, comme le système d'enseignement et de formation (la sphère de formation scientifique et technique), ou en aval comme les centres techniques sectoriels et l'industrie (la sphère industrielle)[30]. Certaines composantes du système ne sont pas liées directement au domaine de la science ou de la technologie mais affectent la capacité d'absorption des entreprises et favorisent le développement des compétences et l'apprentissage (Observation 1.25, chapitre 1 page 49). A titre d'exemple, les centres techniques sectoriels, dont la mission principale est le soutien des entreprises, jouent un rôle important en aval du SNI en Tunisie. La mise en place des structures de mise à niveau et de modernisation du tissu industriel et des mécanismes d'incitation et de soutien à l'investissement technologique ou à la création de nouvelles entreprises innovantes est aussi une caractéristique principale de ce système.

Nous adoptons dans cette section la conception large du système national d'innovation au sens de Lundvall (1992) s'étendant à toutes les structures institutionnelles et économiques

[30]Le principe de la coordination des activités de recherche est retenu dans le Décret n°92-342 du 1992 fixant les attributions du SERST, ainsi que la nouvelle loi d'orientation : Loi 96-6 du 31 janvier 1996 relative à la recherche scientifique et au développement technologique. Cette loi porte sur la mise en place d'un cadre nécessaire à la participation des particuliers, des institutions et des entreprises publiques et privées à la recherche scientifique et au développement technologique (Journal Officiel de la République Tunisienne, JORT, de 2 février 1996).

qui affectent le système de production (*voir* chapitre 1, section 1.3.4.7, page 46). Les acteurs du système peuvent être répartis dans les quatres sphères : scientifique, technologique, institutionnelle et industrielle :

- le système de formation scientifique et technique constitué par les organismes d'enseignement supérieur et d'éducation, formant les compétences susceptibles d'intégrer le système productif.
- le système de recherche composé par les structures scientifiques et technologiques tels que les laboratoires et centres de recherche publics et privés. Ces organismes de R&D et/ou d'innovation peuvent être aussi encastrés dans le système scientifique et le système industriel.
- le système institutionnel formé par les structures et organismes gouvernementaux de régulation et de réglementation.
- le système productif regroupant les structures et les relations industrielles entre les entreprises.

Nous étudierons dans la suite les structures de recherche et d'innovation : les outils institutionnels et financiers mis en place pour favoriser l'innovation et les établissements et pôles technologiques tournés vers la R&D (parcs scientifiques, pépinières d'entreprises, centres de R&D).

2.3.1 Les acteurs du système national d'innovation

La Figure 2.1 représente les composantes du SNI qui inclut les éléments propices au transfert des connaissances et du savoir nécessaire à l'innovation technologique tels que, l'infrastructure de base scientifique et technologique et les relations entres les différents acteurs (MRSTDC 2006*a*). L'Observatoire National des Sciences et de la Technologie (ONST), mis en place en 2006, est un acteur principal qui se dégage en amont du SNI. Il dépend du MESRST[31], aidé de ses différents organes consultatifs d'orientation et de gestion (Encadré 1) qui jouent le rôle d'animateurs de la recherche et de l'innovation et de coordinateurs entre les différents acteurs. Le MESRST, qui se situe complètement en amont du SNI, se charge de définir la politique de recherche du pays. Ces institutions de régulation et de promotion de la recherche relèvent toutes de la sphère publique à coté des structures de recherche (centres de recherche, universités, laboratoires et unités de recherche), des organismes intermédiaires d'appui technique (API, Centres techniques, technopôles, etc) et du système de financement.

Le SNI comporte deux grands pôles (Figure 2.1) : Le « système de recherche scientifique et technologique » (universités, laboratoires et unités de recherche, centres de recherche), d'un côté, et le pôle des « entreprises innovantes » de l'autre. Le premier est essentiel dans la promotion du secteur de la recherche à travers l'organisation des établissements publics de la recherche scientifique et la création des laboratoires et des unités de recherches. Entre ces deux ensembles, les pôles de compétitivité ou technopôles réduisent l'isolement des centres

[31]Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de la Technologie.

de recherche par rapport aux secteurs industriels. En effet, pour assurer la mise en place et le fonctionnement d'un système d'innovation dans un pays en développement comme la Tunisie, on doit porter attention à l'existence des interactions entre l'ensemble d'institutions et organismes existants. Les pouvoirs publics soutiennent les efforts d'innovations des entreprises par la promotion du secteur de la recherche publique pour remédier aux insuffisances de la recherche privée et générer des effets de spillovers et d'entraînement en direction du secteur privé. Ces principales composantes du SNI dépendent de l'État et des institutions qui relèvent de la sphère publique.

La faiblesse du SNI en Tunisie réside dans l'articulation insuffisante entre ses principales composantes. Ce système est encore dans un état embryonnaire. En effet, les structures qui le composent se caractérisent surtout par leur jeune âge ; ce qui ne leur permet pas -pour l'instant- de se stabiliser et d'atteindre un niveau de performance optimale.

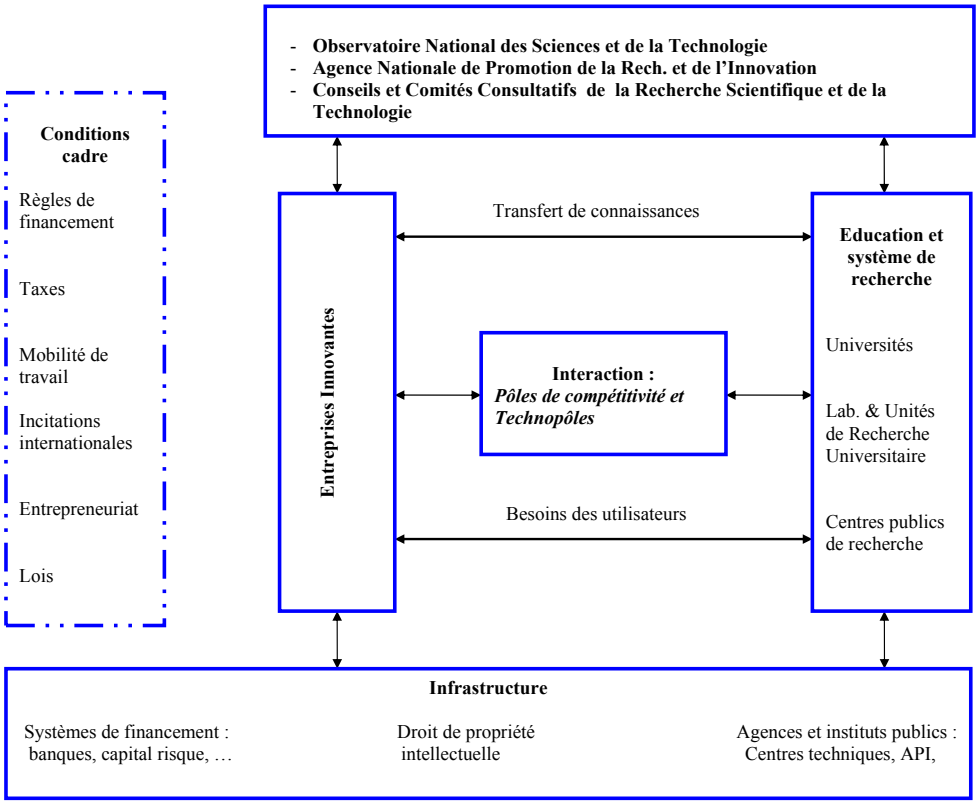


FIG. 2.1 – Modèle du SNI en Tunisie (source : MRSTDC (2006*a*), *Fig.* adaptée de Groenewegen & Steen van der (2006))

Encadré 1 : ***Composantes du système national de la recherche***

Les composantes essentielles du système national de la recherche sont :

- **Structures de base d'exécution de la recherche :**
  - Laboratoires de recherche,
  - Unités de recherche,
  - Écoles doctorales
- **Organes d'orientation, d'évaluation, de suivi et de consultation :**
  - Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique et de la Technologie (CSRST),
  - Comité National d'Evaluation des Activités de recherche Scientifique (CNEAR),
  - Comité Technique de la Recherche Scientifique et de la Technologie (CTRST),
  - Conseil Consultatif National de la Recherche Scientifique et de la Technologie (CCNRST).
- **Typologie des espaces d'exécution de la recherche :**
  - Établissements d'Enseignement Supérieur et de Recherche (EESR)
  - Centres de Recherche (ou Établissements publics de recherche scientifique : EPRS),
  - Établissement Publics de Santé (EPS),
  - Centres Techniques (CT),
  - Technopôles et Pôles de compétitivité.

Les interactions entre les principales composantes sont souvent limitées. Dans le cadre de la politique de développement technologique et de modernisation industrielle, la Tunisie développe des structures de base d'exécution de la recherche.

2.3.2 Structures de base d'exécution de la recherche

La structuration du SNI favorise la création des laboratoires et unités de recherche au niveau des établissements publics de recherche et des établissements d'enseignement supérieur (MRSTDC 2006*a*). Ce qui permet, jusqu'à la fin de 2005, la création de 624 unités de recherche, 139 laboratoires et 30 établissements publics de recherches dont la répartition par discipline est illustrée dans le Tableau 2.9. La part consacrée à la R&D dans le PIB a plus que doublé, en passant de 0.45% en 2000 à 1.02% en 2005.

TAB. 2.9 – Répartition des laboratoires et unités de recherche par discipline en 2005

	Laboratoires		Unités de recherche		Enseignants chercheurs		Étudiants chercheurs		Allocation financière
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	%
Sciences Humaines et Sociales	6	4	81	13	742	11	884	12	5
Sciences Juridiques et Economiques	14	10	66	11	983	15	1447	18	7
Sciences Exactes	37	27	113	18	1556	24	2088	26	25
Sciences de la Vie et Biotech.	72	52	301	48	2411	38	2229	28	53
Sciences Techniques et de l'Ingénieur	10	7	63	10	786	12	1308	16	10
Total	139	100	624	100	6478		8016	100	

Source : MRSTDC (2006*a*)

Comme dans la plupart des pays en développement, le secteur de la recherche et de l'innovation en Tunisie relève de deux types d'institutions faiblement intégrées. D'une part, une recherche assez académique menée par les structures classiques telles que les établissements publics de recherche et les laboratoires et unités de recherche et, d'autre part, une recherche plus technologique menée par les centres techniques sectoriels et les pôles technologiques. Les universités et les structures de recherche se chargent de dynamiser le SNI et de répondre aux

objectifs de la politique d'innovation (M'henni et al. 2007). La recherche et l'enseignement supérieur sont centraux dans le SNI en Tunisie.

Pour améliorer les interactions entre les différents acteurs, la Tunisie met en place une infrastructure de soutien : technopôles et pépinières d'entreprises. L'État intervient dans l'orientation, l'exécution et le financement de la recherche scientifique/technologique, ainsi que l'apport de compétences et de connaissances clés : le renforcement de l'infrastructure (universités, écoles d'ingénieurs, centres de recherches, etc), le développement de la recherche appliquée et la mise en place des programmes de recherches et d'incitation à l'innovation. La politique vise la mise en place d'un cadre favorable à la participation et à la motivation des particuliers, des institutions et des entreprises aux activités de R&D (Chelbi et al. 1996).

2.3.3 Rôle des organismes intermédiaires

Le SNI doit être fondé sur un réseau reliant les différentes structures institutionnelles et organisationnelles et les différents acteurs en vue de participer à l'assimilation, la création et la diffusion des connaissances technologiques au sein du système économique. Les interactions entre les différents acteurs du SNI permettent le renforcement du partenariat recherche-industrie et la création d'entreprises innovantes. Les technopôles constituent un éléments central dans la configuration du SNI en Tunisie. L'État développe aussi des centres techniques sectoriels dédiés à l'assistance technologique des entreprises. Cependant, ces centres tendent à devenir des centres de recherche, en recevant des financements spécifiquement destinés à la recherche pour l'amélioration de leur compétence technique, d'où la réorientation de leur objectif principal d'appui au développement technologique des entreprises (Arvanitis et al. 2010).

2.3.3.1 Les Technopôles : lieux et techniques du développement

La mise en place des pôles technologiques est une approche centrale en aval dans le SNI en Tunisie en vue de renforcer les liens entre les secteurs de production et de recherche. La politique des technopôles en Tunisie a pour objectif de stimuler l'innovation grâce à une concentration de ressources scientifiques et technologiques permettant de générer des externalités induites par la proximité géographique (Hsaini 2007). Selon la loi de 2001 relative aux entreprises des pôles technologiques, les technopôles représentent des espaces intégrés et spécialement aménagés pour accueillir des activités de formation et de recherche scientifique et technologique, d'une part ; et de production et de développement technologique, d'autre part. Elles cherchent à encourager les innovations technologiques et le renforcement de la complémentarité entre ces activités et leur intégration.

La Figure 2.2 montre la configuration des technopôles en Tunisie. Chaque technopôle comprend un espace de recherche scientifique (des centres de recherche scientifique), une composante de formation universitaire (des établissements d'enseignement supérieur), un es-

pace d'innovation et de valorisation (un centre de ressource technologique et une pépinière d'entreprises), une aire de production et de développement (ateliers relais et terrains aménagés), et un ensemble de services communs. Ces lieux de rencontres et d'échanges sont dédiés au développement de l'innovation et au transfert de technologies des structures de recherche à l'entreprise (MRSTDC 2006*a*).

Les technopôles couvrent les secteurs stratégiques[32] (MRSTDC 2006*a*). Elles facilitent la création et la croissance des entreprises innovantes grâce aux incubateurs ou pépinières d'entreprises (*voir* section suivante). Cependant, Elles sont encore dans un état embryonnaire et peu d'entre elles sont opérationnelles. La seule technopôle qui fonctionne réellement et regroupe un nombre important d'entreprises est celle d'El-Ghazala crée en 1999. Les technopôles de Borj-Cédria et de sidi-Thabet sont dans une phase de lancement, d'où une articulation presque inexistante entre les entreprises et les centres de recherche. Les autres technopôles sont en germe. Les technopôles en Tunisie relèvent d'une politique de long terme et montrent un potentiel de recherche à long terme. Elles ont pour objectif de dynamiser l'articulation entre la sphère de recherche et la sphère productive. Elles doivent se renforcer pour jouer ce rôle.

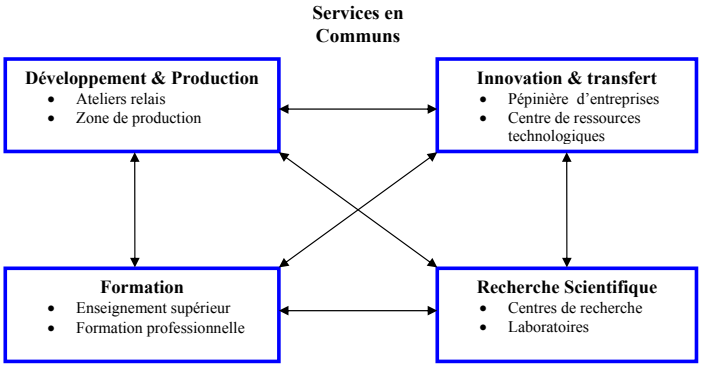


FIG. 2.2 – Configuration des technopôles en Tunisie (adaptée de MRSTDC (2006*a*))

2.3.3.2 Les Pépinières d'entreprises

Le projet national des incubateurs[33] est initié par l'Agence de Promotion de l'Industrie (API), dans le cadre des conventions signées avec les Instituts Supérieurs des Etudes Technologiques (ISET) et les Écoles Nationales d'Ingénieurs pour la création et la promotion des incubateurs. L'incubateur est une structure d'accueil qui accompagne les projets de création d'entreprises innovantes, se trouvant souvent à proximité d'un site universitaire

[32]Nous pouvons citer les technopôles de : Technologie des communications à El Ghazala (1999) ; Energie, eau, environnement et biotech. végétale à Borj Cédria (2002) ; Biotechnologie et industries pharmaceutiques à Sidi Thabet (2002) ; Mécanique, électronique et informatique à Sousse (2005) ; Informatique et multimedia à Sfax (2006) ; Textile et habillement à Monastir (2006) ; Industries agroalimentaires à Bizerte.

[33]Une pépinière d'entreprise est aussi dite un incubateur, BIC (Business Innovation Center) ou CEI (Centre d'Entreprise et d'Innovation).

ou scientifique. Les objectifs de l'incubateur sont l'innovation et l'impulsion de la recherche, l'assistance et la détection des projets en laboratoires, ainsi la formation et l'assistance et le soutien des entrepreneurs dans la préparation des *business plans* (étude de marché, faisabilité industrielle, financement). Pour favoriser cette collaboration entre la sphère des universités et la sphère industrielle et faciliter la création d'entreprises innovantes, le Ministère de l'Industrie, de l'Énergie et de la PME et le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et de la Technologie, ont signé le 9 octobre 1999 une convention cadre qui précise que l'API[34] et les institutions de l'enseignement supérieur impliquées sont chargées de mettre en commun les programmes pour la création de pépinières d'entreprises au sein des universités. Par ailleurs, les institutions d'enseignement concernées s'engagent à accueillir les pépinières d'entreprises et à mettre à disposition des ressources humaines et logistiques (laboratoires, ateliers) pour soutenir les porteurs de projets (Hsaini 2007).

Cette volonté politique de promotion de la recherche scientifique et technologique et la disponibilité d'une infrastructure de base sont deux caractéristiques principales du SNI en Tunisie. Cependant, les interactions entre ses principales composantes restent marginales et faiblement intégrées les unes aux autres. Cette particularité est commune à la majorité des études sur les SNI dans les pays en développement (*Cf.* Chapitre 1 page 48).

Les centres techniques représentent les acteurs essentiels dans la politique industrielle de la Tunisie. Ces centres[35] sont placés sous la tutelle du Ministère de l'industrie, de l'énergie et des PME. Leur mission principale est le soutien des entreprises relevant du secteur auquel ils appartiennent.

2.3.3.3 Les Centres techniques

En contact permanent avec les entreprises de leur secteur d'activité, les centres techniques sectoriels jouent un rôle primordial dans le SNI tunisien, dans la mesure où ils assurent le rôle d'assistance technique aux entreprises et leur fournissent l'information et les études techniques et économiques (Hsaini 2007). Ils assistent aussi les entreprises dans la modernisation des méthodes de production, la maîtrise de la technologie et l'amélioration de la qualité : ils contribuent à l'élaboration des normes et aident les entreprises dans leur application. Ils réalisent également les diagnostics de mise à niveau et assurent la formation pour le personnel des entreprises. Pour certains achats d'équipements et à la demande des entrepreneurs, les centres techniques effectuent des expertises techniques et aident dans le processus de décision d'achat (M'henni et al. 2007). Les différentes activités de ces centres

[34] Organe sous tutelle du Ministère de l'Industrie, de l'Énergie et de la PME.

[35] Huit centres techniques opèrent dans les différentes activités relevant du secteur des industries manufacturières ; CETIBA : Centre Technique de l'Industrie du Bois et de l'Ameublement, CETIME : Centre Technique des Industries Mécaniques et Électriques, CTC : Centre Technique de la Chimie, CETTEX : Centre Technique du Textile, CNCC : Centre National du Cuir et de la Chaussure, CTAA : Centre Technique de l'Agro-Alimentaire, CTMCCV : Centre Technique des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre, PACKTEC : Centre Technique de l'Emballage et du Conditionnement.

se résument comme suit[36] :

- diagnostics stratégiques et assistance technique de mise à niveau,
- diagnostics qualité et mise en place de systèmes d'assurance qualité,
- assistance technique spécifique et autres expertises,
- essais de laboratoire,
- formation continue et toute action de promotion du secteur.

Les centres techniques sont des institutions de soutien étroitement liées aux entreprises. Ils participent aux programmes de R&D et d'innovation, valident l'accord d'une prime pour les Investissements Technologiques Prioritaires ITP[37], et effectuent également de la R&D dans leurs propres locaux et contribuent à la diffusion de l'innovation aux entreprises. Bref, ils jouent un rôle important en aval du SNI tunisien (Hsaini 2007).

Cependant, dans un pays en développement, la recherche et l'innovation sont généralement entravées par un certain nombre de facteurs économiques et institutionnels liés aux ressources tels que l'insuffisance de fonds propres et le manque de financement par les entreprises ; à l'organisation et aux institutions tels que la rigidité organisationnelle et la faiblesse des droits de propriété intellectuelle ; au marché suite à une demande incertaine de biens et de services innovants ; et aux connaissances tels que la difficulté de trouver des partenaires pour financer les projets de recherche.

2.3.4 Ressources de la R&D en Tunisie

Les ressources humaines et financières sont les indicateurs de R&D qui font apparaître les forces et les faiblesses du SNI et les potentialités des grands secteurs de la recherche.

2.3.4.1 Potentiel humain de la R&D

Les ressources humaines en sciences et technologies concernent les chercheurs et techniciens des établissements publics de recherche et d'enseignement supérieur, qui contribuent aux programmes de recherche mis en œuvre par les laboratoires et les unités de recherche. Le nombre de chercheurs pour mille actifs varie de 2.34 en 2000 à 4.28 en 2005 enregistrant une augmentation de 1.94 chercheurs pour mille actifs (Tableau 2.10). Le nombre de chercheur représente 14650 chercheurs en équivalents temps plein (ETP). L'augmentation de cette population entre 2000 et 2005 est de près de 95%, soit une augmentation annuelle moyenne de plus de 18%. Dans la même période, le nombre de chercheurs a doublé en Chine, mais

[36] Ministère de l'Industrie et de la Technologie, « Portail de l'industrie tunisienne ». http ://www.tunisieindustrie.nat.tn/.

[37] Les Investissements Technologiques à caractère Prioritaire (ITP) constituent une prime financière à destination des PME de l'industrie et des entreprises de services connexes à l'industrie. Ils ont pour objectif d'encourager ces entreprises à effectuer un certain nombre d'investissements immatériels afin de les rendre plus compétitives.

n'a augmenté que de 3.1% par an au sein de l'Union européenne et de 1,5% par an aux États-Unis et au Japon[38].

TAB. 2.10 – Evolution du nombre de chercheurs (en équivalent plein temps)

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Nbre de chercheurs	7516	8515	9910	11265	12950	14650
Nbre de chercheurs/1000 actifs	2.34	2.59	2.94	3.26	3.88	4.28
Nbre de laboratoires	71	98	108	123	139	139
Nbre d'unités	265	312	377	448	550	624
Nbre de centres de recherche	-	-	28	27	29	30

Sources : (MESRST 2008, MRSTDC 2005)

Le nombre de chercheurs rapportés à la population active dépasse 4.28 pour mille en 2005 (Tableau 2.10). Ce chiffre rapproche la Tunisie des moyennes des pays de l'OCDE. Il est à noter qu'en 2005, le nombre de chercheurs pour mille, en équivalent temps plein (ETP), est plus faible en Turquie (1.1 chercheurs) et en Grèce (3.1 chercheurs) et au Portugal (3.7 chercheurs), ce taux est, en revanche, plus important en France, d'environ 7,7 personnes pour mille emplois (M'henni et al. 2007). Cependant, certains pays ayant une population limitée occupent les premiers rangs mondiaux. Ceci conduit à poser une question sur le financement global de la recherche : le rôle des dépenses publiques dans la recherche et l'effet d'éviction de la recherche privée par la recherche publique. La répartition des chercheurs au sein des organismes montre une prédominance des chercheurs dans l'enseignement supérieur dont 53% d'étudiants-chercheurs. 17% des étudiants travaillent dans le domaine des sciences et techniques de l'ingénieur jugé prioritaire pour le développement du pays (ce taux ne représente que 9% du nombre total des chercheurs), apportant ainsi une contribution relativement limitée à l'activité scientifique et technologique qui a besoin de renforcer son potentiel humain (MESRST 2008, MRSTDC 2005).

L'intégration des chercheurs universitaires et scientifiques dans le milieu industriel reste encore faible en raison de l'orientation des universités vers la recherche fondamentale. La coopération avec les universités est dominée par les stages de formation et des projets de fin d'études. La part de budget annuel du gouvernement alloué à la recherche est un indicateur qui mesure l'importance accordée à la recherche dans les dépenses globales du gouvernement ayant pour conséquence l'importance accordée à la production du savoir (politique technologique du pays).

2.3.4.2 Financement de la R&D

Le Tableau 2.11 montre certains indicateurs de l'effort national en matière de financement de la recherche : il s'agit des dépenses internes du secteur de la R&D (DIRD), des parts des dépenses de recherche dans le PIB et des sources de financement des activités de recherche (MESRST 2008). La part des dépenses de la recherche dans le PIB exprime l'effort relatif à la création de nouvelles connaissances et l'exploitation de celles déjà existantes. Les

[38]Source : Observatoire de l'emploi scientifique (2009), L'état des lieux de l'emploi scientifique en France, Rapport 2009 Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, France.

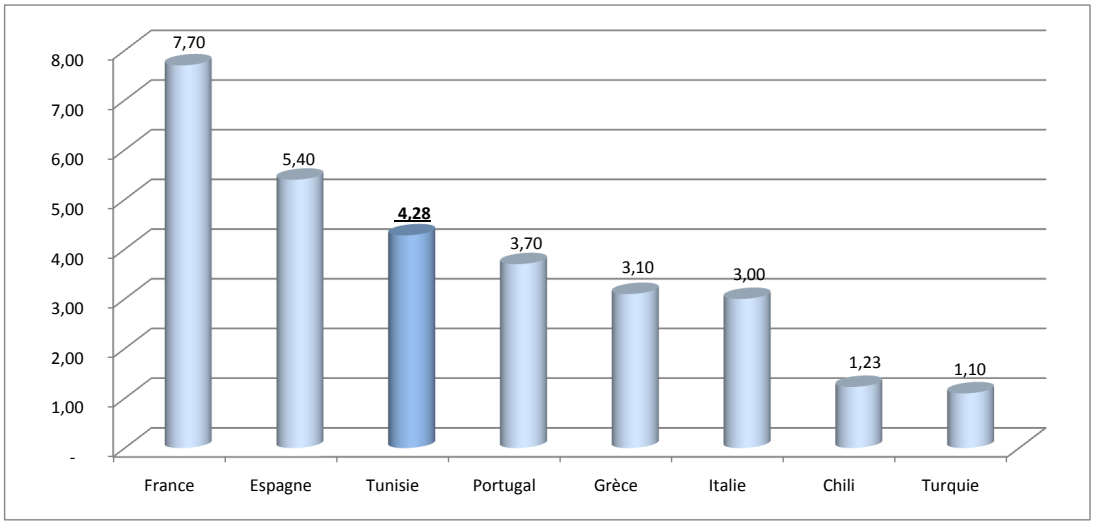


FIG. 2.3 – Nombre de chercheurs par mille actifs : position de la Tunisie en 2005

dotations allouées à la recherche scientifique et à la technologie représentent 1% du PIB en 2005. Ce taux est proche de ceux des pays méditerranéens tels que l'Italie (1.14%) et l'Espagne (1.09%) (Figure 2.4). Les ressources consacrées au secteur de la recherche enregistrent une croissance importante passant de 122 millions de dinars (MD) en 2000 à 380 MD en 2005 avec un taux de croissance annuelle moyenne de plus de 40%. Les sources de financement des activités de R&D proviennent principalement 1) de l'enveloppe budgétaire publique pour la R&D, 2) des fonds des entreprises du secteur privé dont la contribution reste très négligeable comparativement aux pays industrialisés (où les entreprises privées sont les acteurs centraux de l'innovation technologique) et 3) des fonds issus de la coopération internationale et provenant des organismes et des pays étrangers.

TAB. 2.11 – Evolution des dépenses en R&D

	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
DIRD* (en MD)	122	153	188	234	350	379
Financement public (MD)	111	135	162	194	273	288
	91%	88%	86%	83%	78%	76%
(dont enseignement sup.)	-	-	(35%)	(32.5%)	(30.8%)	(30.9%)
Participation des Entreprises	5.5%	7%	8%	9.5%	12.5%	14%
Coopération Internationale	3.5%	5%	6%	7.5%	9.5%	10%
Ratio DIRD/PIB (en %)	0.45	0.53	0.62	0,73	1.00	1.02
Dépenses Pub./Budget État	1.11%	1.24%	1.47%	2.14%	1.68%	2.22%

* DIRD : Dépenses Internes de Recherche et Développement.
Source : (MESRST 2008, MRSTDC 2005)

Les fonds publics représentent une part de R&D totale plus élevée que dans les pays avancés. Le financement de la DIRD est dominé par les fonds publics qui financent 76% des dépenses effectuées par le secteur de la recherche en 2005, malgré la baisse engendrée par l'accroissement de la contribution des entreprises qui assurent 14% des dépenses grâce à la mise en place d'incitations en faveur de l'innovation technologique dans les entreprises à partir de 1996. Cette proportion croît chaque année, mais elle demeure sensiblement inférieure à celle des pays les plus développés, où le financement de la R&D par les entreprises compte en général plus de 50% du financement total. En effet, la Tunisie a encore besoin de bâtir une infrastructure technologique. Ce qui explique l'orientation de la R&D financée sur fonds

publics vers le secteur de l'enseignement supérieur et les centres de recherche.

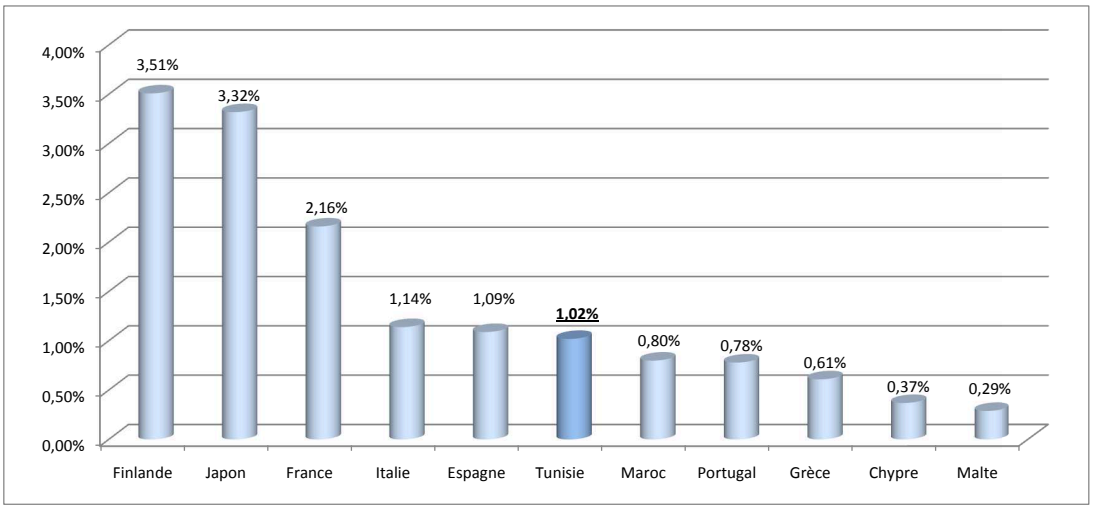


FIG. 2.4 – Dépenses en R&D : position de la Tunisie en 2005

En raison de leur moyenne et petite taille, rares sont les entreprises tunisiennes qui disposent d'un département ou budget de R&D. La mobilisation des ressources financières, par la création de nouvelles structures de financement intégrant la notion de capital risque, permet de stimuler le financement des entreprises innovantes (développement du secteur financier). Le MESRST prend en charge des frais d'inscription des brevets et des inventions technologiques en vue d'impulser les efforts d'innovation des particuliers.

L'augmentation de la contribution des entreprises dans le financement du secteur de la R&D peut s'expliquer par la mise en place de mesures d'incitation à l'investissement dans l'innovation telles que la prime d'investissement en R&D (PIRD) et la valorisation des résultats de la recherche (VRR). Les normes techniques internationales de qualité (ISO) obligent également certaines entreprises à faire des efforts de recherche. La faiblesse de réalisation des innovations peut être expliquée par l'absence du partenariat réel entre les entreprises et les établissements de recherche[39]. L'INORPI enregistre un nombre total de 3027 demandes de brevets sur la période 1990-2005. Les dépôts de brevets se caractérisent par deux changements. Le premier, entre 1996-2000, est marqué par une progression importante du nombre de dépôts qui peut s'expliquer par l'adhésion de la Tunisie à l'OMC. Le deuxième, de 2001, correspond à une baisse transitoire due à l'adhésion de la Tunisie au traité de coopération en matière de brevets, PCT (M'henni et al. 2007).

[39]Le chapitre 4 se consacrera à l'analyse du rôle de la coopération avec les universités et les autres organismes publics et privés dans l'innovation en Tunisie.

2.3.5 Indicateurs de l'innovation et de la technologie

Après la description et la mesure des ressources mobilisées par le système national de recherche et d'innovation (inputs), nous présenterons les outputs de la recherche scientifique et des activités d'innovation en Tunisie.

2.3.5.1 Production technologique

Bien que le nombre de demandes de brevets nationaux déposés en 2005 (Source des données: MRSTDC 2006*b*) est égal à 338, le Tableau 2.12 montre uniquement 56 demandes, soit 16%, sont déposées par des résidents dont 87% sont déposées par des individus et structures de recherche, alors que la part des demandes effectuées par les entreprises locales ne dépasse pas 2% (parmi les 338 demandes de brevets d'invention, uniquement 7 demandes sont déposées par des entreprises locales en 2005). Le Tableau 2.12 montre également l'importance de demandes des dépôts de dessins et modèles industriels et de la marque de fabrique par rapport à celles de dépôt des brevets d'invention.

TAB. 2.12 – Evolution des dépôts de brevets, marques et dessins industriels

	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
	Demandes de brevets nationaux					
Tunisiens	**28**	**22**	**29**	**34**	**46**	**56**
- Entreprises	10	5	2	3	2	7
- Individus	9	12	21	19	26	22
- Structures de recherche	9	5	6	12	18	27
Étrangers	**229**	**156**	**74**	**120**	**223**	**282**
Total	**257**	**178**	**103**	**154**	**269**	**338**
	Dépôts de dessins et modèles industriels					
Résidents	183	154	155	148	139	113
Non Résidents	6	6	13	22	28	27
	Dépôts des marques de fabrique					
Résidents	890	1020	940	935	1020	952
Non Résidents	2494	2273	2246	2223	2723	2912

Ce faible taux de production des brevets est aussi perçu à travers les brevets internationaux déposés. En comparant un ensemble de pays méditerranéens sur la période 1996-2005, le Tableau 2.13 montre que la Tunisie est le pays le moins performant avec un nombre très réduit de brevets[40]. Malgré la volonté politique de promotion de la recherche et de l'innovation et des efforts de dynamiser le SNI par à travers les organes de soutien, les données montrent une production de brevets assez faible en Tunisie. Ceci révèle l'insuffisance de l'effort d'innovation des entreprises privées.

2.3.5.2 Production scientifique

La base de données internationales des citations SCI[41] de « l'Institute for Scientific Information » (ISI) montre que la contribution de la Tunisie à la recherche mondiale est de

[40] Il existe, toutefois, un autre indicateur : celui des citations des publications scientifiques officielles des laboratoires de recherche.

[41] Science Citation Index.

TAB. 2.13 – Brevets internationaux enregistrés

	USPTO (1996-2005)	OEB (2004)
Tunisie	10	1
Jordanie	26	2
Maroc	31	1
Egypte	91	0
Chili	161	2
Portugal	165	20
Turquie	200	20
Grèce	281	-
Espagne	3651	373
Italie	19334	2217
France	42464	4366

USPTO : Office des Marques et de Brevets Américain
OEB : Office Européen des Brevets

l'ordre de 0.08% en 2004. Le nombre de publications scientifiques enregistre une augmentation de 40% entre 2001 et 2004 (Tableau 2.15). Le Rapport « R&D et innovation en Tunisie : principaux indicateurs et positionnement international »[42], provenant de la base de données de la « National Science Foundation » et de l'ISI, montre une progression régulière de la production scientifique, en parallèle à la structuration des équipes de recherche en laboratoires et en unités, avec une moyenne de 4.5 publications par an par laboratoire, et de 1.8 par an et par unité de recherche. Le nombre moyen de publications pour 10 chercheurs varie en 2004 entre 1.68 et 1.14 suivant la structure de recherche.

L'analyse par discipline montre que production scientifique tunisienne dans les disciplines progresse mais ne se place pas au niveau international. Malgré, le nombre relativement important de laboratoires et unités de recherche, le nombre de publications reste faible au regard de l'évolution du nombre de chercheurs (voir, Tableau 2.10).

TAB. 2.14 – Publications des Unités et des Laboratoires

	Laboratoires de Recherche		Unités de Recherche	
	Nombre	Publications	Nombre	Publications
2003	123	431	448	790
2004	121	657	550	962
2005	139	729	118	214
Nbr. moyen de Pub./an			4.7	1.8
Nbr. moyen de Pub. / 10 chercheurs en 2004			1.68	1.14

(MESRST 2008, MRSTDC 2005)

Le lien entre le système de recherche et le secteur des entreprises est la cible de la politique de la technologie et de l'innovation. La capacité d'absorption, les sources d'adoption ou d'innovation et l'organisation des activités de production diffèrent selon les secteurs en fonction de leurs domaines d'activités, leurs champs scientifiques et techniques, leurs demandes et applications de produits. Le concept du système sectoriel de production et d'innovation permet d'appréhender ces dimensions sectorielles (*voir* chapitre 1, section 1.3.3.5, page 40).

Nous allons, par conséquent, examiner les caractéristiques de la structure industrielle, car elles peuvent déterminer le comportement des entreprises à l'égard de l'évolution technologique.

[42]Bureau des Etudes Prospectives de la Planification et des Statistiques ; Ministère de la recherche scientifique, de la technologie et du développement des compétences (2006).

TAB. 2.15 – Part mondiale des publications

Toutes disciplines	2001	2004
Toutes disciplines confondues		
Part mondiale (%)	0,06	0,08
Nombre de publications	442	611
Part mondiale de publi. par discipline		
Biologie fondamentale	0.03	0.04
Recherche médicale	0.06	0.08
Biologie appliquée-écologie	0.05	0.07
Chimie	0.07	0.11
Physique	0.06	0.07
Sciences de l'univers	0.05	0.06
Sciences pour l'ingénieur	0.07	0.09
Mathématiques	0.19	0.24
Toutes disciplines	0.06	0.08

données Thomson Scientific, OST traitements (2006)

2.4 Le contexte industriel

Le tissu industriel compte, en 2004, près de 5500 entreprises avec plus de 10 employés. Ce secteur représente plus de 30% de PIB avec un taux de croissance annuel moyen de la valeur ajoutée de 7% entre 1997 et 2004 (Agence de Promotion de l'Industrie, API 2005). Le secteur manufacturier contribue de l'ordre de 20% au PIB. Les petites et moyennes entreprises (PME), définies par un effectif compris entre 10 et 99, représentent 78% du nombre total des entreprises (Tableau 2.16). Le secteur des industries textiles et habillement (ITH) regroupe une part importante (38%) de ces entreprises et leur emploi (46%), suivi par le secteur des industries agroalimentaires (IAA) qui représente 17% et emploie 13% du total (Tableau 2.17).

TAB. 2.16 – Répartition des entreprises par taille (en 2004)

Classe d'effectifs	[10-19]	[20-49]	[50-99]	[100-199]	[200 et plus]	Total
Nombre d'entreprises	1493	1719	1045	758	453	5468
Part en (%)	28	31	19	14	8	100

Le nombre d'entreprises à participation étrangère s'élève à 1744 dont 1433 sont totalement exportatrices et 974 à capitaux 100% étrangers. Le secteur de ITH est le plus attirant les investisseurs étrangers. Il représente 56% du nombre total des entreprises à participation étrangère. Il est suivi des secteurs électrique électronique et électroménager (9%) et de cuir et chaussures (7%).

Les industries du textile et d'habillement (ITH) : Le secteur ITH, produisant environ le quart de la production manufacturière, est le secteur le plus fortement tourné vers le marché extérieur, assurant 40% des exportations de biens (Tableau 2.17). Toutefois, l'exportation accuse une baisse suite à l'accentuation de la concurrence sur le marché de l'UE, qui constitue la zone de prédilection de la Tunisie (OCDE 2005, MDCI 2003). Les entreprises tunisiennes devront, ainsi, veiller à ajuster les prix de leurs exportations et à les aligner sur ceux pratiqués

TAB. 2.17 – Répartition des entreprises par secteur et par régimes (en 2004)

	Nbre d'entreprises				
Secteurs	**TE**	**ATE**	**Total**	**Part(%)**	**Emplois(%)**
Agroalimentaire	121	824	945	17%	13%
Matériaux de construction, céramique et verre	19	409	428	8%	7%
Mécanique et Métallurgique	78	403	481	9%	6%
Électrique Électronique et de l'Électroménager	153	130	283	5%	10%
Chimie (hors plastique)	31	218	249	5%	5%
Textile et Habillement	1656	438	2094	38%	46%
Cuir et Chaussures	178	111	289	5%	6%
Bois, Liège et Ameublement	31	174	205	4%	2%
Divers(plastique, papier et autres)	93	401	494	9%	5%
Total	**2360**	**3108**	**5468**	**100%**	**100%**

TE : régime totalement exportateur
ATE : régime autre que totalement exportateur
Source : Agence de Promotion de l'Industrie

TAB. 2.18 – Evolution de la valeur ajoutée (en millions de dinars)

Secteurs	**1997**	**2000**	**2004**	**Part en 2004**	**% de PIB**
Agroalimentaire	1116	1457	1908	26%	6%
Matériaux de construction, céramique et verre	402	509	667	9%	2%
Mécanique et Métallurgique	360	451	596	8%	2%
Électrique Électronique et de l'Électroménager	223	344	610	8%	2%
Chimie (hors plastique)	466	571	685	9%	2%
Textile et Habillement	1152	1362	1630	22%	5%
Cuir et Chaussures	247	415	497	7%	2%
Bois, Liège et Ameublement	204	323	404	5%	3%
Divers(plastique, papier et autres)	508	338	424	6%	
Total	**4678**	**5770**	**7421**	**100%**	**24%**

Source : Agence de Promotion de l'Industrie

par les concurrents des pays asiatiques[43].

Les industries agro-alimentaires (IAA) : Le secteur IAA représente le tiers de la production des industries manufacturières. Il constitue la deuxième activité industrielle en terme de contribution à la valeur ajoutée des industries manufacturières. Ce secteur s'oriente principalement vers le marché intérieur qui est caractérise par la stabilité de la demande. Il est dominé par les petites entreprises individuelles à faibles moyens techniques et financiers. Il souffre de la faible qualification de la main d'œuvre, de l'obsolescence des équipements et de la dépendance de la production agricole[44]. Le taux de participation étrangère dans les entreprises du secteur des IAA est de 9.8%, soit environ la moitié du taux moyen observé dans les industries manufacturières.

Certaines branches intègrent dans leurs productions des applications bio-technologiques. La Tunisie dispose de 62 laboratoires et 270 unités de recherche et développement dans la discipline des sciences de la vie et de la biotechnologie, ce qui représente, en nombre, plus de 50% du potentiel de recherche dans le pays.

[43]CEPEX, « Etudes sur le secteur du commerce : Principales caractéristiques et diagnostic d'ensemble du secteur du commerce », http ://www.cepex.nat.tn.

[44]Les cahiers du CEPI n° 3 : « Etude de positionnement stratégique du secteur des industries agroalimentaires », Le Centre d'Etudes et de Prospective Industrielles, API 2005.

Les industries de cuir et de chaussure (ICC) : Le secteur des industries ICC compte 289 entreprises employant 10 personnes et plus, dont 178 sont totalement exportatrices (API 2005). Les produits sont diversifiés. Les modes de fabrication sont également variés et mettent en œuvre des moyens techniques différents. On distingue 4 catégories d'entreprises[45] :

- Les entreprises de type *artisanal* travaillant pour le marché local et composées d'unités non structurées.
- Les entreprises industrielles non exportatrices, produisant principalement pour le marché local, et basées sur des coûts de main-d'œuvre compétitifs. Toutefois, elles souffrent de l'insuffisance de leurs capacités en management et en gestion de la production ;
- Les entreprises sous-traitantes travaillant aussi bien pour l'exportation que pour le marché local. Elles sont dotées d'une capacité d'adaptation et produisent des biens conformes aux normes internationales de qualité.
- Les entreprises totalement exportatrices ou offshore qui appartiennent à des donneurs d'ordre étrangers.

Les industries mécaniques et métallurgiques (IMM) : L'implication du secteur privé dans les IMM, particulièrement soutenu par l'investissement public depuis l'indépendance, augmente considérablement à partir des années 80. Ce secteur est diversifié et peut être classé en trois catégories :

- La branche des constructions métalliques se distingue par l'importation totale des matières premières (tôles et profilés)[46].
- La branche des faisceaux de câbles n'est pas encore en maturité. La disponibilité d'ingénieurs et d'une main d'œuvre qualifiée constituent des atouts de compétitivité favorables. Mais, la principale faiblesse de cette branche réside dans la forte dépendance des donneurs d'ordre et la faiblesse de la sous-traitance technique et industrielle[47].
- La branche des industries des composants automobiles compte 175 entreprises en 2004 dont 89 sont totalement exportatrices (plus de 50%) et 93 sont en partenariat (dont 79 à capitaux 100% étrangers)[48].

Les industries chimiques (ICH) : Le secteur des ICH est très hétérogène et caractérisé par les grandes entreprises de transformations de matières premières. Les produits peuvent être classés en trois grandes familles, en fonction de leurs demandes. Le premier groupe dérive de la transformation de ressources naturelles, en l'occurrence du phosphate. Il relève d'une activité exportatrice tout en satisfaisant, dans une large mesure, la demande exprimée sur le marché local. Le deuxième groupe correspond aux produits de la parachimie (peintures,

[45] Les cahiers du CEPI n° 8 : « Etude de positionnement stratégique de la branche chaussures », Le Centre d'Etudes et de Prospective Industrielles, API 2004.

[46] CEPI-API (2005) : « Note sur la branche constructions métalliques en Tunisie ».

[47] Les cahiers du CEPI n° 1 : « Etude de positionnement stratégique de la branche des faisceaux de câbles », Le Centre d'Etudes et de Prospective Industrielles, API 2007.

[48] Les cahiers du CEPI n° 30 : « Etude de positionnement stratégique de la branche composants automobiles mécaniques et leurs accessoires », 2005 et CEPI-API (2004), « Composants automobiles : note de présentation ».

colles, savons, détergents et produits d'entretien, cosmétiques et parfumerie, etc) et il est caractérisé par un marché local concurrentiel. Le troisième groupe est constitué par les produits pharmaceutiques et les articles en caoutchoucs et pneumatiques.

Les industries des matériaux de construction, de la céramique et de verre (IMCCV) : L'activité de production du secteur des IMCCV réside essentiellement dans l'exploitation des matières premières locales qui sont disponibles en quantités importantes. Étant stimulées par l'affermissement de la demande intérieure avec l'augmentation des investissements dans la construction de logements, le secteur des IMCCV réalise une croissance importante de sa valeur ajoutée. Cependant, ce secteur est handicapé par la petite taille de ses entreprises, la faiblesse du taux d'encadrement et le grand nombre d'entreprises artisanales développant des produits de mauvaise qualité.

Les industries électriques, électroniques et de l'électroménager (IEEE) Le secteur des IEEE regroupe une grande variété de produits. Il compte 283 entreprises employant 10 personnes et plus dont 153 sont totalement exportatrices (API 2005). Les atouts du secteur IEEE consistent dans la main-d'œuvre instruite et qualifiée, les salaires plus bas qu'en Europe et la proximité du marché européen. Au niveau de l'infrastructure de base de la recherche scientifique et de la formation, le secteur est caractérisé par la mise en place de 17 écoles nationales d'ingénieurs, 12 instituts supérieurs d'études technologiques, 20 centres sectoriels et 16 centres polyvalents de formation professionnelle en électronique et électrique (publics et privés).

Le marché de l'informatique[49] connaît une évolution rapide avec une tendance à la diversification des produits et des services. Les entreprises s'orientent vers la production de cartes réseaux et, au niveau des logiciels, vers la sécurité des systèmes d'information et le e-commerce.

2.5 Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'appréhension des principales caractéristiques de l'économie et de la structure institutionnelle et industrielle en Tunisie, en soulignant les particularités de son système d'innovation. Pour l'instant, ce système est en germe et non stabilisé. L'isolation de la sphère productive et l'insuffisance d'intégration avec la sphère de recherche peut apparaître comme une source importante de difficulté dans la construction des capacités technologiques par les entreprises. Il importe donc d'analyser les facteurs internes et externes qui déterminent la réussite de l'activité d'innovation en Tunisie, en mettant l'accent sur le rôle des sources externes de connaissance et de l'assistance technique dans l'innovation.

Ce chapitre a mis aussi l'accent sur la politique de développement axée essentiellement sur l'attraction des capitaux étrangers par une spécialisation dans les activités de sous-

[49] Les cahiers du CEPI n° 14 : « Etude de positionnement stratégique de la branche Informatique », 2005.

traitance, visant à créer un régime offshore pour attirer les IDE et accroître les exportations. Les résultats montrent que la Tunisie est un utilisateur dynamique de la technologie, mais exporte des produits à faible contenu technologique. On peut se demander quel rôle jouent les exportations et les investissements étrangers dans l'innovation des entreprises tunisiennes ?

L'analyse des indicateurs de l'innovation et de la technologie montre que le potentiel interne d'innovation dans les entreprises est faible, en particulier en matière d'investissement en R&D. La question de la taille semble importante pour le cas des industries tunisiennes dominées par les petites et moyenne entreprises. La perception des obstacles à l'innovation peut donner une indication sur les capacités technologiques des entreprises et sur les forces et/ou faiblesses du SNI.

Le recours à l'analyse statistique et économétrique nous permettra d'étudier le comportement d'innovation des entreprises tunisiennes, en estimant les facteurs qui agissent sur leur décision d'innovation. Avant de revenir sur les mécanismes discutés dans ces deux premiers chapitres, pour l'analyse des déterminants de l'innovation, le chapitre trois se proposera de présenter les données de l'enquête sur les activités de R&D et d'innovation dans les entreprises tunisiennes.

Chapitre 3

Résultats Descriptifs de l'Enquête «les Activités de R&D et d'Innovation dans les Entreprises»

3.1 Introduction

Nous relatons dans ce chapitre la description des caractéristiques globales et de la répartition sectorielle des entreprises enquêtées. Les données statistiques et les études sur les activités de R&D et d'innovation en Tunisie sont assez récentes. Nous utilisons des données d'entreprises provenant de l'enquête-pilote intitulée « *les activités de R&D et d'innovation dans les entreprises en Tunisie* » et élaborée par le l'Observatoire National de la Technologie[1] (Bureau des Etudes Prospectives, de la Planification et des Statistiques) en 2005. Il s'agit, à notre connaissance, des premières données officielles sur les activités d'innovations des entreprises tunisiennes. Le plan de sondage de cette enquête a été établit en collaboration avec l'Institut National de la Statistique (INS). Ce dernier assure la représentativité des informations collectées par rapport à l'ensemble des entreprises de la population. L'enquête concerne les entreprises qui ont entrepris des activités de R&D ou d'innovation durant la période 2002-2004.

Le questionnaire s'inspire de l'enquête communautaire sur l'innovation, *Community Innovation Survey-CIS*, coordonnée par Eurostat et menée par l'ensemble des pays de l'Union Européenne. Rappelons que l'objectif principal de l'enquête CIS est de mesurer l'innovation selon la méthode proposée dans le manuel d'Oslo (OECD & EUROSTAT 2005), permettant de décrire le processus d'innovation et d'apprécier les raisons pour lesquelles les entreprises innovent, les moteurs de l'innovation et les obstacles qui freinent sa réalisation (Mairesse & Mohnen 2010). Le questionnaire demande à toutes les entreprises, innovantes et non innovantes, de répondre à toutes les questions de tous les modules. Cette enquête est conçue comme une coupe transversale avec des informations rétrospectives sur une période de trois ans (2002, 2003, 2004).

Nous commençons dans la section suivante par la présentation générale des données. Nous décrivons ensuite les entreprises enquêtées et nous présentons les principales rubriques

[1] Organe qui, au moment de l'enquête, était sous tutelle du Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétences (MRSTDC).

du questionnaire.

3.2 Présentation générale des données

L'échantillon retenu dans l'enquête est ciblé de manière à couvrir le maximum d'entreprises susceptibles d'avoir des activités d'innovation et/ou de R&D. Le plan de sondage est effectué sur la base des informations disponibles sur les entreprises tunisiennes (INS, API, BMN) et des informations fournies par l'INNORPI au sujet des entreprises qui ont déposé un brevet durant les années 2002-2004. Le choix de la population cadre pour l'enquête se limite aux[2] :

- entreprises manufacturières à forte valeur technologique (et/ou forte valeur ajoutée),
- entreprises ayant un effectif supérieur à 10 personnes,
- entreprises répertoriées (API [Agence de Promotion des Industries], INS [Institut National des Statistiques], BMN [Bureau de Mise à Niveau],...).

La population ciblée comprend 739 entreprises dont 586 qui ont répondu au questionnaire, soit un taux de réponse de 79%. La répartition des entreprises selon les secteurs d'activités est illustrée dans le Tableau 3.1 et la Figure 3.1. Il est à noter que les entreprises du secteur des services dont l'activité est caractérisée par un contenu technologique important et/ou une forte valeur ajoutée sont considérées également par l'enquête (tels que l'office national des Postes, la société nationale des télécommunications, STEG, ONAS, SONEDE, et des entreprises du pôle technologique El-Ghazala).

Le questionnaire comprend quatre sections : une section portant sur les caractéristiques générales de l'entreprise, une section sur l'activité de R&D, une section sur l'innovation et une section sur les principales actions de R&D et d'innovation effectuées durant la période 2002-2004.

TAB. 3.1 – Nombre des entreprises enquêtées par secteur d'activité

Secteurs	**Nbre d'entreprises**	**pourcentage**
Textile et Habillement (**ITH**)	111	18.94%
Agroalimentaire (**IAA**)	99	16.89%
Électrique, Électronique et Électroménager (**IEEE**)	98	16.72%
Mécanique et Métallurgie (**IMM**)	64	10.92%
Matériaux de Construction de la Céramique et du Verre (**IMCCV**)	42	7.17%
Chimie (**ICH**)	34	5.80%
Caoutchouc et Plastique (**ICP**)	25	4.27%
Technologie de l'Information et des Communications (**TIC**)	22	3.75%
Cuir et chaussure (**ICC**)	17	2.90%
Bois, Liège et Ameublement(**IBLA**)	16	2.73%
Mine et Énergie (**IME**)	11	1.88%
Pâtes, Papiers et Cartons (**IPPC**)	10	1.71%
Autre	37	6.31%
Total	**586**	**100%**

[2]MRSTDC (2005), « enquête : Les Activités de R&D et d'Innovation dans les Entreprises ».

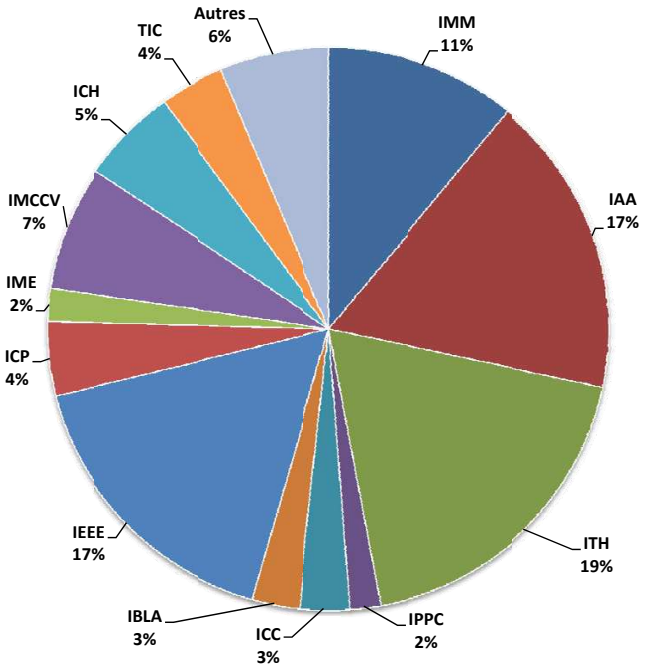


FIG. 3.1 – Répartition des entreprises par secteur d'activité

3.3 Caractéristiques des entreprises

Les caractéristiques à étudier sont la taille, l'âge et la structure de la propriété. Elles déterminent les ressources humaines, financières et techniques qui affectent les activités de R&D et la capacité d'innovation de l'entreprise.

3.3.1 La taille

La capacité de financement de l'innovation et des investissements en R&D des entreprises est une question importante pour les pays en développement. L'enquête nous donne la possibilité de mesurer la taille des entreprises enquêtées de plusieurs manières différentes afin de vérifier s'il existe des avantages associés à cette variable. La classification des entreprises selon le chiffre d'affaire est donnée dans la Figure 3.2 et le Tableau 3.2 montrant que 40% des entreprises enquêtées réalisent plus de 75% de leur chiffre d'affaire à l'exportation. Alors que 50% des entreprises ont un pourcentage de chiffre d'affaire à l'exportation moins de 25% (Tableau 3.2).

L'effectif total de l'entreprise englobe le personnel technique et administratif. Nous avons réparti les entreprises en quatre catégories en fonction de leur taille : moins de 20 employés ; 21 à 100 employés ; 101 à 200 employés ; 201 à 500 employés ; 501 employés ou plus (Tableau 3.3).

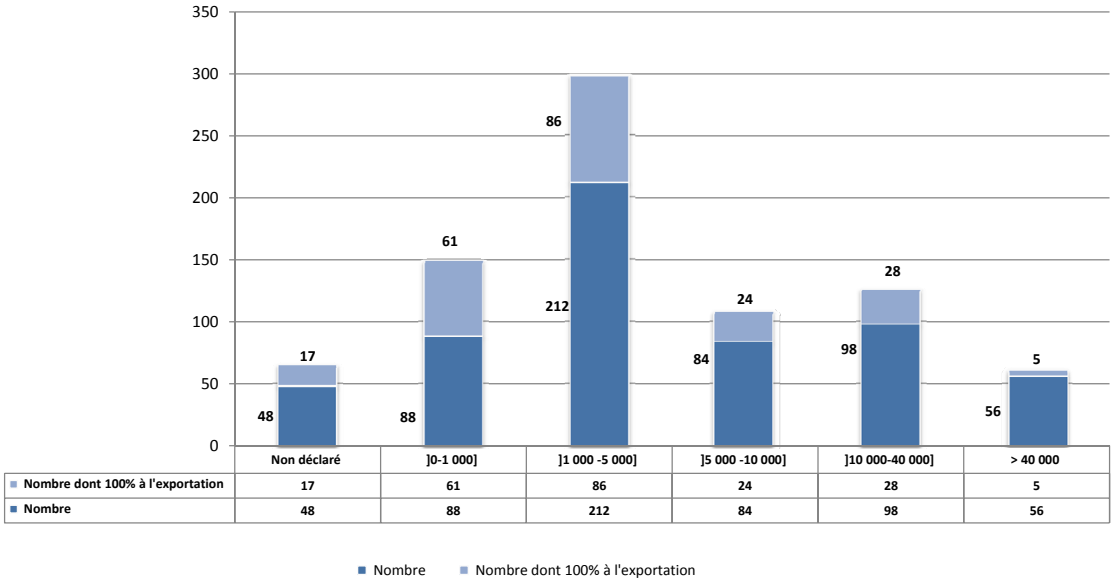


FIG. 3.2 – Répartition des entreprises selon le chiffre d'affaire (en millier de DT)

TAB. 3.2 – Pourcentage de chiffre d'affaire à l'exportation

% de CA à l'exportation	Nombre d'entreprises	pourcentage
$[0-25]$	294	50.17
$]25-50]$	41	7.00
$]50-75]$	18	3.07
$]75-100]$	233	39.76
Total	**586**	**100**

TAB. 3.3 – Distribution des effectifs d'employés

Effectif	$[0-20]$	$[21-100]$	$[101-200]$	$[201-500]$	$[+501]$
Nbre d'entreprises	65	237	121	115	48
Pourcentage	11.09	40.44	20.65	19.62	8.19

3.3.2 L'âge

La Figure 3.3 donne la répartition des entreprises par secteur d'activité et par date de création. Les entreprises sont classées par période de création selon les grandes phases du développement économique de la Tunisie (voir chapitre 2). Plus de 50% des entreprises enquêtées sont créées après la date de la mise en place du programme d'ajustement structurel (1986) et plus de 25% sont crées après le lancement du programme de mise à niveau et la création des parcs technologiques spécialisés et de nouvelles zones industrielles, etc.

3.3.3 La nationalité des propriétaires

La répartition des entreprises selon le pays de localisation du siège social montre que celles appartenant à des groupes étrangers sont fortement concentrées sur un nombre restreint de pays européens : la France, l'Allemagne et l'Italie (Tableau 3.4). Ces trois pays sont les importateurs exclusifs des produits tunisiens (voir chapitre 2). Les filiales étrangères sont proportionnellement plus nombreuses dans le secteur des ITH et le secteur des IEEE qui

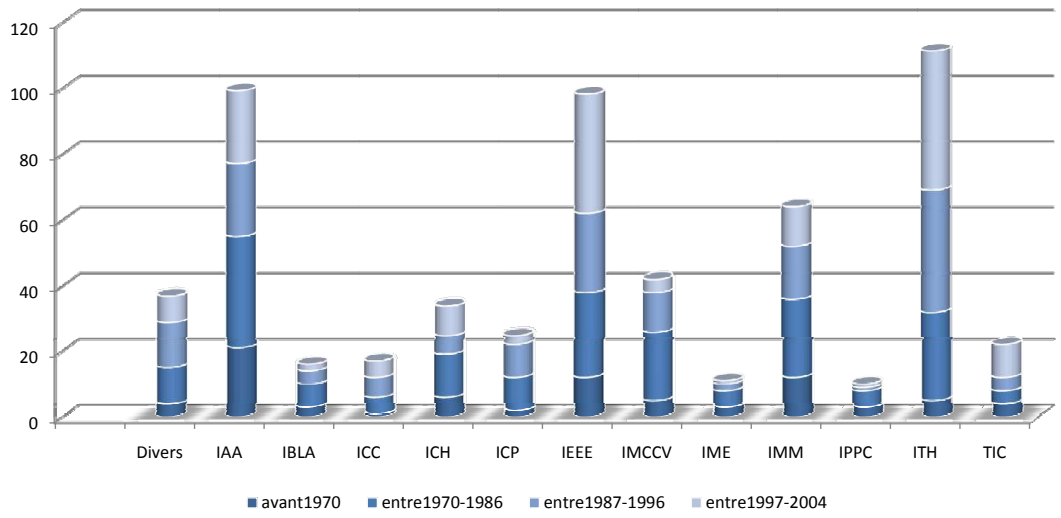


FIG. 3.3 – Répartition des entreprises selon la date de création

représentent respectivement 20% et 40%. De même, elle sont moins innovantes que les autres entreprises (uniquement 34 entreprises innovent en produit et 50 entreprises en procédé). La répartition selon la participation au capital social de l'entreprise montre que 40% des entreprises enquêtées (235 entreprises) sont à participation étrangère dont 133 avec un capital 100% étranger. Seulement 6% (34 entreprises) sont étatiques.

TAB. 3.4 – Répartition des filiales des groupes

Pays	**Nombre d'Entreprises**	**%**
Tunisie	161	58.8%
France	38	13.9%
Allemagne	16	5.8%
Italie	16	5.8%
Belgique	9	3.3%
Suisse	8	2.9%
USA	7	2.6%
Pays Bas	4	1.5%
Royaume Uni	3	1.1%
Espagne	3	1.1%
Portugal	2	0.7%
Chine	1	0.4%
Autres	6	2.2%
Total	**274**	**100%**

3.4 Les activités de R&D

Le questionnaire considère par R&D toute activité qui englobe « *les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, ainsi que l'utilisation de cette connaissance pour de nouvelles applications* ». Ces travaux de création ne se définissent pas seulement par la nature des activités mais aussi par l'objectif poursuivi tels que l'obtention de connaissances nouvelles, l'amélioration de procédés ou produits déjà existants ou la mise au point de procédés ou produits nouveaux.

L'enquête permet l'évaluation de la R&D à travers différentes modalités qui sont le budget consacré à la R&D, le nombre de personnel technique dans la R&D et l'existence d'une structure ou d'un département de R&D. Cependant, la question concernant les dépenses en R&D peut être mal conçue par les répondants au questionnaire. Les données manquent de détails concernant les domaines technologiques sur lesquels les entreprises portent leurs efforts.

TAB. 3.5 – Répartition sectorielle des entreprises ayant des activités de R&D

Secteur	**Nombre**	**Pourcentage**
Agroalimentaire (IAA)	54	9.2%
Textile et Habillement (ITH)	33	5.6%
Électrique, Électronique et Électroménager (IEEE)	33	5.6%
Mécanique et Métallurgie (IMM)	32	5.5%
Chimie (ICH)	24	4.1%
Matériaux de Construction de la Céramique et du Verre (IMCCV)	19	3.2%
Technologie de l'Information et des Communications (TIC)	8	1.4%
Bois, Liège et Ameublement (IBLA)	8	1.4%
Cuir et chaussure (ICC)	7	1.2%
Pâtes, Papiers et Cartons (IPPC)	5	0.9%
Caoutchouc et Plastique (ICP)	5	0.9%
Mine et Énergie (IME)	5	0.9%
Autre	15	2.6%
Total	**248**	**42.3%**

3.4.1 Les investissements et structures de R&D

Les résultats montrent que 42.3% des entreprises ont effectué des activités de R&D (Tableau 3.5). La plupart des activités de R&D ne sont pas structurées. Elles sont effectuées d'une manière occasionnelle. Seulement 15.7%, soit 92 entreprises, consacrent un budget à la R&D. La structuration des activités de R&D peut apparaître au niveau du budget comme elle peut aussi apparaître au niveau des laboratoires ou structures d'études et de recherche dans l'entreprise (cellule ou département, bureau d'études, conseil scientifique). Parmi les 248 entreprises qui déclarent avoir entrepris des activités de R&D, 162 entreprises (soit 27.6% du total) sont engagées dans ces activités de façon continue entre 2002 et 2004. De surcroît, une part importante des innovations ne provient pas de la R&D. De même, 202 entreprises (parmi ces 248 entreprises) déclarent avoir au moins une structure d'études et/ou de R&D (soit 34% des entreprises ayant répondu à l'enquête). 17.4% des entreprises ont une cellule ou un département de R&D alors que seulement 3.1% ont un conseil scientifique (Tableau 3.6).

TAB. 3.6 – Nombre des entreprises ayant une structure de R&D

Structures	**Nombre**	**% du total entreprises**	**dont ayant des activités de R&D**	**% du total entreprises**
Cellule ou département	102	17.40%	96	16.40%
Bureau d'études	127	21.70%	88	15.00%
Conseil scientifique	18	3.10%	15	2.60%
Bureau de méthodes	148	25.30%	93	15.90%
Autres	77	13.10%	53	9.00%
Total	**472**		**345**	

3.4.2 Les obstacles à la création d'une structure de R&D

Les entreprises qui n'ont pas une structure de recherche déclarent les raisons qui expliquent l'inexistence d'une telle structure. La nature du produit, la dépendance technique du donneur d'ordre, le coût de la gestion d'une telle structure et la faible taille de l'entreprise et du marché constituent les obstacles majeurs à la création d'une structure de R&D (Tableau 3.7). Arvanitis et al. (2010) signalent un paradoxe concernant l'activité d'innovation en Tunisie. D'un côté, ces activités de R&D et d'innovation augmentent dans les entreprises. D'un autre côté, les données indiquent un manque d'information, par les entreprises, sur les aides et les soutiens offerts par l'État pour développer les technologies et, de manière générale, une très rare expérience des entreprises quant aux différents services incitatifs concernant l'innovation.

TAB. 3.7 – Raisons de l'inexistence d'une structure de R&D

Raisons expliquant l'inexistence d'une structure de R&D	**Nombre**	**% du total entreprises**	**dont ayant des R&D**	**% du total entreprises**
Faible taille de l'entreprise	81	13.80%	12	2.00%
Faible taille du marché	38	6.50%	13	2.20%
Coût élevé de la gestion d'une telle structure	61	10.40%	13	2.20%
Caractère peu concurrentiel du secteur auquel appartient l'entreprise	17	2.90%	2	0.30%
Nouvelle technologie acquise par l'entreprise mère ou le donneur d'ordre	83	14.20%	7	1.20%
Nature du bien produit ne nécessite pas la création d'une telle structure	109	18.60%	17	2.90%
Autres	42	7.20%	3	0.50%

3.4.3 Les effectifs de R&D

La répartition des employés dans les structures dédiées à l'activité de recherche montre que l'effectif permanent représente 1.46% de l'effectif total (Tableau 3.8). Ce taux est de 24% pour les 92 entreprises ayant un budget consacré à la R&D.

TAB. 3.8 – Effectifs dans les structures et départements de R&D

	Total des entreprises	**Entreprises ayant une activité de R&D**	**% par rapport à l'effectif total**
Total effectif	2269	1785	1.46%
Effectif technique	1851	1463	1.54%
Effectif Administratif	394	298	1.13%

3.4.4 Les outputs des activités de R&D

La répartition des outputs des activités de R&D montre que 311 résultats des activités de R&D sont déclarés par les entreprises enquêtées, dont 21 brevets, 26 publications, 4 certificats d'obtention végétale, 85 dessins et modèles industriels, 58 marques et 117 résultats non publiés (Figure 3.4). Les activités de R&D du secteur des IAA débouchent sur 73 résultats

(brevets, publications, certificats d'obtention végétale et dessins et modèles industriels) et celles du secteur des IEEE sur 47 résultats. On peut penser que la R&D dans ces deux secteurs est relativement rentable et efficace par rapport aux autres secteurs d'activités.

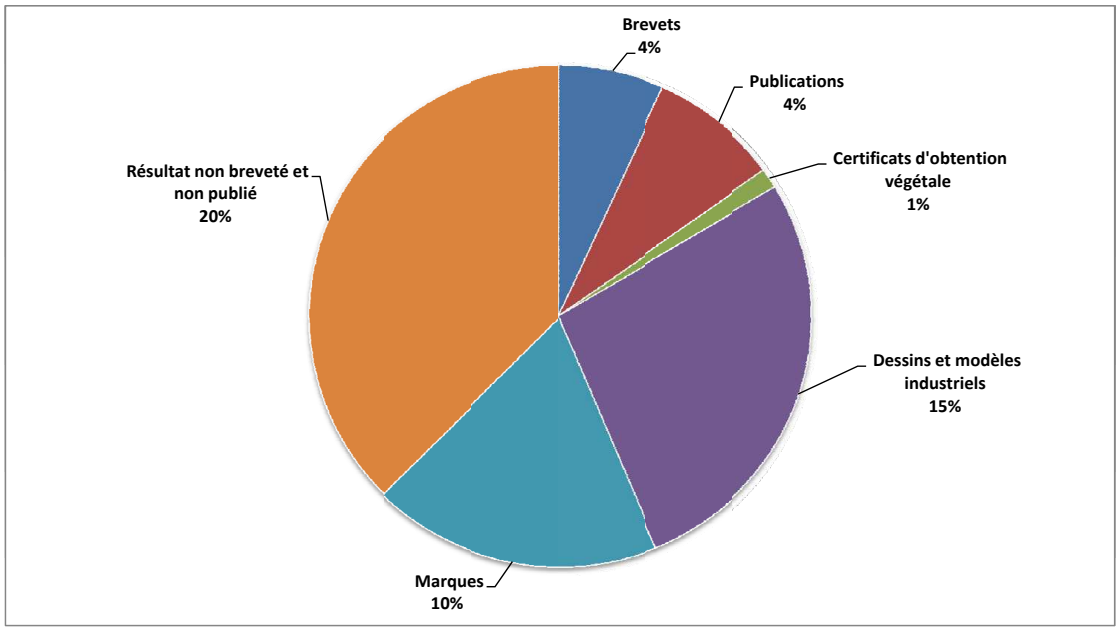


FIG. 3.4 – Répartition des outputs de R&D

3.5 Partenariat technologique d'études, de recherche et de formation

Le Tableau 3.9 donne le nombre et le pourcentage des entreprises qui ont signé des conventions de partenariat technologique ou d'études et de recherche avec un organisme national ou étranger. Il montre que 380 entreprises (65% du total des entreprises enquêtées) ont signé au moins une convention de partenariat. Le tableau montre que 15% des entreprises enquêtées ont signé au moins une convention avec un organisme national alors que 13% l'ont fait avec un organisme étranger, 11% avec une institution universitaire, 7% avec un centre de recherche et 8% avec un laboratoire ou unité de recherche.

Nous menons une analyse plus fine du rôle de ces sources de connaissance et de savoir, en faisant appel aux informations complémentaires disponibles dans l'enquête. Dans le questionnaire, les entreprises donnent une description de l'objet de leurs collaborations avec ces sources de connaissance. Seulement 86 entreprises (15% des 586 entreprises de l'échantillon) ont rempli les champs correspondants. Même si cette information est partielle, elle nous permet d'extraire quelques indications sur les différents rôles des sources de la connaissance technique et sur les types de rapports que les entreprises établissent avec elles. Nous réalisons une analyse textuelle de ces champs que nous avons nettoyée en éliminant les espaces et

des mots usuels. Les résultats de l'analyse textuelle effectuée par *Wordle*[3] sont donnés dans Tableau 3.10. Les mots plus fréquents ont une taille plus grande dans la carte des mots des champs textuels.

Ces sources de connaissance jouent des rôles relativement polarisés : les laboratoires et les centres de recherche contribuent directement aux efforts de R&D des entreprises, alors que les organismes nationaux et internationaux et les autres entreprises jouent un rôle important dans l'assistance technique et la formation. La certification est également un outil important puisqu'elle facilite l'accès au marché extérieur. Une part importante des collaborations concerne également le développement des produits et l'amélioration de la qualité.

Cette enquête donne également une indication sur le recours des entreprises à un organisme tiers de consulting technique qui est un facteur important pour les pays en développement. Les résultats montrent que 41% (242 entreprises) des entreprises enquêtées indiquent qu'elles ont recouru à une assistance technique externe.

Avez-vous déjà recouru à un organisme tiers de consulting technologique (Oui/Non).
Si Oui [242 entreprises], c'est pour :

- *Adapter un procédé [98 entreprises],*
- *Adapter une technologie [106 entreprises],*
- *Une information technologique [115 entreprises],*
- *Autres (à préciser) [60 entreprises].*

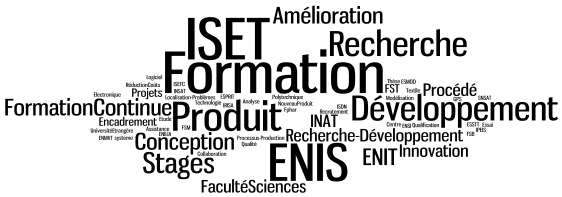
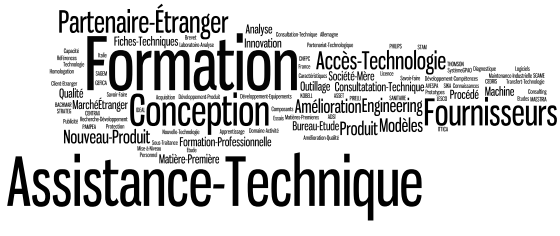
TAB. 3.9 – Conventions de partenariats et de collaborations

Partenaire	Nombre	dont ayant des activités de R&D	% du total des entreprises
Institution Universitaire	63	57	11%
Centre de Recherche	42	35	7%
Laboratoire ou Unité de recherche	45	37	8%
Organismes Nationaux	89	59	15%
Organismes Étrangers	74	55	13%
Autres Entreprises	67	49	11%
Total	**380**	**292**	**65%**

3.6 Les activités d'innovation

L'enquête distingue entre les innovations de produit (produit nouveau ou significativement amélioré) et les innovations de procédé dans le cas d'adoption des méthodes de production technologiquement nouvelles ou sensiblement améliorées, y compris les méthodes de livraison du produit. Ces méthodes peuvent impliquer les modifications portant sur l'équipement ou l'organisation de la production, ou une combinaison de ces modifications, et peuvent découler de la mise à profit de nouvelles connaissances. Le questionnaire distingue également entre les produits nouveaux (ou sensiblement améliorés) pour l'entreprise et les produits nouveaux (ou sensiblement améliorés) pour le marché de l'entreprise.

[3]Wordle est un outil créé par Jonathan Feinberg de IBM, http ://www.wordle.net/.

Type de partenaire	Mots clés
Institutions Universitaires	
Lab./U. de Recherche	
Centres de Recherche	
Organismes Nationaux	
Organismes Internationaux	
Autres Entreprises	

Tab. 3.10 – Descriptions et objets des conventions de Partenariat

3.6.1 Répartition des innovations

Le Tableau 3.11 montre la répartition des entreprises par type d'innovation et par secteur. Nous constatons que 409 entreprises déclarent qu'elles ont entrepris des activités d'innovation (70% des entreprises ayant répondu à l'enquête). Le nombre d'entreprises innovantes en produit est de 301 (51% des entreprises enquêtées). Le Tableau montre aussi que 285 entreprises ont au moins une innovation de procédé (49% des entreprises enquêtées) et 200 entreprises ont au moins une innovation inachevée ou abandonnée (34% des entreprises enquêtées). Les secteurs IAA et ITH sont les plus innovants. Les secteurs pour lesquels la proportion d'entreprises innovantes est faible sont les ICC (2%) et les IPPC (2%).

Le diagramme «en radar» donne la répartition visuelle des entreprises ayant une ou plusieurs innovations de produits ou de procédés et des entreprises ayant des activités d'innovations inachevées ou abandonnées sur un nombre d'axes indiquant les secteurs d'activités (Figure 3.5). Nous pouvons constater que l'innovation de produit et l'innovation de procédé ne s'opposent pas, de façon générale. Les entreprises enquêtées innovent aussi bien en produits qu'en procédés. Les secteurs ITH et ICC sont les plus innovants en procédés.

TAB. 3.11 – Répartition des entreprises par innovation et par secteur

Secteur	**Nombre des Entreprises**	**Entreprises Innovantes**		**Innovation de produits**		**Innovation de procédés**		**Innovations inachevées ou abandonnées**	
		Nombre	**%**	**Nombre**	**%**	**Nombre**	**%**	**Nombre**	**%**
IAA	99	76	77%	61	62%	51	52%	43	43%
IBLA	16	13	81%	12	75%	7	44%	5	31%
ICC	17	10	59%	5	29%	8	47%	2	12%
ICH	34	27	79%	26	76%	23	68%	21	62%
ICP	25	17	68%	12	48%	9	36%	8	32%
IEEE	98	55	56%	37	38%	34	35%	21	21%
IMCCV	42	31	74%	23	55%	21	50%	20	48%
IME	11	8	73%	6	55%	6	55%	4	36%
IMM	64	51	80%	36	56%	36	56%	25	39%
IPPC	10	10	100%	9	90%	7	70%	6	60%
ITH	111	76	68%	47	42%	61	55%	23	21%
TIC	22	15	68%	13	59%	6	27%	9	41%
Divers	37	20	54%	15	41%	16	43%	13	35%
Total	**586**	**409**	**70%**	**301**	**51%**	**285**	**49%**	**200**	**34%**

3.6.2 Les innovations de produits

Le questionnaire distingue entre les produits nouveaux pour l'entreprise et les produits nouveaux pour le marché de l'entreprise en posant les deux questions suivantes :

1. *Entre début 2002 et fin 2004, votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des produits (biens ou services) nouveaux ou modifiés significativement pour votre entreprise ? (Oui/Non)*
   Si Oui, pourriez-vous préciser grâce à quoi cette innovation a pu être réalisée :
   – *utilisation de nouveaux matériaux ou équipements*

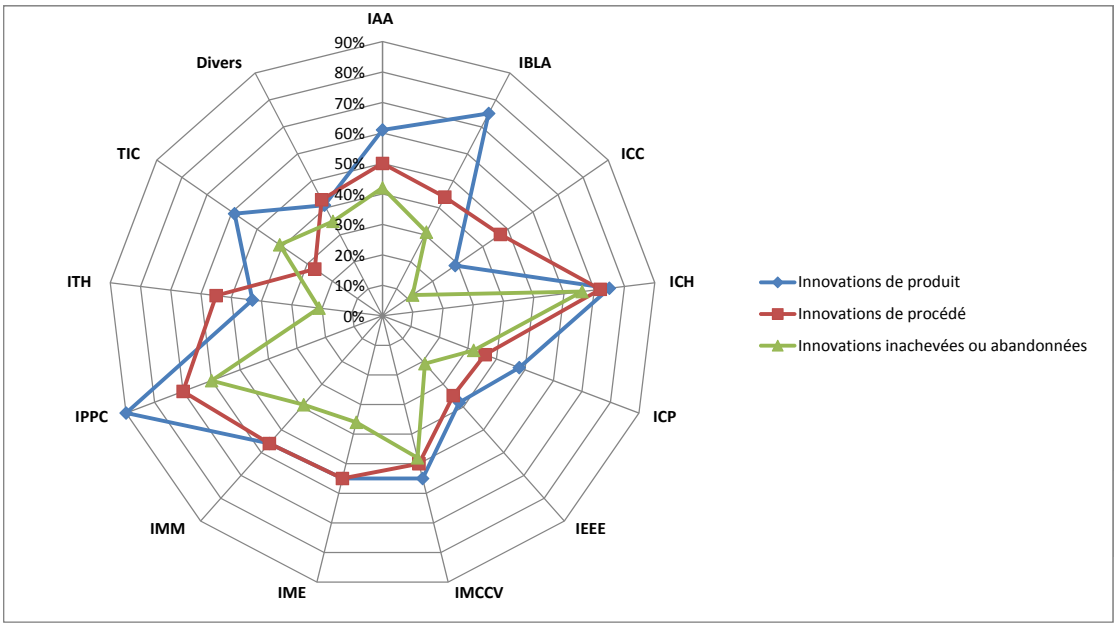


FIG. 3.5 – Répartition des innovations par secteur

- *utilisation de nouveaux produits intermédiaires*
- *nouveaux éléments fonctionnels*
- *utilisation de technologie radicalement nouvelle*
- *fonctions fondamentalement nouvelles (produits radicalement nouveaux)*

2. *Entre début 2002 et fin 2004, votre entreprise a-t-elle introduit des produits (biens ou services) nouveaux ou modifiés significativement pour le marché de votre entreprise ? (Oui/Non)*

La première question apprécie le type d'innovation de produit se rapportant au développement d'un produit nouveau ou considérablement amélioré par référence à ceux que l'entreprise commercialise. La seconde, dénomme les innovations pour le marché, correspondent au développement d'un produit nouveau ou considérablement amélioré par rapport à ce qu'offrent ses concurrents. Cependant, ces questions n'indiquent pas si les produits nouveaux pour l'entreprise existent déjà sur le marché ou non. Les entreprises qui répondent positivement à la première question et négativement à la deuxième peuvent être considérées come imitatrices de produit ou encore des suiveurs (84 entreprises). Les répondants qui fournissent des réponses inverses peuvent être ventilés en des innovateurs de produit qui adoptent une stratégie d'innovation pour le marché (23 entreprises). Les autres entreprises sont à la fois imitatrices et innovatrices (217 entreprises).

Le Tableau 3.12 montre que 301 entreprises indiquent qu'elles ont introduit sur le marché des produits nouveaux ou modifiés significativement pour l'entreprise. 61% de ces entreprises indiquent qu'elles ont pu réaliser leurs innovations grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux ou équipements (184 entreprises), 37% indiquent qu'elles sont réalisées grâce à l'utilisation de nouveaux produits intermédiaires et 24% grâce à l'utilisation d'une technologie radicalement nouvelle (Tableau 3.12).

La répartition des innovations de produit dans le Tableau 3.13, montre que 240 entre-

prises répondent qu'elles ont introduit des produits (biens ou services) nouveaux ou modifiés significativement pour le marché de l'entreprise. Uniquement 23 (10%) de ces entreprises n'indiquent pas que le produit est nouveau pour l'entreprise (Tableau 3.13). La Figure 3.6 montre la répartition sectorielle des innovations de produits (voir aussi Tableau 3.14).

TAB. 3.12 – Répartition des sources des innovations

Secteurs	Utilisation de nouveaux équipements	utilisation de nouveaux produits intermédiaires	nouveaux éléments fonctionnels	utilisation de technologie radicalement nouvelle	produits radicalement nouveaux	nouveau produit pour l'entreprise
IAA	37	29	17	21	13	60
IBLA	7	4	1	2	5	12
ICC	3	2	0	2	0	5
ICH	13	16	9	6	7	26
ICP	9	3	1	5	1	12
IEEE	25	12	13	11	10	37
IMCCV	12	10	3	4	8	23
IME	3	1	1	3	0	6
IMM	23	9	13	6	7	36
IPPC	7	2	1	4	2	9
ITH	34	17	7	13	13	47
TIC	3	2	4	6	5	13
Divers	8	5	3	3	6	15
Total	**184**	**112**	**73**	**86**	**77**	**301**

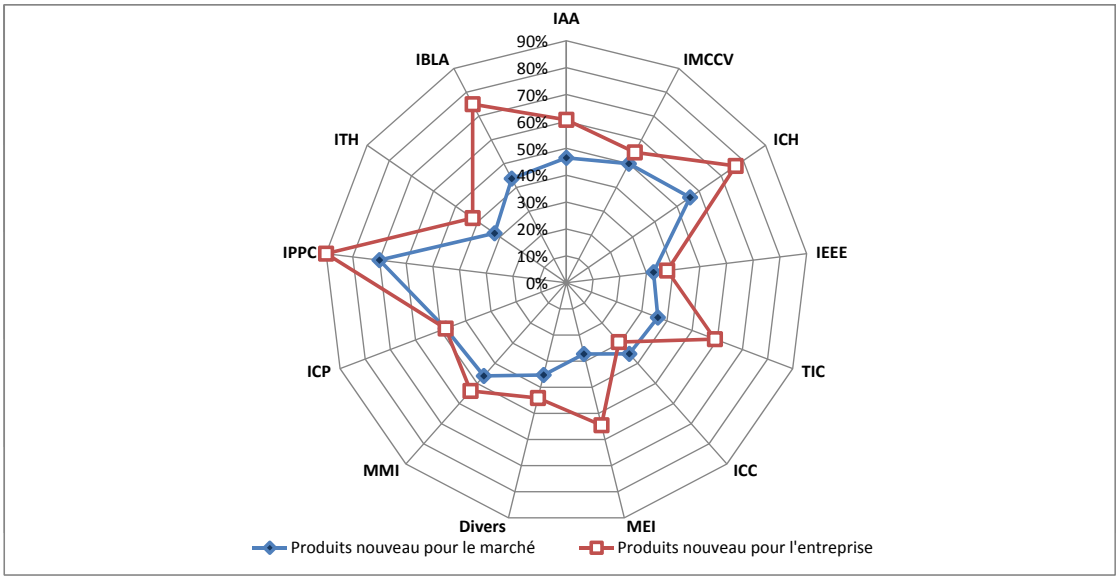


FIG. 3.6 – Répartition des innovations de produits

3.6.3 Les innovations de procédés

On peut penser que l'innovation de procédé est un préalable essentiel à une innovation de produit pour le marché. Le questionnaire défini l'innovation de procédé par l'adoption de méthodes de production technologiquement nouvelles ou sensiblement améliorées, y compris

TAB. 3.13 – Innovation de produits

	Produit nouveau pour l'entreprise				Total
Produit nouveau pour le marché	**Non**		**oui**		
Non	**262** 92%	76%	**84** 28%	24%	**346** 59%
oui	**23** 8%	10%	**217** 72%	90%	**240** 41%
Total	**285**		**301**		**586**

TAB. 3.14 – Répartition des entreprises par secteurs/innovations de produit

	Produits nouveau pour le marché		Produits nouveau pour la firme		Total entreprises
Secteur	**Nombre**	%	**Nombre**	%	
IAA	46	46%	61	62%	99
IBLA	7	44%	12	75%	16
ICC	6	35%	5	29%	17
ICH	19	56%	26	76%	34
ICP	12	48%	12	48%	25
IEEE	32	33%	37	38%	98
IMCCV	21	50%	23	55%	42
IME	3	27%	6	55%	11
IMM	31	48%	36	56%	64
IPPC	7	70%	9	90%	10
ITH	36	32%	47	42%	111
TIC	8	36%	13	59%	22
Divers	12	32%	15	41%	37
Total	**240**	**41%**	**301**	**51%**	**586**

les méthodes de livraison du produit. Ces méthodes peuvent impliquer des modifications portant sur l'équipement ou l'organisation de la production, ou une combinaison de ces modifications, et peuvent découler de la mise à profit de nouvelles connaissances. Il s'agit de la question suivante :

Entre début 2002 et fin 2004, votre entreprise a-t-elle introduit des procédés nouveaux ou modifiés significativement comprenant des méthodes de fourniture de services ou des moyens de livrer des produits ? (Oui/Non)
Si Oui, pourriez-vous préciser grâce à quoi cette innovation a pu être réalisée :

- *nouvelles techniques de production.*
- *changement dans l'organisation en rapport avec l'introduction de nouvelles technologies.*
- *nouveaux logiciels professionnels (paramétrage spécifique/sur mesure ou adaptation).*

Les résultats montrent que 49% des entreprises enquêtées ont introduit des innovations de procédés (Tableau 3.15) : 183 entreprises indiquent qu'elles ont pu réaliser ces innovations grâce à l'utilisation des nouvelles techniques de production (65% de entreprises innovantes en procédé), 122 (43%) entreprises l'ont introduit grâce au changement dans l'organisation en rapport avec l'introduction de nouvelles technologies alors que 148 grâce à des nouveaux logiciels (51%).

3.6.4 Les innovations inachevées ou abandonnées

Il peut arriver que certaines entreprises effectuent un effort d'innovation, mais ne réussissent pas à mettre un nouveau produit ou procédé sur marché. Ces entreprises ont entrepris

TAB. 3.15 – Innovation de procédés

Secteurs	Innovation de Procédés	Nouvelles techniques	Changement organisation	Nouveaux Logiciels	Total entreprises
IAA	49	30	24	22	99
IBLA	7	4	2	3	16
ICC	8	5	1	2	17
ICH	24	20	11	8	34
ICP	9	9	3	2	25
IEEE	34	26	15	14	98
IMCCV	21	12	10	16	42
IME	6	3	2	4	11
IMM	36	27	12	21	64
IPPC	7	3	3	3	10
ITH	62	32	30	35	111
TIC	6	1	3	5	22
Divers	16	11	6	10	37
Total	**285**	**183**	**122**	**145**	**586**

des activités d'innovation, mais elles les ont abandonnées ou ne les ont pas encore achevées. La disposition d'autres activités d'innovation encore en cours reflète a priori la mise en œuvre d'innovations successives qui peut s'avérer compléter l'innovation pour le marché. En effet, l'engagement dans d'autres activités d'innovation non encore finalisées ou l'abandon d'activités d'innovation engagées peut, plus particulièrement, s'intégrer dans une stratégie d'innovation produit pour le marché qui vise généralement à assurer la compétitivité de l'entreprise.

3.7 Les motivations de l'innovation

Une question demande aux entreprises si elles ont été engagées dans des activités de R&D et d'innovation durant les trois années précédentes à l'enquête, ayant pour objectif de :

- *remplacer les produits qui sont supprimés ;*
- *étendre la gamme de produits ;*
- *mettre au point des produits sans danger pour l'environnement ;*
- *maintenir la part du marché ;*
- *ouvrir de nouveaux marchés ;*
- *conférer davantage de souplesse à la production ;*
- *abaisser les coûts de production ;*
- *améliorer la qualité d'un produit ;*
- *améliorer les conditions de travail ;*
- *améliorer la productivité ;*
- *réduire les atteintes à l'environnement ;*

Nous observons que toutes ces motivations ne concernent pas les mêmes niveaux d'objectifs pour l'entreprise : certains sont clairement stratégiques (comme la maintien de la part de marché ou l'ouverture de nouveaux marchés), mais d'autres concernent directement un type spécifique d'innovation (comme le remplacement des produits ou l'élargissement de la gamme de produits). L'amélioration de la qualité des produits est la préoccupation majeure

de 72% des entreprises (Figure 3.7). L'ouverture de nouveaux marchés, le maintien de la part du marché et l'amélioration des conditions de travail intéresse plus que la moitié des entreprises (voir aussi Tableau 3.16).

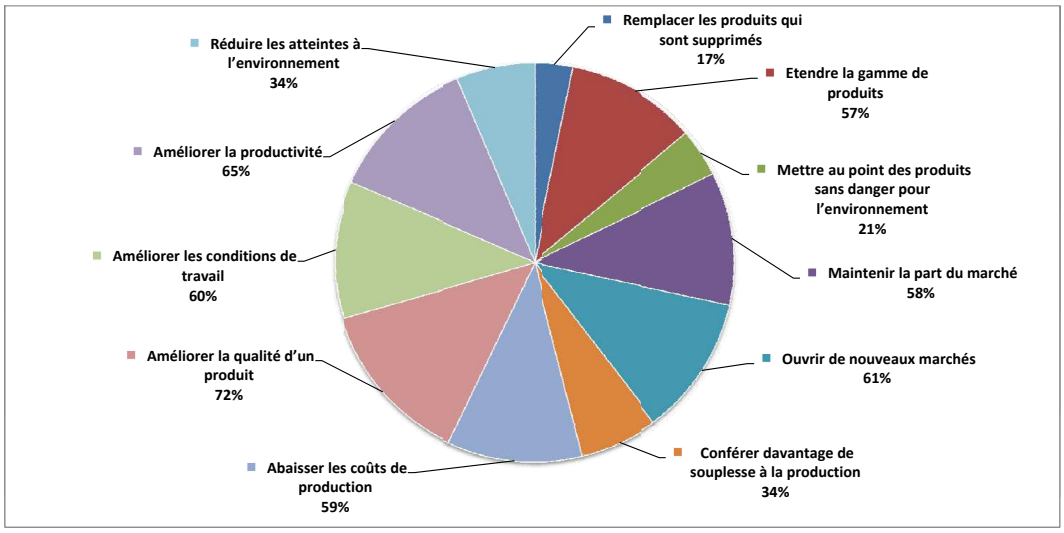


FIG. 3.7 – Répartition sectorielle selon les facteurs influençant l'innovation

3.8 La perception des obstacles à l'innovation

L'industrie tunisienne est dominée par les petites et moyennes entreprises qui font face généralement à des difficultés dans les ressources humaines, financières ou techniques. La perception des obstacles à l'innovation identifiés par le questionnaire peut donner des indications sur les faiblesses des politiques poursuivies (Tableau 3.17 et Figure 3.8).

Le manque de sources de financement appropriées est un obstacle majeur. Plus de la moitié des entreprises enquêtées (56% du total) considèrent, que parmi les facteurs économiques, une perception de niveau moyen et fort de perception des contraintes financières avec une grande proportion correspondante aux entreprises indépendantes. Cependant, la majorité des entreprises appartenant à des groupes étrangers indique que le problème de financement des activités d'innovation n'est pas contraignant. Les mêmes résultats concernent les obstacles liés aux coûts élevés de l'innovation et à la perception du risque économique excessif. 26% des entreprises interrogées indiquent que le facteur économique le plus important est le risque économique, qui est perçu comme excessif, et 40% considèrent que les coûts d'innovation sont trop élevés.

Concernant les facteurs internes à l'entreprise, le manque de personnel qualifié peut mener à des rigidités internes. Les difficultés relatives au manque du personnel qualifié est un obstacle important qui peut entraver les activités d'innovation des entreprises de petites tailles. Les filiales des groupes étrangers perçoivent des barrières faibles liées à la pénurie de personnel qualifié. Pour les autres facteurs, l'obstacle le plus important est lié à la bureaucra-

tie et les conditions de réglementations défavorables qui sont perçues plus par les entreprises orientées vers le marché local. L'environnement institutionnel est perçu comme une barrière à l'innovation plus forte pour les entreprises orientées vers le marché local.

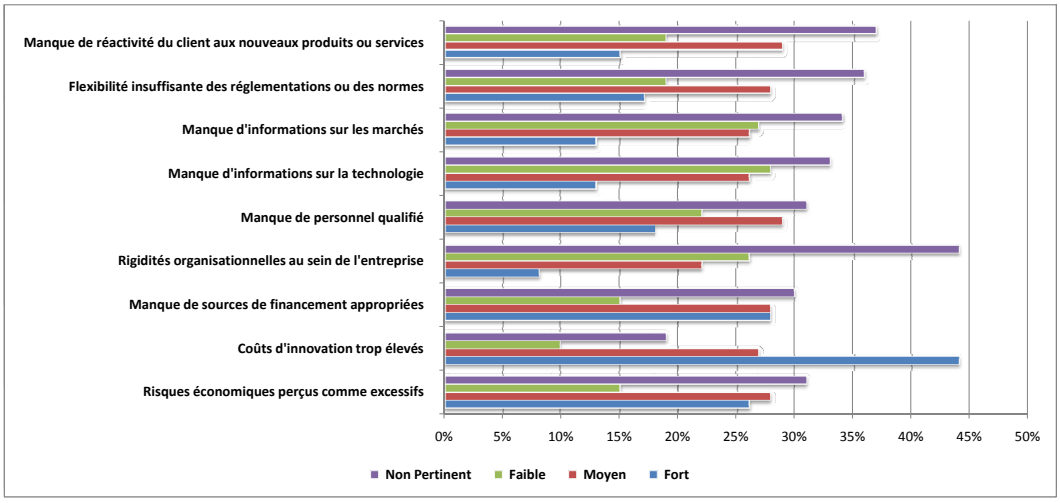


FIG. 3.8 – Perceptions des obstacles à l'innovation : entreprises innovantes

3.9 Conclusion

Ce chapitre s'est consacré à la description de la base de données en notre possession ainsi que les variables à utiliser pour les besoins de notre analyse statistique et économétrique. Nous avons présenté les statistiques descriptives générales des variables données par le questionnaire. Au vue de cette analyse, il est possible de déceler le lien entre l'innovation, l'effort interne en R&D et les sources externes de connaissances techniques et scientifiques. Nous observons notamment, la contribution des laboratoires et centres de recherche dans les efforts de R&D des entreprises et le rôle des organismes nationaux et internationaux dans l'assistance technique et la formation.

L'enquête peut donner une image préliminaire de l'état de l'innovation en Tunisie. Elle comprend les informations sur les questions habituellement posées. Le questionnaire demande aux entreprises si elles sont innovantes ou non. Cependant, cette information est relativement subjective. L'une des principales limites de cette enquête réside dans la déclaration des entreprises et donc dans le caractère probablement subjectif du jugement de l'innovation (Mairesse & Mohnen 2010). Elle ne nous informe pas sur la qualité et la pertinence de cette innovation. Ainsi, il n'est pas possible de dresser une comparabilité internationale entre les entreprises innovantes selon les pays. De même, nous ne disposons pas de données sur plusieurs années qui nous permettront de spécifier les relations de causalité entre les variables. Le questionnaire distingue aussi entre les produits nouveaux pour l'entreprise et les produits nouveaux pour le marché de l'entreprise. Cette distinction nous permettra de réduire la possibilité de la subjectivité, par la considération de la définition la plus restrictive de l'innovation : seulement lorsque le produit est nouveau pour le marché de l'entreprise.

Cette étude ne nous permet pas d'identifier clairement le contenu du progrès technologique mené par les innovations réalisées ni de connaître l'impact de l'innovation sur la croissance des entreprises et de pouvoir étudier les conditions d'un transfert des facteurs des entreprises innovantes vers les entreprises non innovantes. Les structures technologiques et le réseau d'entreprises innovantes permettent d'inspirer une taxonomie des modes d'innovation par secteur (Pavitt 1984) ou de faire une analyse en terme de paradigmes technologiques (Dosi 1982, 1984) ou de systèmes techniques incorporant plusieurs technologies fondamentales (Freeman 1982).

Le travail qui va suivre s'appuiera en grande partie sur ces analyses statistiques préliminaires et sur les éléments fournies par les deux premiers chapitres (les déterminants économiques de l'innovation et les caractéristiques de l'économie tunisienne). La deuxième partie de la thèse sera consacrée à l'analyse économétrique des déterminants du comportement d'innovation dans les entreprises en Tunisie, en mettant l'accent sur le le rôle des sources externes de connaissances, la relation entre l'ouverture à l'exportation et le comportement d'innovation des entreprises, et le rôle des IDE et de la participation étrangère dans l'innovation. Nous étudierons également les obstacles à l'innovation.

Tab. 3.16 – Répartition sectorielle des entreprises selon les motivations

Secteur	IAA	IBLA	ICC	ICH	ICP	IEEE	IMCCV	IME	IMM	IPPC	ITH	TIC	Divers	Total
Remplacer les produits qui sont supprimés	18%	44%	6%	25%	16%	16%	19%	9%	16%	0%	11%	23%	24%	**17%**
Étendre la gamme de produits	57%	75%	35%	91%	76%	53%	60%	18%	69%	80%	48%	41%	49%	**57%**
Mettre au point des produits sans danger pour l'environnement	20%	13%	18%	63%	12%	19%	19%	64%	28%	20%	13%	5%	19%	**21%**
Maintenir la part du marché	66%	75%	47%	56%	68%	51%	67%	36%	69%	90%	53%	41%	49%	**58%**
Ouvrir de nouveaux marchés	63%	75%	53%	81%	60%	54%	69%	27%	67%	90%	61%	45%	49%	**61%**
Conférer davantage de souplesse à la production	38%	56%	41%	47%	16%	34%	29%	18%	44%	30%	30%	9%	32%	**34%**
Abaisser les coûts de production	57%	63%	35%	78%	56%	61%	69%	55%	70%	80%	57%	23%	41%	**59%**
Améliorer la qualité d'un produit	79%	88%	71%	84%	60%	67%	74%	45%	81%	90%	73%	32%	62%	**72%**
Améliorer les conditions de travail	63%	63%	59%	75%	52%	57%	69%	45%	73%	90%	52%	18%	57%	**60%**
Améliorer la productivité	68%	75%	53%	81%	48%	63%	79%	36%	77%	90%	60%	36%	59%	**65%**
Réduire les atteintes à l'environnement	39%	19%	41%	66%	28%	33%	48%	64%	41%	60%	17%	0%	35%	**34%**
Total par secteur	**99**	**16**	**17**	**34**	**25**	**98**	**42**	**11**	**64**	**10**	**111**	**22**	**37**	**586**

TAB. 3.17 – Répartition des entreprises innovantes selon la perception des obstacles

	Fort	Moyen	Faible	Non Pertinent	Total
			Risques économiques perçus comme excessifs		
Nombre	107	115	62	113	409
%	26%	28%	15%	31%	100%
			Coûts d'innovation trop élevés		
Nombre	180	111	40	70	409
%	44%	27%	10%	19%	100%
			Manque de sources de financement appropriées		
Nombre	113	114	60	110	409
%	28%	28%	15%	30%	100%
			Rigidités organisationnelles au sein de l'entreprise		
Nombre	33	90	105	165	409
%	8%	22%	26%	44%	100%
			Manque de personnel qualifié		
Nombre	73	118	90	118	409
%	18%	29%	22%	31%	100%
			Manque d'informations sur la technologie		
Nombre	52	107	114	124	409
%	13%	26%	28%	33%	100%
			Manque d'informations sur les marchés		
Nombre	53	105	111	131	409
%	13%	26%	27%	34%	100%
			Flexibilité insuffisante des réglementations ou des normes		
Nombre	69	115	79	135	409
%	17%	28%	19%	36%	100%
			Manque de réactivité du client aux nouveaux produits ou services		
Nombre	63	120	76	139	409
%	15%	29%	19%	37%	100%

Ces résultats concernent les entreprises innovantes en produits et en procédés et celles qui ont des innovations inachevées.

Deuxième partie

Déterminants de l'innovation en Tunisie : Analyse économétrique

La deuxième partie de ce travail se consacrera à l'analyse économétrique des déterminants du comportement d'innovation dans les entreprises en Tunisie. Nous commencerons par le quatrième chapitre qui s'attaquera, à partir des mécanismes de base du processus d'innovation, aux motivations et déterminants de l'innovation en Tunisie. Le cinquième chapitre sera consacré à l'analyse de la relation entre l'ouverture à l'exportation et l'innovation des entreprises. Le sixième chapitre affine l'analyse autour de la question sur la relation entre la structure de propriété des firmes (appartenance à un groupe étranger ou participation étrangère au capital) et leurs activités d'innovation. Le septième chapitre étudiera la perception des obstacles aux activités d'innovation.

Chapitre 4

Déterminants de l'innovation en Tunisie : Rôle des sources externes de connaissances

4.1 Introduction

Nous consacrons ce chapitre à l'analyse empirique du comportement d'innovation des entreprises tunisiennes. À partir des mécanismes de base du processus d'innovation et des résultats existants sur d'autres pays en développement, nous allons tester un ensemble de conjectures sur les caractéristiques des entreprises innovantes en Tunisie. Dans le chapitre théorique, nous avons distingué entre les motivations des entreprises à innover et les déterminants de leurs capacités d'innovation. Cette distinction, à notre connaissance, n'a pas été explicitée dans les études empiriques malgré l'abondance de la littérature sur l'innovation et les stratégies d'entreprises. Les études se concentrent souvent sur l'analyse des facteurs internes et externes qui déterminent la réussite de l'activité d'innovation. Nous disposons de moins de travaux sur les facteurs favorisant l'adoption d'une stratégie d'innovation par les entreprises. Donc, en nous appuyant sur les observations du chapitre 1, nous essayerons de répondre à deux questions successives. La première concerne les motivations des entreprises tunisiennes quand elles s'engagent dans des activités innovantes. La deuxième question porte sur l'analyse des déterminants de l'innovation technologique en mettant l'accent sur le rôle central des sources externes de connaissances technologiques.

De très nombreux facteurs internes et externes sont susceptibles d'influencer la décision de s'engager dans une activité d'innovation, ainsi que sa probabilité de succès[1]. L'exemple simplifié de Robinson Crusoé discuté dans le premier chapitre, montre que cet agent, dont le navire s'est échoué sur une île isolée, a besoin de mettre en œuvre de nouveaux produits et procédés. Le besoin de résoudre des nouveaux problèmes constitue l'un des moteurs principaux de l'innovation. L'élargissement du cadre d'exposition par l'intégration de la dimension sociale et interactive a mis en exergue la nécessité d'adapter la production à la

[1]La méthode de sélection à deux-étapes de Heckman (1976, 1979) est fréquemment utilisée dans l'estimation la décision de R&D et de sa probabilité de succès. Cette méthode est sensible aux déviations de la normalité et nécessite une bonne spécification du modèle de sélection dans la première étape. Karray & Kriaa (2008) estiment un modèle à deux régimes avec sélection en utilisant le niveau d'investissement en R&D. Notre objectif ici est différent. Nous cherchons à comprendre séparément les motivations et les facteurs qui expliquent l'innovation.

demande comme motivation importante des entreprises pour innover. La pression concurrentielle force aussi les entreprises à innover pour survivre. L'entreprise sera motivée par la réduction de ses coûts de production sur les marchés où d'autres producteurs proposent le même bien ou un substitut parfait. La stratégie d'innovation sera déployée dans une direction de renforcement de la position de l'entreprise sur ses marchés et produits existants. En effet, se maintenir sur des marchés ou gagner des parts de marché supplémentaires va rendre nécessaire une recherche continue d'innovations par l'entreprise. Des arguments stratégiques sont aussi susceptibles d'expliquer le comportement d'innovation. La recherche d'un pouvoir de monopole est l'une des motivations importantes des innovations, quand les entreprises peuvent s'approprier des technologies ou des nouveaux produits qu'elles créent. Ces facteurs peuvent être affectés par les structures institutionnelles qui ont potentiellement un impact sur les incitations des entreprises à innover.

Ainsi, ce chapitre tâche d'étudier les variables reliées aux stratégies de l'entreprise, comme motivations de l'innovation, et d'analyser les déterminants de l'innovation des entreprises tunisiennes à travers une estimation économétrique effectuée dans le cadre d'un modèle Probit. L'analyse exploratoire par arbre de régression nous permettra d'identifier les mécanismes d'interactions donnant lieu à l'innovation et de visualiser les variables explicatives par ordre d'importance. Notre analyse distingue entre les innovations de produits et les innovations de procédés et met l'accent sur le rôle joué par les sources externes de connaissances technologiques. En effet, les entreprises tunisiennes peuvent bénéficier des sources externes des connaissances (universités, centres publics de recherches, autres organismes ou entreprises). Les variables représentant ces canaux de connaissances peuvent avoir des effets positifs sur l'innovation. Nous estimerons le rôle des activités de R&D, de l'ouverture à la concurrence internationale et à l'exportation, de la participation étrangère et de l'État dans le capital de l'entreprise et de la coopération avec des organismes locaux et étrangers ou d'autres entreprises dans l'innovation.

La suite du chapitre sera organisée de la façon suivante : nous consacrons la deuxième section à la présentation et à l'examen des motivations de l'innovation des entreprises. Dans la troisième section, nous présentons les déterminants des décisions d'innovation des entreprises tunisiennes.

4.2 Les motivations de l'innovation

Pourquoi les firmes cherchent-elles à innover ? La réponse à cette question traitée dans le chapitre théorique fait ressortir le rôle des facteurs qui peuvent influencer le développement d'une stratégie dans l'innovation : la demande, la concurrence et la technologie. Pour cela, nous présentons en premier lieu la problématique en s'interrogeant sur les variables pouvant expliquer le comportement de l'innovation en Tunisie.

4.2.1 Problématique

L'exemple de Robinson Crusoé, dans le chapitre 1, nous a permis de montrer que le besoin de résoudre les problèmes nouveaux est un moteur principal des innovations. La réduction des coûts et la substitution d'un facteur par un autre dans la production sont les deux motivations les plus autonomes pour innover. Nous testerons donc l'observation 1.3 du chapitre 1 (*voir* page 20) concernant les principales motivations des innovations : La réduction des coûts de production est une motivation courante des innovations de procédés. La réponse à de nouveaux besoins est une motivation primordiale des innovations de produits. Ces motivations possèdent une dimension quantitative (réduire les quantités d'inputs utilisés) et une dimension qualitative (changer de processus de manière à utiliser des matières premières qui n'étaient encore mobilisées).

Nous avons vu, de même, que les entreprises cherchent aussi à innover pour des raisons relatives à la concurrence et à la possibilité d'accéder à de nouveaux marchés. Par exemple, le choix de mettre en place un nouveau produit peut être induit par la modification du niveau ou de la structure de la demande (Observation 1.8 du chapitre 1, page 26). Cependant, la mise en place d'un nouveau procédé ou d'une nouvelle organisation peut être le résultat de la pression concurrentielle (Observation 1.10, page 29). L'innovation ne concerne pas uniquement l'ouverture de nouveaux marchés, mais elle peut aussi offrir des méthodes permettant de satisfaire les besoins des marchés déjà existants et parvenus à maturité. La nécessité de l'adaptation à la demande du marché est une motivation importante pour les innovations de produit (Schmookler 1966), mais également pour les innovations de procédé qui ont pour objectif de proposer une meilleure offre adaptée aux consommateurs. Les conditions économiques particulières des pays en voie de développement aggravent la dépendance des entreprises aux variations de la demande. Dans ces pays, les entreprises qui comptent seulement sur la demande intérieure font face à un pouvoir d'achat très fragile[2]. Celles qui s'orientent seulement vers le marché extérieur sont fortement dépendantes des conditions macroéconomiques générales (fluctuations des taux de change, par exemple) et des contraintes imposées par l'extérieur.

La fragilité de la demande intérieure, dans un pays en voie de développement comme la Tunisie, peut être également aggravée par l'inégalité dans la distribution des revenus, et par conséquent de la demande : une part considérable de la demande potentielle provient des ménages ayant des revenus relativement bas. Même si cette inégalité est relativement modérée en Tunisie en comparaison avec d'autres pays en voie de développement, les entreprises doivent faire face à une demande intérieure asymétrique et hétérogène. D'ailleurs, suite à l'ouverture du marché, les entreprises tunisiennes doivent partager la demande intérieure avec les concurrents étrangers. Dans un tel contexte, elles innovent afin de pouvoir servir la demande locale et étrangère pour atteindre des niveaux satisfaisants de bénéfices et pour pouvoir survivre.

[2]Pouvoir d'achat très volatile aux chocs externes et plus élastique à la variation des prix par rapport à celui des pays développés.

Servir la plus grande partie de la demande intérieure avec un pouvoir d'achat faible est possible si les entreprises réduisent leurs coûts. La même nécessité provient également de la réponse à la demande étrangère, puisque l'avantage comparatif de l'industrie tunisienne (le facteur travail) est basé sur la faiblesse des coûts. Cette nécessité peut motiver les innovations de procédé. Si les entreprises ne se spécialisent pas dans ces segments du marché, elles peuvent également essayer de servir la part de la demande intérieure correspondant aux plus hauts revenus. Mais, dans ce cas, elles se trouvent en concurrence avec des entreprises étrangères et donc doivent proposer aux consommateurs des biens avec une qualité améliorée. Cette nécessité est une motivation des innovations de produit qui exigent également des innovations en procédé.

Conjecture 4.2.1 *Pour réaliser des profits tout en servant la demande intérieure à revenu faible, les entreprises doivent développer des innovations de procédé pour réduire les coûts et par suite les prix. La réduction des coûts est une des motivations principales de l'innovation de procédé.*

Conjecture 4.2.2 *Les déterminants des innovations de produit et de procédé sont différents parce qu'elles reflètent des motivations différentes. L'analyse séparée de ces deux types d'innovations peut apporter plus de précision.*

Les résultats de Cabagnols & Le Bas (2002) et Kannebley et al. (2005) montrent également la nécessité d'étudier séparément ces deux types d'innovations (respectivement pour la France et pour le Brésil). Donc, il nous semble nécessaire de distinguer, dans l'analyse empirique, entre les innovations de produit et les innovations de procédé. La suite de ce chapitre reprend les éléments d'un article publié dans *Structural Change and Dynamics Economics* (Rahmouni et al. 2010) et de deux documents de travail parus, respectivement, dans les Cahiers de GREThA (Ayadi et al. 2007) et au GREQAM (Ayadi et al. 2009).

Nous commencerons par une breve introduction des différentes méthodes d'analyse. Ensuite, nous présenterons les facteurs qui stimulent la probabilité d'innovation de produit et de procédé et les résultats de l'analyse des relations d'interactions potentielles (les relations de complémentarité ou de substituabilité) entre les différentes motivations à l'innovation dans les entreprises tunisiennes.

4.2.2 Méthodes d'analyse

Cette section présente les méthodes d'analyses statistiques et la stratégie d'estimation économétrique. Notre étude est effectuée principalement dans la cadre de l'analyse exploratoire par arbres de régressions et l'estimation des modèles Probit. L'objectif de l'utilisation des arbres de régressions non-paramétriques est de créer des groupes d'entreprises les plus homogènes possibles du point de vue de la variable à prédire. C'est un outil exploratoire qui

peut guider aussi dans la construction ou l'interprétation du modèle économétrique. Dans un premier temps, pour détecter les liens entre les différentes motivations de l'innovation, nous allons utilisé l'analyse factorielle en composantes principales.

4.2.2.1 Analyse factorielle

L'analyse factorielle en composante principale nous permet de transformer les variables (les motivations de l'innovation) statistiquement corrélées entre elles en de nouvelles composantes indépendantes les unes des autres. Nous utilisons cette approche comme un outil exploratoire permettant de réduire l'information en un nombre de composantes exprimant le maximum de variance des données. La signification et l'interpretation de cette dernière sont déduites à partir des variables initiales (items) auxquelles elle est fortement associée.

Le principe général de construction consiste à chercher, au sein d'un nuage de points, un axe de projection orthogonale tel que l'inertie projetée sur cet axe soit maximale (Jackson 1991). Ce qui permet de mettre en évidence des composantes latentes tenant compte de la variance totale de l'ensemble des variables initiales (générer une grandeur synthétique qui différencie le mieux les motivations de l'innovation). Les composantes latentes sont des combinaisons linéaires des variables initiales. Graphiquement, les observations sont projetées sur des axes et leurs nouvelles coordonnées sont les valeurs de la composante principale. En effet, les variables fortement corrélées sont regroupées autour d'un axe qui représente une nouvelle composante construite. Les nouveaux axes sont les vecteurs propres, ordonnés par valeurs propres décroissantes, de la matrice de covariance des données. Les tests de sphéricité de Bartlett et de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) permettent de s'assurer de la validité des échelles de mesure (Spicer 2005).

4.2.2.2 Arbre de régression

La modélisation par arbre de régression binaire ou de classification est une technique exploratoire de discrimination basée sur la division récursive d'un ensemble de données multivariées (Breiman et al. 1984). Cette méthode non paramétrique permet de clarifier la structure des observations par la visualisation des variables actives qui participent, à partir d'une population, à la construction de sous-groupes qui soient les plus homogènes possibles pour une caractéristique donnée. Elle permet de visualiser les variables explicatives les plus importantes et d'identifier les interactions entre elles (*voir* Venables & Ripley 1999, chap.10). L'arbre donne un ordre hiérarchique des conditions (ou attributs) sur les variables indépendantes du modèle : plus le rôle d'une condition dans la classification des cas observés est élevé, plus son ordre sur l'arbre est haut. Pour chaque condition, la branche à gauche donne les cas pour lesquels la condition est vraie et la branche à droite donne les cas qui sont compatibles avec le complémentaire de la condition (*voir* Figure 4.1).

Pour mieux appréhender la démarche, nous allons prendre l'exemple de la Figure 4.1.

Il s'agit d'expliquer la variable Y (innover ou ne pas innover) à partir de deux variables explicatives (X et Z). Le chemin menant d'un sommet vers la racine de l'arbre peut être traduit en règle de prédiction de type *Condition-Valeur* : si tel ensemble de conditions sur telles variables est vérifié alors le cas appartient à une telle classe (SI *variable* 1 = *valeur* 1 ET *variable* 2 = *valeur* 2). Ce processus est réitéré sur chaque sommet de l'arbre où une entreprise ne peut être située dans deux branches différentes. L'arbre correspondant est décrit comme suit : Le premier sommet est appelé la *racine* de l'arbre. Il est situé sur le premier niveau. Nous pouvons y observer la distribution de la fréquence de la variable à prédire, Y, selon la première condition sur la variable explicative X. Cette condition (ou aussi la variable de segmentation) produit deux branches et donc deux sommets enfants. La première branche, à gauche, sur le deuxième niveau de l'arbre, est produite à partir de la condition $X \geq 0$. Le sommet qui en résulte couvre les observations correspondantes à la condition Z, la distribution des fréquences nous indique n_1 entreprises vérifiant la condition $Z \leq 0$. La valeur espérée $E_1(Y)$ est égale à la fréquence des entreprises innovantes dans les n_1 qui vérifient les conditions $X \geq 0$ et $Z \leq 0$. Lorsque le sommet est *pur* du point de vue de la variable Y, c'est à dire n'ayant plus de sommets enfants, on dit qu'il s'agit d'une feuille de l'arbre. La définition d'un seuil de discrétisation (ou condition d'arrêt) permet de produire le meilleur partitionnement.

La librairie *rpart* du logiciel *R* propose les techniques de construction de l'arbre de regression binaire (Breiman et al. 1984) avec des options détaillées et une procédure d'élagage.

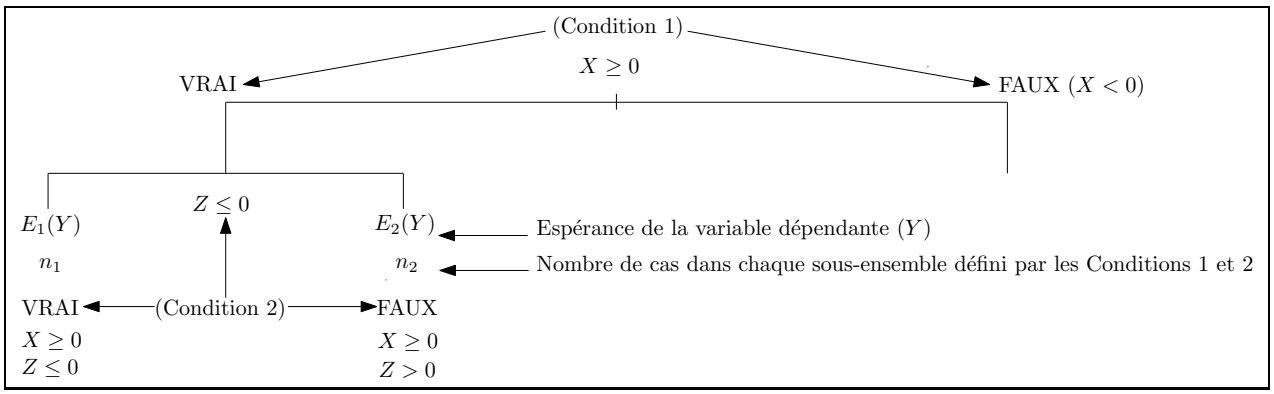


FIG. 4.1 – Arbre de regression : une variable dépendante Y et 2 variables explicatives (X,Z)

4.2.2.3 Modèle Probit

Dans notre cas, la variable à expliquer se présente sous forme d'une réponse qualitative, de type oui ou non (y_i est égale à 1 si l'entreprise est innovante et 0 si non). La variable expliquée est la probabilité d'apparition de l'événement, conditionnellement aux variables explicatives. Il s'agit alors généralement d'expliquer la réalisation d'une innovation en fonction d'un certain nombre de caractéristiques observées pour les firmes. La probabilité de

réalisation de l'événement est l'espérance de la variable y_i : $E(y_i) = Prob(y_i = 1) = p_i$. Ainsi, on considère le modèle suivant :

$$p_i = Prob(y_i = 1|x_i) = F(x_i\beta); \forall i = 1, ..., N \tag{4.1}$$

où la fonction $F(.)$ désigne une fonction de répartition. La vraisemblance associée à un échantillon de taille N est donnée par :

$$L(y, \beta) = \prod_{i=1}^{N} p_i^{y_i}(1 - p_i)^{1-y_i} \tag{4.2}$$

Le modèle Probit bivarié permet d'estimer les deux types d'innovations simultanément. Lorsque le résultat du test de Wald montre que l'hypothèse nulle ($H_0 : \rho = 0$) est à rejeter, cela signifie que le résultat obtenu par l'estimation du modèle bivarié est statistiquement différent de celui obtenu par l'estimation séparée des deux modèles Probit.

Nous choisissons les variables explicatives que nous maintenons dans le modèle Probit sur la base des observations théoriques du premier chapitre et la disponibilité de ces variables dans la base de données. Le modèle Probit et les arbres de regression sont deux outils d'analyse complémentaires. L'estimation par le modèle Probit mesure l'effet global des variables explicatives. Les arbres de régression jettent la lumière sur les variables qui jouent un rôle significatif dans la capacité d'innovation des entreprises et nous permettent de diviser l'échantillon d'une manière fine afin d'observer les effets communs et les interactions entre ces variables.

Après cette présentation de notre méthode d'analyse, il convient de présenter les différentes variables dépendantes et explicatives qui seront introduites dans notre étude.

4.2.3 Les variables utilisées

Comme nous l'avons souligné, l'objectif de cette section est d'analyser les motivations de l'innovation des entreprises. La méthode d'analyse consiste à l'utilisation des arbres de régression pour étudier l'importance des motivations des entreprises innovantes. Nous considérons l'introduction d'un nouveau produit (produit nouveau pour le marché) comme une innovation de produit, *innovprod*, et la variable *innovproc* pour l'innovation de procédé (Tableaux 4.1 et 5.2).

Les motivations ne concernent pas toujours le même niveau pour les objectifs de l'entreprise : certaines sont clairement stratégiques (comme le maintien de la part du marché ou l'ouverture de nouveaux marchés), mais d'autres sont spécifiques à chaque type d'innovation (comme le remplacement des produits ou l'amélioration de la gamme du produit). Également, d'autres objectifs peuvent avoir une certaine redondance pour l'entreprise puisque, par exemple, l'amélioration de la productivité et la réduction des coûts ne sont pas des

V. Dépendantes :	
innovprod	Innovation de produit
innovproc	Innovation de procédé
Motivations :	
remplaceProd	remplacer les produits qui sont supprimés
etendreGamme	étendre la gamme de produits
environnementProd	mettre au point des produits sans danger pour l'environnement
preservPartMarche	maintenir la part du marché
ouvrirMarche	ouvrir de nouveaux marchés
flexibleProd	conférer davantage de souplesse à la production
reduireCout	abaisser les coûts de production
amelioreQualite	améliorer la qualité d'un produit
meilleureCondW	améliorer les conditions de travail
amelioreProductiv	améliorer la productivité
reduireAttenteEnv	réduire les atteintes à l'environnement
Déterminants :	
collOrgInternat	binaire pour la collaboration avec des organismes internationaux
collLabUnit	binaire pour la collaboration avec des labo. et unités de recherche
collOrgNat	binaire pour la collaboration avec des organismes nationaux
collAutresFirmes	binaire pour la collaboration avec d'autres firmes
collCentRech	binaire pour la collaboration avec des centres de recherche
collUniv	binaire pour la collaboration avec des universités
consultTech	binaire pour l'access à l'assistance technique externe
depRD	binaire pour le département ou structure de R&D inetrne
multiMarche	binaire pour les firmes servant les marchés local et étranger
partEtranger	part de la participation étrangère au capital (en pourcentage)
partEtat	part de la participation de l'État au capital (en pourcentage)
Ventes	Ventes en million de dinars
Secteurs :	
IAA	Industrie Agro-alimentaire
EEEAI	Industrie électrique, électronique et électromécanique
IMM	Industrie mécanique et métallurgique
ITHCC	Industrie de textile, habillement, cuire et chaussures

TAB. 4.1 – Description des variables

motivations totalement indépendantes.

Pour ces facteurs influençant les activités d'innovation, une question a été posée dans l'enquête : « *Pendant ces 3 années (2002-2004) vous avez commencé une activité ayant pour objectif... [le facteur correspondant]* ? ». Le résultat de l'analyse en composante principale des facteurs est donné dans le Tableau 4.3. Cette analyse est basée sur la matrice de variance-covariance (ou de corrélation) des réponses aux variables. Puisque, l'utilisation du coefficient de corrélation de Pearson n'est pas adapté aux variables dichotomiques, nous avons utilisé donc des coefficients de corrélation polychoriques d'association entre les variables qualitatives (Olsson 1979, Rigdon & Ferguson Jr 1991). La matrice de corrélation permet de résoudre le problème technique de mesure de l'association entre les variables catégorielles. Avant de procéder à l'analyse factorielle, nous avons effectué le test de sphéricité de Bartlett de l'hypothèse nulle selon laquelle la matrice des corrélations est une matrice identité et donc qu'il n'existe aucune relation entre les items. La significativité de ce test de sphéricité indique que nos items sont suffisamment corrélés pour être factorisables ($\chi^2 = 1970.27$). Un deuxième test, celui de Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = 0.864$), permet de confirmer la présence de facteurs latents liant les items entre eux par la vérification que les corrélations partielles de chaque paire d'items sont faibles lorsque l'effet linéaire des autres items est contrôlé (une valeur proche de 1 indique que les facteurs latents expliquent l'ensemble des corrélations

	Échantillon		innovprod=1		innovproc=1	
Variable	**moyenne**	**éc.type**	**moyenne**	**éc.type**	**moyenne**	**éc.type**
V. dépendantes						
innovall	0.61	0.49				
innovprod	0.41	0.49			0.59	0.49
innovproc	0.49	0.50	0.70	0.46		
Motivations						
remplaceProd	0.17	0.38	0.27	0.44	0.22	0.41
etendreGamme	0.57	0.50	0.83	0.38	0.75	0.43
environnementProd	0.21	0.41	0.28	0.45	0.29	0.46
preservPartMarche	0.58	0.49	0.72	0.45	0.71	0.46
ouvrirMarche	0.61	0.49	0.80	0.40	0.78	0.41
flexibleProd	0.34	0.47	0.42	0.49	0.47	0.50
reduireCout	0.59	0.49	0.70	0.46	0.72	0.45
amelioreQualite	0.72	0.45	0.89	0.31	0.90	0.30
meilleureCondW	0.60	0.49	0.70	0.46	0.71	0.45
amelioreProductiv	0.65	0.48	0.78	0.42	0.79	0.41
reduireAttenteEnv	0.34	0.48	0.42	0.49	0.43	0.50
Déterminants						
collOrgInternat	0.13	0.33	0.22	0.42	0.20	0.40
collLabUnit	0.08	0.27	0.09	0.29	0.09	0.28
collOrgNat	0.15	0.36	0.21	0.41	0.22	0.42
collAutresFirmes	0.12	0.32	0.17	0.38	0.16	0.37
collCentRech	0.07	0.26	0.09	0.29	0.09	0.29
collUniv	0.11	0.31	0.18	0.39	0.15	0.36
ConsultTechn	0.41	0.49	0.58	0.49	0.59	0.49
depRD	0.54	0.50	0.72	0.45	0.65	0.48
multiMarche	0.35	0.48	0.49	0.50	0.44	0.50
partEtranger **(%,*)**	30.98	42.97	23.21	38.20	27.14	40.94
partEtat **(%,*)**	7.17	25.09	5.11	21.52	6.08	22.87
log(CA) **(*)**	15.29	1.76	15.65	1.57	15.64	1.61
Observations	586		240		285	

(*) pour les variables continues.

TAB. 4.2 – Statistiques descriptives des variables

entre les items).

Les estimateurs polychoriques tiennent compte du fait que les variables binaires sont des mesures imparfaites des variables continues latentes. Nous avons trouvé des similitudes dans les résultats entre la méthode standard basée sur les variables binaires originales et l'analyse basée sur la matrice de corrélation polychorique (qui tient compte du fait que les variables sont binaires). Les résultats sont très similaires en termes de poids relatifs. La détermination du nombre de facteurs à extraire est une décision critique dans l'analyse factorielle exploratoire. Le critère de l'analyse parallèle[3] (Horn 1965) confirme l'existence de 3 facteurs (Figure 4.2).

Les deux premières colonnes du Tableau 4.3 montrent que ces facteurs correspondent

[3]L'analyse parallèle (Horn 1965) est utilisée pour comparer la progression des valeurs propres de l'échantillon avec celle d'un échantillon aléatoire simulé. Elle permet de définir le nombre de facteurs communs pertinent (la dimension) à partir de J variables quantitatives. La procédure s'effectue par le calcul de la matrice de corrélation de ces variables, puis le remplacement des éléments de la diagonale de cette matrice par le carré du coefficient de corrélation linéaire entre chaque variable et les $(J-1)$ autres. La même opération est réalisée sur un ensemble de J variables simulées par une loi normale centrée réduite sur le même nombre d'observations. On compare alors les valeurs propres des deux matrices et on détermine la dimension de la matrice initiale comme égale au nombre de valeurs propres de la matrice initiale plus grandes que celles de la matrice simulée.

à ce que nous pouvons considérer comme, respectivement, la pression de la concurrence (*pressionConc*) et l'impulsion de la demande (*impulsionDde*). Étant donné la signification de ces deux facteurs nous les soulignons dans notre analyse, selon les théories de la demande et de la poussée de la technologie. Ainsi, la première composante, nommée la pression de la concurrence, regroupe les items qui peuvent être liés à la concurrence (améliorer la qualité d'un produit ; améliorer les conditions de travail ; améliorer la productivité ; conférer davantage de souplesse à la production ; abaisser les coûts de production). La deuxième dimension est désignée par l'impulsion de la demande puisqu'elle regroupe les items liés au produit (extension de la gamme de produits ; remplacement des produits qui sont supprimés) et au marché (ouverture de nouveaux marchés ; maintien de la part du marché). La troisième dimension est liée à la mise au point des produits sans danger pour l'environnement et à la réduction des atteintes à l'environnement (ce facteur pourrait être lié aux normes environnementales imposées à l'échelle internationale). Nous désignons cette dimension par la prise en compte des contraintes et exigences de l'environnement[4].

L'engagement dans une activité d'innovation peut être ainsi déterminé selon les conditions de la demande et de la pression de la concurrence qui incitent l'entreprise à développer de nouveaux produits ou procédés. En effet, l'évolution de la demande et sa diversification incitent l'entreprise à innover pour y adapter sa production. L'entreprise peut être incitée à étendre sa gamme de production et réaliser des innovations de produits. Le problème de compatibilité entre la demande et les conditions matérielles de production sera important face à une demande diversifiée (Observation 1.8, chapitre 1 page 26). Pour faire face à la concurrence des autres entreprises et à celle des entrants potentiels, l'entreprise cherchera souvent à innover, soit pour vendre le bien actuel moins cher que ses concurrents, soit pour ouvrir de nouvelles niches, en différenciation son produit de celui des concurrents (Observation 1.10, chapitre 1 page 29).

L'analyse exploratoire par arbre de regression peut nous donner une représentation plus fine des relations entre les motivations et de l'importance de leurs effets sur les innovations. La section suivante s'interroge sur ces motivations en prenant en compte les différentes interactions potentielles entre les facteurs susceptibles d'influencer la décision d'innovation dans les entreprises tunisiennes.

4.2.4 Interactions entre les motivations

Les arbres donnés dans les Figures 4.3 et 4.4 concernent les motivations des entreprises innovantes. Nous considérons qu'une entreprise est innovante en produit lorsqu'elle introduit un produit qui est nouveau pour le marché (voir Rahmouni et al. 2010).

Ces arbres confirment que les innovations de produit et celles de procédé répondent à des motivations différentes. Comme on peut s'y attendre, la Figure 4.3 prouve que la motivation principale des innovations de produit est l'extension de la gamme de produit. La probabilité

[4]Il est à noter que certains facteurs peuvent être liés à l'une ou à l'autre dimension. Par exemple, l'item « maintien de la part du marché » peut être lié à la concurrence.

TAB. 4.3 – Analyse factorielle des objectifs

Items / Facteurs	*pressionConc*	*impulsionDde*	*environnement*
remplaceProd	-0.0840	**0.6102**	0.3355
etendreGamme	0.2082	**0.7678**	0.0612
environnementProd	0.0636	0.1713	**0.8637**
preservPartMarche	0.3887	**0.5234**	0.0931
ouvrirMarche	0.4585	**0.5463**	0.0387
flexibleProd	**0.5248**	0.1813	0.4319
reduireCout	**0.6831**	0.1685	0.1856
ameliorеQualite	**0.6854**	0.3046	0.1132
meilleureCondW	**0.8205**	0.0019	0.1925
amelioreProductiv	**0.8092**	0.2000	0.1219
reduireAttenteEnv	0.3269	-0.0338	**0.7703**
proportion (%)	27.84	15.99	15.92
proportion cumulée (%)	27.84	43.83	59.75

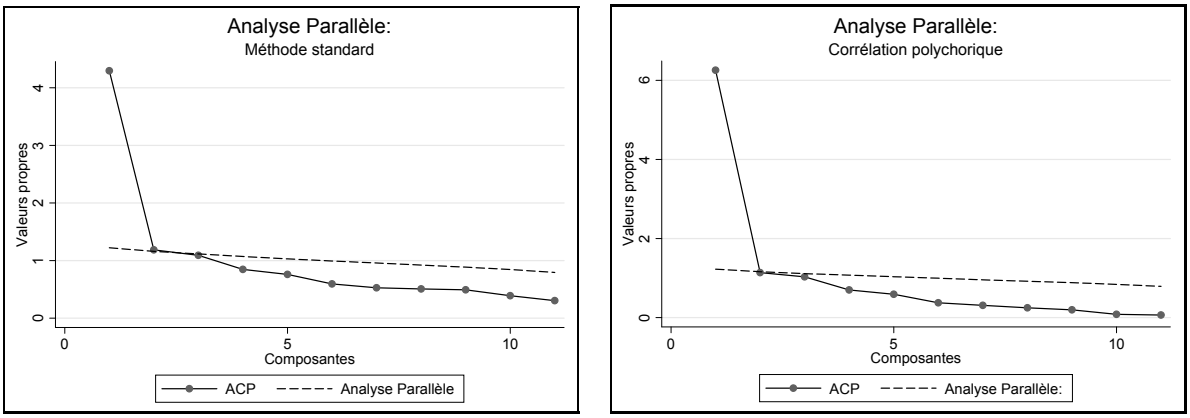


FIG. 4.2 – Détermination du nombre des facteurs : progression des valeurs propres

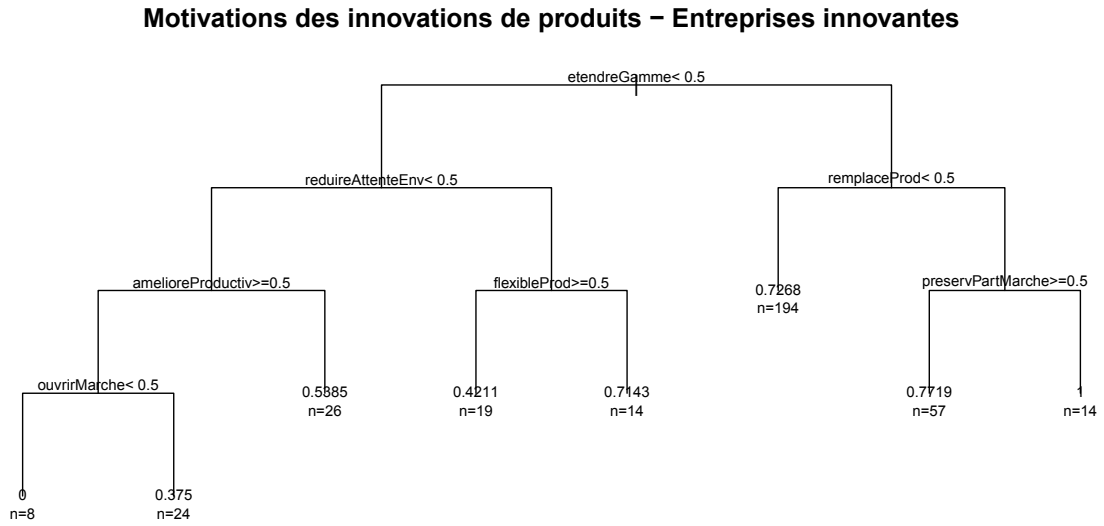


FIG. 4.3 – Motivations de l'innovation de produit ($cp = 0.005$).

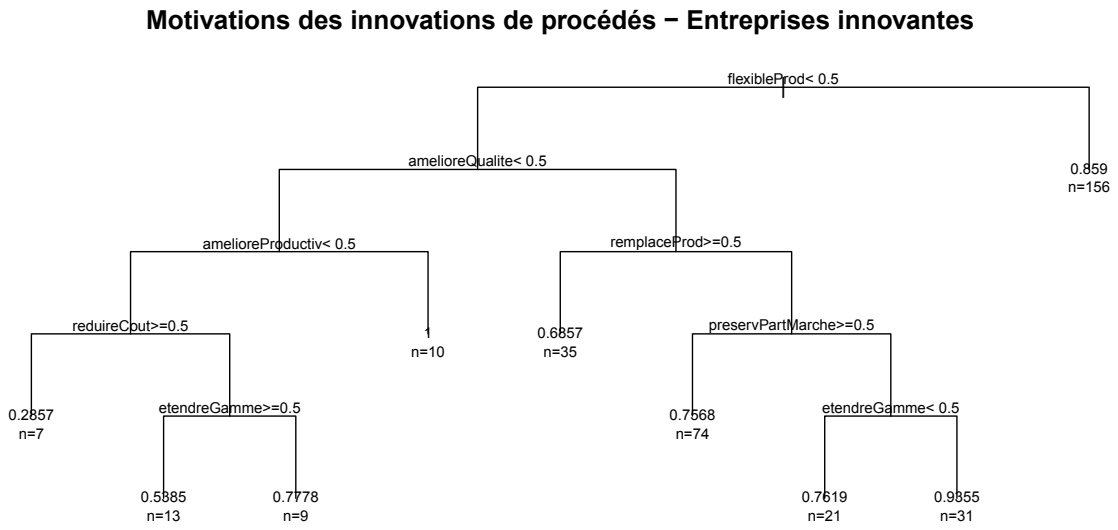


FIG. 4.4 – Motivations de l'innovation de procédé ($cp = 0.005$).

d'innovation est plus élevée sur le côté droit de l'arbre, quand les entreprises désirent étendre la gamme de produit (265 entreprises innovantes suivent cette stratégie) et remplacer les produits existants (57 des entreprises innovantes en produits et en procédés sont motivées par ces deux stratégies). La première branche à droite de l'arbre montre que les 194 entreprises qui suivent seulement la première stratégie ($entendreGamme = 1$) peuvent, néanmoins, atteindre une probabilité d'innovation de produit significative ($E(P[innovprod]) = 0.73$). La deuxième branche montre que le sous-ensemble des entreprises qui ne suivent aucune stratégie défensive (essayant de préserver leur part de marché) et qui se concentrent seulement aux innovations de produit, peuvent même atteindre une probabilité d'innovation en produit égale à 1 :

$$\left.\begin{array}{l} etendreGamme = 1 \\ remplaceProd = 1 \\ \mathbf{preservPartMarche = 0} \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 1, n = 14.$$

Au contraire, nous observons sur la branche gauche de l'arbre que les entreprises visant seulement à améliorer leurs productivités, sans prendre en considération d'autres dimensions, ne sont pas innovantes en produit, avec une probabilité d'innovation nulle ($E(P[innovprod]) = 0$). Seulement 8 entreprises correspondent à cet objectif :

$$\left.\begin{array}{l} etendreGamme = 0 \\ reduireAttenteEnv = 0 \\ \mathbf{ameliorеProductiv = 1} \\ ouvrirMarche = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0, n = 8.$$

Conformément à ces résultats pour les innovations de produits, la Figure 4.4 montre que les entreprises sont plus innovantes en procédé si elles suivent exclusivement l'objectif d'amélioration de la productivité :

$$\left.\begin{array}{l} flexibleProd = 0 \\ amelioreQualite = 0 \\ \mathbf{amelioreProductiv = 1} \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 1, n = 10.$$

Mais, pour un nombre significatif d'entreprises innovantes (156 entreprises), une flexibilité plus élevée est également une motivation forte : elles atteignent une probabilité d'innovation de procédé de 0.86 en visant à conférer davantage de souplesse à la production. Ce rôle prédominant de la flexibilité de la production est plutôt étonnant pour un pays en voie de développement. Cabagnols & Le Bas (2002) trouvent le même résultat pour la France, mais les conditions de l'économie tunisienne sont très différentes, étant donné les particularités de la distribution des revenus et de la nécessité de servir la demande correspondante à des revenus bas. Une telle nécessité implique plutôt une volonté claire de diminuer les coûts. De manière générale, l'entreprise qui introduit une innovation de procédé vise à réduire ses coûts afin d'accroître ses parts de marché. Cependant, cette motivation de réduction des coûts de production apparaît seulement sur la branche gauche de l'arbre, à un niveau très bas. L'objectif potentiel de servir une demande intérieure hétérogène n'est pas confirmé par ces résultats.

La deuxième motivation principale pour les innovations de procédé indique une complémentarité avec les stratégies d'innovations de produit : les entreprises exclusivement motivées par l'amélioration de la qualité de produit, afin d'étendre leur marché, peuvent en effet atteindre une capacité innovatrice en procédé très élevée :

$$\left.\begin{array}{l} flexibleProd = 0 \\ \mathbf{amelioreQualite = 1} \\ repmlaceProd = 0 \\ preservePartMarche = 0 \\ \mathbf{etendreGamme = 1} \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.94, n = 31.$$

Cette probabilité de l'innovation de procédé est observée pour les entreprises qui ne sont pas motivées par l'amélioration de la flexibilité de la production ou par le maintien de la part du marché, mais par les objectifs de l'amélioration de la qualité et de l'extension de la gamme du produit. Ce résultat peut être expliqué par le fait que l'innovation de procédé correspond à l'adoption de méthodes de production nouvelles permettant d'impliquer des modifications portant sur l'équipement ou l'organisation de la production. Elles permettent la production de produits nouveaux ou l'amélioration de la qualité, qu'il serait impossible de l'obtenir à l'aide des installations ou des méthodes existantes.

Ces résultats font apparaître des objectifs et des stratégies d'innovation différentes entre les innovations de procédés et de produits différents ce qui devrait impliquer normalement

des mécanismes différents dans leurs déterminants. Nous analyserons maintenant les caractéristiques des entreprises qui peuvent innover en ces deux dimensions. Étant donné que nos résultats confirment un comportement différencié pour ces deux types d'innovations, nous les analyserons séparément (nous vérifierons également la pertinence de cette séparation par l'estimation d'un modèle Probit bivarié).

4.3 Caractéristiques des entreprises innovantes

Cette section se consacre à l'analyse des facteurs qui expliquent le comportement d'innovation à travers les caractéristiques des entreprises innovantes.

4.3.1 Problématique

Étant donné les limites de la base de données, nous concentrons notre analyse sur un ensemble de mécanismes de base qui apparaissent systématiquement dans la littérature de l'innovation (voir chapitre 1) et sur lesquels les données de la base sont suffisamment fiables : le rôle de la demande, la taille de l'entreprise, l'activité de R&D interne, les sources externes de connaissance technologique, le rôle de l'ouverture et des exportations et la participation de l'État et des investissements étrangers dans le capital de l'entreprise. Nous mettrons l'accent sur le rôle spécifique des sources externes de connaissance dans l'innovation. Les principaux résultats concernent le comportement différencié entre les innovations de produit et les innovations de procédé et le rôle joué par les différentes sources de connaissance pour ces deux types d'innovation.

Notre analyse ne se limite pas aux entreprises qui entreprennent des activités formelles de R&D, mais elle couvre toutes les entreprises qui comptent sur l'introduction de la nouveauté pour faire face à la concurrence sur le marché ou répondre à la demande (*voir* Bell & Pavitt (1993) et le Manuel Bogotá, Jaramillo et al. (2001)). De même, dans une économie en développement, les entreprises ne développent pas nécessairement des produits ou des procédés complètement nouveaux pour le marché international. La majorité des innovations consistent en une simple introduction de produits nouveaux seulement pour le marché local, sans l'être au niveau international.

Nous prenons en considération les dimensions soulignées dans les études théoriques et empiriques. Cette discussion nous guide dans la spécification du modèle économétrique et dans la formulation des hypothèses sur la relation attendue entre chaque déterminant et l'innovation. Nous commencerons par une présentation des principaux mécanismes (*voir* chapitre 1) sur lesquels nous nous focaliserons afin de développer notre modèle économétrique. La construction du modèle tiendra compte également des points faibles des données fournies par l'enquête. Pour chaque dimension potentielle, nous commencerons par le point de vue théorique général et le confronterons aux résultats existants afin de formuler nos hypothèses.

Les principaux résultats de la littérature empirique sont récapitulés dans les Tableaux 4.4 et 4.5. Ces études mettent l'accent notamment sur le rôle des investissements étrangers et des exportations dans l'innovation des pays en développement.

Le rôle du commerce extérieur sur les activités d'innovation a été largement étudié par la théorie de la croissance endogène et des nouvelles théories du commerce international. Ces théories soulignent les effets de spillovers de connaissance (par les flux des idées et/ou des marchandises) et du commerce international sur l'incitation d'innovation technologique (Grossman & Helpman 1991, Aghion & Howitt 1998, Krugman 1979). Suite à ces travaux, on considère généralement que l'innovation est un moyen de pénétrer sur les marchés étrangers par la différenciation des produits (compétitivité hors-prix) ou par l'innovation de procédé qui améliore la compétitivité-prix. Or, nous avons des résultats contradictoires sur cette question dans la littérature empirique. Le Tableau 4.4 montre que le rôle des exportations est fréquemment examiné dans les études empiriques. Le signe attendu de l'effet du taux d'exportation sur l'innovation reste indéterminé. Comme le fait ressortir le chapitre 2, la Tunisie semble pouvoir bénéficier des externalités de R&D à travers la coopération avec ses partenaires étrangers. Mais, le commerce international et les IDE ne semblent pas être un vecteur d'innovation en Tunisie[5].

Conjecture 4.3.1 *Pour servir la demande locale et le marché extérieur, et par conséquent une demande globale hétérogène, les entreprises doivent développer des innovations de produit. La variable représentant la proportion des exportations dans les ventes peut avoir un effet positif sur les innovations de produit, avec une non-linéarité possible.*

La Tunisie n'est pas un fournisseur de technologies et ne contribue pas au déplacement de la frontière technologique globale. Les possibilités de tirer profit de cette frontière sont la source principale du progrès technologique. Elles sont déterminées par la capacité d'absorption des entreprises (Cohen & Levinthal 1990). Par conséquent, l'investissement interne en R&D des entreprises, le déterminant naturel de la capacité innovatrice dans les pays développés, joue un rôle important dans la construction de la capacité d'absorption des entreprises et dans leurs possibilités de tirer profit des sources externes de la connaissance technologique. L'activité de R&D interne est approximée par une variable binaire indiquant si l'entreprise a un département ou autres structures de R&D (*depRD*). Cette variable nous semble plus robuste que d'autres indicateurs disponibles dans la base de données (comme l'investissement en R&D).

L'enquête contient des informations sur les sources externes de connaissance des entreprises enquêtées (contrairement aux enquêtes CIS où seulement les entreprises innovantes qui répondent à la question correspondante). La colonne correspondante du Tableau 4.5 montre que la coopération est également un facteur important dans l'innovation. Ainsi, nous analysons la contribution spécifique des sources de connaissances en utilisant des variables binaires

[5]Le chapitre 5 sera consacré à l'analyse détaillée de cette relation qui existe entre l'ouverture économique et la capacité d'innovation des entreprises tunisiennes.

Auteur(s)	**pays**	**Échantillon**	**Type d'innovation**	Résultats					
				Taille	R&D	PartÉtranger	Export	Collaboration	Secteurs
Chudnovsky et al. (2006)	Argentine	1,639	Produit ou procédé	+	+	0	+	+	oui
Aralica et al. (2008)	Croatie	1,272	Part d'innovations dans les ventes	-	+	+	+	+	non
Srholec (2007)	Tchèque	3,801	Produit ou procédé	+		+			oui
Lee (2004)	Malaisie	501	Produit ou procédé	+		0	-		oui
Jaklic et al. (2008)	Slovénie	1,972	Produit ou procédé	+	+	0	0	+	oui
Pamukçu (2003)	Turquie	1,108	Produit ou procédé	+		0	0		oui
Srholec (2009)	7 nouveaux pays EU	28,846	Produit ou procédé	+		+	+		oui
Chudnovsky et al. (2006)	Argentine	1,639	Produit	0	+	0	0	+	oui
Raffo et al. (2008)	Argentine	1,308	Produit	+	+	0			oui
Gonçalves et al. (2007)	Argentine	1,256	Produit nouveau pour le marché	+	+	-	+	-	oui
Raffo et al. (2008)	Brésil	9,452	Produit	+	+	-			oui
Gonçalves et al. (2007)	Brésil	6,626	Produit nouveau pour le marché	+	+	+	0	-	oui
Crespi & Peirano (2007)	Chile	1,048	Produit nouveau pour le marché	+	+			+	oui
Sung & Carlsson (2007)	Corée	1,124	Produit	0	+	0	0	+	oui
Hegde & Shapira (2007)	Malaisie	1,819	Produit	+	+	0	0	+	oui
Raffo et al. (2008)	Mexique	1,515	Produit	+	+	0			oui
Oerlemans & Pretorius (2006)	Afrique de Sud	189	Part des ventes	-	0	0	0	0	oui
Goedhuys (2007)	La Tanzanie	257	Produit	0	+	0		+	oui
Karray & Kriaa (2008)	Tunisie	300	Produit	0	+	-			oui
Srholec (2008)	28 pays	15,818	Produit	+	+				oui
Şeker (2009)	43 pays	27,754	Produit nouveau pour le marché		+	0	+		non
Falk (2008)	6 nouveaux pays EU	10,018	Produit	+		+	+		oui
Falk (2008)	6 nouveaux pays EU	10,018	Produit nouveau pour le marché	+		+	+		oui
Falk (2008)	6 nouveaux pays EU	10,018	Part des ventes	-	+	+	+	+	oui
Chudnovsky et al. (2006)	Argentine	1,639	Procédé	+	+	0	0	+	oui
Gonçalves et al. (2007)	Argentine	1,256	Procédé	+	+	0	0	-	oui
Gonçalves et al. (2007)	Brésil	6,626	Procédé	+	+	+	+	-	oui
Sung & Carlsson (2007)	Corée	1,124	Procédé	+	0	+	0	+	oui
Hegde & Shapira (2007)	Malaisie	1,819	Procédé	+	+	0	0	+	oui
Almeida & Fernandes (2008)	43 pays	15,522	Procédé	+	+	+	+		oui
Falk (2008)	6 nouveaux pays EU	10,018	Procédé	+		+	+		oui

Source : Rahmouni et al. (2010).

TAB. 4.4 – Résultats de synthèse sur les entreprises innovantes dans les pays en développement

	Taille	R&D	PartEtranger	Exportation	Collaboration	Secteur
Innov. prod.	$++, 0$	$+++$	$+, 00$	$+, 0$	$++$	oui
Innov. proc.	$+++$	$+++$	$+, 0$	$+, 0$	$++, -$	oui

Légende : pour $x \in \{+, 0, -\}$, x : plus que 25% des études ; xx : plus que 50%; xxx : plus que 75%. $x = 0$: non significatif. (Source : Rahmouni et al. (2010))

TAB. 4.5 – Résumé des résultats du Tableau 4.4

pour saisir l'importance de la collaboration avec les différents organismes. Nous étudierons la substituabilité et la complémentarité entre les activités de R&D interne et les sources de connaissances externes (et entre les différentes sources de connaissances externes).

L'investissement étranger peut jouer un rôle important dans l'innovation et le développement technologique des entreprises tunisiennes. Il est important de vérifier si la participation étrangère dans le capital social correspond à une propension d'innovation plus élevée ou non (nous utilisons une variable continue, *partEtranger*). L'utilisation de la variable binaire *groupEtranger*, indiquant si l'entreprise est une filiales d'un groupe étranger ou non, donne le même résultat (Rahmouni et al. 2010). Cette variable est fortement corrélée avec la variable *partEtranger*.

L'activité de recherche permet à l'entreprise d'accroître la somme de ses connaissances et de les utiliser pour des applications (Manuel d'Oslo 2005). Pour capter les externalités technologiques, l'entreprise doit disposer de savoirs et de compétences internes adéquats. Les activités de R&D jouent un double rôle : introduire des innovations, mais aussi améliorer la capacité de la firme à bénéficier des connaissances créées dans l'économie (sa capacité d'absorption). Cette dernière peut être complétée par des accords de coopération explicites.

Conjecture 4.3.2 *L'activité de R&D interne des entreprises est une condition nécessaire mais non suffisante pour la réalisation de l'innovation et le progrès technique. Les variables indiquant son existance et/ou le niveau de l'effort de R&D des entreprises peuvent avoir des effets positifs sur les innovations.*

Conjecture 4.3.3 *Les entreprises bénéficient de l'avantage des sources externes de la connaissance technologique (universités, organizations, d'autres entreprises). Les variables qui représentent ces canaux de la connaissance peuvent avoir des effets positifs sur l'innovation.*

Concernant la taille de l'entreprise, même si les résultats de littérature ne sont pas concluants sur son rôle dans l'innovation pour les pays développés, cette variable peut avoir un effet important pour les pays en développement, particulièrement la Tunisie, puisque elle détermine aussi la capacité de financement de l'entreprise. Par ailleurs, les entreprises de grandes tailles doivent fréquemment résoudre les problèmes de processus liés à leur taille, et par conséquent, introduire de nouveaux procédés. Üçdoruk (2005) trouve une influence positive de taille des entreprises sur la propension à innover pour un pays semblable (la Turquie) et Kannebley et al. (2005) montrent le même effet pour le Brésil. Le Tableau 4.5 indique

que l'effet est en général positif pour les innovations de procédé, mais plus ambigu pour les innovations de produit. Afin de souligner le rôle de la taille comme source de financement des innovations, nous utilisons le chiffre d'affaire, $log(CA)$, comme variable explicative. Nous pouvons également examiner d'autres indicateurs de la taille tels que le nombre d'employés et le capital social. Ces variables se sont avérées beaucoup moins reliées à la propension à innover. Il est à noter que plusieurs études ont montré que les entreprises de taille moyenne sont les plus innovantes (Goedhuys 2007) .

Conjecture 4.3.4 *Les entreprises tunisiennes de grandes tailles peuvent être plus innovantes. La taille de l'entreprise peut avoir un effet positif sur l'innovation, probablement plus pour les innovations de procédé.*

La participation de l'État peut également jouer un rôle important dans un pays en voie de développement, parce qu'elle peut assurer une source financière et un appui institutionnel aux entreprises. Cette possibilité est soulignée par plusieurs études mais sans apporter un résultat général. Nous ne pouvons pas exclure que cet appui peut également impliquer une bureaucratie forte qui réduit le dynamisme de l'entreprise.

Conjecture 4.3.5 *La participation de l'État au capital des entreprises peut augmenter leurs capacités innovatrices (mais aussi avoir un impact négatif probable dû à la bureaucratie).*

La suite de ce chapitre vise une meilleure comprehension de l'innovation des entreprises tunisiennes.

4.3.2 Résultats des estimations

Nous utilisons un modèle économétrique simple adapté aux contraintes imposées par les données de l'enquête. Nous commençons par l'estimation du modèle Probit conditionnellement aux variables explicatives suivantes (le signe + indique un signe attendu positif pour la relation avec la variable correspondante) :

- Existance d'un département ou autres structures de R&D ($depRD$, Conjecture 4.3.2, +) ;
- Le chiffre d'affaire de l'entreprise en 2004 représentant sa taille ($log(CA)$, Conjecture 4.3.4, +) ;
- Une variable binaire[6] indiquant si l'entreprise sert à la fois le marché local et le marché national ($multiMarche$, Conjecture 4.3.1, +) ;
- Le rôle potentiel de la participation étrangère dans le capital de l'entreprise ($partEtranger$, Conjecture 4.3.5, +) ;

[6]Le pourcentage des exportations dans le CA n'a pas d'effet significatif, mais une relation non linéaire peut être observée en utilisant notre variable binaire.

- La participation de l'État au capital de l'entreprise (*partEtat*, Conjecture 4.3.3, ±) ;
- Les canaux externes de connaissances (+) :
  - les universités (*collUniv*) ;
  - les centres de recherche (*collCentRech*) ;
  - les laboratoires et les unités de recherche (*collLabUnit*) ;
  - les organismes nationaux (*collOrgNat*) ;
  - les organismes internationaux (*collOrgInternat*) ;
  - autres entreprises (*collAutresFirmes*) ;
  - assistance technique externe (*ConsultTechn*).

Num. colonne	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Innovation de produit			**Innovation de procédé**			**Probit Bivarié**	
	modèle1	**modèle2**	**modèle3**	**modèle1**	**modèle2**	**modèle3**	**Innov. prod.**	**Innov. proc.**
depRD	0.47***	0.47***	0.50***	0.23	0.23	0.21	0.48***	0.22
	(3.64)	(3.66)	(3.78)	(1.79)	(1.79)	(1.63)	(3.68)	(1.78)
ln(CA)	0.08*	0.08*	0.07	0.12***	0.12***	0.13**	0.08*	0.13***
	(2.06)	(2.07)	(1.76)	(3.34)	(3.34)	(3.25)	(2.11)	(3.36)
multiMarche	0.34**	0.30*	0.30*	0.10	0.09	0.13	0.34*	0.10
	(2.59)	(2.10)	(2.10)	(0.75)	(0.67)	(0.88)	(2.58)	(0.76)
partEtat	-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01**	-0.01**	-0.01*	-0.01***	-0.01**
	(-3.74)	(-3.83)	(-3.79)	(-2.65)	(-2.62)	(-2.47)	(-3.74)	(-2.65)
partEtranger		-0.00	-0.00		-0.00	0.00		
		(-0.82)	(-0.41)		(-0.09)	(0.05)		
collUniv	0.57**	0.56*	0.54*	0.24	0.24	0.33	0.58**	0.25
	(2.60)	(2.56)	(2.46)	(1.15)	(1.14)	(1.50)	(2.67)	(1.18)
collCentRech	-0.25	-0.26	-0.27	-0.11	-0.11	-0.16	-0.29	-0.12
	(-0.95)	(-0.96)	(-1.00)	(-0.44)	(-0.44)	(-0.62)	(-1.08)	(-0.48)
collLabUnit	-0.27	-0.28	-0.30	-0.37	-0.38	-0.32	-0.27	-0.38
	(-1.12)	(-1.18)	(-1.24)	(-1.62)	(-1.62)	(-1.38)	(-1.16)	(-1.66)
collOrgNat	0.26	0.27	0.27	0.51**	0.51**	0.46**	0.27	0.51**
	(1.54)	(1.57)	(1.57)	(2.99)	(2.99)	(2.66)	(1.60)	(3.00)
collOrgInternat	0.87***	0.88***	0.87***	0.57**	0.57**	0.61**	0.87***	0.57**
	(4.33)	(4.38)	(4.29)	(2.86)	(2.86)	(3.03)	(4.35)	(2.88)
collAutresFirmes	0.29	0.30	0.31	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30
	(1.54)	(1.57)	(1.61)	(1.61)	(1.61)	(1.55)	(1.57)	(1.62)
ConsultTechn	0.49***	0.47***	0.47***	0.64***	0.64***	0.64***	0.50***	0.64***
	(3.84)	(3.68)	(3.64)	(5.09)	(5.03)	(5.00)	(3.91)	(5.08)
IAA			0.14			-0.02		
			(0.76)			(-0.10)		
IEEE			-0.11			-0.26		
			(-0.54)			(-1.29)		
IMM			-0.01			0.21		
			(-0.03)			(1.01)		
ITHCC			-0.03			0.37*		
			(-0.16)			(2.18)		
Constante	-2.21***	-2.15***	-2.03**	-2.45***	-2.45***	-2.54***	-2.19***	-2.46***
	(-3.74)	(-3.62)	(-3.29)	(-4.39)	(-4.36)	(-4.36)	(-3.70)	(-4.39)
$Pseudo-R2$	0.19	0.19	0.20	0.15	0.15	0.16		
$Chi-2$	141.04	141.71	142.86	110.90	110.91	123.02	178.58	
Rho							0.38***	
							(5.46)	
Nb.obs.	538	538	538	538	538	538	538	

Les *z-valeurs* sont données entre parenthèses. * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$. IAA : ind. agroalimentaire ; EEEAI : ind. électrique, électronique et électromécanique ; IMM : ind. mécanique et métallurgique ; ITHCC : ind. textile, habillement, cuire et chaussures.

TAB. 4.6 – Déterminants de l'innovation : rôle des sources externes de la connaissance.

Le Tableau 4.6 présente les résultats des estimations du modèle Probit. Les colonnes (1) et (4) donnent les résultats de notre modèle de base (modèle 1). Les autres colonnes intègrent un ensemble de variables de contrôles additionnelles en tant que déterminants potentiels de

l'innovation. En effet, les colonnes (2) et (5) prolongent ces résultats par l'introduction de la variable *partEtranger* (modèle 2). Nous avons également contrôlé le rôle de la propriété étrangère des entreprises[7]. Dans les colonnes (3) et (6), nous introduisons les variables indicatrices des quatre secteurs les plus représentés dans notre échantillon (modèle 3). Bien que les données ne nous permettent pas de trancher le débat pour l'ensemble des secteurs industriels, elles peuvent témoigner de la situation dans ces 4 secteurs qui sont mieux représentés dans notre échantillon. La variable de contrôle *age* n'a pas d'influence statistiquement significative sur la performance d'innovations des entreprises[8]. Il est difficile de déterminer si l'effet de l'expérience accumulée est plus important que celui de dynamisme d'une jeune entreprise. L'introduction de cette variable n'a pas de conséquence non plus sur les coefficients dans le modèle de base. Nous donnons également le pseudo-R^2 de Mac Fadden qui est un indicateur de la qualité de la regression, représentant l'accroissement de la *log*-vraisemblance par rapport au modèle avec un simple terme constant comme variable exogène. Les tests de rapport de vraisemblance indiquent que les modèles sont globalement significatifs[9]. Sous l'hypothèse nulle $\beta_j = 0 \ \forall \ j > 1$, cette statistique suit une loi de χ^2 à $k-1$ degrés de liberté.

La comparaison des modèles 1-3 montre que notre modèle de base est robuste[10]. En effet, l'introduction des variables supplémentaires relatives à la participation étrangère et au secteur d'activité ne modifient pas les résultats (les effets de ces variables ne sont pas significatifs, à l'exception du secteur de textile et de cuir qui montre un effet positif sur l'innovation de procédé (*voir* la colonne (6)).

Les colonnes (7) et (8) donnent les estimations du modèle Probit bivarié. Les résultats montrent que le modèle de base est également robuste en respectant l'interdépendance entre les deux types d'innovations. Au niveau global, le succès des innovations de produit est lié à l'existance d'un département interne de R&D[11], à la taille des entreprises, à leur exposition à l'hétérogénéité de la demande et aux collaborations avec les universités, les organismes internationaux et au recours à l'assistance technique externe. Le modèle conclu à la significativité de l'effet négatif de la participation de l'État au capital social de l'entreprise.

Ces estimations sont conformes avec les résultats globaux du Tableau 4.5, mais indiquent que la Tunisie semble correspondre à un profil différent de celui des autres pays étudiés dans le Tableau 4.4. Il est à souligner que le rôle positif de l'hétérogénéité de la demande confirmée pour la Tunisie reste à vérifier pour les autres pays où les exportations ne semblent pas jouer un rôle significatif. La Tunisie peut bénéficier des externalités de R&D à travers les programmes de coopération avec les partenaires étrangers. Mais, le commerce international

[7]L'effet de la variable indicatrice d'appartenance à un groupe étranger (*groupEtranger*) n'est pas significatif (voir Annexes, Tableau 14 page 241).

[8]Nous avons testé aussi les effets des variables *age*, age^2 et $log(age)$.

[9]On substitue le rapport de *log*-vraisemblance à la statistique de Fisher pour l'hypothèse nulle $\beta_j = 0 \ \forall \ j > 1$ dans une estimation par la méthode des MCO.

[10]Notre objectif ne consiste pas à sélectionner le meilleur modèle, mais de vérifier la robustesse des résultats.

[11]Les estimations avec le nombre de personnel technique dans le département de R&D et le nombre total de personnel technique sont données en annexes dans le Tableau 15 page 242. Les résultats montrent que les effets de ces deux variables ne sont pas statistiquement significatifs. Leur introduction ne modifie pas les résultats des autres variables.

et les IDE ne semblent pas être un vecteur de diffusion technologique.

Concernant les innovations de procédé, l'estimation indique une relation positive seulement avec la taille et les collaborations de l'entreprise avec des organismes nationaux, des organismes internationaux et du recours à l'assistance technique externe. Le rôle significatif de la R&D interne observé dans le Tableau 4.5, n'est pas confirmé pour la Tunisie. Le profil des entreprises tunisiennes est différent des pays présentés dans le Tableau 4.4. Le contraste concerne l'absence de R&D interne et de la participation étrangère qui semblent jouer un rôle positif dans certains pays.

Toutefois, nous sommes en présence d'une possibilité de biais de sélection d'où la nécessité de chercher d'autres spécifications qui ne posent pas ce problème. La voie la plus simple consiste à vérifier la robustesse des résultats par l'examen de la question du biais de sélection, du problème d'échantillonnage et de l'hétérogénéité. Nous sommes alors à même de comparer les estimations. La ré-estimation du modèle de base est présentée dans le Tableau 4.8. Les conclusions auxquelles nous parvenons sont rigoureusement les mêmes, tant en ce qui concerne les variables significatives qu'en ce qui concerne les valeurs des coefficients[12].

4.3.3 Vérification de la robustesse des résultats

Les données d'enquêtes sur les innovations dans les pays en développement souffrent souvent des indicateurs de mesure des activités technologiques et du biais de sélection et d'échantillonnage au dépend des petites entreprises (Bogliacino & Naranjo Ramos 2008, Blankley & Kaplan 2006, Anlló 2006, Lugones 2006). En effet, en tenant compte des spécificités du processus d'innovation et des structures institutionnelles dans ces pays, les enquêtes menées visent souvent à couvrir le maximum d'entreprises susceptibles d'avoir des activités d'innovation ou de R&D. Les données collectées ne couvrent pas significativement les petites entreprises représentant la plus grande partie de la structure industrielle dans ces pays (voir Tableau 4.7), tandis que les enquêtes CIS ciblent toutes les entreprises innovantes et non innovantes (Blankley & Kaplan 2006).

4.3.3.1 Procédures de vérifications

La plupart des résultats d'estimation à partir des données empiriques reposent explicitement ou implicitement sur l'hypothèse d'homoscédasticité des aléas et sur l'hypothèse supplémentaire de normalité des résidus. Cependant, dans la pratique, ces deux hypothèses ne sont pas souvent vérifiées, principalement lorsque les données sont relatives à des observations sur données d'enquêtes. Ainsi l'estimateur de maximum de vraisemblance (EMV) est non convergent en présence de l'hétéroscédasticité, de l'hétérogénéité non observée ou de l'omission de variables explicatives importantes (Greene 2003, Wooldridge 2002). Dans ce cadre, nous pouvons utiliser une estimation de la matrice de variance covariance robuste à

[12]Les estimations des effets marginaux sont données dans l'annexe de ce chapitre.

Pays	Période	Taille	Taux de réponses	Échantillon	Sources
Argentine	1992-1996	>10 employers	70.2%	1639	Anlló (2006), Chudnovsky et al. (2006)
Chile	1993-1995	>10 employers	99.0%	541	Anlló (2006)
Colombie	1993-1996	>20 employers	73.8%	885	Anlló (2006)
Mexique	1994-1996	>50 employers	100%	1322	Anlló (2006)
Venezuela	1994-1997	>5 employers	90.7%	1382	Anlló (2006)
Afrique de Sud	1996		8.9%	244	Blankley & Kaplan (2006)
Brésil	1998-2000	>10 employers	93.5%	10328	Raffo et al. (2008)
Argentine	1998-2001	>10 employers	76.0%	1688	Chudnovsky et al. (2006), Raffo et al. (2008)
Mexique	1999-2000	>10 employers	68.5%	1713	Raffo et al. (2008)
Malaisie	2000-2001	>20 employers	19.0%	749	Fagerberg et al. (2010)
Croatie	2001-2003			1272	Aralica et al. (2008)
Malaisie	2000-2002	>20 employers		1819	Hegde & Shapira (2007)
Argentine	2002-2004		76.0%	1627	Fagerberg et al. (2010)
Afrique de Sud	2002-2004		37.0%	9290	Fagerberg et al. (2010)

TAB. 4.7 – Les enquêtes sur les innovations dans les pays en développement

l'hétéroscédasticité, même si on ne connaît pas la forme de la fonction scédastique[13] (White 1982). La matrice de variance-covariance de White est consistante en cas d'hétéroscédasticité. La matrice de variance-covariance de Newey & West (1987) est aussi consistante en cas d'hétéroscédasticité et d'auto-corrélation. Comme une alternative, l'approche MCMC d'augmentation des données (Albert & Chib 1993, 1995) peut surmonter la mauvaise spécification du modèle.

L'hétérogénéité négligée peut aussi mener à une dépendance au niveau sectoriel si nous ne tenons pas compte des différences sectorielles qui peuvent être absorbées par le terme d'erreur, engendrant une corrélation entre les aléas, ce qui mène à une dépendance sérielle et à des estimateurs non efficaces (l'hétérogénéité négligée crée une corrélation des termes d'erreur). Dans ce cas, l'hétérogénéité non observée peut être traitée en utilisant le modèle à effets aléatoires entre les secteurs.

La Tableau 4.8 récapitule les résultats des différentes estimations que nous proposons pour vérifier la robustesse de nos résultats à l'égard du biais de sélection et du problème de l'hétérogénéité. Ces résultats montrent clairement que notre modèle de base n'est pas sensible à ces problèmes potentiels et il reste valable (les interprétations de la significativité et des signes des coefficients ne changent pas).

4.3.3.2 Traitement de l'hétérogénéité

La variance non expliquée entre les entreprises est représentée par des termes d'erreur indépendamment et identiquement distribués, *iid*. L'hétérogénéité surgit quand le terme d'erreur change systématiquement entre les observations. La violation de l'hypothèse *iid* peut être due aux facteurs communs non observés qui affectent également toutes les entreprises. La spécificité de l'estimation robuste est que la forme de l'hétéroscédasticité et/ou de l'auto-corrélation ne doit pas être spécifiée (Greene 2003). Les colonnes (2) et (6) montrent que l'estimation robuste ne modifie pas les résultats. La deuxième violation possible de l'hypo-

[13] La fonction scédastique désigne une fonction de la variance conditionnelle.

thèse *iid* est lorsque les caractéristiques non observées communes aux entreprises de même secteur sont négligées : hétérogénéité non observée. Cette hétérogénéité peut être traitée par l'estimation du modèle à effets aléatoires ou en transformant les données pour éliminer des effets fixes spécifiques.

D'un autre côté, les études économétriques sur l'hétérogénéité non observée montrent que le biais d'omission des variables explicatives importantes qui sont indépendantes des régresseurs inclus dans le modèle n'affecte pas le résultat d'estimation des effets marginaux des régresseurs observés (Wooldridge 2002, Cramer 2007). Donc, l'omission des variables explicatives indépendantes de celles introduites dans le modèle ne pose pas un problème dans l'interprétation des variables introduites dans le modèle Probit (Ramalho & Ramalho 2010).

4.3.3.3 Biais de sélection

La méthode de Chaine de Markov de Monte Carlo (MCMC) simule la distribution à posteriori d'une régression Probit en utilisant l'approche d'augmentation des données qui réduit le problème potentiel du biais d'échantillonnage (Albert & Chib 1993, 1995). La méthode MCMC est utilisée pour approximer la distribution à posteriori des paramètres. Les résultats donnés dans des colonnes (3) et (7) montrent que notre estimation est robuste.

Nous utilisons également l'approche de pondération par le poids des secteurs dans l'économie pour réduire le biais d'échantillonnage (Survey-Weighted Probit). La pondération est utilisée pour corriger la sur-représentation d'un secteur particulier dans l'ensemble des données (Imai et al. (2008)). En effet, si l'enquête privilégie un secteur particulier, les poids peuvent être utilisés pour corriger cette sur-représentation dans l'ensemble de données. Nous utilisons la proportion de chaque secteur de l'échantillon dans sa population mère comme poids dans l'estimation. Pour chaque secteur, cette proportion est estimée par le rapport entre nombre d'observations de ce secteur dans l'échantillon divisé par nombre d'observations dans la population du secteur. Les données de la population utilisées (de l'année 2004) proviennent des monographies de l'industrie manufacturière (Agence de Promotion d'Industrie en 2005). Les résultats donnés dans colonnes (4) et (8) démontrent la robustesse de nos résultats. Le biais éventuel de sélection n'a pas d'impact sur les résultats obtenus.

4.3.4 Le rôle des sources externes de connaissance

L'introduction des termes d'interactions dans le modèle Probit, et généralement dans les modèles non linéaires, produit de nombreux problèmes d'estimations et rend l'évaluation et l'interprétation des résultats plus difficile[14]. En effet, l'effet marginal de la variable

[14] Ai & Norton (2003) et Norton et al. (2004) ont examiné 72 articles publiés entre 1980 et 1999 dans 13 revues économiques inscrites à JSTOR et qui avaient utilisé des termes d'interactions dans des modèles non linéaires. Ils ont constaté qu'aucune de ces études n'avait interprété correctement les coefficients des termes

Num. Colonne	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Innovation de produit				Innovation de procédé			
	Probit Simple			Probit	Probit Simple			Probit
	Standard	Robuste s.e.	probitMCMC	Survey-Weighted	Standard	Robuste s.e.	probitMCMC	Survey-Weighted
depRD	**0.47**	**0.47**	**0.47**	**0.50**	0.23	0.23	0.23	0.23
	3.64	*3.64*	*3.63*	*3.30*	*1.79*	*1.77*	*1.85*	*1.54*
log(CA)	**0.08**	**0.08**	**0.08**	**0.10**	**0.12**	**0.12**	**0.13**	**0.12**
	2.06	*2.24*	*2.08*	*2.30*	*3.34*	*3.49*	*3.43*	*2.79*
multiMarche	**0.34**	**0.34**	**0.34**	**0.49**	0.10	0.10	0.10	0.14
	2.59	*2.56*	*2.62*	*3.13*	*0.75*	*0.75*	*0.76*	*0.91*
partEtat	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**	-0.01
	-3.74	*-3.88*	*-3.80*	*-4.27*	*-2.65*	*-2.62*	*-2.70*	*-1.92*
collUniv	**0.57**	**0.57**	**0.58**	**0.69**	0.24	0.24	0.26	0.44
	2.60	*2.43*	*2.66*	*2.50*	*1.15*	*1.12*	*1.20*	*1.86*
collCentRech	-0.25	-0.25	-0.25	-0.18	-0.11	-0.11	-0.11	0.01
	-0.95	*-0.97*	*-0.93*	*-0.65*	*-0.44*	*-0.44*	*-0.45*	*0.02*
collLabUnit	-0.27	-0.27	-0.27	-0.37	-0.37	-0.37	-0.38	-0.49
	-1.12	*-1.17*	*-1.12*	*-1.58*	*-1.62*	*-1.62*	*-1.64*	*-1.68*
collOrgNat	0.26	0.26	0.27	0.32	**0.51**	**0.51**	**0.52**	**0.47**
	1.54	*1.57*	*1.56*	*1.49*	*2.99*	*2.87*	*3.01*	*2.10*
collOrgInternat	**0.87**	**0.87**	**0.90**	**0.97**	**0.57**	**0.57**	**0.58**	**0.56**
	4.33	*4.50*	*4.49*	*4.28*	*2.86*	*3.01*	*2.92*	*2.42*
collAutresFirmes	0.29	0.29	0.29	0.32	0.30	0.30	0.31	0.03
	1.54	*1.55*	*1.55*	*1.48*	*1.61*	*1.57*	*1.63*	*0.16*
ConsultTechn	**0.49**	**0.49**	**0.50**	**0.58**	**0.64**	**0.64**	**0.64**	**0.74**
	3.84	*3.82*	*3.90*	*3.84*	*5.09*	*5.09*	*5.01*	*5.11*
(Constante)	**-2.21**	**-2.21**	**-2.23**	**-2.58**	**-2.45**	**-2.45**	**-2.49**	**-2.56**
	-3.74	*-4.15*	*-3.78*	*-4.37*	*-4.39*	*-4.62*	*-4.49*	*-3.98*

TAB. 4.8 – Vérification de la robustesse des résultats

croisée dans le modèle Probit ne peut pas être considéré comme une mesure correcte de l'effet marginal d'un changement de chacune des deux variables de l'interaction (Ai & Norton 2003, Norton et al. 2004). Les arbres de regression nous aident à mieux représenter les interactions entre les variables explicatives et à déterminer les relations de complémentarité ou de substituabilité qui existent entre ces facteurs dans la détermination de l'innovation. Nous introduisons toutes les variables explicatives de notre modèle dans les arbres de regression. Nous remarquons que seulement un sous-ensemble de ces variables apparaît sur l'arbre. Les Figures 4.5 et 4.6 présentent les différents niveaux des facteurs liés à l'innovation. Elles montrent l'importance du rôle des sources externes de connaissances technologiques. Le recours à un organisme tiers de consulting technologique joue un rôle primordial dans les deux types d'innovations de produit et de procédé.

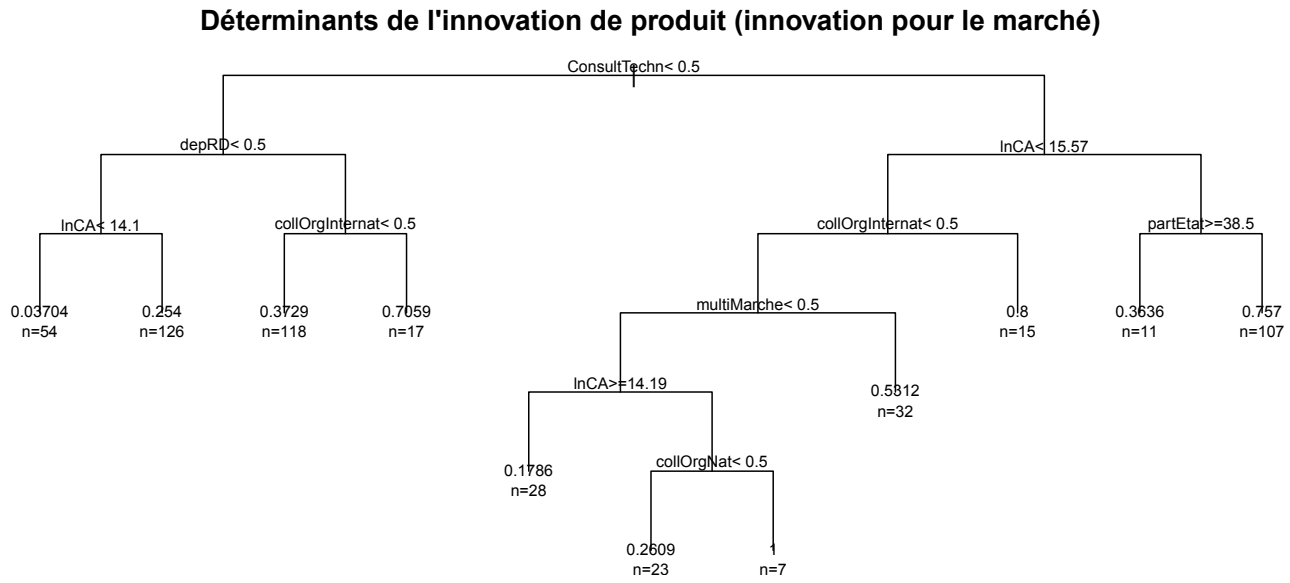


FIG. 4.5 – Déterminants de l'innovation de produit pour le marché ($cp = 0.01$).

Pour les **innovations de produit** (Figure 4.5), nous observons, sur la branche à droite de l'arbre, que les entreprises de grandes tailles ont une probabilité d'innovation élevée uniquement lorsque la participation de l'État au capital social de l'entreprise n'est pas trop forte :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) \geq 15.57 \\ partEtat < 38.5\% \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0.76, n = 107.$$

L'assistance technique externe permet à l'entreprise de réaliser des innovations par l'incorporation plus facile d'un savoir complémentaire ou par l'apport de solutions aux problèmes techniques que l'entreprise essaye de résoudre. Néanmoins, les entreprises de plus petites tailles peuvent atteindre une probabilité d'innovation élevée si elles bénéficient d'une collaboration avec des organismes internationaux qui constituent, dans ce cas, un substitut à la

d'interactions.

grande taille de l'entreprise :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) < 15.57 \\ collOrgInternat = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0.80, n = 15.$$

La coopération avec des organismes étrangers donne aux entreprises tunisiennes la possibilité d'acquérir, sous certaines conditions, des compétences technologiques nouvelles et de leur permettre, ainsi, d'innover. Le coût et le risque liés aux activités de R&D et l'incertitude du marché peuvent justifier ce rôle important de la collaboration avec des organismes internationaux et de l'assistance technique externe pour les entreprises plus petites. Uniquement 7 petites entreprises ont atteint une probabilité d'innovation élevée ($P[I = 1] = 1$) :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) \in \,]14.19, 15.57[\\ collOrgaInternat = 0 \\ multiMarche = 0 \\ collOrgNat = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 1, n = 7.$$

Ces entreprises sont orientées exclusivement vers un seul type de marché (4 entreprises vendent leurs produits sur le marché local et 3 sur le marché des exportations). Elles ne profitent pas de la collaboration avec des organismes internationaux. La coopération au niveau national est un substitut à la source internationale de connaissance. Malheureusement, étant donné la nature des données, nous ne pouvons pas aller plus loins dans notre analyse des conditions particulières caractérisant ces entreprises.

L'assistance technique externe s'avère importante surtout qu'elle permet d'accéder à un certains savoir faire sans devoir les développer en interne. Cependant, l'entreprise peut aussi développer ses capacités technologiques et réaliser des innovations de produits sur la base de son activité de R&D interne. En effet, la branche gauche de l'arbre montre une probabilité d'innovation égale à 0.70 pour les entreprises qui n'accèdent pas à l'assistance technique externe, mais elles possèdent une structure ou un département de R&D interne et collaborent avec des organismes internationaux :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ depRD = 1 \\ collOrgInternat = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0.70, n = 17.$$

Cependant, on observe une probabilité faible ($P[I = 1] \approx 0.04$) pour les entreprises de tailles plus petites [$log(CA) < 14.1$] qui ne bénéficient pas d'une assistance technique externe et n'ont pas une structure de R&D interne (la branche gauche de l'arbre). Ces entreprises n'ont pas des relations de partenariat technologique, d'études, de recherche ou de formation.

Pour récapituler, la taille de l'entreprise et les différentes sources de connaissance tech-

niques jouent un rôle déterminant dans la réalisation des innovations de produit avec une certaine substituabilité entre elles.

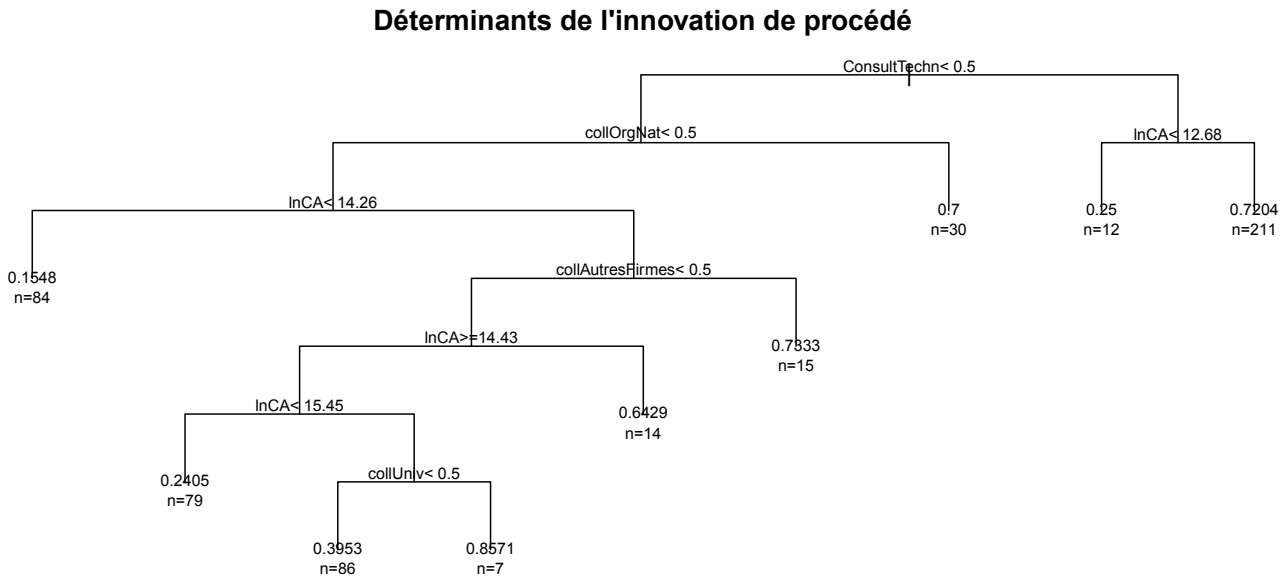


FIG. 4.6 – Déterminants de l'innovation de procédé ($cp = 0.01$).

Pour les **innovations de procédé**, une certaine substituabilité entre les sources de connaissances technologiques est aussi observable pour les grandes entreprises. Quand ces dernières font recours à des organismes tiers d'assistance et de conseil technique, elles peuvent atteindre une probabilité élevée d'innovation en procédé.

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) > 12.68 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.72, n = 211.$$

Si les entreprises n'ont pas accès à l'assistance technique externe (la partie gauche de l'arbre), elles peuvent augmenter la probabilité d'innovation si elles profitent d'autres sources externes de connaissances :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ \mathbf{collOrgNat = 1} \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.7, n = 30.$$

ou

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ collNatOrg = 0 \\ log\left(CA\right) \geq 14.26 \\ \mathbf{collAutresFirmes = 1} \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.73, n = 15.$$

ou

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ collOrgNat = 0 \\ log\,(CA) \geq 15.45 \\ \mathbf{collUniv = 1} \end{array}\right\} \Rightarrow E\,(P[innovproc]) = 0.86, n = 7.$$

En conséquence, ces sources peuvent jouer un rôle substitutable, mais seulement si les entreprises ne sont pas trop petites. Les collaborations permettent d'accéder plus rapidement à un ensemble de compétences technologiques et organisationnelles permettant de produire de nouvelles technologies.

Ces résultats soulignent tant l'importance de la taille, que des collaborations à l'introduction des innovations de procédé. En effet, quand les entreprises ne bénéficient d'aucune forme de sources de connaissances externes et si elles sont petites, nous observons la probabilité d'innovation en procédé la plus faible :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ collOrgNat = 0 \\ log\,(CA) < 15.45 \end{array}\right\} \Rightarrow E\,(P[innovproc]) < 0.25, n = 163.$$

Une caractéristique montrée par ces résultats est la nécessité de bénéficier d'une certaine forme d'assistance technologique externe, indépendamment des autres dimensions. Cette assistance a un rôle plus important que celui de l'effort de R&D interne des entreprises. C'est certainement une caractéristique particulière du processus d'innovation dans les pays en voie de développement (Üçdoruk (2005) obtient un résultat semblable pour la Turquie). Les entreprises qui se contentent d'appliquer des connaissances et techniques externes sont généralement des entreprises imitatrices qui ne contribuent pas à l'augmentation du stock des connaissances disponibles et, donc, au déplacement de la frontière technologique. Ces entreprises supportent un risque beaucoup moins important que celles qui cherchent à produire des connaissances nouvelles en s'appuyant sur leurs efforts de R&D.

4.4 Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'analyse du rôle des sources externes de connaissances dans l'innovation des entreprises tunisiennes. En se basant sur la théorie de l'innovation et les résultats empiriques sur d'autres pays en voie de développement, nous avons essayé de comprendre la spécificité du comportement innovant en Tunisie. Le modèle Probit et les arbres de régression non-paramétriques, nous confirment que ces déterminants diffèrent significativement entre les innovations de produit et les innovations de procédé.

L'analyse de ces deux types d'innovations souligne le rôle important des sources externes de connaissances techniques pour atteindre une propension à innover significative. L'activité de R&D interne joue un rôle seulement dans les innovations de produit. La taille de l'entreprise joue un rôle positif dans les deux types d'innovations et la participation de l'État

dans le capital social a un impact négatif. Les petites entreprises ne profitant d'aucune sorte d'assistance technique ont les capacités d'innovations les plus faibles. Il est clair, à partir de ces résultats, que les différents types de collaborations techniques favorisent l'innovation des entreprises tunisiennes. Le rôle négatif de la participation de l'État devrait aussi être élucidé pour le corriger.

Après les années 80, le développement des théories modernes de croissance économique met l'accent sur le rôle du progrès technique et de l'innovation (Aghion & Howitt 1998), en parallèle à la mise en place, dans les pays en développement, de nouvelles politiques structurelles favorisant les exportations et l'ouverture (la Banque Mondiale, le FMI). Pour un pays en de-ça de la frontière technologique mondiale, le progrès technique prend surtout la forme d'une absorption de nouvelles technologies et le développement de nouveaux processus et produits spécifiquement adaptés au contexte local. Ces deux dimensions des politiques de développement sont-elles complémentaires ou contradictoires ? On pourrait le penser dans la mesure où l'ouverture sur l'extérieur implique souvent la confrontation avec une plus grande concurrence et, depuis Schumpeter (1942), nous savons qu'une concurrence accrue peut renforcer les efforts de R&D en vue d'innover. Or, nous avons des résultats contradictoires sur cette question dans la littérature empirique.

L'objet du chapitre suivant est d'étudier la relation qui existe entre l'ouverture économique et la capacité d'innovation des entreprises tunisiennes.

Chapitre 5

Ouverture à l'exportation et comportement d'innovation en Tunisie

5.1 Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons constaté que l'ouverture des entreprises tunisiennes à l'exportation joue un rôle ambivalent dans l'innovation, et cela mérite une étude plus approfondie, étant donné l'importance des exportations dans les stratégies de développement adoptées en Tunisie. En effet, nous avons trouvé deux résultats intéressants : d'une part, la relation entre les exportations des entreprises et leur propension à innover est non significative. D'autre part, les entreprises partiellement exportatrices qui servent à la fois le marché national et le marché étranger sont les plus innovantes, contrairement aux entreprises purement exportatrices ou domestiques. Nous avons signalé un autre résultat relatif à l'importance des sources externes de connaissances dans l'innovation, qui sont prééminentes par rapport à la R&D interne. Les entreprises tunisiennes peuvent bénéficier des connaissances externes à travers les programmes de coopération avec des partenaires et organismes étrangers. Mais, le commerce international et les IDE ne semblent pas être un vecteur de l'innovation en Tunisie (*voir aussi*, Rahmouni et al. 2010). Donc, ce chapitre vise une meilleure comprehension du comportement d'innovation et d'exportation des entreprises tunisiennes. Nous montrerons que les entreprises partiellement exportatrices, qui travaillent à la fois pour le marché étranger et pour le marché local, ont la propension à innover la plus élevée parce qu'elles bénéficient mieux des sources externes de connaissances et confrontent une demande hétérogène.

Le rôle du commerce extérieur dans les activités d'innovation est largement étudié par la théorie de la croissance endogène et les nouvelles théories du commerce international (Grossman & Helpman 1991, Rivera-Batiz & Romer 1991*a*,*b*, Coe & Helpman 1995). Ces théories mettent l'accent sur le rôle des spillovers de connaissance générés par les interactions avec des agents étrangers et par l'utilisation des biens intermédiaires. Aujourd'hui, les pays se spécialisent dans les stades du processus de production dans lesquels ils ont un avantage comparatif. Cette spécialisation peut être un canal important de transmission de la connaissance et de la technologie par la contribution aux différentes fonctions de production (Observation 1.26 du chapitre 1, page 52). Cependant, les travaux empiriques sur le rôle des exportations dans les activités d'innovation de l'entreprise restent limités (Section 1.3.5

page 51). On pourrait penser qu'il existe aussi une relation de causalité réciproque entre l'exportation et l'innovation. Cette direction de causalité (c.à.d. de l'innovation vers l'exportation) fait également l'objet de la théorie de la croissance endogène et des nouvelles théories du commerce international (Krugman 1979, Grossman & Helpman 1991). Les travaux sur l'apprentissage des entreprises par le processus d'internationalisation sont centrées sur l'investissement direct étranger (IDE) et les activités des entreprises multinationales (Keller & Yeaple 2009, Buckley et al. 2002, Liu & Wang 2003).

Or, la nécessité de l'innovation et de la modernisation de l'industrie tunisienne s'insère dans le cadre d'une ouverture internationale et d'un mouvement de libéralisation imposés par la Banque Mondiale dans le cadre du plan d'ajustement structurel, puis par les accords de coopération avec l'UE. Les entreprises doivent alors développer la compétitivité de leurs produits et améliorer leurs avantages comparatifs. L'ouverture à la concurrence étrangère et l'introduction des normes internationales peuvent renforcer la nécessité d'innover pour une meilleure adaptation des produits à la demande mondiale. Également, étant donné l'étroitesse du marché local entraînant des économies d'échelle négatives, l'exportation permet à l'entreprise d'augmenter ses investissements et d'importer de technologies modernes. De même, les flux d'IDE et le secteur offshore, qui dynamisent la performance des exportations du pays, développent très peu le lien avec l'économie tunisienne (*Cf.* Chapitre 2). Afin de mieux comprendre cette structure dualiste, il nous parait important d'étudier les différences ayant trait aux caractéristiques observables des entreprises exclusivement exportatrices (EE), partiellement exportatrices (PE) et celles orientées exclusivement vers le marché local (NE). Nous utiliserons la méthode de décomposition de type Oaxaca (1973), adaptée à des variables dépendantes non-linéaires et proposée par (Fairlie (1999, 2005)).

Avant d'aborder l'analyse statistique, nous consacrons la section suivante à la discussion sur la relation entre les exportations et l'innovation dans la littérature.

5.2 Discussion de la littérature : Exportation et innovation

Le but de ce chapitre est d'étudier la relation entre les exportations et le développement de l'innovation dans les entreprises tunisiennes. L'investigation de cette relation signifie que nous serons intéressés principalement par l'évaluation du comportement et de la capacité d'innovation des entreprises selon leur ouverture au marché des exportations. Les études empiriques récentes montrent que les entreprises exportatrices ont une performance meilleure que les entreprises produisant exclusivement pour le marché domestique (Alvarez & Lopez 2005) et que seules les entreprises les plus performantes qui se dirigent vers les exportations (Bernard & Jensen 1999, Melitz 2003). D'autres montrent que les entreprises innovantes s'orientent vers les marchés extérieurs en raison de leur compétitivité et capacité d'innovation accrues. Alvarez & Lopez (2005) découvrent, à l'aide de données chiliennes, que les

entreprises entrant sur les marchés internationaux ont une performance initiale meilleure que les entreprises produisant pour le marché national (par exemple, plus innovantes, plus efficaces, plus grandes, etc). Ces auteurs constatent aussi que la productivité s'accroît dès que les entreprises commencent à exporter leurs produits et ce, par l'effet de l'apprentissage. Ils montrent également que les entreprises améliorent leur productivité pour devenir exportatrices. Dans ce dernier cas, les exportations constituent une source de l'innovation pour l'entreprise. Costantini & Melitz (2008) et Van Beverenb & Vandenbusschea (2010) indiquent que l'anticipation de l'entrée sur le marché des exportations stimule l'activité d'innovation. Damijan et al. (2010) ne confirment pas l'hypothèse stipulant que les innovations de produit ou de procédé augmentent la probabilité d'entrée sur les marchés d'exportation. Cependant, ils trouvent que l'exportation augmente la probabilité de l'innovation en procédé plutôt qu'en produit et que l'exportation améliore la productivité de l'entreprise.

Les possibilités d'innovation de l'entreprise peuvent augmenter par les effets d'apprentissage à travers l'exportation. En effet, l'ouverture sur les marchés étrangers offre à l'entreprise de nouvelles opportunités pour augmenter sa taille et bénéficier d'une économie d'échelle, de même que les possibilités d'accès à des technologies et des produits nouveaux lui permettant d'innover (Baldwin & Gu 2004). Les contacts et les interactions avec les agents étrangers (acheteurs, fournisseurs, intermédiaires) génèrent des flux d'information et de connaissance. La communication avec les clients permet à l'entreprise de mieux adapter ses produits à la demande par le transfert de suggestions d'amélioration des clients à l'entreprise. L'ouverture à l'exportation peut constituer ainsi un canal important dans l'orientation de l'innovation par la demande (Baldwin & Gu 2004). D'une part, les consommateurs étrangers ont des goûts différents, impliquant une augmentation de la variété de la demande. D'autre part, les exportateurs peuvent, de leur côté, avoir besoin de l'assistance des acheteurs étrangers et, par ce canal, accéder directement à la connaissance des fournisseurs, des techniciens ou d'autres organismes étrangers (voir chapitre 1, Observation 1.9 page 26). Dans le chapitre 4, nous avons souligné le rôle de l'hétérogénéité de la demande dans l'innovation par la distinction entre le comportement des entreprises servant à la fois le marché national et le marché étranger et le comportement des entreprises qui s'orientent exclusivement vers le marché étranger ou qui produisent exclusivement pour le marché national (Conjecture 4.3.1 du chapitre 4 page 130).

Alternativement, l'ouverture à l'extérieur provoque souvent la confrontation avec une plus grande concurrence et nous savons, depuis Schumpeter (1942), qu'une concurrence accrue peut renforcer les efforts de R&D. Or, les résultats de la littérature empirique sur le rôle de la concurrence dans l'incitation à l'innovation sont encore mitigés (*Cf.* Chapitre 1 page 28). Selon l'hypothèse de Schumpeter, l'augmentation de la taille du marché et de la rente monopolistique des innovateurs, incitent les entreprises à investir dans les activités de R&D. L'augmentation de la pression de la concurrence peut également forcer les entreprises à innover pour survivre.

Dans notre évaluation des déterminants de l'innovation dans le chapitre précédent, nous

avons considéré l'exportation comme une variable explicative exogène. Les résultats trouvés indiquent que cette variable n'a pas d'effet statistiquement significatif sur l'innovation en Tunisie. Seule la variable indicatrice de l'hétérogénéité de la demande a une relation positive avec l'innovation (variable indicatrice des entreprises qui servent à la fois le marché national et le marché étranger). Avant d'aborder l'analyse, nous reprendrons le modèle de régression dans ce chapitre en traitant le problème de l'endogénéité éventuelle de l'exportation (hétérogénéité non observée et simultanéité). Après avoir traité soigneusement le problème de simultanéité et d'endogénéité de l'exportation, nous procéderons à une série d'estimations. Nous commencerons par une régression Probit standard qui compare la propension à innover entre les 3 groupes d'entreprises (EE, PE et NE), en tenant compte des autres caractéristiques de l'entreprise. L'estimation par le modèle Probit mesure l'effet global des variables explicatives. Les différences dans la propension à innover entre différents groupes d'entreprises (Tableau 5.1) seront analysées en combinant deux méthodes complémentaires. Nous proposons une étude économétrique reposant sur la technique de décomposition du modèle Probit. Cette décomposition repose sur l'approche traditionnelle de Blinder (1973) et Oaxaca (1973) pour les modèles linéaires, permettant d'évaluer les poids respectifs des différences relatives aux caractéristiques observées et celles relatives à leurs rendements. D'où, la décomposition statistique des écarts, dans la propension à innover entre les trois groupes d'entreprises, en une partie expliquée par les variations des caractéristiques moyennes des entreprises et une partie résiduelle qui appréhende indirectement l'impact de ces caractéristiques (les coefficients). Nous utiliserons également la méthode d'analyse exploratoire par arbres de régression afin d'analyser les interactions et déterminer les relations de complémentarité ou de substituabilité entre les variables explicatives.

Au cœur de cette démarche d'évaluation, basée sur la comparaison entre les différents groupes d'entreprises, nous posons la question du biais de sélection. En effet, le recours à l'exportation est une décision qui dépend de l'évaluation de l'entrepreneur des raisons et conséquences de son choix. La décision de l'exportation peut mettre en œuvre un choix individuel rationnel engendrant un biais de sélection que nous devrons en tenir compte.

Entreprise non-exportatrice	**NE**	Export = 0%
Entreprise partiellement exportatrice	**PE**	0% < Export < 100%
Entreprise Exclusivement exportatrice	**EE**	Export = 100%

Tab. 5.1 – Classification des entreprises selon le pourcentage des exportations

Le Tableau 5.1 donne la classification des entreprises selon le pourcentage des exportations dans le chiffre d'affaire. Nous distinguons les entreprises non-exportatrices (NE) avec un taux d'exportation nul, les entreprises partiellement exportatrices (PE) qui servent à la fois le marché national et le marché étranger, et les entreprises exclusivement exportatrices qui vendent la totalité de leur production sur le marché étranger (taux des exportation est égal à 100%).

Les statistiques descriptives et les résultats des tests non paramétriques de comparaisons des proportions (pour les variables discrètes) et des moyennes (pour les variables continues),

entre les trois groupes d'entreprises, sont donnés par le Tableau 5.2. La dernière colonne du tableau récapitule les résultats de ces tests de comparaisons des différences dans la distribution des variables. Les tests montrent que les moyennes (ou les proportions) des variables sont statistiquement plus élevées dans le groupe des entreprises PE par rapport entreprises NE ou EE. Nous devrons tenir compte de cette différence, dans notre analyse des déterminants de l'innovation, pour savoir à quel degré ces caractéristiques contribuent aux différences dans la propension à innover entre les différents groupes d'entreprises.

	Échantillon		**NE**		**PE**		**EE**		$test - z$
Variable	**moyenne**	**e.t.**	**moyenne**	**e.t.**	**moyenne**	**e.t.**	**moyenne**	**e.t.**	**comparaison**
innovproc	0.49	0.50	0.42	0.50	0.60	0.49	0.43	0.50	$PE > NE = EE$
innovprod	0.41	0.49	0.37	0.48	0.56	0.50	0.29	0.46	$PE > NE = EE$
collInternatOrg	0.13	0.33	0.15	0.35	0.15	0.36	0.10	0.29	$PE > NE = EE$
collLabUnit	0.08	0.27	0.08	0.28	0.13	0.34	0.02	0.15	$PE = NE > EE$
collNatOrg	0.15	0.36	0.15	0.35	0.17	0.38	0.14	0.34	$PE = NE = EE$
collOtherFirms	0.12	0.32	0.12	0.33	0.12	0.33	0.11	0.31	$PE = NE = EE$
collRecCent	0.07	0.26	0.10	0.30	0.08	0.27	0.05	0.21	$PE = NE > EE$
collUniv	0.11	0.31	0.17	0.38	0.14	0.35	0.03	0.18	$PE = NE > EE$
ConsultTechn	0.41	0.49	0.41	0.49	0.56	0.50	0.27	0.45	$PE > NE > EE$
depRD	0.54	0.50	0.51	0.50	0.68	0.47	0.43	0.50	$PE > NE = EE$
lnSales **(*)**	15.29	1.76	15.35	2.11	15.92	1.55	14.61	1.47	$PE > NE > EE$
partState **(*)**	7.17	25.09	19.95	38.76	4.17	19.41	0.90	9.49	$NE > PE > EE$
Observations	586		157		208		221		

(*) pour les variables continues.
$test - z$: pour la différence des proportions entre les groupes.
$test - t$: pour la comparaison de la moyenne pour les v. continues.

TAB. 5.2 – Description des variables

La section suivante sera consacrée à l'analyse empirique de la relation entre l'ouverture à l'exportation et l'innovation technologique en Tunisie.

5.3 Résultats des estimations

Cette section a pour objectif d'étudier le comportement d'innovation des trois groupes d'entreprises : les entreprises exclusivement exportatrices (EE), partiellement exportatrices (PE) et celles orientées exclusivement vers le marché local (NE). Nous commençons d'abord par l'examen de l'impact de l'exportation sur l'innovation en traitant le problème de l'endogénéité. Puis, nous estimons les déterminants de l'innovation de produit et de procédé pour chaque groupe d'entreprises. La différence dans la propension à innover sera analysée en plus de détail en utilisant la méthode de décomposition du modèle Probit.

5.3.1 Traitement de l'endogénéité

La variable explicative qui mesure les exportations (*Export*) risque d'être corrélée avec le terme d'erreur de la régression, entraînant ainsi des biais importants dans l'estimation des coefficients. Afin de réexaminer la relation entre les exportations et l'innovation en traitant

le problème de l'endogénéité, nous estimons le modèle suivant :

$$\begin{cases} Innovation_i = \beta_0 + \beta_1 Export_i + \beta_2 X_i + \varepsilon_i \\ Export_i = \gamma_0 + \gamma_1 Z_i + \mu_i \end{cases} \tag{5.1}$$

Les variables explicatives suivantes sont introduites dans les régressions économétriques en tant que variables instrumentales, Z, qui déterminent la capacité d'exportation des entreprises :

- la taille de l'entreprise mesurée par son chiffre d'affaire ($log(CA)$),
- la participation de l'État dans le capital de l'entreprise ($partEtat$),
- la participation étrangère dans le capital de l'entreprise ($partEtranger$),
- l'appartenance à un groupe ($goupe$),
- l'age de l'entreprise peut également contribuer à sa performance à l'exportation (age),
- le secteur d'activité de l'entreprise (IAA, IEEE, IMM, ITHCC),

Nous procédons ainsi à l'estimation du modèle Probit en deux étapes (Newey & West 1987). Les résultats sont présentés dans les colonnes (2) et (5) du Tableau 5.3. Le test de Wald ne nous permet pas de rejeter l'hypothèse d'exogénéité de la variable $Export$. Ce résultat est également confirmé par le test d'exogénéité[1] de Smith & Blundell (1986) avec $\chi^2(1) = 0.30$ et une probabilité critique non significative ne permettant pas de rejeter l'hypothèse nulle d'exogénéité pour l'innovation de produit ($p\text{-}value = 0.582$), et $\chi^2(1) = 0.15$ pour l'innovation de procédé, avec une probabilité critique ($p\text{-}value = 0.699$).

Un autre problème de spécification, que nous avons évoqué, relève de la possibilité qu'il existe une relation de causalité entre les exportations et l'innovation qui peut aller dans l'un ou l'autre sens. En effet, comme nous l'avons indiqué, certains travaux empiriques soutiennent l'hypothèse d'une influence positive de l'innovation sur l'exportation. De même, les profits tirés des exportations pourraient stimuler les dépenses en R&D et par suite l'innovation (Mansfield et al. 1979). Malheureusement, nous ne disposons pas de données sur plusieurs années qui nous permettront de spécifier une relation récursive susceptible d'indiquer la direction de la causalité[2]. L'exportation et l'innovation peuvent être déterminées simultanément. Il est possible aussi que les études antérieures aient ignoré l'impact que peuvent avoir certaines variables à la fois sur l'innovation et sur l'exportation.

Les deux variables endogènes peuvent être déterminées simultanément. Nous supposons donc le modèle suivant à équations simultanées[3] (Amemiya 1978, Maddala 1983) :

$$\begin{cases} y_1^* = \gamma_1 y_2 + \beta_1 X + \varepsilon_1 \\ y_2 = \gamma_2 y_1^* + \beta_2 Z + \varepsilon_2 \end{cases} \tag{5.2}$$

[1]Pour effectuer le test d'exogénéité de Smith-Blundell, nous avons utilisé le commande `probexog` dans le logiciel STATA.

[2]Corrélation ne vaut pas causalité.

[3]2SLS-Probit : tow-stage Probit least squares.

Avec y_1^* est une variable dichotomique endogène (*innovprod* ou *innovproc*) et y_2 est une variable continue endogène (*Export*).

La question qui se pose est de déterminer si -toutes choses étant égales par ailleurs- l'attrait des marchés internationaux stimule l'activité d'innovation ou si, par contre, l'innovation se traduit par un taux d'exportation plus élevé plus tard. Les résultats présentés dans les colonnes[4] (3) et (6) du Tableau 5.3 montrent également que l'exportation n'a pas d'effet statistiquement significatif sur l'innovation en Tunisie (*voir* la première ligne du tableau). Rappelons que les colonnes (1) et (4) correspondent à l'estimation du modèle Probit standard en supposant l'exogénéité de la variable *Export*, les colonnes (2) et (5) montrent les estimations du modèle 5.1 et les colonnes (3) et (6) correspondent aux résultats des estimations du modèle 5.2.

	(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
	Innov. produit			**Innov. procédé**		
	Probit	**IV-Probit**	**2SLS-Probit**	**Probit**	**IV-Probit**	**2SLS-Probit**
Export (%)	-0.002	-0.003	-0.003	0.001	0.001	0.001
	(-1.60)	(-1.43)	(-1.48)	(0.61)	(0.64)	(0.61)
depRD	**0.52**	**0.52**	**0.52**	0.24	**0.26**	**0.26**
	(4.05)	(3.96)	(4.01)	(1.93)	(2.02)	(2.05)
log(CA)	**0.09**	**0.09**	**0.09**	**0.14**	**0.14**	**0.14**
	(2.39)	(2.09)	(2.13)	(3.68)	(3.54)	(3.58)
partEtat	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**	**-0.01**
	(-4.27)	(-4.25)	(-4.30)	(-2.67)	(-2.67)	(-2.70)
collUniv	**0.54**	**0.52**	**0.52**	0.25	0.28	0.29
	(2.48)	(2.33)	(2.36)	(1.19)	(1.28)	(1.30)
collCentRech	-0.27	-0.22	-0.22	-0.12	-0.14	-0.14
	(-1.00)	(-0.82)	(-0.81)	(-0.49)	(-0.54)	(-0.54)
collLabUnit	-0.23	-0.22	-0.23	-0.34	-0.35	-0.35
	(-0.96)	(-0.94)	(-0.96)	(-1.49)	(-1.50)	(-1.53)
CollOrgNat	0.27	0.28	0.29	**0.50**	**0.47**	**0.48**
	(1.59)	(1.65)	(1.68)	(2.94)	(2.72)	(2.75)
collOrgInternat	**0.86**	**0.83**	**0.84**	**0.57**	**0.52**	**0.53**
	(4.28)	(4.09)	(4.14)	(2.86)	(2.61)	(2.64)
collAutresFirmes	0.29	0.29	0.30	0.29	0.31	0.31
	(1.55)	(1.52)	(1.56)	(1.56)	(1.58)	(1.59)
ConsultTechn	**0.52**	**0.48**	**0.48**	**0.66**	**0.67**	**0.68**
	(4.08)	(3.67)	(3.69)	(5.30)	(5.23)	(5.30)
Constante	**-2.17**	**-2.00**	**-2.03**	**-2.64**	**-2.66**	**-2.69**
	(-3.57)	(-3.02)	(-3.06)	(-4.57)	(-4.29)	(-4.33)
Observations	538	527	527	538	527	527
Pseudo R2	0.18		0.18	0.15		0.15
LR chi2(11)	136.93		131.93	110.71		109.95
Wald chi2(11)		101.84			90.90	
Exogénéité chi2(1)		0.41			0.15	

TAB. 5.3 – Déterminants de l'innovation : Rôle de l'exportation

La relation non significative entre les exportations et le comportement d'innovation en Tunisie peut être attendue. En effet, depuis 1970, le développement des industries exportatrices est encouragé par la création d'un régime offshore et par l'attraction des investissements étrangers à travers les activités de sous-traitance qui constituent un élément viable de la stratégie de développement orientée vers les exportations (*Cf.* Chapitre 2). Certes, la sous-traitance permet aux entreprises de réduire leurs coûts et de se spécialiser dans la production grâce à la division du travail. Mais, elle crée également une forte dépendance

[4]Cette méthode montre aussi que l'effet de l'innovation sur l'exportation est non significatif. Le Tableau ne donne pas les colonnes qui montrent les déterminants de l'exportation.

technique vis-à-vis donneurs d'ordre étrangers qui fournissent les équipements, installent le matériel et forment le personnel et les techniciens. Cette stratégie empêche les entreprises tunisiennes d'acquérir les capacités de connaissances leur permettant d'adapter les technologies étrangères à leurs besoins ou de concevoir de nouveaux produits ou équipements de production.

Ce résultat pourrait mettre le profil des entreprises tunisiennes en contraste avec d'autres pays concernant les interactions entre les exportations et la capacité d'innovation de l'entreprise. L'ouverture de l'économie à la concurrence internationale a été accompagnée par les programmes de mise à niveau et de modernisation industrielle axés principalement sur l'amélioration de la compétitivité des entreprises exposées progressivement à la concurrence étrangère. Nous pouvons donc nous attendre à une certaine capacité d'innovation pour les entreprises tunisiennes opérant à la fois sur les marchés étrangers et domestiques. Les entreprises partiellement exportatrices peuvent être plus innovantes parce qu'elles bénéficient d'une politique discriminatoire visant à renforcer leur compétitivité et à exploiter l'avantage de l'intégration au commerce extérieur. Le programme de modernisation industrielle est mis en place pour renforcer la capacité organisationnelle et technologique des entreprises tunisiennes afin de faciliter leur intégration commerciale. Toutefois, les entreprises qui se limitent à la production pour le marché intérieur (parce qu'elles sont moins performantes) bénéficient moins de cette politique discriminatoire qui visent l'encouragement des exportations.

5.3.2 Innovation des entreprises EE, PE et NE

Le Tableau 5.4 donne les résultats de l'estimation des déterminants de l'innovation de produit et de procédé pour chaque groupe d'entreprises (NE, PE et EE). Les coefficients significatifs au seuil $\alpha \leq 5\%$ sont donnés en gras. Le Tableau 5.5 donne les effets marginaux des variables significatives. Les résultats indiquent un certain nombre de différences concernant la signification statistique de la relation entre les variables explicatives et la propension à innover. Il est à noter que la distribution des variables explicatives diffère aussi entre les trois groupes d'entreprises. Cette différence a été déjà soulevée par le test de comparaison de la moyenne[5] dans la dernière colonne du Tableau 5.2 des statistiques descriptives. Il nous semble intéressant de voir si, et à quel degré, ces facteurs contribuent aux différences dans la propension à innover entre les trois groupes d'entreprises : avec une part qui reflète la différence dans les coefficients des variables explicatives et une part qui reflète les différences dans la distribution de ces variables ou d'autres caractéristiques non observables.

Les probabilités espérées confirment que les entreprises PE sont les plus innovantes en produit, avec une probabilité d'innovation de produit égale à 0.59 et une probabilité d'innovation de procédé égale à 0.63. L'intégration partielle dans les marchés étrangers est un mécanisme important pour l'adoption de nouvelles technologies et de l'innovation en Tunisie.

[5]Le test de la somme des rangs de Wilcoxon et Mann-Whitney, WMW, pour les variables continues, donne les mêmes résultats.

	Innov. Prod.				Innov. Proc.			
	All	**NE**	**PE**	**EE**	**All**	**NE**	**PE**	**EE**
R&D dept.	**0.52**	0.49	0.14	**0.72**	0.24	0.05	0.23	0.28
	(4.04)	(1.60)	(0.63)	(3.49)	(1.92)	(0.17)	(1.12)	(1.40)
log(CA)	**0.10**	**0.19**	0.06	−0.01	**0.13**	**0.21**	0.06	**0.15**
	(2.73)	(2.50)	(0.85)	(−0.08)	(3.64)	(3.03)	(0.87)	(2.06)
partEtat	**−0.01**	**−0.01**	**−0.02**	−0.0	**−0.01**	−0.01	**−0.01**	−0.01
	(−4.10)	(−2.45)	(−3.11)	(−0.01)	(−2.79)	(−1.41)	(−2.10)	(−0.62)
collUniv.	**0.57**	**0.84**	0.35	0.98	0.24	−0.30	**0.73**	0.55
	(2.62)	(2.18)	(1.12)	(0.15)	(1.14)	(−0.78)	(2.16)	(0.80)
collCentRech	−0.28	−0.05	−0.54	−0.10	−0.12	0.43	−0.58	−0.34
	(−1.03)	(−0.10)	(−1.28)	(−0.16)	(−0.46)	(0.85)	(−1.48)	(−0.63)
collLabUnit	−0.20	**−1.57**	0.24	−0.15	−0.35	−0.18	−0.42	−0.70
	(−0.84)	(−2.37)	(0.73)	(−0.20)	(−1.54)	(−0.33)	(−1.40)	(−0.90)
collOrgNat	0.25	0.30	0.22	0.34	**0.51**	0.11	0.21	**0.87**
	(1.49)	(0.72)	(0.78)	(1.21)	(2.97)	(0.29)	(0.74)	(3.01)
collOrgInternat	**0.86**	0.26	**1.37**	**1.01**	**0.57**	0.11	**1.12**	0.35
	(4.29)	(0.66)	(3.42)	(2.78)	(2.85)	(0.26)	(3.08)	(0.94)
collAutresFirmes	0.28	0.12	0.40	0.19	0.30	0.66	−0.10	0.56
	(1.47)	(0.26)	(1.26)	(0.59)	(1.60)	(1.30)	(−0.34)	(1.74)
ConsultTechn	**0.54**	0.43	**0.74**	0.33	**0.65**	**1.13**	**0.64**	**0.53**
	(4.30)	(1.48)	(3.65)	(1.47)	(5.27)	(3.89)	(3.18)	(2.39)
constante	**−2.48**	**−3.71**	−1.49	−1.05	**−2.53**	**−3.81**	−1.27	**−2.77**
	(−4.24)	(−3.18)	(−1.34)	(−0.95)	(−4.62)	(−3.63)	(−1.20)	(−2.64)
Observations	538	126	208	204	538	126	208	204
LR $\chi^2(10)$	134.35	36.42	53.50	42.32	110.33	38.16	41.09	39.74
Prob > χ^2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pseudo R2	0.18	0.22	0.19	0.17	0.15	0.22	0.15	0.14
Predict Prob.	0.40	0.29	**0.59**	0.28	0.50	0.42	**0.63**	0.43

Les $valeurs - z$ sont données entre parenthèses.

TAB. 5.4 – Résultats de l'estimation Probit pour les trois groupes d'entreprises

Le test non-paramétrique de rangs de Wilcoxon (1945) et Mann & Whitney (1947), WMW, utilisé pour comparer les probabilités d'innovation montre également que les entreprises PE sont susceptibles d'être plus innovantes en produit et en procédé que les entreprises EE ou les entreprises NE (Tableau 5.6). Donc, les entreprises les plus innovantes sont celles qui servent à la fois le marché étranger et le marché intérieur. Les entreprises EE sont moins innovantes.

Les résultats de l'estimation du modèle Probit montrent que les facteurs favorables à l'innovation de produit sont : la R&D interne, la taille de l'entreprise, la participation de l'État dans le capital (avec un signe négatif) et la collaboration avec des universités et des organismes internationaux. Cependant, la R&D interne a un coefficient statistiquement significatif seulement pour les entreprises EE. En outre, la taille de l'entreprise et la collaboration avec les universités et les laboratoires de recherche sont associées seulement à l'innovation des entreprises NE alors que l'accès l'assistance technique externe joue seulement un rôle pour les entreprises PE. La participation de l'État dans le capital à une relation négative avec l'innovation des entreprises PE et NE. Les connaissances techniques véhiculées des organismes internationaux et de l'aide des organismes de consultation technique jouent également un rôle dans l'innovation de produit seulement pour les entreprises PE.

Les facteurs qui favorisent les innovations de procédé sont : la taille, la participation de l'État dans le capital de l'entreprise, la collaboration avec les organismes nationaux, l'accès à l'assistance technique externe et la collaboration avec les organismes internationaux

(au niveau global). Les sources externes de la connaissance jouent un rôle différent : les collaborations avec les universités et les organismes internationaux sont importantes pour les entreprises PE, alors que les collaborations avec les organismes nationaux sont seulement importants pour les entreprises EE. Nous observons que les ventes sont associées à une relation positive avec les innovations de procédé pour les entreprises EE et NE.

Quoique les estimations des coefficients du modèle Probit nous donnent une bonne vue d'ensemble des poids relatifs des différentes variables explicatives, elles ne nous permettent pas de mesurer à quel point la distribution différente des variables contribue à l'écart dans la propension à innover entre les différents groupes. Afin d'étudier cette différence, nous appliquons la technique de décomposition du modèle Probit. L'écart sera décomposé en deux parts : une différence dans les effets des variables explicatives (écarts dans les coefficients) et une différence dans la distribution de ces variables.

	Innov.Prod.				**Innov. Proc.**			
	All	**NE**	**PE**	**EE**	**All**	**NE**	**PE**	**EE**
R&D dept.	0.20			0.25				
log(CA)	0.04	0.06			0.05	0.08		0.06
partEtat	-0.01	-0.004	-0.008		-0.003		-0.004	
collUniv.	0.22	0.31					0.24	
collCentRech								
collLabUnit		-0.32						
collOrgNat					0.20			0.33
collOrgInternat	0.33		0.41	0.38	0.22		0.33	
collAutresFirmes								
ConsultTechn	0.21		0.28		0.26	0.42	0.24	0.21
Predict Prob.	0.40	0.29	**0.59**	0.28	0.50	0.42	**0.63**	0.43

TAB. 5.5 – Effects marginaux des variables significatives

TAB. 5.6 – Comparaison des probabilités espérées : test-WMW

Innovation de produit		
$H_0 : predinnov(EE) = predinnov(PE)$		
z-stat	p-value	probability
-7.453	0.000	$P\{predinnov(EE) > predinnov(PE)\} = 0.288$
$H_0 : predinnov(NE) = predinnov(PE)$		
z-stat	p-value	probability
-5.307	0.000	$P\{predinnov(NE) > predinnov(PE)\} = 0.327$
$H_0 : predinnov(NE) = predinnov(EE)$		
z-stat	p-value	probability
0.208	0.835	$P\{predinnov(NE) > predinnov(EE)\} = 0.507$
Innovation de procédé		
$H_0 : predinnov(EE) = predinnov(PE)$		
z-stat	p-value	probability
-7.444	0.000	$P\{predinnov(EE) > predinnov(PE)\} = 0.288$
$H_0 : predinnov(NE) = predinnov(PE)$		
z-stat	p-value	probability
-4.851	0.000	$P\{predinnov(NE) > predinnov(PE)\} = 0.342$
$H_0 : predinnov(NE) = predinnov(EE)$		
z-stat	p-value	probability
1.138	0.255	$P\{predinnov(NE) > predinnov(EE)\} = 0.537$

La différence dans la propension à innover sera analysée de manière plus détaillée en utilisant les arbres de régression et la décomposition du modèle Probit. Ces deux techniques

nous aideront à expliquer les sources de faiblesse de l'innovation des entreprises EE et NE par rapport aux entreprises PE servant à la fois le marché local et le marché étranger.

5.3.3 Décomposition de la différence d'innovation

Étant donné la différence, entre les trois groupes d'entreprises dans notre échantillon, dans la distribution des variables explicatives et dans les coefficients de la régression, la question posée est dans quelle mesure les différences du comportement d'innovation entre les entreprises peuvent être expliquées par les différences dans leurs caractéristiques, d'une part, et par les différences dans les coefficients de ces caractéristiques, de l'autre part ?

5.3.3.1 Présentation de la méthode d'analyse

La décomposition du modèle de Probit nous permet de diviser la différence dans les réponses moyennes entre les groupes d'entreprises (la différence dans la propension à innover entre les entreprises NE, PE et EE) en une part qui reflète la différence portant sur le niveau moyen des caractéristiques observables des entreprises et une part relative à l'écart attribuable à l'effet différent de ces caractéristiques sur l'innovation. Autrement dit, la méthode consiste à considérer deux groupes d'entreprises A et B et à décomposer les différences en une part expliquée par les différences des caractéristiques observées X des groupes, et une part attribuable aux écarts dans les coefficients estimés. Toutefois, la variable dépendante n'étant pas continue, nous retenons donc la méthode de décomposition adaptée au cas des variables binaires et proposée par (Fairlie 1999, 2005). Dans ce cas, la décomposition explique l'écart dans la probabilité moyenne de la variable binaire entre deux groupes. Cette approche nous aide à comprendre la raison des différences d'innovation indiquées par les statistiques descriptives et par le modèle Probit standard. Elle fournit une image descriptive détaillée de ces différences entre les groupes d'entreprises. Cependant, les écarts peuvent aussi être attribués à des caractéristiques non observées. Si les structures des deux groupes sont identiques et si nous prenons en compte toutes les caractéristiques observables, alors nous pouvons considérer que tout écart dans la propension à innover ne proviendrait que d'un écart de rendement de ces caractéristiques (les effets des variables explicatives). A contrario, l'écart des réponses moyennes serait inhérent à ces caractéristiques si ces rendements sont similaires.

Différentes décompositions sont possibles pour expliquer la différence $\overline{Y}_A - \overline{Y}_B$ (Oaxaca & Ransom 1994). Le principe de la décomposition de type Oaxaca-Blinder pour une variable d'intérêt linéaire Y entre les deux groupes A et B, et un vecteur X_i (avec $i = A, B$) de variables explicatives associées, est le suivant :

$$\overline{Y}_A - \overline{Y}_B = \left[(\overline{X}_A - \overline{X}_B)\widehat{\beta}_A\right] + \left[\overline{X}_B(\widehat{\beta}_A - \widehat{\beta}_B)\right] \tag{5.3}$$

Plus précisément, le premier terme $(\overline{X}_A - \overline{X}_B)\widehat{\beta}_A$ indique les écarts liés aux différences de

caractéristiques entre les deux groupes, tandis que le second terme $\overline{X}_B(\widehat{\beta}_A - \widehat{\beta}_B)$ mesure les écarts liés aux différences de coefficients pour les caractéristiques retenues dans la régression.

Lorsque la variable dépendante est binaire, le problème qui s'impose est que l'espérance conditionnelle $E(Y/X)$ n'est plus nécessairement égale à $X\beta$, contrairement au modèle linéaire (Yun 2004). Fairlie (1999, 2005) propose une décomposition appliquée à des fonctions non-linéaires où $Y = F(X\widehat{\beta})$:

$$\overline{Y}_A - \overline{Y}_B = \left[\sum_{i=1}^{N_A} \frac{F(X_{i,A}\widehat{\beta}_A)}{N_A} - \sum_{i=1}^{N_B} \frac{F(X_{i,B}\widehat{\beta}_A)}{N_B}\right] + \left[\sum_{i=1}^{N_B} \frac{F(X_{i,B}\widehat{\beta}_A)}{N_B} - \sum_{i=1}^{N_B} \frac{F(X_{i,B}\widehat{\beta}_B)}{N_B}\right] \quad (5.4)$$

Avec N_j est la taille du groupe $j = \{A, B\}$. Cette méthode consiste à calculer les probabilités moyennes d'innovation pour chacun des deux groupes A et B et pour un groupe fictif qui a les caractéristiques X_B du groupe B et le comportement du groupe A donné par les coefficients β_A.

La deuxième méthode d'analyse par arbres de régressions non-paramétriques a été déjà présentée dans le chapitre précédent.

5.3.3.2 Résultats et discussion

Nous utilisons les arbres de regression et la décomposition du modèle Probit pour analyser les différences entre les trois types d'entreprises et déterminer les sources de faiblesse de la propension à innover pour les entreprises EE et NE par rapport aux entreprises PE.

Écart différentiel entre les entreprises EE et PE : Les Figures 5.1 et 5.2 donnent les principaux facteurs qui expliquent la propension à innover, respectivement, pour les innovations de produit et de procédé.

Pour les `innovations de produit`, sur la branche gauche de l'arbre, nous avons les valeurs les plus faibles des probabilités espérées de l'innovation (avec des probabilités égales à 0). Nous obtenons 51 entreprises EE déficientes dans l'innovation de produit pour deux configurations au sujet de leur taille et l'absence d'un département ou autre structure interne de R&D (*voir* Figure 5.1) :

$$\left.\begin{array}{lccc} depRD = 0 & & & \\ log(CA): & < 13.26 & [13.52, 14.01[& [15.01, 15.55[\\ n: & 21 & 17 & 13 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0, n = 51.$$

Ces résultats sont confirmés par la décomposition non linéaire présentée dans le Tableau 5.7. Dans la première colonne, la décomposition de la différence de l'innovation de produit entre les entreprises PE et les entreprises EE. Chaque sous-ensemble peut être utilisé en tant que

groupe de référence. Il est à noter que les résultats diffèrent selon le choix du groupe de référence (la technique utilisée est présentée en détail dans le module *fairlie* dans le logiciel STATA, (Jann 2008)). L'écart dans le taux de l'innovation de produit entre les entreprises PE et les entreprises EE est environ de 25.9%. Globalement, la contribution totale des différences dans les valeurs moyennes des variables indépendantes expliquent environ 52.32% de l'écart différentiel lorsque l'échantillon des entreprises PE est utilisé pour calculer les coefficients qui sont la base de la décomposition[6]. Ceci signifie que la différence entre les entreprises PE et EE est due à la différence dans les caractéristiques observables plutôt que dans les coefficients estimés et par conséquent dans le comportement d'innovation. Les autres 47.68% sont dus aux différences dans les effets des coefficients et également des facteurs non observables. La contribution de chaque variable à l'écart global est égale au changement dans la moyenne de la probabilité espérée si nous remplaçons la distribution de cette variable des entreprises EE par celle des entreprises PE -toute chose égale par ailleurs- alors que les autres variables sont maintenues constantes. Compte tenu de la difficulté d'interprétation de la proportion inexpliquée des écarts dans l'innovation (Fairlie 2005), seules les contributions des variables relatives à la différence de caractéristiques entre les deux groupes sont indiquées dans le Tableau 5.7 (les résultats détaillés sont reportés en annexe dans le Tableau 16, page 269). La grande différence dans la part des innovateurs de produit entre les entreprises PE et EE peut être expliquée par l'intensité d'accès à l'assistance technique externe et de la collaboration avec les organismes internationaux pour les entreprises PE (voir la première colonne du Tableau 5.7) et également par le taux faible des départements de R&D dans les entreprises EE, ce qui confirme l'évidence descriptive dans le Tableau 5.2 et les résultats des arbres de régression. Ce résultat montre que le profil des entreprises tunisiennes peut être mis en contraste avec d'autres pays. En effet, nous attendons généralement que les entreprises EE bénéficient mieux de l'assistance technique externe et de la collaboration avec les organismes internationaux.

Cependant, nous observons, pour les innovations de procédé, que 79 entreprises EE sont principalement déficientes en matière d'innovation pour trois configurations concernant les sources de connaissances techniques et leur taille (Figure 5.2) :

$$\left.\begin{array}{lcc} collOrgNat = 0 & & \\ ConsultTechn = 0 & & \\ collAutresFirmes = 0 & & \\ log(CA): & < 14.26 &]14.7, 15.94[\\ n: & 51 & 28 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) < 0.15, n = 79.$$

La proposition suivante résume les déterminants de faiblesse de l'innovation des entreprises EE :

Proposition 5.3.1 *La faiblesse de la propension à innover des entreprises exclusivement*

[6]Cette proportion varie en fonction de la population de référence retenue, avec des valeurs allant de 52.32% pour $\beta^* = \beta_{PE}$ à 53.79% pour $\beta^* = \beta_{EE}$.

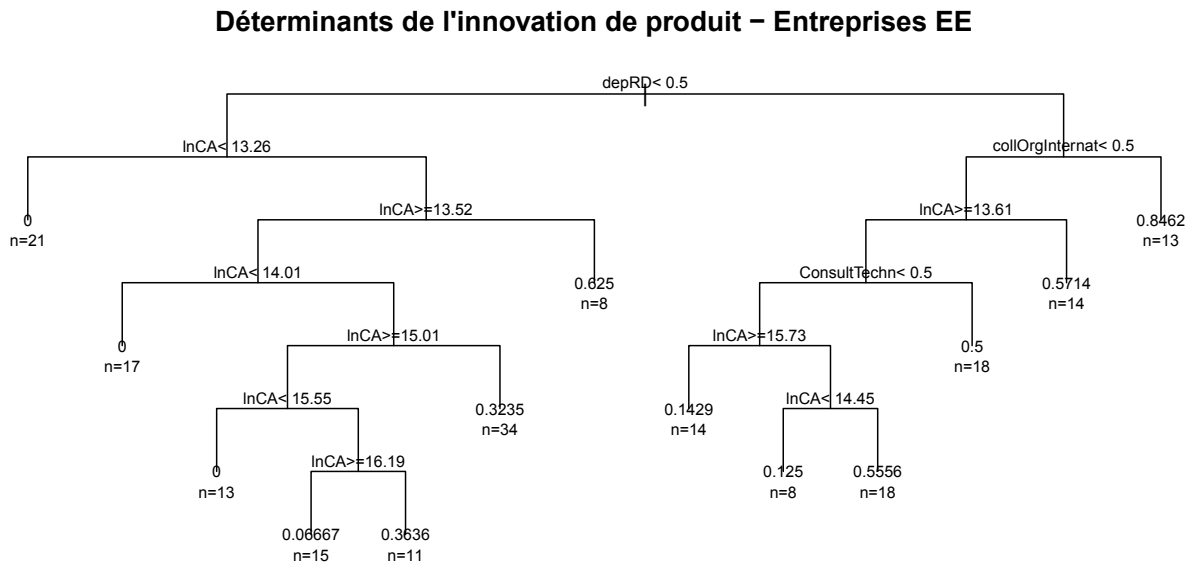


FIG. 5.1 – Déterminants de l'innovation de produit- Exportateurs exclusifs ($cp = 0.01$).

exportatrices (EE) peut être expliquée par l'insuffisance de l'effort interne de R&D et la taille de ces entreprises qui sont plus petites que les entreprises PE (pour les innovations de produit) ou par le manque d'accès à des sources externes de connaissances techniques et aussi par la taille petite par rapport aux entreprises PE (pour les innovations de procédé).

Écart différentiel entre les entreprises NE et PE : Pour les `innovations de produit`, la Figure 5.3 donne les principaux facteurs qui expliquent la propension à innover. Sur la branche gauche de l'arbre, nous observons 27 entreprises NE principalement déficientes dans les innovations de produit :

$$\left.\begin{array}{l} log(CA) < 15.46 \\ depRD = 0 \\ \begin{array}{lcc} log(CA): & < 14.08 & [14.08, 15.21] \\ n: & 16 & 11 \end{array} \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0, n = 27.$$

La décomposition de l'écart différentiel dans la probabilité d'innovation en produit entre les entreprises NE et les entreprises PE est donnée dans la colonne 2 du Tableau 5.7, indiquant que l'estimation de la différence des taux d'innovation de produit est de 22.1%. La contribution des caractéristiques observables à la différence dans propension à innover compte entre 47.01% et 65.54%. Comme nous attendons, les résultats montrent que la faiblesse du taux de l'innovation des entreprises NE peut être expliquée par la moyenne élevée du taux de participation de l'État dans le capital des entreprises NE (la participation de l'État a un effet négatif sur l'innovation) et par leur petite taille par rapport aux entreprises PE.

Pour les `innovations de procédé`, les résultats de l'arbre dans la Figure 5.4 sont plus

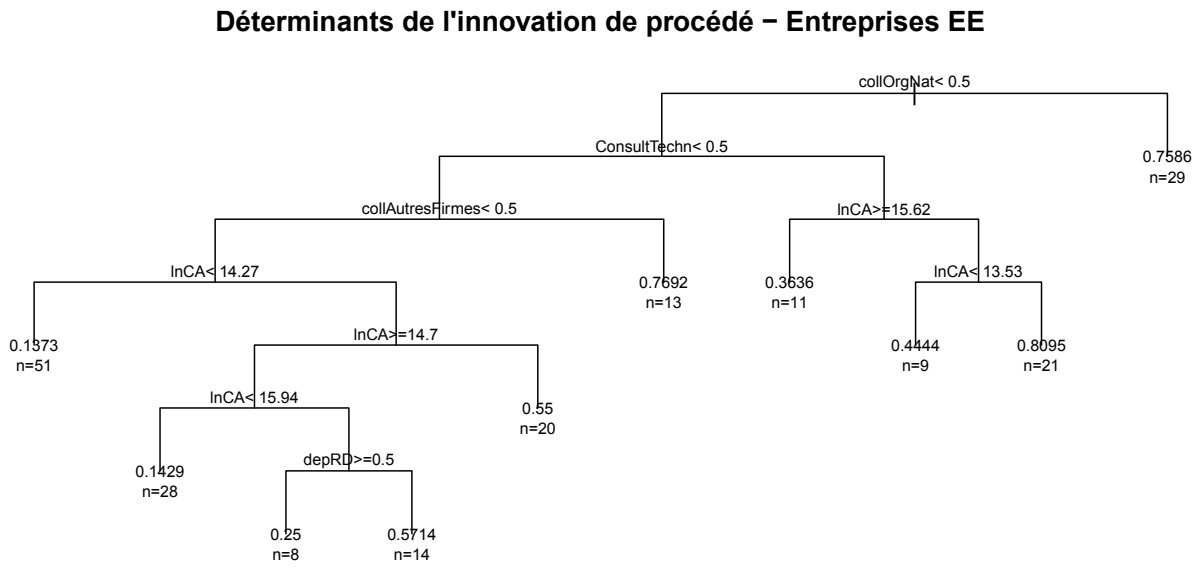


FIG. 5.2 – Déterminants de l'innovation de procédé- Exportateurs exclusifs ($cp = 0.01$).

TAB. 5.7 – Analyse de décomposition

	Innovation de Produit				Innovation de Procédé			
	PE vs EE		PE vs NE		PE vs EE		PE vs NE	
Groupe de référence	**PE**	**EE**	**PE**	**NE**	**PE**	**EE**	**PE**	**NE**
P(innover=1/Groupe)	0.563	0.304	0.563	0.341	0.601	0.436	0.601	0.429
Écart différentiel	0.259	-0.259	0.221	-0.221	0.165	-0.165	0.172	-0.172
effets des caractéristiques	0.135	-0.139	0.145	-0.104	0.123	-0.140	0.116	-0.129
Contribution en %	52.32%	53.79%	65.54%	47.01%	74.76%	85.22%	67.44%	74.74%
Effets résiduels	0.123	-0.119	0.076	-0.117	0.042	-0.024	0.056	-0.044
Contribution en %	47.68%	46.21%	34.46%	52.99%	25.24%	14.78%	32.56%	25.26%
Décomposition détaillée								
depRD		-24.83%						
log(CA)				-14.55%		-40.38%		-22.86%
partEtat	-5.68%		22.78%	-19.12%	-6.68%		27.79%	
collUniv					15.12%			
collCentRech								
collLabUnit				9.00%				
collOrgNat								
collOrgInternat	8.74%	-9.05%	3.30%		8.80%			
collAutresfirmes								
ConsultTechn	29.04%		23.64%		40.14%	-34.25%	23.09%	-36.25%

La dernière partie donne seulement des estimations de contributions significative à 5%.
Les estimations données en pourcentage de l'écart des valeurs moyennes de la décomposition utilisant 100 replications (Fairlie 2005).

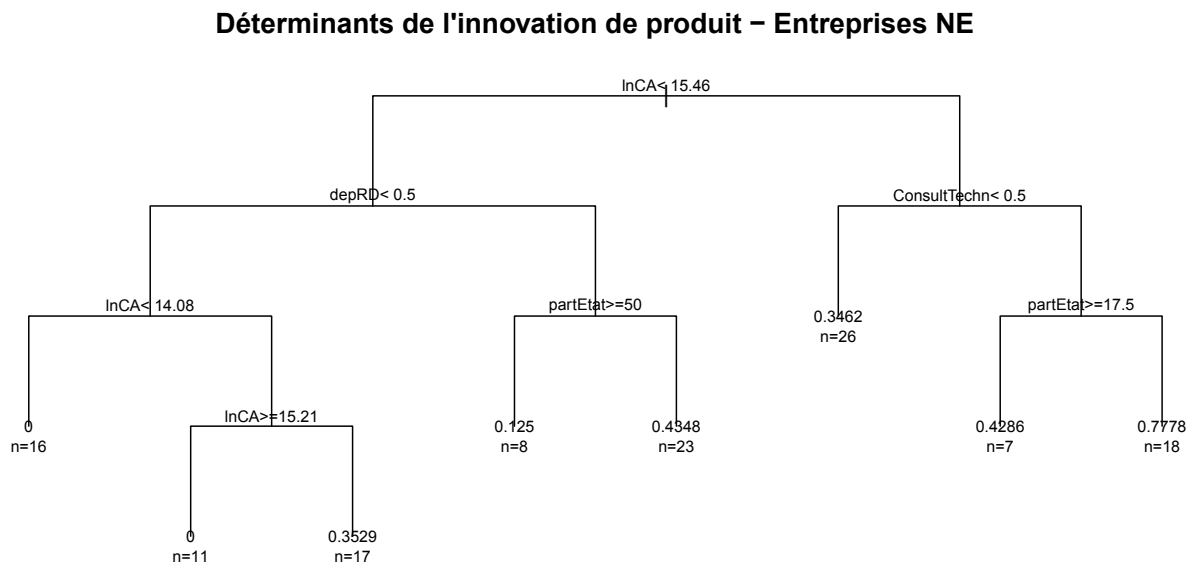


FIG. 5.3 – Déterminants de l'innovation de produit- Non Exportateurs ($cp = 0.01$).

simples : pour 47 entreprises, la taille plus petite et l'absence de recours à la consultation technique sont les deux principales sources de la faiblesse de l'innovation de procédé :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ log(CA) < 15.38 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.19, n = 47.$$

Les déterminants de la faiblesse du taux de l'innovation des entreprises NE sont résumés dans la proposition suivante :

Proposition 5.3.2 *La faiblesse du taux de l'innovation des entreprises NE peut être expliquée par l'insuffisance de l'effort interne en R&D et de leur taille plus petite (pour les innovations de produit) ou le manque d'accès à des sources externes de connaissances techniques (pour les innovations de procédé).*

Les résultats des arbres de régressions comme la technique non linéaire de décomposition confirment généralement nos attentes dans les conjectures. Cependant, les estimations dans le Tableau 5.7 montrent que le changement de la composition du groupe d'entreprises peut expliquer une part importante du changement du taux de l'innovation en produit et en procédé. Néanmoins, il s'avère ici que la plupart des différences dans la propension à innover en procédé entre les entreprises sont dues généralement aux différences dans la distribution des caractéristiques observables (différence dans la distribution des variables explicatives) plutôt qu'aux écarts dans les coefficients estimés et par conséquent les différences dans le comportement d'innovation (c.à.d différence des effets de ces variables). Les entreprises EE et NE sont systématiquement désavantagées dans l'innovation de procédé comparativement aux entreprises PE.

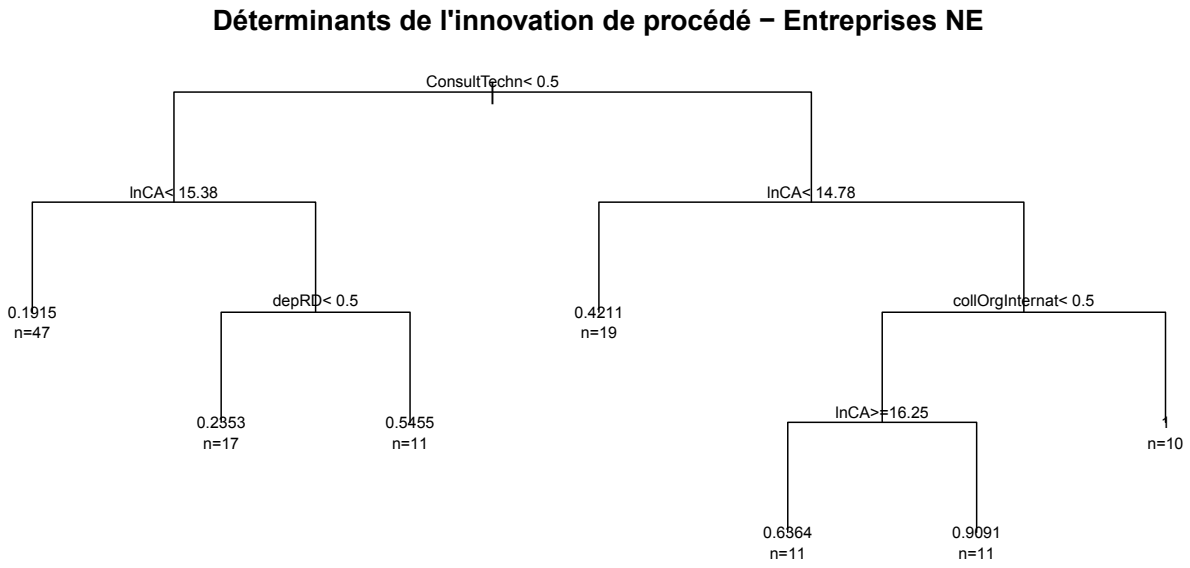


FIG. 5.4 – Déterminants de l'innovation de procédé- Non Exportateurs ($cp = 0.01$).

Les résultats sont récapitulées dans la proposition suivante :

Proposition 5.3.3 *Les entreprises partiellement exportatrices (PE) bénéficient mieux de l'assistance technique externe et de la collaboration avec les organismes internationaux. Elles ont une capacité d'innovation plus grande que les entreprises EE et celles NE.*

La concentration des échanges commerciaux avec l'Europe place les entreprises tunisiennes dans une situation de dépendance des retournements de conjoncture en Europe affectant directement les performances économiques du pays. La spécialisation de l'économie tunisienne dans des secteurs à faible intensité de main d'œuvre qualifiée ne fournit pas suffisamment de possibilités de R&D et d'innovation. Les stratégies d'innovation en Tunisie mettent l'accent sur la collaboration. Cependant, pour capter les externalités technologiques, l'entreprise doit disposer de savoirs et de compétences internes adéquats (Observation 1.13, page 33). La R&D interne joue un double rôle : créer des innovations, mais aussi améliorer la capacité de l'entreprise à bénéficier des connaissances externes (Observation 1.14, page 34).

La section suivante se consacre à l'analyse de la complémentarité et la substituabilité entre les sources externes de connaissances et de leurs rôles dans l'innovation des entreprises.

5.3.4 Principaux déterminants de la capacité d'innovation

Les trois groupes des entreprises EE, NE et PE n'innovent pas selon la même intensité. La question qui se pose donc est quels sont principaux facteurs qui expliquent la propension à innover la plus élevée ? Cette section se consacre à l'analyse de ces facteurs qui expliquent l'efficacité de l'innovation des entreprises.

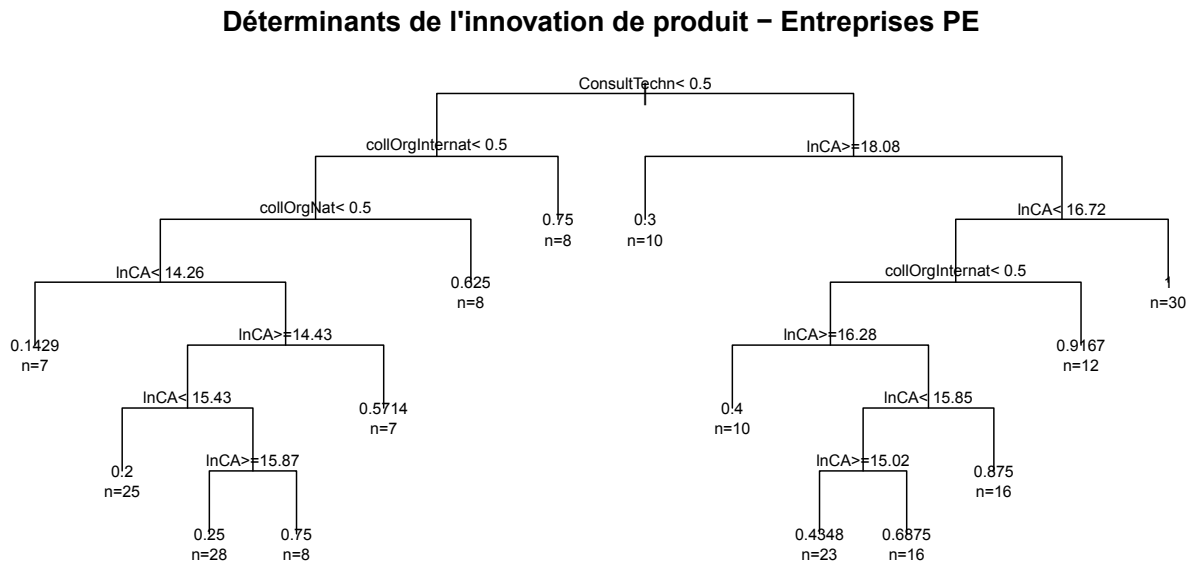


FIG. 5.5 – Déterminants de l'innovation de produit- Exportateurs partiels ($cp = 0.01$).

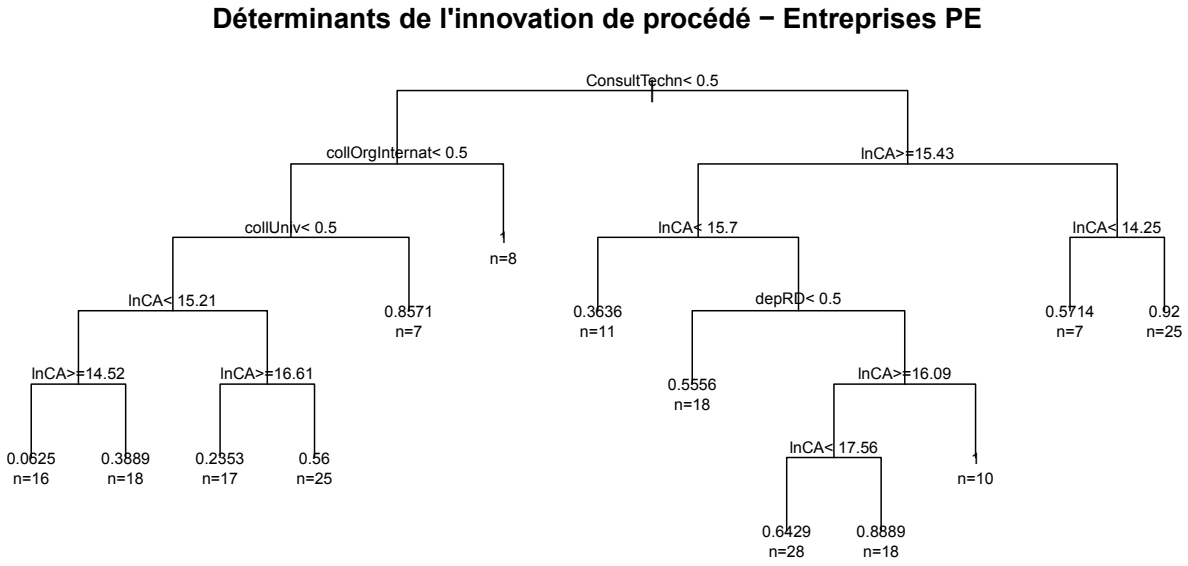


FIG. 5.6 – Déterminants de l'innovation de procédé- Exportateurs partiels ($cp = 0.01$).

5.3.4.1 Innovations de produit

Les Figures (5.1, 5.3 et 5.5) donnent les variables explicatives qui jouent un rôle prédominant dans l'innovation des trois groupes d'entreprises. La taille de l'entreprise ($log(CA)$), la collaboration avec les organismes internationaux ($collOrgInternat$), et l'assistance technique externe ($ConsultTechn$) sont les facteurs favorables pour les entreprises PE qui sont plus performantes dans les innovations de produit lorsque :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) \in \,]16.72, 18.08[\end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 1, n = 30.$$

ou

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) < 16.72 \\ collOrgInternat = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0.92, n = 12.$$

Les résultats montrent que les entreprises PE bénéficient mieux des sources externes de connaissances technologiques (universités, organismes ou autres entreprises). Les variables représentant ces canaux de la connaissance ont un effet positif sur l'innovation. Les entreprises de plus petite taille peuvent bénéficier aussi de la collaboration avec les organismes internationaux. Ainsi, nous confirmons la Proposition 5.3.3, que la propension à innover des entreprises PE la plus élevée provient de leurs accès à l'assistance technique externe et de leurs collaborations avec les organismes internationaux.

Pour les entreprises EE, on observe sur la branche droite de la Figure 5.1 que 13 entreprises sont les plus performantes dans les innovations de produit vérifiant :

$$\left.\begin{array}{l} depRD = 1 \\ collOrgInternat = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0.85, n = 13.$$

Ce résultat indique la complémentarité entre les efforts internes de R&D et les collaborations avec des organismes internationaux pour les entreprises EE. Ainsi, la capacité de bénéficier des sources externes de connaissances technologiques est expliquée par la construction de la capacité d'absorption par les investissements en R&D. Cependant, dans tous les autres cas, les probabilités d'innovation sont inférieures à 0.63. Lorsque les sources de l'innovation (pour ce cas, les activités de R&D et les collaborations) sont révélées complémentaires, il sera moins efficace de se concentrer sur une seule stratégie en raison de la complexité accrue. Cette complémentarité entre les activités de R&D interne et la coopération avec des organismes étrangers constitue une source importante de l'avantage concurrentiel (Cassiman & Veugelers 2004, Ravkin 2000). Nous analyserons plus tard le cas de substituabilité entre ces facteurs pour les innovations de procédé.

Les entreprises NE (Figure 5.3) les plus innovantes en produit vérifient :

$$\left.\begin{array}{l} log(CA) \geq 15.46 \\ ConsultTechn = 1 \\ partEtat < 17.5\% \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovprod]\right) = 0.78, n = 18.$$

Les entreprises NE de plus grande taille peuvent atteindre une probabilité d'innovation élevée si la participation de l'État dans leur capital social est faible. Cela confirme le rôle global négatif joué par cette variable (*partEtat*) et la faiblesse de la capacité d'innovation des entreprises NE. Dans les autres cas, la probabilité d'innovation est inférieure à 0.43. Nous avons vu que la probabilité la plus faible est attendue pour les petites entreprises qui ne bénéficient pas de l'effort de R&D. Les consultants externes jouent un rôle important dans l'innovation produit.

5.3.4.2 Innovations de procédé

Les Figures (5.2, 5.4 and 5.6) donnent les principaux déterminants des innovations de procédé. Elles montrent une substituabilité entre les stratégies d'innovation : une substituabilité entre les activités internes de R&D (*depRD*), l'accès à l'assistance technique externe (*ConsultTechn*) et les sources de connaissances externes (la coopération avec des organismes nationaux ou internationaux, les universités ou la collaboration avec d'autres entreprises). En effet, un certain degré de substituabilité entre ces sources externes de connaissances est également observable pour les entreprises PE. Lorsque les entreprises bénéficient de l'assistance technique, elles peuvent atteindre une forte probabilité d'innovation si elles sont de taille moyenne, indépendamment de leur effort en R&D :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) \in [14.25, 15.43[\\ depRD = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 1, n = 25.$$

ou

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) \in [15.7, 16.09[\\ depRD = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 1, n = 10.$$

Les entreprises PE n'accédant pas à la consultation technique externe (*voir* ci-dessous) peuvent atteindre une forte probabilité d'innovation si elles bénéficient de la collaboration avec des organismes internationaux ou des universités, ce qui indique une certaine substituabilité entre ces deux sources. En effet, les entreprises PE sont particulièrement performantes dans les innovations de procédé lorsque :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ collOrgInternat = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 1, n = 8.$$

ou

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ collOrgInternat = 0 \\ collUniv = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.86, n = 7.$$

Nous observons également que la propension à innover en procédé est particulièrement faible pour les entreprises qui ne bénéficient pas de l'une de ces sources de connaissances, indépendamment des autres dimensions. L'assistance technique est encore plus importante pour l'innovation de procédé que les efforts internes en R&D qui exigent des connaissances au-delà de leurs limites. Le résultat suivant montre l'importance de la collaboration pour les entreprises PE pour atteindre une propension à innover élevée :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 0 \\ collOrgInternat = 0 \\ collUniv = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) < 0.57, n = 76.$$

Le succès de l'innovation de procédé pour les entreprises EE dépend principalement de la collaboration avec d'autres entreprises ou organismes nationaux et l'accès à l'assistance technique externe. La disponibilité des connaissances techniques externes peut se substituer aux investissements en R&D des entreprises EE. Nous observons aussi la substituabilité entre ces sources externes elles-mêmes. En effet, les entreprises EE peuvent être plus performantes dans les innovations de procédé, si :

$$\left.\begin{array}{l} collOrgNat = 0 \\ ConsultTechn = 1 \\ log(CA) \in [13.53, 15.62[\end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.81, n = 21.$$

ou

$$\left.\begin{array}{l} collOrgNat = 0 \\ ConsultTechn = 0 \\ collAutresFirmes = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.77, n = 13.$$

ou

$$\left. collOrgNat = 1 \right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.76, n = 29.$$

Les mêmes résultats sont obtenus pour les entreprises NE qui sont plus performantes dans les innovations de procédé, si elles bénéficient d'une assistance technique externe (Figure 5.4) :

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) \geq 14.78 \\ collOrgInternat = 1 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 1, n = 10.$$

ou

$$\left.\begin{array}{l} ConsultTechn = 1 \\ log(CA) \in [14.78, 16.25[\\ collOrgInternat = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow E\left(P[innovproc]\right) = 0.91, n = 11.$$

Il n'est pas surprenant de trouver qu'il est nécessaire de bénéficier de l'aide technique externe, indépendamment des autres dimensions telles que la R&D interne et la présence d'autres sources externes de connaissance. Une caractéristique importante qui découle de ces résultats est la substituabilité entre les stratégies de l'innovation : les investissements internes en R&D, l'acquisition de connaissances externes et les collaborations.

Trois stratégies caractérisent le processus d'innovation dans les entreprises tunisiennes : la R&D interne, la coopération et l'assistance technique de l'extérieur. Nous avons constaté une certaine complémentarité entre les sources extérieures de l'innovation de produit et une substituabilité entre ces stratégies pour les innovation de procédé. La coopération et l'assistance technique de l'extérieur permettent de réduire les coûts et les risques inhérents à l'activité d'innovation. Le rôle de la capacité d'absorption des entreprises n'est pas claire. En effet, le développement des activités de R&D en interne est nécessaire pour bénéficier de l'acquisition des connaissances externes. Les activités de R&D sont indispensables pour suivre et évaluer les recherches menées ailleurs (Rosenberg 1990).

Dans le cas de l'innovation de produit, la collaboration des entreprises EE avec les organismes internationaux est complémentaire avec la R&D interne. Par conséquent, il est important de combiner les connaissances internes et externes dans le processus d'innovation de l'entreprise. Ce résultat est conforme à ceux de Freeman (1991) et de Veugelers & Cassiman (1999), montrant que les sources externes combinées avec les activités de R&D internes sont essentielles pour expliquer le succès de l'innovation. Toutefois, cela ne suggère pas une forte relation de complémentarité entre la R&D et l'acquisition de connaissances externes. Pour les deux autres groupes d'entreprises (NE et PE), nous avons trouvé une complémentarité entre les différentes sources de connaissances externes (Arora & Gambardella 1990). L'assistance technique externe et la collaboration avec des organismes internationaux sont complémentaires pour les entreprises PE de plus petites tailles. Toutefois, les entreprises NE peuvent bénéficier de l'accès à l'assistance technique externe, si la participation de l'État dans le capital social est faible. Ainsi, les grandes entreprises NE avec une participation privée dans le capital sont plus susceptibles de bénéficier de l'aide des organismes externes.

Concernant les innovations de procédé, les entreprises innovantes sont souvent en relation avec les différentes sources externes de connaissances (von Hippel 1988, Reichstein & Salter 2006). La coopération avec des organismes nationaux ou la collaboration avec d'autres entreprises et l'accès à l'assistance technique de l'extérieur sont substituables. L'accès des entreprises PE aux organismes externes, pour l'assistance technique, et la coopération avec des organismes internationaux pour les grandes entreprises ou la collaboration avec les universités sont aussi substituables. Toutefois, il existe une complémentarité entre l'accès aux organismes externes et la coopération avec des organismes internationaux pour les grandes entreprises NE.

5.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons cherché d'analyser le comportement d'innovation des entreprises tunisiennes, en comparant les caractéristiques et la propension à innover des entreprises selon le degré de leur ouverture à l'exportation. Au niveau global, nous avons observé que les entreprises travaillant à la fois pour le marché domestique et le marché étranger ont la plus forte propension à innover. Elles bénéficient mieux des sources externes de connaissances et d'une demande hétérogène. Nos résultats ont montré que les entreprises tunisiennes ne bénéficient pas encore de leurs efforts internes en R&D car elles n'ont pas les ressources financières suffisantes (complémentarité entre la R&D interne et la taille de l'entreprise) et les connaissances nécessaires, permettant d'entreprendre des projets novateurs. Le recours à des organismes extérieurs pour l'assistance technique et la coopération sont deux facteurs favorables à l'innovation en Tunisie. Mais, ce résultat global cache une hétérogénéité importante entre les deux types d'innovations de produit et de procédé et entre les trois groupes d'entreprises (EE, NE et PE). L'existence d'une capacité interne de R&D est en général nécessaire pour les entreprises purement exportatrices, tandis que la coopération est favorable à la majorité des cas.

La mondialisation de l'économie tunisienne est liée à l'ouverture aux échanges internationaux, reposant en grande partie sur des filiales des groupes multinationaux qui offrent au pays de nouvelles opportunités dans les activités à vocation exportatrice. Cette mondialisation semble favoriser l'intégration du pays dans la spécialisation internationale soit par des politiques nationales reposant sur les entreprises locales soit par l'accès de son développement sur l'accueil des IDE des grandes entreprises étrangères. Le développement des exportations tunisiennes est le fruit de l'implantation de filiales des entreprises étrangères, ce qui peut rendre le développement technologique dépendant des décisions prises par les firmes non résidentes. La participation au capital social permet à l'entreprise d'internaliser le contrôle de ses filiales étrangères et d'assurer une protection de ces atouts spécifiques.

Les IDE témoignent l'intégration des économies nationales et l'évolution de la division internationale du travail sous l'effet d'une mondialisation de plus en plus importante. Il nous semble intéressant de mettre l'accent sur la relation entre les activités technologiques des entreprises étrangères, leurs interactions avec le système national d'innovation et l'ampleur des externalités technologiques de l'IDE. La capacité technologique d'une entreprise est un avantage spécifique et une condition préalable au processus d'internationalisation qui dépend également des conditions du pays d'accueil (Cantwell 1990).

L'objet du chapitre suivant est d'étudier la relation entre les IDE et la participation étrangère avec l'innovation dans entreprises tunisiennes.

Chapitre 6

Rôle des IDE et de la participation étrangère dans l'innovation en Tunisie

6.1 Introduction

L'investissement direct étranger (IDE), comme dans tout pays en développement, occupe une place importante dans le débat économique et social en Tunisie. Le développement d'une politique d'attractivité des IDE constitue une question stratégique pour les autorités publiques qui considèrent, sans aucun doute, les avantages des IDE sur l'économie nationale dans la création d'emplois, le transfert des technologies et la génération des effets d'entraînement en direction des entreprises domestiques. Cependant, la relation entre les IDE, le transfert de la technologie et l'innovation en Tunisie est ambiguë[1]. En effet, la Tunisie, faisant de l'exportation industrielle l'un de ses piliers de développement, a fondé sa stratégie d'attractivité des IDE sur des secteurs à faible intensité de savoir et de connaissance technologique (*Cf.* Chapitre 2). Ces secteurs dynamisent la performance des exportations du pays, mais ils emploient une main d'œuvre peu qualifiée et ciblent le segment du marché européen à revenu moyen ou faible. Ce modèle d'attractivité souffre également d'une forte spécialisation et de la dépendance excessive vis-à-vis d'un seul marché.

D'un autre côté, les études empiriques sur d'autres pays montrent que les entreprises étrangères (filiales ou entreprises à participation étrangère) sont plus performantes, en terme productivité, que les entreprises domestiques (*voir* Arnold & Javorcik 2009, Doms & Jensen 1998, Griffith 1999). Ces études expliquent la différence par les écarts dans les connaissances technologiques de base (Criscuolo et al. 2010), la participation des investisseurs étrangers dans le capital social des entreprises les plus productives (Masso et al. 2010) ou par la possibilité de transfert des connaissances technologiques aux filiales (Stiebale & Reize 2011). En raison de la nature tacite des connaissances, les entreprises étrangères peuvent être incitées à investir en R&D dans le pays d'accueil pour bénéficier des compétences et des connaissances disponibles. Il nous semble important d'estimer le rôle des IDE et la performance technologique des entreprises étrangères en Tunisie, en comparant les différences dans les indicateurs de l'innovation par rapport aux entreprises domestiques.

[1] De même, bien que, dans certains pays de l'OCDE, la part de la R&D dans les filiales étrangères est plus importante que celle des firmes domestiques, dans la plupart des autres pays de l'OCDE les firmes étrangères ont des investissements en R&D plus faibles (OCDE 2006, chap.4, p.125-126).

Ce chapitre place cette question dans le contexte plus large du système national d'innovation : Les investisseurs étrangers contribuent-ils aux activités technologiques en Tunisie ? Le système tunisien d'innovation est-il assez attractif ? Les entreprises domestiques en tirent-elles bénéfice d'un point de vue technologique ? Notre analyse concerne en particulier les liens entre les performances à l'innovation des entreprises et leur caractère multinational, qu'il s'agisse d'implantation de filiales ou de participation en capital. Jusqu'ici, nous avons montré que les IDE n'ont pas un effet statistiquement significatif sur l'innovation des entreprises tunisiennes (*Cf.* Chapitre 4). L'objectif de ce travail est donc d'explorer si les entreprises domestiques et les entreprises étrangères diffèrent dans leurs comportements d'innovation en tenant compte du type de l'investissement réalisé (participation au capital ou implantation d'une filiale) et des caractéristiques des entreprises. La différence peut être due aux écarts dans les caractéristiques des entreprises au niveau de la taille, le secteur d'activité, l'intensité d'exportation et la capacité d'absorption, qui sont à leur tour associées à la performance d'innovation.

Le reste du chapitre sera organisé de la manière suivante : La section 2 présente la problématique et la revue de la littérature sur l'évaluation de l'effet des IDE et de la participation étrangère au capital de l'entreprise dans l'innovation. La section 3 revient sur les méthodes d'estimations et les résultats. Nous commencerons par la décomposition de l'écart d'innovation qui relève de la différence ayant trait aux caractéristiques observables des entreprises (Fairlie 1999, 2005). Dans une seconde étape, la même méthodologie sera utilisée pour apprécier l'effet de la participation étrangère dans le capital social de l'entreprise.

6.2 Discussion de la littérature : IDE et innovation

En dépit de l'importance accordée à l'analyse du rôle des entreprises multinationales dans les activités internationales de R&D et des transferts technologiques, peu d'études examinent le rôle joué par les filiales étrangères dans les activités d'innovation des pays en développement. Les travaux empiriques traitent du processus d'internationalisation des activités de R&D et de connaissances des firmes multinationales (*voir* Jacquier-Roux & Le Bas 2008, Archibugi & Michie 1997, Cantwell 1995). La thématique centrale de ces contributions porte sur les motivations de l'investissement en R&D (Jacquier-Roux & Le Bas 2008, von Zedtwitz & Gassmann 2002). Ainsi, les multinationales sont considérées comme conducteurs principaux pour la globalisation de la R&D et des activités innovatrices (Serapiro & Dalton 1999).

Innovation des filiales étrangères

Les différences entre les firmes sous contrôle étranger et les firmes domestiques dans les capacités financières et technologiques, les qualifications de personnel ou la productivité ont fait l'objet d'un grand nombre de contributions empiriques (Lipsey 2002, Bellak 2004).

Cependant, l'évidence empirique en ce qui concerne la différence dans la R&D et l'innovation est peu concluante jusqu'ici (*voir* Dachs & Ebersberger 2009) à l'exception de quelques résultats récents (Sadowski & Sadowski-Rasters 2006, Frenz & Ietto-Gillies 2007, Castellani & Zanfei 2007). De même, les études empiriques se concentrent souvent sur la différence entre les firmes indépendantes et celles faisant partie d'un groupe d'entreprises (Ebersberger et al. 2005). Il importe d'étudier si les entreprises étrangères ont un comportement d'innovation différent de celui de leurs homologues domestiques et d'expliquer les sources de cette différence. Cette différence peut se rapporter à la capacité financière, humaine et technique de la multinationale et à l'avantage que la filiale dérive de cette capacité (Markusen 2004). Elle peut être liée aux capitaux spécifiques des entreprises, tels que la connaissance de base et la capacité technique et organisationnelle menant à un comportement différencié dans l'innovation (*Cf.* Chapitre 1). Les filiales étrangères peuvent également apprendre des expériences faites par la multinationale sur d'autres marchés et utiliser des technologies qui ont réussi dans d'autres pays. Ceci devrait donner aux filiales étrangères un avantage par rapport aux firmes domestiques (Dachs & Ebersberger 2009).

La pression de la concurrence peut aussi forcer les firmes multinationales à transférer les technologies avancées aux pays d'accueil ou à faciliter les possibilités d'innovation des filiales. Les activités de R&D des multinationales dans le pays d'accueil peuvent être associées à une réponse à la demande ou à l'augmentation de leurs activités technologiques en dehors du pays d'origine. Mansfield et al. (1979) trouvent, pour les firmes d'outre-mer des États-Unis, que la plupart des filiales étrangères sont engagées dans l'innovation pour répondre aux besoins particuliers des marchés locaux par l'adaptation des produits. Mais, ils n'indiquent pas si les firmes étrangères sont toujours plus performantes dans le développement des innovations que les entreprises domestiques. Fors (1997) évoque la raison de l'écart technologique liée au transfert de la technologie intra-firmes à partir des multinationales à leurs filiales et vice versa. Il montre que la R&D effectuée dans le pays d'origine est utilisée comme input aux activités des filiales dans le pays d'accueil. Sadowski & van Beers (2003) et Sadowski & Sadowski-Rasters (2006) trouvent que la propriété étrangère est un facteur important dans l'explication des différences entre les firmes. En effet, les filiales étrangères sont plus innovantes comparées aux firmes domestiques, mais il y a une plus grande hétérogénéité parmi elles.

Conjecture 6.2.1 *Les multinationales peuvent situer leurs activités de conception ou d'engineering dans le pays d'accueil (près des clients et de la production) de sorte qu'elles puissent adapter leurs produits aux besoins des clients locaux. En raison de la nature tacite de la connaissance, elles peuvent être motivées à exercer leurs activités d'innovation dans le pays d'accueil.*

De même, Balcet & Evangelista (2005) trouvent que les filiales étrangères en Italie ont une propension à innover relativement élevée que les entreprises domestiques. Ils constatent que les firmes étrangères sont en grande partie concentrées dans les secteurs à base scientifique

et sont de plus grandes tailles comparativement aux firmes domestiques. Bellak (2004), basé sur un survol des études empiriques, trouve que les filiales étrangères sont plus performantes que les entreprises domestiques. Frenz & Ietto-Gillies (2007) trouvent que les entreprises domestiques et étrangères, faisant partie d'une multinationale en Angleterre, s'engagent dans des activités d'innovation de façon continue plutôt qu'occasionnelle. Papanastassiou & Pearce (1997) montrent que les capacités d'innovation des filiales étrangères dépendent du degré des activités technologiques et des fonds fournis par la maison mère. Falk (2008) montre que les firmes étrangères sont plus innovantes que les firmes domestiques, en particulier dans les pays nouveaux membres de l'UE. Il explique la dominance des firmes étrangères essentiellement par leur grande taille.

D'un autre coté, Johansson et al. (2008) montrent qu'il n'y a aucune différence dans la propension à innover et que les multinationales domestiques investissent dans l'innovation plus que les multinationales étrangères. Mais, ils ne trouvent aucune différence dans le rendement d'innovation (ventes de nouveaux produits). Les filiales étrangères peuvent consacrer moins de ressources aux activités d'innovation et peuvent s'engager moins dans la R&D par opposition aux activités de conception et d'adoption, parce qu'elles possèdent un stock interne de connaissances et de technologies. Dachs & Ebersberger (2009) constatent que l'impact de la propriété étrangère sur la R&D et l'innovation n'est pas significatif. Cependant, l'appartenance à un groupe d'entreprises multinationales aide de manière significative à surmonter les différentes difficultés dans le processus d'innovation, telles que le manque de ressources financières, le manque d'information sur la technologie et sur le marché ou les problèmes d'organisation (voir aussi Masso et al. 2010).

Conjecture 6.2.2 *Les firmes étrangères peuvent montrer une intensité d'innovation plus élevée que les firmes domestiques. Cependant, elles peuvent avoir des dépenses en R&D (ou autres inputs de l'innovation) inférieures à celles des firmes domestiques.*

Innovation des firmes à participation étrangère

Un grand nombre de travaux de recherche soulignent la relation positive entre l'apport des capitaux étrangers et la croissance économique en général. Au niveau micro, les études liées à l'effet de la propriété étrangère (participation au capital de l'entreprise) sur l'innovation, au niveau de l'entreprise, documentent des points de vue controversés quand elles distinguent entre les capitaux étrangers et la structure de propriété nationale. D'une part, une relation positive entre la participation étrangère et l'innovation est évoquée. L'apport des capitaux étrangers améliore la performance organisationnelle et manageriale, favorisant ensuite l'innovation de l'entreprise. Love et al. (1996) montrent que la propriété étrangère a un effet positif sur la probabilité d'innovation en produit en raison de la disponibilité des ressources de la participation étrangère dans les firmes en Écosse. Bertschek (1995) souligne un rapport positif entre l'innovation et la propriété étrangère pour les firmes allemandes.

D'autre part, Dixon & Seddighi (1996) trouvent que les deux types de structure de propriété (domestique ou étrangère) ne semblent pas avoir un effet significatif sur les activités de R&D des firmes anglaises. Drago & Wooden (1994) trouvent que la propriété étrangère réduit la probabilité de l'innovation en procédé des firmes australiennes. Harris (1991), en utilisant des données de SPRU sur l'Irlande, constate que la propriété étrangère a un effet négatif (et significatif) sur l'innovation parce qu'elle réduit l'activité de R&D. Rogers (2000) montre que la propriété étrangère n'a pas d'impact sur l'innovation pour des données australiennes. Falk & Falk (2006), sur des données CIS-3 pour l'Autriche, indiquent que les entreprises étrangères montrent une capacité d'innovation et une intensité de R&D inférieures à celles des firmes domestiques. Cependant, Griffith et al. (2004) concluent que les firmes étrangères sont plus grandes en termes d'emploi. Puisque l'innovation a une relation négative avec la taille de l'entreprise, ces auteurs indiquent que les différences significatives dans la taille peuvent expliquer alternativement les écarts observés dans les intensités d'innovations (vou aussi, Falk & Falk 2006).

Impact des IDE dans les pays en développement

Il y a peu de contributions concernant l'effet des IDE sur l'innovation des entreprises dans les pays en développement ou émergents. Le Tableau 4.4 du chapitre 4 (page 131) donne une synthèse sur les déterminants de l'innovation des entreprises dans les pays en développement. Le résumé donné par le Tableau 4.5 du chapitre 4 (page 132) indique que les résultats empiriques sur le rôle de la participation étrangère au capital dans l'innovation ne sont pas concluants. Masso et al. (2010) donnent aussi une revue détaillée des principaux travaux récents, dont nous reprenons ici quelques uns comme références. Braga & Larry (1991) trouvent que la probabilité d'innovation dans les firmes brésiliennes est affectée positivement par la propriété étrangère. Erdilek (2005) montre qu'en Turquie les entreprises étrangères ont une intensité de R&D et une propension à innover plus élevées. Alvarez (2001) montre, sur des données chiliennes, que l'exportation est un déterminant de l'innovation technologique plus important que la propriété étrangère. Alvarez & Robertson (2004) ne confirment pas l'existence d'une relation positive entre les capitaux étrangers et l'innovation au Chili. Almeida & Fernandes (2008) trouvent, dans une étude sur 43 pays en voie de développement, que les entreprises à participation étrangère majoritaire s'engagent dans l'innovation sensiblement moins que les entreprises à participation étrangère minoritaire. Vishwasrao & Bosshardt (2001) montrent, sur des données indiennes, que le capital étranger induit plus d'innovation parce qu'il réduit les coûts d'adoption de nouvelles technologies et augmente la capacité financière de l'entreprise. Günther et al. (2010) constatent que, malgré que les entreprises à participation étrangère majoritaire dans cinq pays de l'Europe centrale et orientale (PECO) s'engagent dans la R&D et l'innovation, elles établissent des liens technologiques faibles avec les organismes locaux scientifiques limitant, de ce fait, l'impact de l'IDE. Srholec (2009) indique que la propriété étrangère augmente le transfert de la technologie par la coopération dans l'innovation, particulièrement dans les pays moins développés de PECO.

Urem et al. (2008) constatent que les firmes étrangères n'ont pas une propension à innover plus élevée que les firmes domestiques en Chine, pas même lorsqu'elles s'engagent dans la R&D formelle. Cependant, elles ont une part de chiffre d'affaire des produits nouveaux plus élevée.

Conjecture 6.2.3 *Dans les pays en développement, les firmes étrangères peuvent montrer un taux d'innovation plus faible que celui des firmes domestiques parce que les capitaux spécifiques sont principalement créés par la firme mère (stratégie d'exploitation des capitaux). Nous pouvons nous attendre également à une part inférieure de produits nouveaux dans le marché comparativement aux firmes domestiques parce que les tâches principales des filiales étrangères sont la conception et l'adaptation de produit (stratégie de recherche de capitaux).*

IDE et Système national d'innovation

Dans les pays en développement, le système national d'innovation joue un rôle dans la politique d'attractivité des IDE au profit des secteurs ou activités innovatrices. Son rôle dans ces pays consiste principalement dans l'adoption, l'absorption et l'adaptation de la technologie provenant des pays industrialisés (*Cf.* Chapitre 1 page 48). Les caractéristiques du SNI peuvent affecter les stratégies d'innovation des firmes étrangères dans le pays d'accueil (Günther et al. 2010). En effet, l'environnement économique et institutionnel est un facteur important pour attirer les firmes étrangères et affecter leur propension à innover. L'activité d'innovation des firmes peut être orientée en fonction de l'environnement que constituent les conditions matérielles et les technologies disponibles (Observation 1.4 du chapitre 1 page 21). Les entreprises étrangères peuvent investir moins en R&D si elles se limitent aux connaissances de base leur permettant de se concentrer sur la conception du produit et l'adaptation des technologies existantes aux conditions domestiques. L'activité de R&D des multinationales peut avoir des retombées de connaissances technologiques sur les entreprises des pays en développement (*Cf.* Chapitre 1, section 1.3.3.3 page 34). Les entreprises domestiques déploient des ressources pour bénéficier de la diffusion des technologies, par le biais de l'imitation des produits des firmes étrangères. Ce qui motive les entreprises des pays en développement à innover.

Les stratégies d'innovation dépendent des types et des caractéristiques des entreprises (étrangères ou domestiques) et varient selon le contexte socio-économique et institutionnel dans lequel ces dernières sont situées. Selon OCDE (2006), « Même si l'intensité de R&D des filiales étrangères demeure inférieure à celle des entreprises nationales dans la plupart des pays, on note un intérêt croissant pour la mise en place de moyens de recherche et de développement à l'étranger. Les entreprises créent de plus en plus de centres de R&D à l'étranger pour puiser dans des sources de connaissances et des gisements de compétences au plan local qu'elles peuvent exploiter à l'échelle mondiale. Des études récentes donnent à penser que les décisions d'implantation sont déterminées davantage par la qualité et la disponibilité de ressources humaines qualifiées que par les coûts. Cela semble vrai aussi bien

dans les pays en développement que dans les pays développés. » (OCDE 2006). Ainsi, il nous semble pertinent d'étudier le comportment d'innovation des entreprises étrangères en Tunisie.

6.3 Procédure d'estimation

Commençons par la définition : une multinationale est une entreprise disposant de filiale(s) à l'étranger. La question qui se pose, c'est à partir de quel seuil de contrôle une entreprise peut-elle être considérée comme détenue par des capitaux étrangers ? Bertschek (1995) indique que la limite inférieure pour l'investissement direct est la part de 25% du capital social ou de la puissance de vote. Velde (2003) définit une variable binaire égale à 1 si au moins 50% du capital est détenu par des étrangers. L'OCDE (2003) définit l'IDE comme « [...] une activité par laquelle un investisseur résidant dans un pays obtient un intérêt durable et une influence significative dans la gestion d'une entité résidant dans un autre pays. Cette opération peut consister à créer une entreprise entièrement nouvelle (investissement de création) ou, plus généralement, à modifier le statut de propriété des entreprises existantes (par le biais de fusions et d'acquisitions). Sont également définis comme des investissements directs étrangers d'autres types de transactions financières entre des entreprises apparentées, notamment le réinvestissement des bénéfices de l'entreprise ayant obtenu l'IDE, ou d'autres transferts en capital ». Par convention, le seuil de 10% du capital social d'une entreprise étrangère est utilisé pour construire les statistiques des investissements à l'étranger. En deçà, il s'agit d'investissement de portefeuille. Cependant, vue la répartition statistique de la participation étrangère, dans notre base de données[2], nous choisissons d'étudier le cas des entreprises à participation étrangère totale (c.à.d $partEtranger = 100\%$) et le cas des entreprises à participation mixte (c.à.d $0 < partEtranger < 100\%$).

Tab. 6.1 – Répartition de la participation étrangère

	0%	]0% – 25%]	[25% – 50%[	[50% – 75%[	[75% – 100%[	100%
Nombre	351	26	26	30	20	133
Pourcentage	59.89	4.44	4.44	5.12	3.41	22.69
écart-type	0.49	0.21	0.21	0.22	0.18	0.42

L'analyse des effets de la variable indicatrice de l'appartenance à un groupe étranger ($groupEtranger$) et de la variable mesurant le pourcentage de la participation étrangère dans le capital de l'entreprise ($partEtranger$), dans le chapitre 4, montre que ces deux variables n'ont pas d'effets statistiquement significatifs sur l'innovation de produit et de procédé. Nous cherchons donc à étudier le comportement des entreprises étrangères dans l'innovation en Tunisie et à explorer les sources des différences entre les entreprises domestiques et les

[2]Nous avons essayé plusieurs répartitions. Nous rencontrons à chaque fois le problème de multicolinéarité parfaite, par exemple, si $partEtranger = 100\%$ on n'observe qu'une seule valeur égale à 1 pour la variable $collLabUnit$ et 132 observations de la valeur 0 (soit 99.25% des observations sont nulles). De même pour les filiales des groupes étrangers.

entreprises étrangères. Les entreprises localisées en Tunisie et appartenant à des groupes étrangers sont-elles plus innovantes que celles appartenant à des groupes tunisiens ou les entreprises indépendantes ?

Donc, l'objectif est de comparer les groupes d'entreprises étrangères (filiales de groupes étrangers ou à participation étrangère) avec les entreprises domestiques. Nous reprenons les variables présentées dans le Tableau 4.1 du chapitre 4 (page 123). Les différentes formes de collaborations sont regroupées dans une seule variable indicatrice, *collaboration*, égale à 1 pour toute convention de partenariat technologique, études ou recherche avec d'autres organismes ou entreprises[3]. Il est à noter que les études empiriques de l'effet des IDE sur les activités d'innovation tiennent compte du fait que cet effet dépend à la fois de la stratégie technologique et des caractéristiques de l'entreprise et de son environnement (Pearce & Papanastassiou 1999, Cantwell & Piscitello 2000, Cantwell & Iammarino 2001). Nous utilisons aussi les facteurs correspondants à la pression de la concurrence (*pressionConc*) et à l'impulsion de la demande (*impulsionDde*), déterminés à partir de l'analyse factorielle dans le chapitre 4 (Tableau 4.3 page 126).

TAB. 6.2 – Description des variables utilisées dans l'analyse

Capacités d'innovation :	
innovprod	Innovation de produit
innovproc	Innovation de procédé
depRD	binaire pour le département ou structure de R&D inetrne
collaboration	binaire pour la collaboration avec d'autres organismes ou entreprises
ConsultTechn	binaire pour l'access à l'assistance technique externe
Motivations :	
remplaceProd	remplacer les produits qui sont supprimés
etendreGamme	étendre la gamme de produits
environnementProd	mettre au point des produits sans danger pour l'environnement
preservPartMarche	maintenir la part du marché
ouvrirMarche	ouvrir de nouveaux marchés
flexibleProd	conférer davantage de souplesse à la production
reduireCout	abaisser les coûts de production
amelioreQualite	améliorer la qualité d'un produit
meilleureCondW	améliorer les conditions de travail
amelioreProductiv	améliorer la productivité
reduireAttenteEnv	réduire les atteintes à l'environnement

6.4 Décomposition de la différence d'innovation

Cette section se consacre à l'analyse du comportement d'innovation des entreprises étrangères et domestiques en Tunisie. Nous étudions le rôle des filiales étrangères et de la participation étrangère au capital social dans le développement de l'innovation en Tunisie.

[3]Nous avons essayé d'utiliser les différents items séparément, mais nous avons rencontré un problème de multicolinéarité et de valeurs manquantes.

6.4.1 Rôle des filiales étrangères dans l'innovation

Notre objectif est de comparer le comportement d'innovation entre les entreprises étrangères (filiales des groupes étrangers), les filiales d'un groupe domestique et les entreprises indépendantes. La question posée est dans quelle mesure les différences dans le comportement d'innovation entre les entreprises peuvent être expliquées par les différences dans leurs caractéristiques, d'une part, et par des différences dans les coefficients de ces caractéristiques, de l'autre part ?

La méthode de décomposition du modèle Probit[4] et la technique des arbres de régression sont utilisées pour expliquer les différences entre les trois groupes d'entreprises (Tableau 6.3) : les filiales d'un groupe étranger (FE), les filiales d'un groupe domestique (FD) et les firmes indépendantes (FI).

TAB. 6.3 – Classification des entreprises

Filiales d'un groupe étranger	**FE**	binaire pour les filiales des groupes étrangers
Filiales d'un groupe domestique	**FD**	binaire pour les filiales des groupes domestiques
Firmes indépendantes	**FI**	binaire pour les entreprises indépendantes

TAB. 6.4 – Régressions Probit : groupes d'appartenance

	Innov. Prod.			Innov. Proc.		
	FE	FD	FI	FE	FD	FI
impulsionDde	0.297	0.584***	0.611***	0.633***	0.395**	0.379***
	(0.161)	(0.141)	(0.091)	(0.182)	(0.130)	(0.086)
pressionConc	0.139	0.257	0.244**	0.548**	0.271*	0.403***
	(0.177)	(0.135)	(0.088)	(0.196)	(0.123)	(0.086)
depRD	0.683*	0.310	0.574**	0.808*	-0.333	0.247
	(0.323)	(0.236)	(0.197)	(0.336)	(0.233)	(0.190)
Collaboration	1.081***	0.197	-0.102	1.226***	0.016	-0.064
	(0.314)	(0.238)	(0.198)	(0.350)	(0.230)	(0.194)
ConsultTechn	0.128	0.628**	0.396*	-0.147	0.591**	0.625***
	(0.394)	(0.236)	(0.188)	(0.412)	(0.225)	(0.185)
log(CA)	-0.035	0.247**	0.052	-0.040	0.187*	0.114*
	(0.103)	(0.089)	(0.046)	(0.111)	(0.082)	(0.045)
constante	-0.883	-4.725***	-1.485*	-0.338	-3.064*	-2.109**
	(1.542)	(1.402)	(0.692)	(1.674)	(1.268)	(0.675)
Observations	99	160	279	99	160	279
LR chi2(6)	33.50	59.81	91.59	60.11	34.55	85.64
Prob > chi2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pseudo R2	0.2758	0.2699	0.2422	0.4419	0.1566	0.2215
Predict Prob.	0.24	**0.46**	0.38	0.39	**0.55**	0.48

significativité : *** : 0.1% ** : 1% * : 5%

6.4.1.1 Les déterminants de l'innovation

Le Tableau 6.4 présente les principaux déterminants de l'innovation de ces trois groupes d'entreprises. Il montre des différences remarquables dans les probabilités d'innovation. Les entreprises appartenant à des groupes étrangers sont les moins innovantes (dans les deux

[4]voir chapitre 5 pour plus de détails sur la présentation de la procédure de décomposition du modèle Probit.

types d'innovations). Les filiales domestiques ont les taux d'innovations de produit et de procédé les plus élevés. Le test de la somme des rangs de Wilcoxon et Mann-Whitney, WMW, des probabilités estimées (Tableau 6.5) montre que les FE et les FD diffèrent considérablement au niveau de leurs capacités d'innovation (comparaison des probabilités d'innovation). Les comportements d'innovation des entreprises ne sont pas régis par le même régime et ne sont pas affectés par les mêmes facteurs suite aux différences dans les possibilités de développement technologique entre les filiales étrangères et domestiques. Il n'est pas étonnant que le taux de l'innovation soit faible, quand on considère les incitations et les motivations des entreprises étrangères. Ces dernières investissent souvent sur le marché local pour bénéficier de la main d'œuvre à bas salaire et pour éviter les barrières coûteuses. De plus, elles peuvent limiter les mécanismes induisant la fuite de technologies aux concurrents locaux.

TAB. 6.5 – Comparaison des probabilités espérées (filiales) : test-WMW

Innovation de produit		
$H_0 : predinnov(FilialesEtrangeres) = predinnov(FilialesDomestiques)$		
z-stat	p-value	probabilité
-4.491	0.000	$P\{predinnov(FilialesEtrangeres) > predinnov(FilialesDomestiques)\} = 0.334$
$H_0 : predinnov(FilialesEtrangeres) = predinnov(FirmesIndependantes)$		
z-stat	p-value	probabilité
-1.673	0.094	$P\{predinnov(FilialesEtrangeres) > predinnov(FirmesIndependantes)\} = 0.443$
$H_0 : predinnov(FilialesDomestiques) = predinnov(FirmesIndependantes)$		
z-stat	p-value	probabilité
3.885	0.000	$P\{predinnov(FilialesDomestiques) > predinnov(FirmesIndependantes)\} = 0.611$
Innovation de procédé		
$H_0 : predinnov(FilialesEtrangeres) = predinnov(FilialesDomestiques)$		
z-stat	p-value	probabilité
-4.486	0.000	$P\{predinnov(FilialesEtrangeres) > predinnov(FilialesDomestiques)\} = 0.334$
$H_0 : predinnov(FilialesEtrangeres) = predinnov(FirmesIndependantes)$		
z-stat	p-value	probabilité
-1.697	0.089	$P\{predinnov(FilialesEtrangeres) > predinnov(FirmesIndependantes)\} = 0.443$
$H_0 : predinnov(FilialesDomestiques) = predinnov(FirmesIndependantes)$		
z-stat	p-value	probabilité
3.813	0.000	$P\{predinnov(FilialesDomestiques) > predinnov(FirmesIndependantes)\} = 0.609$

L'estimation par la régression Probit montre que l'innovation de produit des FE est statistiquement et significativement liée à la coopération et à l'existence d'un département de R&D. La relation entre la coopération et la propension à innover des filiales domestiques n'est pas statistiquement significative. Les facteurs les plus élevés correspondent à la demande, à l'assistance technique et à la grande taille de l'entreprise. La taille de l'entreprise (mesurée par son chiffre d'affaire), la demande, la pression de la concurrence, la R&D interne et l'accès à l'assistance technique externe sont les principaux facteurs liés à la capacité d'innovation des FI. Les grandes FD sont les plus innovantes en produit, contrairement aux filiales étrangères où la taille de l'entreprise ne semble jouer aucun rôle dans l'innovation. En effet, au niveau global, l'effet de la variable $log(CA)$ n'est pas statistiquement significatif dans le modèle Probit pour les FE et cette variable n'apparaît pas dans les arbres de régression (Figure 6.1). Concernant les innovations de procédé, le Tableau 6.4 montre que les coefficients des facteurs relatifs à l'impulsion de la demande et à la pression de la concurrence sont statistiquement significatifs (avec un signe positif). Tandis que la R&D interne et la collaboration sont

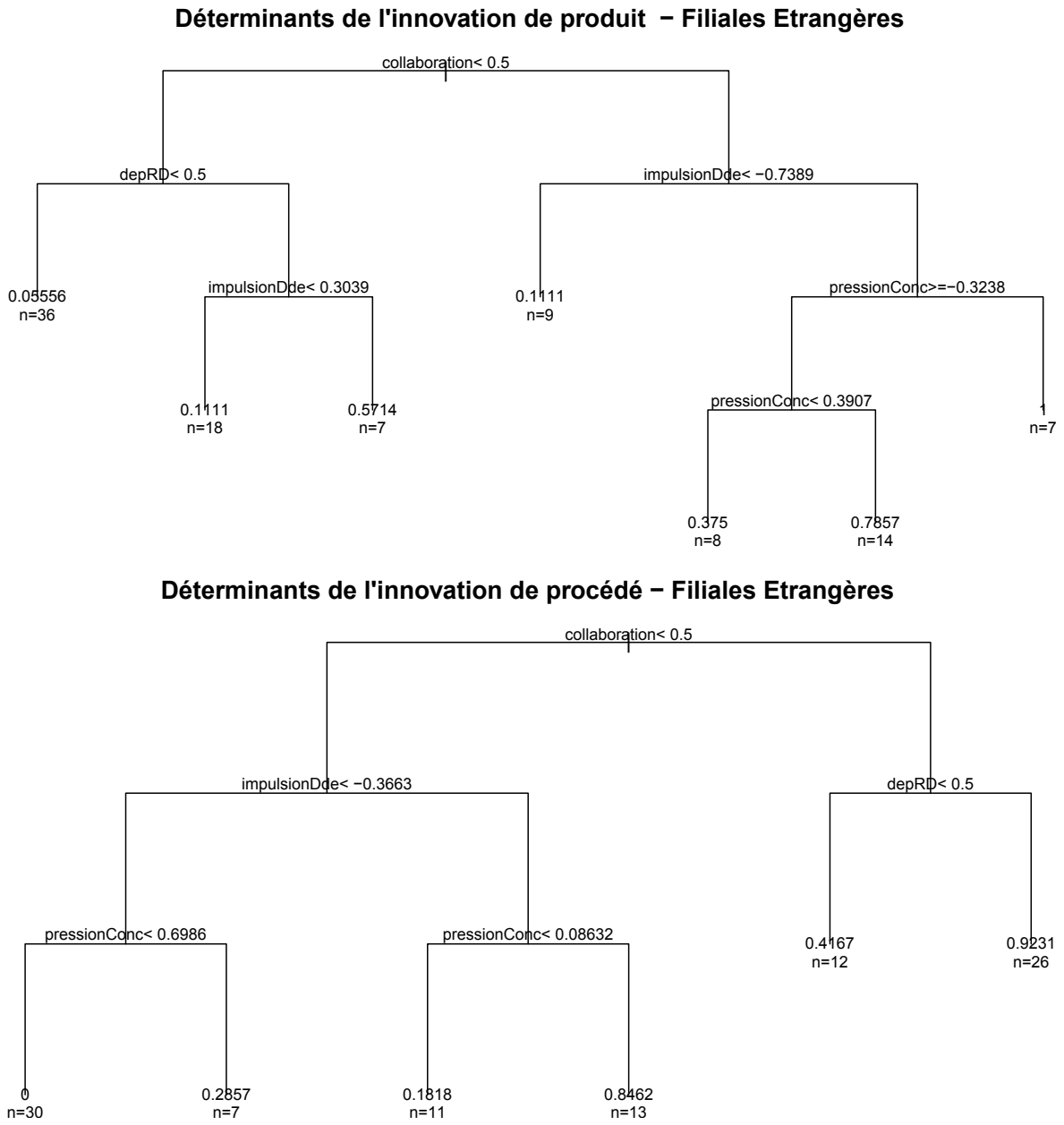


Fig. 6.1 – Déterminants de l'innovation

liées uniquement à la propension à innover des FE. Le recours à l'assistance technique de l'extérieur et la taille de l'entreprise jouent un rôle positif à la fois pour les FD et les FI.

Ces résultats nous mènent à aborder la question au sujet du rôle du système national d'innovation et de la capacité des entreprises domestiques dans l'adoption de la technologie. En effet, bien que la majorité des entreprises domestiques innovantes soient coopérantes, les effets des variables *collaboration* et *depRD* ne sont pas statistiquement significatifs dans les modèles Probit pour des deux types d'innovation en produit et en procédé. Ces variables peuvent être utilisées comme proxies de la capacité d'absorption. Cependant, puisque les données ne donnent pas des informations détaillées sur les sources de la connaissance, l'imitation et l'apprentissage, nous ne pouvons pas généraliser ces résultats.

La Figure 6.1 donne les déterminants de l'innovation de produit et de procédé des filiales étrangères. Sur la branche gauche des arbres, nous avons les probabilités d'innovation les plus faibles, avec une probabilité espérée égale à 0.05 pour l'innovation de produit et égale à 0 pour l'innovation de procédé. Nous observons que la coopération est le déterminant principal de l'innovation dans les FE. Le manque de la R&D interne rend les entreprises qui n'ont pas des accords de partenariat ou de coopération moins efficaces dans l'innovation de produit. La faiblesse de la demande et de la pression de la concurrence aggrave cette insuffisance pour les innovations de procédé si les entreprises ne coopèrent pas. Les variables qui montrent un effet statistiquement significatif sur l'innovation des FD sont[5] : $impulsionDde$, $ConsultTechn$ et $log(CA)$. Les Tableaux 6.6 et 6.7 et la Figure 6.2 montrent les distributions statistiques des ces variables. La technique de décomposition pourrait nous aider à comprendre les raisons de la différence d'innovation entre les 3 groupes d'entreprises.

Donc, les déterminants majeurs en relation avec l'innovation de produit au niveau global sont : la demande (pour les filiales domestiques et les entreprises indépendantes), la pression de la concurrence (pour les entreprises indépendantes), l'existance d'un département interne de R&D (pour filiales étrangères), la collaboration (seulement pour les filiales étrangères), l'accès à l'assistance technique externe (pour les filiales domestiques et les entreprises indépendantes), et la taille de l'entreprise (seulement pour les filiales domestiques).

Les facteurs expliquant les innovations de procédé au niveau global sont : la demande et la pression de la concurrence pour toutes les entreprises, l'existence d'un département interne de R&D et la coopération (pour les filiales étrangères), l'assistance technique externe (pour les filiales domestiques et les entreprises indépendantes), et la taille (pour les filiales domestiques et les entreprises indépendantes).

Cette différence dans le comportement d'innovation sera analysée dans la section suivante. La décomposition de l'écart d'innovation entre les entreprises nous aidera à comprendre les sources de la faiblesse de la propension à innover des FE.

[5]Le facteur relatif au contraintes et exigences de l'environnement (*environnement*) n'a pas d'effet statistiquement significatif (voir annexe, Tableau 17 page 270).

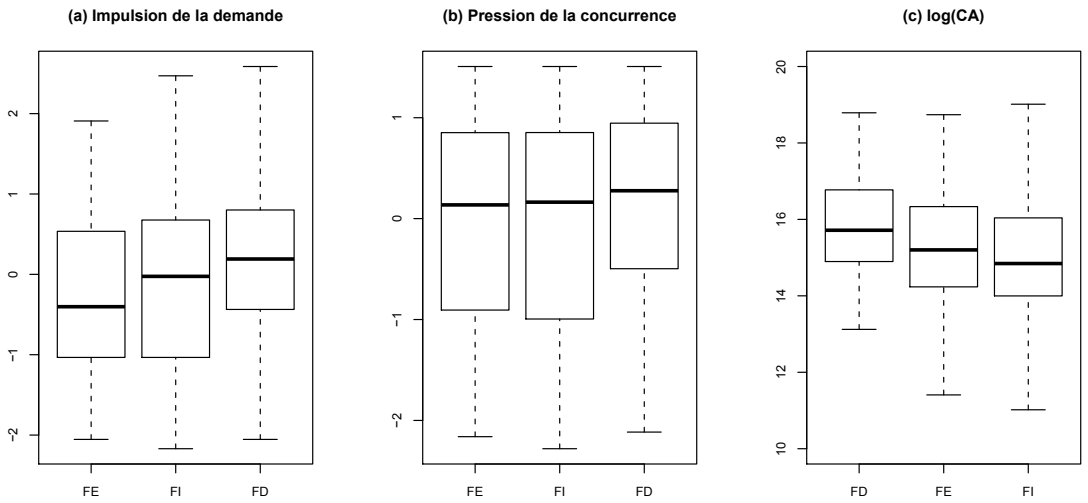


FIG. 6.2 – Déterminants de l'innovation

TAB. 6.6 – Médianes et résultats du test-WMW

Groupes	Impulsion de la demande	Pression de la concurrence	Taille ($log\,(CA)$)
FD	0.19	0.27	15.71
FI	−0.02	−0.16	14.84
FE	−0.40	0.13	15.20
Population	0.08	0.16	15.26
test-WMW	$FD > FI = FE$	$FD = FI = FE$	$FD > FI = FE$

TAB. 6.7 – Proportions et test-z de comparaison

Groupes	depRD	ConsultTechn	collaboration
FD	59.15%	50%	42.07%
FI	51.77%	42.44%	41.15%
FE	52.25%	25.22%	37.83%
Population	53.92%	41.30%	40.78%
$test - z$	$FD = FI = FE$	$FD = FI > FE$	$FD = FI = FE$

6.4.1.2 Décomposition de la différence d'innovation

Les résultats de l'analyse par la décomposition non-linéaire du modèle Probit, décrite dans le chapitre précédent, sont rapportés dans le Tableau 6.8. Il s'avère que 97.9% de la différence dans l'innovation de produit entre les filiales étrangères et les filiales domestiques est due à la différence dans la distribution de leurs caractéristiques observables (écart dans la distribution des variables explicatives entre les groupes) plutôt qu'aux différences dans les coefficients estimés des ces caractéristiques. Les autres 2.1% sont dues aux différences dans les coefficients liant ces caractéristiques à la probabilité de l'innovation et, par conséquent, à la différence dans le comportement d'innovation. Les écarts peuvent être dus également aux facteurs non observables ou non expliqués. La première colonne du Tableau 6.8, où les filiales domestiques sont considérées comme groupe de référence, montre que 40.8% de l'écart

TAB. 6.8 – Décomposition des différences dans l'innovation entre les filiales

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Innovation de produit				**Innovation de procédé**			
	FE vs FD		**FE vs FI**		**FE vs FD**		**FE vs FI**	
Groupe de référence	**FD**	**FE**	**FI**	**FE**	**FD**	**FE**	**FI**	**FE**
P(innover=1/Groupe)	0.481	0.303	0.412	0.303	0.544	0.444	0.491	0.444
Écart différentiel	0.178	-0.178	0.109	-0.109	0.099	-0.099	0.047	-0.047
Effets des caractéristiques	0.175	-0.073	0.050	-0.036	0.154	-0.113	0.060	-0.036
Contribution en %	97.9%	41.0%	46.0%	32.8%	155.1%	113.8%	128.4%	78.0%
Effects résiduels	0.004	-0.105	0.059	-0.073	-0.055	0.014	-0.013	-0.010
Contribution en %	2.1%	59.0%	54.0%	67.2%	-55.1%	-13.8%	-28.4%	22.0%
Décomposition détaillée								
impulsionDde	0.073*	-0.041	0.020*	-0.016	0.060*	-0.072*	0.014*	-0.022*
	(0.015)	(0.022)	(0.005)	(0.009)	(0.018)	(0.017)	(0.004)	(0.007)
% de l'écart	40.8%	22.8%	18.6%	14.6%	60.2%	72.2%	29.0%	47.3%
pressionConc	0.007	-0.004	0.004	-0.002	0.013*	-0.022*	0.007*	-0.008
	(0.004)	(0.006)	(0.003)	(0.005)	(0.006)	(0.009)	(0.003)	(0.007)
% de l'écart	4.1%	2.4%	3.3%	2.2%	13.0%	22.5%	15.6%	17.5%
depRD	0.008	-0.014	0.007	-0.003	-0.006	-0.013	0.000	0.005
	(0.006)	(0.008)	(0.003)	(0.006)	(0.005)	(0.007)	(0.003)	(0.005)
% de l'écart	4.3%	8.0%	6.3%	2.8%	-5.9%	13.6%	0.6%	-10.8%
collaboration	0.002	-0.007	-0.001	-0.004	0.000	-0.018*	-0.001	-0.011
	(0.003)	(0.005)	(0.003)	(0.006)	(0.003)	(0.007)	(0.003)	(0.007)
% de l'écart	1.1%	4.2%	-1.0%	3.4%	0.2%	18.5%	-1.6%	23.8%
ConsultTechn	0.048*	-0.010	0.025*	-0.007	0.054*	0.010	0.042*	0.006
	(0.019)	(0.031)	(0.012)	(0.023)	(0.021)	(0.029)	(0.013)	(0.016)
% de l'écart	26.9%	5.6%	22.8%	6.6%	54.4%	-10.4%	90.5%	-12.2%
log(CA)	0.037*	0.005	-0.003	-0.002	0.033*	0.005	-0.004	-0.003
	(0.013)	(0.014)	(0.003)	(0.007)	(0.014)	(0.013)	(0.003)	(0.010)
% de l'écart	20.6%	-2.6%	-2.4%	1.7%	33.5%	-4.8%	-9.4%	6.2%

La dernière partie avec (*) donne les estimations de contributions significatives à 5%.
Les estimations données en pourcentage de l'écart des valeurs moyennes de la décomposition en utilisant 100 replications (Fairlie 2005).

sont expliqués par le facteur de la demande plus élevé pour les filiales domestiques, 20.6% sont liés au chiffre d'affaire (valeur moyenne) plus grand et 26.9% à l'accès plus élevé à l'assistance technique externe. La contribution de chacune de ces variables à l'écart initial est égale au changement de la probabilité moyenne espérée de l'innovation en remplaçant la distribution de cette variable dans le groupe des filiales domestiques (FD) par sa distribution dans le groupe des filiales étrangères (FE) -toutes choses égales par ailleurs- en supposant que la distribution des autres variables est constante. La comparaison de la différence entre les entreprises indépendantes et les filiales étrangères montre que la grande partie de la différence dans l'innovation est expliquée par la différence dans les coefficients et les caractéristiques non observables. Cette part importante non expliquée dans la décomposition saisie, en partie, les contributions des différences dans les caractéristiques non observables et elle est sensible aux coefficients de la régression, rendant l'interprétation plus difficile. Cependant, la différence non expliquée pour l'innovation de procédé (signe négatif de l'écart d'innovation) signifie que les écarts dans les caractéristiques observées (variables explicatives introduites dans le modèle) expliquent plus que l'écart différentiel global dans les probabilités d'innovation entre les groupes. Dans la colonne (5), la contribution des effets des caractéristiques est égale à 155.1% signifiant que les filiales étrangères (FE) seraient plus innovantes en procédé que les filiales domestiques (FD) si nous leur assignons la moyenne des covariables de ces dernières (des filiales domestiques). D'ailleurs, dans ce cas la différence dans l'innovation, qui ne peut pas être expliquée par les différences des variables explicatives, a un signe opposé à

la différence globale, signifiant que, comme avec les résultats des régressions présentées ci-dessus, si les firmes étrangères et domestiques ont des caractéristiques semblables, les firmes étrangères seront plus innovantes en procédé. De même, Les différences dans les valeurs moyennes des variables explicatives expliquent 113.8% de l'écart différentiel dans l'innovation de procédé entre les entreprises domestiques et les filiales étrangères correspondant à une contribution expliquée égale à -0.113. Elle signifie que les entreprises domestiques seraient moins innovantes en procédé que les filiales étrangères si nous leur assignons les valeurs moyennes des caractéristiques de ces dernières (les filiales étrangères). De façon générale, la demande explique la grande partie de l'écart dans l'innovation.

La probabilité d'innovation faible des FE peut être liée à la faiblesse du taux de collaboration (correspond à un pourcentage plus faible), de la demande, de l'effort interne en R&D (pour des innovations de produit) et de la pression de la concurrence (pour les innovations de procédé).

Dans ce qui suit nous changeons l'otique d'analyse pour étudier la relation entre la structure de capital et l'innovation des entreprises en Tunisie. Dans la section suivante, nous comparons les différences dans les propensions à innover entre les entreprises détenues exclusivement par l'étranger ($partEtranger = 100\%$), les entreprises à participation mixte au capital ($0\% < partEtranger < 100\%$) et les entreprises à capital détenu totalement par des propriétaires tunisiens ($partEtranger = 0\%$). La distinction entre les entreprises à participation étrangère majoritaire et celles à participation étrangère minoritaire donne des résultats ambigus puisque la majorité des entreprises sont soit détenues totalement par des résidents (351 entreprises) soit par des étrangers (133 entreprises).

Tab. 6.9 – Classification des entreprises selon la structure de capital

Capital totalement étranger	**KE**	binaire pour $partEtranger = 100\%$
Capital mixte	**KM**	binaire pour $0\% < partEtranger < 100\%$
Capital domestique	**KD**	binaire pour $partEtranger = 0\%$

6.4.2 Rôle de la participation étrangère dans l'innovation

Les estimations données dans le Tableau 6.10 pour les trois groupes d'entreprises, classées selon la structure de propriété, montrent que les entreprises à participation étrangère totale (sont moins innovantes. La probabilité estimée est plus petite que celle des entreprises à participation mixte ou à participation domestique totale. Le test non-paramétrique de WMW, présenté dans le Tableau 6.11, confirme ce résultat. Il devrait être intéressant de voir si les groupes d'entreprises diffèrent dans le modèle et le comportement d'innovation et expliquer les sources de ces écarts et les sources de la faiblesse de l'innovation des entreprises étrangères.

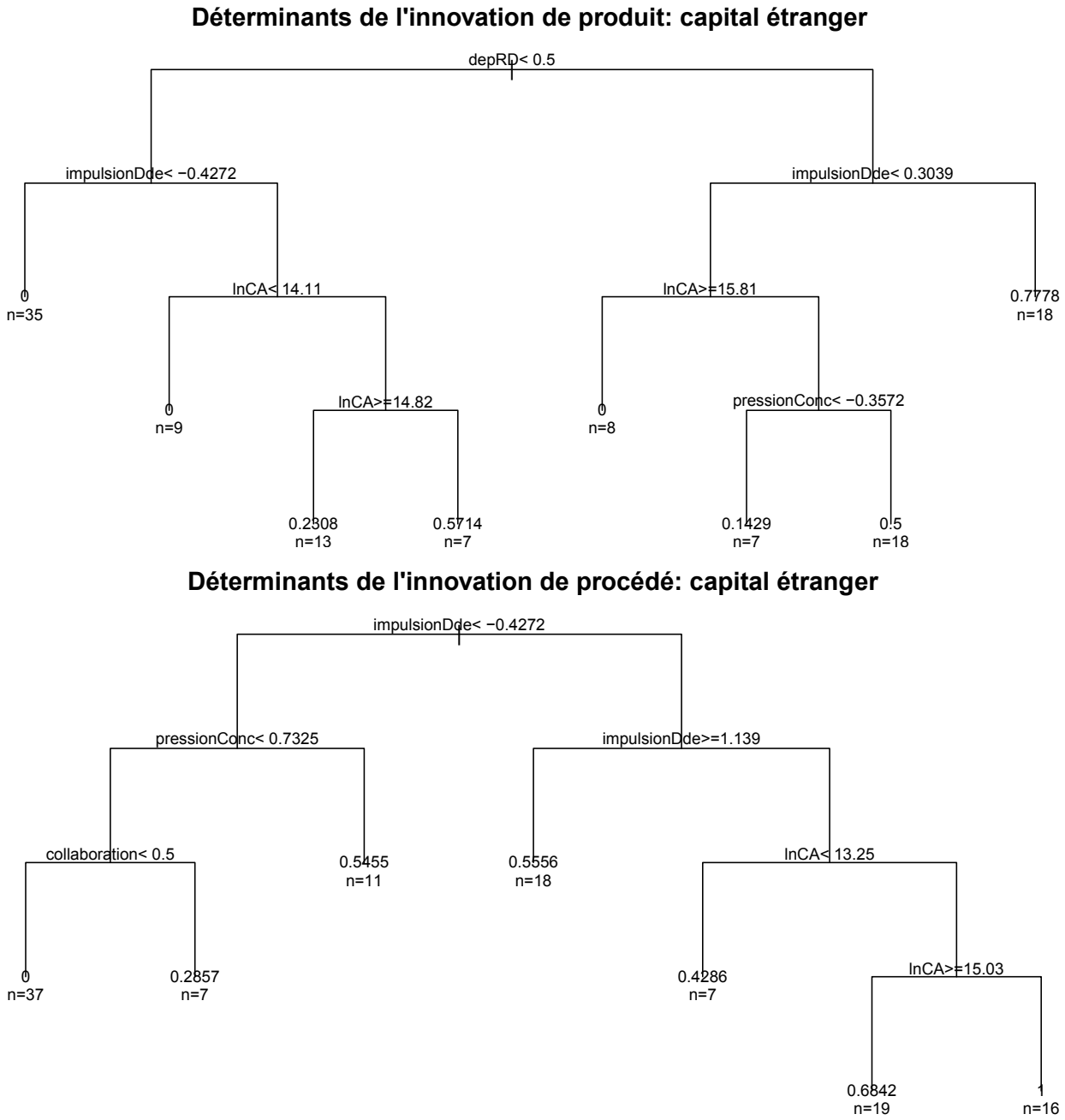


FIG. 6.3 – Entreprises à capital 100% étranger

TAB. 6.10 – Régression Probit : Propriété étrangère

	Innov. Prod.			Innov. Proc.		
	KE	**KM**	**KD**	**KE**	**KM**	**KD**
impulsionDde	0.449**	0.594***	0.589***	0.542***	0.154	0.387***
	(0.146)	(0.179)	(0.085)	(0.141)	(0.174)	(0.079)
pressionConc	-0.039	0.370*	0.255**	0.420**	0.389*	0.362***
	(0.168)	(0.156)	(0.084)	(0.157)	(0.158)	(0.080)
depRD	1.036***	0.584	0.284	0.106	0.287	0.194
	(0.311)	(0.329)	(0.174)	(0.303)	(0.331)	(0.168)
Collaboration	0.382	0.396	0.110	0.789*	0.716*	-0.122
	(0.315)	(0.305)	(0.174)	(0.320)	(0.301)	(0.172)
ConsultTechn	-0.049	0.161	0.552***	0.382	0.635*	0.568***
	(0.368)	(0.323)	(0.165)	(0.347)	(0.315)	(0.163)
log(CA)	0.054	0.001	0.088*	0.043	0.044	0.113**
	(0.097)	(0.108)	(0.044)	(0.096)	(0.107)	(0.043)
const.	-2.076	-0.714	-2.105**	-1.088	-1.612	-2.062**
	(1.464)	(1.575)	(0.677)	(1.428)	(1.569)	(0.654)
Observations	115	97	326	115	97	326
LR chi2(6)	33.37	35.91	103.56	47.95	34.79	83.07
Prob > chi2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pseudo R2	0.2489	0.2671	0.2319	0.3045	0.2587	0.1840
Predict Prob.	0.21	0.49	0.41	0.39	0.49	0.51

Significativité : *** : 0.1% ** : 1% * : 5%
KE : capital 100% étranger
KM : capital mixte
KD : capital 100% domestique

6.4.2.1 Les déterminants de l'innovation

Les distributions statistiques des variables explicatives introduites dans le modèle sont données dans les Tableaux 6.12 et 6.13 et la Figure 6.4, montrant que les entreprises étrangères font face à des facteurs de demande et de pression de la concurrence plus faibles. La proportion des départements de R&D et le taux d'accès à l'assistance technique externe sont aussi plus faibles.

En outre, les estimations indiquent que l'impact de ces facteurs est diffèrent. Les principaux facteurs liés à l'innovation de produit au niveau global sont : la demande (pour tous les groupes d'entreprises), la pression de la concurrence (pour les entreprises détenues exclusivement par des propriétaires domestiques ou à capital mixte), le département interne de R&D (pour les entreprises à capital 100% étranger), l'accès à l'assistance technique externe et la taille de l'entreprise (pour les entreprises à capital 100% domestique).

La Figure 6.3 donne les déterminants de l'innovation des entreprises à capital 100% étranger. Au côté gauche des arbres, nous avons les probabilités d'innovation les plus faibles, avec $P[innovprod = 1] = 0$ pour $n = 38$ entreprises et $P[innovproc = 1] = 0$ pour $n = 37$ entreprises. Nous observons que la faiblesse du facteur demande et de l'effort interne en R&D rendent les entreprises moins performantes dans les innovations de produit. Une demande très basse avec une pression de la concurrence faible augmentent cette insuffisance pour les innovations de procédé si les entreprises ne coopèrent pas.

Contrairement au cas des filiales étrangères, le Tableau 6.10 montre que les innovations de produit des entreprises à capital détenu totalement par des étrangers (KE) sont liées à la R&D interne et que les innovations de procédé sont liées plus à la demande (*voir* Figure

TAB. 6.11 – Comparaison des probabilities d'innovation : test-WMW

$H_0 : predinnov(CapitalDomestique) = predinnov(CapitalMixte)$		
z-stat	p-value	probabilité
-0.420	0.674	$P\{predinnov(CapitalDomestique) > predinnov(CapitalMixte)\} = 0.486$
$H_0 : predinnov(CapitalDomestique) = predinnov(CapitalEtranger)$		
z-stat	p-value	probabilité
4.749	0.000	$P\{predinnov(CapitalDomestique) > predinnov(CapitalEtranger)\} = 0.649$
$H_0 : predinnov(CapitalMixte) = predinnov(CapitalEtranger)$		
z-stat	p-value	probabilité
3.938	0.000	$P\{predinnov(CapitalMixte) > predinnov(CapitalEtranger)\} = 0.657$
Process innovation		
$H_0 : predinnov(CapitalDomestique) = predinnov(CapitalMixte)$		
z-stat	p-value	probabilité
-1.102	0.270	$P\{predinnov(CapitalDomestique) > predinnov(CapitalMixte)\} = 0.463$
$H_0 : predinnov(CapitalDomestique) = predinnov(CapitalEtranger)$		
z-stat	p-value	probabilité
4.887	0.000	$P\{predinnov(CapitalDomestique) > predinnov(CapitalEtranger)\} = 0.653$
$H_0 : predinnov(CapitalMixte) = predinnov(CapitalEtranger)$		
z-stat	p-value	probabilité
4.518	0.000	$P\{predinnov(CapitalMixte) > predinnov(CapitalEtranger)\} = 0.680$

TAB. 6.12 – Médianes et test-WMW

Propriété	Facteur Demande	Pression de la concurrence	Taille ($log\,(CA)$)
KD	0.18	0.16	15.32
KM	0.18	0.55	15.54
KE	-0.42	-0.07	14.73
Population	0.08	0.16	15.26
test-WMW	$KD = KM > KE$	$KD = KM > KE$	$KD = KM > KE$

6.3). La variable *pressionConc* a un effet important sur l'innovation de procédé plutôt que sur l'innovation de produit pour les entreprises étrangères (le même résultat a été vérifié précédemment pour le cas des filiales étrangères).

Les facteurs liés aux innovations de procédé au niveau global sont : la demande (pour les entreprises étrangères et domestiques), la pression de la concurrence (pour toutes les entreprises), la coopération (pour les entreprises étrangères et à capital mixte), l'accès à l'assistance technique externe (pour les entreprises domestiques et à capital mixte), la taille (pour les entreprises domestiques).

TAB. 6.13 – Proportions et $test - z$

Propriété	depRD	ConsultTechn	collaboration
KD	57.55%	46.15%	43.02%
KM	55.88%	52.94%	48.04%
KE	42.85%	19.55%	29.32%
Population	53.92%	41.30%	40.78%
$test - z$	$KD = KM > KE$	$KD = KM > KE$	$KD = KM > KE$

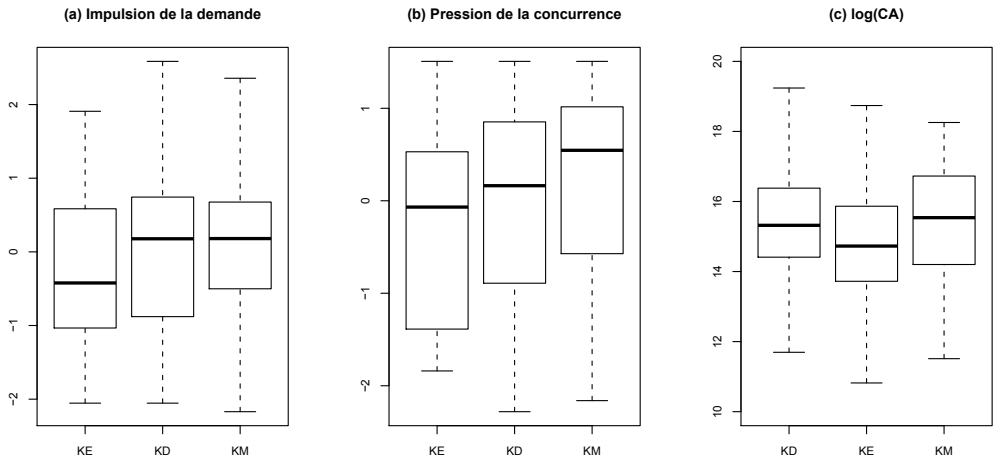


FIG. 6.4 – Déterminants de l'innovation

6.4.2.2 Décomposition de la différence d'innovation

Le Tableau 6.14 rapporte les estimations de la décomposition des écarts d'innovation. Il relève que les différences dans les caractéristiques retenues expliquent entre 52.1% et 81.7% de l'écart total de l'innovation de produit entre les entreprises à capital totalement étranger et celles à capital détenu exclusivement par des résidents. La contribution des différences dans les caractéristiques entre les entreprises à capital étranger et les entreprises à capital mixte dans l'écart total observé varie entre 32.6% et 58.3%. L'influence de ces variables n'est pas homogène. Il est à souligner qu'une part non négligeable de l'écart d'innovation est expliquée par le résidu. Le déterminant principal de la faiblesse de l'innovation des entreprises étrangères est la faiblesse du pourcentage des entreprises qui ont une structure de R&D (pour les innovations de produit) et de la demande (pour les innovations de procédé). Le niveau bas du facteur demande et la petite taille sont deux facteurs importants liés à la faiblesse des innovations de produit. La faiblesse de la pression de la concurrence, en combinaison avec l'absence de la coopération, est la source de cette faiblesse pour les innovations de procédé des entreprises à capital étranger.

Les résultats trouvés précédemment ne soutiennent pas l'idée que les entreprises étrangères jouent un rôle important dans la création de nouvelles technologies, impliquant la génération de nouvelles connaissances qui favorisent l'innovation dans les pays en voie de développement. Les résultats au niveau global montrent que les entreprises étrangères ne sont pas les canaux spécifiques de l'innovation de produit en Tunisie. Néanmoins, elles induisent des capacités plus élevées dans l'innovation de procédé pour les entreprises qui font face à une impulsion de la demande et une pression de la concurrence élevées.

Ces résultats montrent que les investissements étrangers ne contribuent pas d'une manière significative au développement de l'innovation en Tunisie. L'attraction des IDE en Tunisie est basé essentiellement sur la spécialisation dans les activités de sous-traitance qui ne contribuent pas significativement à l'innovation et à la création de nouvelles connais-

TAB. 6.14 – Décomposition des différences selon la participation au capital

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Innovation de produit				**Innovation de procédé**			
	KD vs KE		**KM vs KE**		**KD vs KE**		**KM vs KE**	
Référence	**KD**	**KE**	**KM**	**KE**	**KD**	**KE**	**KM**	**KE**
P(innover=1/Groupe)	0.436	0.270	0.505	0.270	0.518	0.435	0.505	0.435
Écart différentiel	0.166	-0.166	0.236	-0.236	0.084	-0.084	0.070	-0.070
Effects des caractéristiques	0.136	-0.086	0.137	-0.077	0.138	-0.134	0.172	-0.165
Contribution en %	81.7%	52.1%	58.3%	32.6%	165.6%	159.9%	244.9%	234.4%
Effects résiduels	0.030	-0.080	0.098	-0.159	-0.055	0.050	-0.102	0.095
Contribution en %	18.3%	47.9%	41.7%	67.4%	-65.6%	-59.9%	-144.9%	-134.4%
Detailed decomposition								
impulsionDde	0.045*	-0.048*	0.045*	-0.037*	0.040*	-0.041*	0.011	-0.037*
	(0.006)	(0.013)	(0.013)	(0.009)	(0.008)	(0.010)	(0.013)	(0.009)
% de l'écart	26.8%	28.7%	19.3%	15.6%	47.7%	49.5%	16.2%	53.2%
pressionConc	0.013*	0.002	0.034*	0.004	0.021*	-0.026*	0.041*	-0.045*
	(0.005)	(0.010)	(0.015)	(0.017)	(0.005)	(0.010)	(0.015)	(0.017)
% de l'écart	7.9%	-1.4%	14.6%	-1.7%	25.0%	31.1%	57.8%	64.4%
depRD	0.012	-0.028*	0.023	-0.025*	0.007	-0.004	0.009	-0.004
	(0.008)	(0.010)	(0.013)	(0.008)	(0.007)	(0.013)	(0.010)	(0.010)
% de l'écart	7.4%	17.0%	9.6%	10.8%	8.9%	5.1%	12.3%	5.0%
collaboration	0.003	-0.011	0.019	-0.013	-0.003	-0.024*	0.034*	-0.035*
	(0.005)	(0.010)	(0.015)	(0.012)	(0.005)	(0.012)	(0.015)	(0.014)
% de l'écart	1.8%	6.4%	8.1%	5.5%	-4.1%	28.8%	47.8%	49.7%
ConsultTechn	0.047*	0.004	0.015	0.005	0.051*	-0.033	0.068*	-0.037
	(0.014)	(0.031)	(0.031)	(0.036)	(0.015)	(0.030)	(0.035)	(0.034)
% de l'écart	28.2%	-2.4%	6.4%	-2.0%	60.6%	39.3%	96.6%	53.0%
log(CA)	0.018	-0.008	0.000	-0.011	0.025*	-0.007	0.010	-0.007
	(0.009)	(0.016)	(0.020)	(0.019)	(0.009)	(0.017)	(0.024)	(0.015)
% de l'écart	10.7%	5.0%	0.1%	4.5%	29.7%	8.9%	13.8%	9.4%

La dernière partie avec (*) donne les estimations de contributions significatives à 5%.
Les estimations données en pourcentage de l'écart des valeurs moyennes de la décomposition en utilisant 100 replications (Fairlie 2005).
KE : capital 100% étranger
KM : capital mixte
KD : capital 100% domestique

sances technologiques. Malheureusement, les données ne permettent pas d'étudier les effets de spillovers de connaissances technologiques.

6.5 Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'analyse du comportement d'innovation des entreprises par l'analyse de la différence dans la propension à innover entre les entreprises domestiques et les entreprises étrangères. Nous avons commencé par l'analyse des facteurs liés l'innovation en étudiant les écarts dans les propension à innover entre les filiales étrangères, les filiales domestiques et les firmes indépendantes. Les résultats montrent que la faiblesse de la probabilité d'innovation dans les firmes étrangères est liées principalement à l'insuffisance de leurs investissements en R&D par rapport aux entreprises domestiques. Nous avons trouvé le même résultat dans l'analyse de la structure de capital.

Les firmes étrangères diffèrent dans les efforts et le rendement des activités d'innovation parce qu'elles poursuivent des stratégies d'innovation différentes de celles des firmes domestiques. Rappelons que deux stratégies d'innovation des multinationales sont distinguées dans la littérature (Narula & Zanfei 2006) : la stratégie d'exploitation des capitaux (*asset-*

exploiting) à travers les activités de production dans le pays d'accueil et la concentration des activités d'innovation dans le pays d'origine. L'insuffisance des possibilités d'innovation des entreprises étrangères en Tunisie peut s'expliquer par la stratégie d'attractivité des entreprises offshore orientées vers l'exportation (l'entreprise ne cherche pas à adapter sa production aux besoins des clients locaux). Dans la deuxième stratégie de recherche de capitaux (*asset-augmenting*), les filiales peuvent développer de nouveaux produits ou procédés dans le pays d'accueil (généralement la conception ou l'adaptation des produits ou procédés) pour bénéficier des facteurs ou des connaissances technologiques disponibles. La centralisation des activités de R&D dans les sièges sociaux des multinationales (dans les pays d'origine) peut leur permettre de réaliser des économies d'échelle (Günther et al. 2008, 2010).

Les IDE peuvent aussi aider l'entreprise à surmonter les différents obstacles dans le processus d'innovation, tels que le manque de ressources financières, le manque d'information sur la technologie et sur le marché ou les problèmes d'organisation. L'analyse des obstacles aux activités d'innovation ne doivent pas être négligées dans l'analyse du comportement d'innovation des entreprises tunisiennes. En effet, les activités d'innovation des entreprises sont liées à l'environnement des investissements et au système d'innovation dans le pays d'accueil. La majorité des IDE en Tunisie sont spécialisées dans le textile, de tourisme et la sous-traitance.

Le chapitre suivant se propose d'étudier la perception des obstacles aux activités d'innovations dans les entreprises tunisiennes.

Chapitre 7

Perceptions des obstacles aux activités d'innovation

7.1 Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'étudier la nature et le degré des obstacles aux activités d'innovation des entreprises tunisiennes. Cette question nous semble être négligée dans la littérature empirique en dépit de l'importance accordée à l'innovation et à la compétitivité des entreprises. La littérature empirique se concentre principalement sur le rôle des facteurs internes et externes qui favorisent l'innovation dans les pays en développement. Cependant, ces pays font face souvent à de véritables entraves qui dérivent du caractère multidimensionnel du processus d'innovation. Nous abordons cette question par une analyse de la perception, par les entreprises tunisiennes, des obstacles à l'innovation liés aux difficultés d'accès à l'information technologique, au manque de sources de financement externes appropriées ou de fonds internes suffisants, au manque de personnel technique qualifié ou à d'autres facteurs liés à l'offre, à la demande ou aux conditions du marché. Ces problèmes apparaissent également lorsque les risques et les coûts d'innovation sont trop élevés (Hadjimanolis 1999, Segarra-Blasco et al. 2008). Le risque et l'incertitude des activités de recherche ainsi que les problèmes d'appropriation des résultats et d'asymétrie d'information constituent des entraves au financement de l'innovation, particulièrement dans le cas des petites et moyennes entreprises (Hall 2002, Mohnen et al. 2008).

En dépit de l'effort considérable des travaux sur l'identification des conditions et des facteurs favorables à l'innovation dans les pays en développement, très peu de contributions portent sur l'analyse des obstacles entravant ou ralentissant le processus d'innovation et des facteurs affectant leur perception. À notre connaissance, trois principales contributions ont explicitement étudié cette problématique pour le cas des pays en voie de développement : les travaux de Hadjimanolis (1999) pour le cas du Chypre, de Clancy (2001) sur un échantillon d'entreprises indiennes de petites et moyennes tailles, et de Lim & Shyamala (2007) sur des données d'enquêtes malaisiennes. Dans le cas des pays développés, les travaux très récents sont basés essentiellement sur des données d'enquêtes canadiennes (Mohnen & Rosa 2002, Mohnen & Röller 2005, Tourigny & Le 2004, Baldwin & Lin 2002), sur des données CIS-2 françaises (Galia & Legros 2004), sur des multinationales en Italie (Iammarino et al. 2007), sur des données CIS-4 anglaises (D'Este et al. 2008), sur des données CIS-3-5 pour les

Pays-Bas (Mohnen et al. 2008), sur des données CIS-2 pour le Portugal (Silva et al. 2008) et sur des données espagnoles (March-Chordà et al. 2002, González et al. 2005, Segarra-Blasco et al. 2008, Madrid-Guijarro et al. 2009). Certains travaux mettent l'accent sur le rôle des caractéristiques des entreprises et ressortent les facteurs expliquant la perception des obstacles. D'autres soulignent la complémentarité entre ces obstacles pour adopter une approche systémique permettant d'y remédier. L'évidence empirique fournie par ces contributions est que plus une entreprise est impliquée dans les activités de R&D et d'innovation, plus elle fait face à des obstacles à l'innovation plus importants (Mohnen & Rosa 2001). Ceci peut être expliqué par l'aspect mécanique de la perception des obstacles. Plus une entreprise effectue un effort de R&D et d'innovation, plus elle se heurte à des difficultés.

Au delà de l'analyse des conditions favorables à l'innovation, nous analysons, dans ce chapitre, les principaux facteurs qui entravent les activités innovatrices. Les obstacles perçus fournissent une image sur les éléments essentiels qui caractérisent le système national d'innovation constitué par des composants interdépendants liés à l'innovation. La perception des obstacles à l'innovation implique des interactions multidimensionnelles et complexes. Elle dépend des conditions et des caractéristiques des entreprises et varie selon le contexte socio-économique et institutionnel dans lequel ces dernières sont situées. Ainsi, lors du déroulement des activités d'innovation, les entreprises font face à de nombreux obstacles liés aux facteurs économiques, tant internes qu'externes (Iammarino et al. 2007).

Ce chapitre s'inspire directement des travaux de Mohnen & Rosa (2002) et de Galia & Legros (2004) et cherche à déterminer dans quelles mesures les obstacles complémentaires doivent être considérés globalement, en tant que « partie intégrante d'un système ». Donc, à l'instar de ces travaux, notre étude vise deux objectifs. Dans un premier temps, nous réalisons une étude économétrique en utilisant le modèle probit ordonné pour déterminer les facteurs influençant le degré de la perception des obstacles aux activités d'innovation. Dans un second temps, nous essayons de discerner des complémentarités entre ces obstacles par l'analyse exploratoire des corrélations et l'estimation d'un modèle probit multivarié. Donc, ce chapitre sera organisé de la manière suivante : Nous passons, dans la deuxième section, par une revue de littérature sur les études empiriques des obstacles à l'innovation et leurs perceptions dans les pays développés et les pays en développement. Nous consacrons la section trois à une brève présentation des modèles économétriques. La section quatre est consacrée à l'analyse de la relation entre les caractéristiques des entreprises et la perception des obstacles à l'innovation. La dernière section étudie la complémentarité entre ces obstacles.

7.2 Revue de littérature et cadre conceptuel

Les travaux sur l'innovation ont plutôt concentré leurs analyses sur les déterminants des activités innovatrices ainsi que leurs impacts sur la performance économique et technologique des entreprises (*Cf.* Chapitre 1). Les possibilités et les modes d'innovation sont le résultat des motivations et des interactions dans un système économique stimulant ou contraignant

la capacité et le processus d'innovation de l'entreprise (Silva et al. 2008, Hewitt-Dundas 2006, Foxon & Pearson 2008). Chaminade et al. (2008) définissent les facteurs qui entravent l'innovation et qui réduisent les possibilités des entreprises de s'engager dans l'apprentissage interactif et dans l'innovation au niveau systémique (*voir aussi* Chaminade & Edquist 2006). Ces facteurs incluent :

- le manque de soutien institutionnel à l'innovation : disponibilité limitée des ressources financières pour les activités qui nécessitent des niveaux élevés de risque et d'incertitude.
- le manque d'infrastructure de recherche scientifique et technologique : la faiblesse dans la qualification de la main d'œuvre.
- le manque d'information sur des opportunités technologiques sur le marché : lien faible entre les composants du système d'innovation,
- les caractéristiques liées à la structure de marché et aux barrières à l'entrée.

Les perceptions des obstacles à l'innovation varient selon les caractéristiques des entreprises. En utilisant les données d'une enquête sur l'innovation au Canada, Tourigny & Le (2004) constatent, pour des entreprises d'un même groupe et de mêmes tailles, que les entreprises plus innovantes font face à plus d'obstacles et que les grandes entreprises supportent des coûts élevés, comme obstacles à l'innovation, mais semblent avoir un avantage relatif en ce qui concerne le financement des activités d'innovation. Cependant, les petites entreprises font face au manque d'accès à l'expertise comme entrave à l'innovation. Les petites entreprises qui sont plus innovantes font face moins au manque de personnel qualifié et à la rigidité organisationnelle que les petites entreprises qui sont moins innovantes.

En s'attachant au processus d'innovation selon la logique des compétences, diverses études traitent les barrières à l'innovation dans les petites et moyennes entreprises dans les pays développés (Freel 2000, 1999, March-Chordà et al. 2002, Hewitt-Dundas 2006). En effet, Hewitt-Dundas (2006) montre que les différences dans l'innovation peuvent être dues aux différences dans les ressources de base. Freel (2000, 1999) indique que les entreprises innovantes trouvent des difficultés d'accès à des sources de financement externes et comptent souvent sur les découverts pour le développement d'un nouveau produit. En outre, les entreprises doivent développer les compétences internes en améliorant les qualifications techniques et de marketing au sein de l'entreprise. Il propose quatre catégories de contraintes à la capacité des petites entreprises à innover : le financement, le management et le marketing, le facteur travail, et l'information.

D'Este et al. (2007, 2008, 2009) étudient les facteurs qui réduisent les obstacles à l'innovation par la distinction entre les entreprises qui font face à des barrières à l'innovation *décourageantes* (entreprises non innovantes) et les entreprises qui confrontent les barrières à l'innovation *révélées* (entreprises innovantes). En utilisant des données d'enquête permettant de mesurer le degré d'engagement des entreprises dans l'innovation, ces auteurs montrent la relation « U-inversée » entre le niveau d'engagement dans des activités d'innovation et l'évaluation des obstacles. La relation non linéaire justifie la différenciation entre les découragements et les barrières à l'innovation et confirme, en effet, que les non-innovateurs

sont extrêmement sensibles aux obstacles à l'innovation. Les entreprises non innovantes évaluent les obstacles comme plus importants comparés aux entreprises impliquées modestement dans l'innovation. Ces évaluations sont semblables à celles des entreprises impliquées fortement dans les activités d'innovation. Les résultats trouvés soutiennent la conclusion contre-intuitive (dans une grande partie de la littérature sur des obstacles à l'innovation basée sur des enquêtes d'innovation) indiquant l'impact positif et significatif des contraintes et des obstacles sur la vraisemblance de l'innovation (Baldwin & Lin 2002, Mohnen & Röller 2005, Savignac 2008).

Conjecture 7.2.1 *Les obstacles à l'innovation varient selon les caractéristiques des entreprises. Ils sont liés positivement aux activités d'innovation en produit et en procédé.*

Baldwin & Lin (2002) étudient la différence de la perception des obstacles à l'innovation entre les innovateurs et les non innovateurs dans un échantillon d'entreprises canadiennes. Ils indiquent que les obstacles sont rapportés plus fréquemment par les utilisateurs de la technologie que les non-utilisateurs et plus fréquemment par les entreprises innovantes que celles non innovantes. Ils indiquent plusieurs obstacles associés au manque de personnel qualifié et d'information scientifique et technique, aux difficultés dans l'apprentissage et à la résistance interne au changement. Galia & Legros (2004) et Mohnen & Rosa (2002) étudient les complémentarités entre les obstacles à l'innovation en utilisant, respectivement, un échantillon d'entreprises françaises et un échantillon d'entreprises de services canadiennes afin de dessiner les implications politiques concernant l'ensemble des obstacles interdépendants permettant d'adopter une approche systémique. Ces contributions précisent également une association positive entre la propension ou l'intensité des activités d'innovation et la vraisemblance de percevoir des obstacles importants. La complémentarité entre les obstacles à l'innovation confirme la mise en place de politiques systémiques (Mohnen & Rosa 2001, 2002, Galia & Legros 2004). La littérature empirique définit les obstacles dans les questionnaires par tout facteur entravant ou ralentissant l'innovation, mais n'indique pas si ces problèmes représentent une barrière réelle (Iammarino et al. 2007). Les estimations de Galia & Legros (2004) soulignent les difficultés rencontrées par les entreprises qui mettent en œuvre des activités d'innovation. Cet argument explique la raison pour laquelle plus une entreprises est innovante, plus elle attache une valeur importante aux obstacles à surmonter. D'un autre coté, Baldwin & Lin (2002) et Tourigny & Le (2004) soulignent que ces obstacles, au moins comme mesurés dans des enquêtes d'innovation CIS, ne doivent pas être interprétés comme facteurs empêchant l'innovation ou l'adoption de nouvelles technologies. En revanche, Ils doivent être considérés plus généralement comme indicateurs de la capacité de l'entreprise à les surmonter.

Conjecture 7.2.2 *Les entreprises les plus innovantes donnent plus d'importance aux obstacles à l'innovation quelque soient leurs secteurs d'activités et leur structure de propriété.*

Silva et al. (2008) identifient les obstacles à l'innovation qui influencent les capacités d'innovation des entreprises au Portugal. Ils montrent également que les entreprises innovantes sont celles qui ont plus de perception des obstacles qui ralentissent le développement des activités d'innovation. Ils font des propositions de politiques publiques afin de surmonter les facteurs restreignant les capacités innovatrices des entreprises : Particulièrement les sources alternatives de financement, les incitations aux activités d'innovation et l'ouverture à des réseaux d'innovation.

Conjecture 7.2.3 *Les obstacles à l'innovation constituent une partie d'un système dont les différentes composantes sont dans une relation de dépendance réciproque.*

Concernant les pays en développement, Hadjimanolis (1999) souligne le rôle principal joué par plusieurs barrières internes et externes au processus d'innovation, tels que le manque de la formation technique des employés, la bureaucratie, le schéma inadéquat des sources de financement de l'innovation et l'infrastructure technologique insatisfaisante au niveau de la politique nationale d'innovation. Clancy (2001) constate que l'efficacité technique varie de manière significative entre les entreprises. Elle peut être attribuée au manque d'opportunités technologiques au sein des entreprises et à la faiblesse dans l'environnement externe. Cet auteur identifie la faiblesse des qualifications manageriales et de l'appui institutionnel comme facteurs principaux qui inhibent l'innovation au sein des entreprises. La politique liée aux pratiques en matière d'innovation est identifiée comme une restriction aux incitations financières. Lim & Shyamala (2007) analysent également les différences entre les entreprises manufacturières en Malaisie par le secteur d'activité et la taille. Ils montrent que, parmi tous les obstacles, les facteurs économiques semblent être les plus importants. En outre, le niveau d'importance des obstacles varie entre les entreprises innovantes et les entreprises non-innovates. Ils effectuent également une analyse des complémentarités entre les obstacles à l'innovation.

La question de la taille semble importante pour le cas des industries tunisiennes dominées par les petites et moyennes entreprises qui généralement font face à des difficultés dans les ressources humaines, financières ou techniques. La perception des obstacles à l'innovation peut donner des indications sur les faiblesses des politiques poursuivies. Avant d'aborder cette problématique, pour la Tunisie, nous commençons par la présentation de la méthode d'analyse et des modèles économétriques dans la section suivante.

7.3 Modèles économétriques

Nous disposons de données sur neuf obstacles regroupés en 3 catégories dans le questionnaire (Tableau 7.1). Trois obstacles sont liés aux facteurs économiques : risques économiques perçus comme excessifs, coûts d'innovation trop élevés et manque de sources de financement appropriés. Quatre obstacles sont liés aux facteurs internes : rigidités organisationnelles au

sein de l'entreprise, manque de personnel qualifié, manque d'informations sur la technologie et manque d'informations sur les marchés. Finalement, deux obstacles concernant la flexibilité insuffisante des réglementations ou des normes et le manque de réactivité du client aux nouveaux produits ou services.

Les réponses aux différents obstacles sont classées sur une échelle de 1 à 4 où 1 désigne une perception négligeable de l'obstacle et 4 une perception importante (non pertinent, faible, moyen, fort). La structure de ces variables en modalités ordonnées nous permet d'utiliser les modèles polytomiques ordonnés (Tableau 7.2).

TAB. 7.1 – Description des variables utilisées dans l'analyse

		Moyenne	**Écart type**
econRISQ	Risques économiques perçus comme excessifs	2.53	1.18
innovCOUTS	Coûts d'innovation trop élevés	2.98	1.15
ManqFINAN	Manque de sources de financement appropriées	2.59	1.16
RigidORG	Rigidités organisationnelles au sein de l'entreprise	1.96	0.99
manqQUALIF	Manque de personnel qualifié	2.37	1.10
infoTECH	Manque d'informations sur la technologie	2.22	1.04
infoMARKET	Manque d'informations sur les marchés	2.15	1.03
flexiblNORMES	Flexibilité insuffisante des réglementations ou des normes	2.24	1.11
reactCLIENT	Manque de réactivité du client aux nouveaux produits ou services	2.25	1.11

TAB. 7.2 – Obstacles à l'innovation

		Fort	**Moyen**	**Faible**	**Non pertinent**	**Total**
econRISQ	nbre	149	156	77	164	546
	%	27.29	28.57	14.10	30.04	100
innovCOUTS	nbre	254	141	49	107	551
	%	46.10	25.59	8.89	19.42	100
manqFINAN	nbre	155	164	76	150	545
	%	28.44	30.09	13.94	27.52	100
RigidORG	nbre	45	125	137	233	540
	%	8.33	23.15	25.37	43.15	100
manqQUALIF	nbre	104	164	113	166	547
	%	19.01	29.98	20.66	30.35	100
infoTECH	nbre	74	152	142	178	546
	%	13.55	27.84	26.01	32.60	100
infoMARKET	nbre	67	140	150	190	547
	%	12.25	25.59	27.42	34.73	100
flexibleNORMES	nbre	89	155	106	198	548
	%	16.24	28.28	19.34	36.13	100
reactCLIENT	nbre	86	165	96	200	547
	%	15.72	30.16	17.55	36.56	100

7.3.1 Modèle probit ordonné

Notre problème correspond à la structure d'un modèle polytomique ordonné, puisque les valeurs prises par la variable multinomiale ($y_i = 1, 2, 3, 4$) correspondent à des intervalles dans lesquels se trouve une seule variable latente inobservable continue. Les modèles ordonnés supposent que la variable dépendante y peut présenter un nombre de modalités supérieur à 2 où les valeurs prises par y reflètent une hiérarchie particulière qui prend une des valeurs de nombre entier de 1 à K (McCullagh 1980, McKelvey & Zavoina 1975). Comme dans le cas binomial, la modalité de y_i dépend directement de la position de la variable aléatoire continue latente y^* tel que $y_i = k$ si $\gamma_{k-1} \leq y_i^* \leq \gamma_k$ pour $k = 1, \ldots, K$ où γ_k est

le seuil avec la contrainte $\gamma_l < \gamma_m$ pour tout $l < m$ et $\gamma_0 = -\infty$ and $\gamma_K = +\infty$. Ainsi, ce modèle polytomique univarié ordonné est un modèle dans lequel on a une variable, plusieurs modalités, et un ordre naturel sur ces modalités (Hurlin 2003). On suppose que les modalités sont identiques pour toutes les observations :

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y^* < \gamma_1 \\ 2 & \text{si } \gamma_1 \leq y^* < \gamma_2 \\ 3 & \text{si } \gamma_2 \leq y^* < \gamma_3 \\ 4 & \text{si } \gamma_3 \leq y^* \end{cases}$$

Le modèle multinomial ordonné standard impose la restriction d'un seuil constant pour toutes les observations et il ne tient pas compte de l'hétérogénéité individuelle additionnelle entre différentes alternatives. Le choix du modèle dépend moins de la qualité de l'ajustement que de l'égalité des coefficients entre les différentes modalités de réponses (Boes & Winkelmann 2006). Dans la pratique, cette hypothèse de régression parallèle est souvent violée par les données. La solution standard consiste à estimer les modèles non ordonnés, tel que le modèle probit multinomial (McFadden 1974). Cependant, de tels modèles ne tiennent pas compte de la nature ordinale de la variable dépendante et ne peuvent pas être efficaces dans ce cas.

Par conséquent, nous avons besoin de modèles plus riches qui n'imposent pas ces restrictions. Le modèle probit ordonné généralisé est un modèle alternatif présenté par Maddala (1983) et Terza (1985). Ce modèle relâche l'hypothèse de régression parallèle pour certaines variables explicatives et n'impose pas l'hypothèse d'égalité des coefficients. Il permet aux effets des variables explicatives de varier entre les différentes modalités de la variable dépendante (Boes & Winkelmann 2006).

7.3.2 Modèle probit ordonné généralisé

Le modèle probit ordonné standard n'est pas flexible dans sa spécification (Harris et al. 2006). Les données résultent souvent des évaluations subjectives des modalités ordonnées. Le type de réponse peut varier entre les individus indépendamment des K-categories ordinales. En effet, si certains répondants préfèrent les catégories extrêmes de la réponse, d'autres peuvent préférer les catégories modérées. Les différences individuelles dans le choix de réponse extrême peuvent affecter les inférences statistiques dérivées des réponses ordinales. Elles peuvent résulter des différences dans le comportement et des interprétations de différentes modalités souvent ignorées dans les inférences statistiques. Le problème se pose également quand de multiples réponses sont observées pour chaque répondant où la présence de différences individuelles peut engendrer des dépendances statistiques pour chaque observation. Mohnen & Rosa (2002, 2001) proposent une approche d'analyse pour traiter

les différences individuelles et le biais de l'évaluation personnelle de l'importance des obstacles à l'innovation. Ils transforment les réponses en déviations par rapport aux moyennes individuelles des réponses de chaque répondant et les classifient dans des catégories.

Le modèle probit généralisé relâche la restriction d'égalité des coefficients β_j pour chaque seuil de division $k = 1, \ldots, K-1$. Soit y une variable dépendante ordinale qui prend les valeurs $\{1, 2, \ldots, K\}$. Le modèle probit ordonné généralisé estime un ensemble de coefficients (y compris la constante) pour chacun des $k-1$ points auxquels la variable dépendante peut être dichotomisée. La probabilité de y est donnée par :

$$\begin{aligned} P(y=1) &= F(-X\beta_1) \\ P(y=k) &= F(-X\beta_k) - F(-X\beta_{k-1}) \text{ avec } k = 2, \ldots, K-1 \\ P(y=K) &= 1 - F(-X\beta_{K-1}) \end{aligned}$$

Si $K = 2$, le modèle probit ordonné généralisé est équivalent au modèle de régression probit. Quand $K > 2$, le modèle devient équivalent à une série de régressions probit binaires où les modalités de la variable dépendante sont combinées. Pour notre cas, $K = 4$, nous avons pour $k = 1$, la modalité 1 est contrastée avec les modalités 2, 3 et 4 ; pour $k = 2$ le contraste est entre les modalités 1 et 2 contre 3 et 4 ; et pour $k = 3$, c'est les modalités 1, 2 et 3 contre la modalité 4. Si l'hypothèse de regression parallèle n'est pas violée, tous les coefficients (à l'exception des constantes) seront les mêmes à travers les équations.

L'estimation de ces modèles nous permet d'étudier la relation entre les caractéristiques des entreprises et leurs perceptions des obstacles à l'innovation.

7.4 Analyse des perceptions des obstacles à l'innovation

7.4.1 Procédure d'estimation

Le Tableau 7.1 indique les 9 obstacles à l'innovation dont le degré de gravité est mesuré par une échelle de 4 valeurs : $k = \{1, 2, 3, 4\}$ (non pertinent, faible, moyen et important). Nous commençons par les estimations du modèle probit ordonné de chaque type d'obstacle pour toutes les entreprises. Ce modèle est basé sur l'hypothèse d'égalité des coefficients entre les 4 modalités (*parallel line assumption*). Le Tableau 7.3 rapporte les résultats des tests du rapport de vraisemblance de l'hypothèse d'égalité des coefficients à travers les différentes modalités. Les colonnes (2), (5) et (6) montrent une probabilité critique ($p-value$) significative permettant de rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des coefficients entre les différentes modalités[1]. Il est à noter que la probabilité critique non significative ne justifie pas la conclusion que le modèle probit ordonné est approprié pour les données. De même, les modèles (4), (6)

[1]Le degré de liberté est la différence entre le nombre de paramètres adaptés dans les deux modèles : $dl = m * (K-2) = 16$ avec $K = 4$ le nombre de modalités et $m = 8$ le nombre de régresseurs.

et (7) ne sont pas globalement significatifs. Nous appliquons la procédure d'estimation de Williams (2006, 2007) qui permet d'estimer les cas particuliers du modèle généralisé. Nous estimons également le modèle probit ordonné hétéroscédastique en procédant à une sélection itérative par étape (*iterative stepwise selection*) des variables sources de l'hétéroscédasticité. Le test du rapport des vraisemblances est utilisé pour comparer les modèles emboîtés deux à deux (dérivant l'un de l'autre par ajout ou suppression de termes) en supposant que les deux modèles comparés ajustent correctement les données (McCullagh & Nelder 1989). Nous utilisons également les critères d'information pour choisir le modèle approprié (Tableau 7.4) : le critère de l'information d'Akaike $AIC = -2LL + 2m$ (Akaike 1974) et le critère d'information bayésien donné par $BIC = -2LL + m * log(n)$ (Schwarz 1978), où m est le nombre de paramètres et LL est le *log* du maximum de vraisemblance. Le Tableau 7.4 montre que l'estimation du modèle probit ordonné hétéroscédastique avec sélection itérative est plus adéquate, à l'exception des modèles relatifs aux obstacles $innovCOUTS$ et $RigidORG$ (Le critère BIC aboutit souvent à des modèles plus restreints que ceux trouvés par le critère AIC). Cependant, les estimations du modèle probit ordonné standard pour ces deux obstacles aboutit à un rejet de l'hypothèse de significativité globale pour $RigidORG$. Bien que le modèle probit ordonné standard soit choisi par le critère BIC, il n'est pas significatif au niveau global. Ainsi, il vaudra mieux d'interpréter les résultats des modèles globalement significatifs.

Tab. 7.3 – Probit ordonné : Perception des obstacles à l'innovation

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	econ-RISQ	innov-COUTS	Finance-ment	Rigid-ORG	manque QUALIF	info-TECH	info-MARKET	flexible-NORMES	réact-CLIENT
depRD	-0.053	0.018	-0.101	0.067	0.032	0.109	0.168	-0.024	0.059
	(0.109)	(0.112)	(0.109)	(0.110)	(0.108)	(0.108)	(0.108)	(0.109)	(0.109)
lnCA	0.032	-0.026	-0.087***	0.007	-0.075**	-0.005	-0.011	0.026	0.006
	(0.032)	(0.032)	(0.032)	(0.033)	(0.032)	(0.032)	(0.032)	(0.032)	(0.032)
groupEtranger	-0.259*	-0.529***	-0.606***	-0.194	-0.387***	-0.187	-0.012	-0.080	-0.077
	(0.142)	(0.141)	(0.144)	(0.142)	(0.139)	(0.139)	(0.138)	(0.142)	(0.141)
partEtat	-0.005**	-0.006***	-0.003	0.002	-0.001	-0.001	0.002	-0.003	-0.004
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
Export	-0.003**	-0.001	-0.001	0.001	0.002*	0.002	-0.001	-0.004***	-0.005***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
collaboration	-0.068	-0.126	0.103	-0.043	-0.098	-0.102	-0.000	0.116	-0.045
	(0.111)	(0.114)	(0.111)	(0.112)	(0.109)	(0.109)	(0.109)	(0.110)	(0.111)
ConsultTechn	0.075	0.212*	0.131	-0.052	0.003	0.178*	0.230**	0.203*	0.203*
	(0.109)	(0.112)	(0.110)	(0.110)	(0.107)	(0.107)	(0.108)	(0.109)	(0.109)
age	-0.006*	-0.000	-0.001	0.001	0.002	0.004	-0.002	0.001	-0.001
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)
γ_1	-0.451	-1.463***	-2.094***	-0.063	-1.654***	-0.342	-0.480	-0.067	-0.449
	(0.480)	(0.487)	(0.483)	(0.496)	(0.478)	(0.475)	(0.473)	(0.472)	(0.483)
γ_2	-0.044	-1.151**	-1.693***	0.591	-1.110**	0.312	0.219	0.457	0.017
	(0.480)	(0.487)	(0.482)	(0.497)	(0.477)	(0.474)	(0.473)	(0.473)	(0.483)
γ_3	0.692	-0.427	-0.893*	1.493***	-0.244	1.207**	1.121**	1.314***	0.953**
	(0.480)	(0.484)	(0.478)	(0.500)	(0.475)	(0.476)	(0.474)	(0.476)	(0.484)
Rapport de vraisemblance de significativité globale									
chi2(8)	19.11	30.75	37.40	3.51	18.94	8.88	12.52	28.52	26.56
p-value	0.014	0.000	0.000	0.898	0.015	0.353	0.129	0.000	0.008
Rapport de vraisemblance d'égalité des coefficients :									
Chi2(16)	14.98	39.26	19.87	18.76	45.53	30.43	21.90	14.65	9.90
p-value	0.526	0.001	0.226	0.281	0.000	0.016	0.146	0.550	0.872
Observations	491	496	490	486	492	491	492	493	492

Écarts types entre parenthèses ; *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TAB. 7.4 – Comparaison des modèles : Critères d'information AIC et BIC

		Probit ordonné (parallel assumption)	Probit Ordonné généralisé	probit hétéroscédastique Stepwise
econRISQ	**Log-Lik**	655.354	647.563	648.947
	m	11	27	13
	N	491	491	491
	AIC	1332.708	1349.126	1323.894*
	BIC	1378.869	1462.430	1378.448*
innovCOUTS	**Log-Lik**	595.176	581.535	592.484
	m	11	27	12
	N	496	496	496
	AIC	1212.352	1217.070	1208.968*
	BIC	1258.624*	1330.648	1259.447
FINANCEMENT	**Log-Lik**	642.015	630.766	634.079
	m	11	27	13
	N	490	490	490
	AIC	1306.030	1315.532	1294.158*
	BIC	1352.168	1428.781	1348.685*
RigidORG	**Log-Lik**	614.226	604.059	611.341
	m	11	27	12
	N	486	486	486
	AIC	1250.452	1262.118	1246.682*
	BIC	1296.500*	1375.146	1296.917
manqQUALIF	**Log-Lik**	663.535	639.132	655.914
	m	11	27	12
	N	492	492	492
	AIC	1349.070	1332.264*	1335.828
	BIC	1395.253	1445.623	1386.210*
infoTECH	**Log-Lik**	657.914	642.287	654.315
	m	11	27	12
	N	491	491	491
	AIC	1337.828	1338.574	1332.630*
	BIC	1383.989	1451.878	1382.987*
infoMARKET	**Log-Lik**	648.007	637.035	644.121
	m	11	27	12
	N	492	492	492
	AIC	1318.014	1328.070	1312.242*
	BIC	1364.197	1441.429	1362.624*
flexibleNORMES	**Log-Lik**	646.499	638.742	646.499
	m	11	27	11
	N	493	493	493
	AIC	1314.998*	1331.484	1314.998*
	BIC	1361.204*	1444.898	1361.204*
reactCLIENT	**Log-Lik**	639.232	634.145	639.232
	m	11	27	11
	N	492	492	492
	AIC	1300.464*	1322.290	1300.464*
	BIC	1346.647*	1435.649	1346.647*

(*) indique le modèle sélectionné

7.4.2 Interprétation des résultats

Les Tableaux 7.3 et 7.5 montrent que les coefficients significatifs des variables explicatives introduites dans le modèle sont tous négatifs à l'exception de la variable *ConsultTechn* qui est positivement liée à toutes les perceptions des obstacles à l'innovation et la variable *Export* (pourcentage des exportations dans les ventes) qui joue un double rôle. La participation de l'État dans le capital social, l'exportation et l'âge de l'entreprise sont négativement liés à la perception des risques économiques comme excessifs. L'activité de R&D est une activité risquée et incertaine pouvant entraîner des coûts fixes irrécupérables. Nous nous attendons, à priori, à ce que les entreprises qui perçoivent plus fortement les obstacles à l'innovation effectuent moins d'efforts de recherche (Mohnen & Rosa 2002). Nos résultats montrent que les

Tab. 7.5 – Probit ordonné hétéroscédastique

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	econRISQ	innovCOUTS	FINANCEMENT	RigidORG	manqQUALIF	infoTECH	infoMARKET	flexibleNORMES	reactCLIENT
depRD	-0.043	0.030	-0.027	0.0490	0.0583	0.142	0.109	-0.024	0.059
	(0.11)	(0.098)	(0.028)	(0.098)	(0.091)	(0.096)	(0.089)	(0.11)	(0.11)
lnCA	0.023	-0.0212	-0.026*	0.007	-0.065***	-0.012	-0.012	0.026	0.006
	(0.030)	(0.027)	(0.014)	(0.028)	(0.024)	(0.026)	(0.025)	(0.032)	(0.032)
groupEtranger	-0.328	-0.484***	-0.149	-0.174	-0.237**	-0.129	-0.021	-0.080	-0.077
	(0.21)	(0.12)	(0.096)	(0.13)	(0.11)	(0.12)	(0.12)	(0.14)	(0.14)
partEtat	-0.005**	-0.005***	-0.000	0.002	0.000	-0.000	0.002	-0.003	-0.004
	(0.002)	(0.002)	(0.000)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.002)
Export	-0.003**	-0.001	-0.000	0.001	0.002*	0.001	-0.000	-0.004***	-0.005***
	(0.001)	(0.001)	(0.000)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
collaboration	-0.085	-0.195*	0.028	0.027	-0.096	-0.096	-0.033	0.116	-0.045
	(0.11)	(0.10)	(0.028)	(0.10)	(0.081)	(0.090)	(0.089)	(0.11)	(0.11)
ConsultTechn	0.093	0.190**	0.029	-0.034	0.006	0.136	0.200**	0.203*	0.203*
	(0.10)	(0.096)	(0.028)	(0.097)	(0.081)	(0.091)	(0.086)	(0.11)	(0.11)
age	-0.007**	-0.001	0.000	0.000	0.002	0.003	-0.000	0.000	-0.001
	(0.003)	(0.003)	(0.001)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.002)	(0.003)	(0.004)
γ_1	-0.580	-1.320***	-0.569*	-0.001	-1.362***	-0.383	-0.421	-0.067	-0.449
	(0.45)	(0.42)	(0.30)	(0.43)	(0.38)	(0.40)	(0.38)	(0.47)	(0.48)
γ_2	-0.181	-1.045**	-0.479*	0.578	-0.936**	0.176	0.149	0.457	0.017
	(0.44)	(0.41)	(0.25)	(0.43)	(0.37)	(0.40)	(0.38)	(0.47)	(0.48)
γ_3	0.535	-0.413	-0.298*	1.394***	-0.251	0.940**	0.895**	1.314***	0.954**
	(0.45)	(0.41)	(0.18)	(0.43)	(0.36)	(0.41)	(0.39)	(0.48)	(0.48)
lnσ	groupEtranger 0.525***(0.19) collaboration -0.238**(0.12)	collaboration -0.300**(0.13)	lnCA -0.101***(0.033) groupEtranger 0.408**(0.19)	collaboration -0.264**(0.11)	depRD -0.423***(0.11)	depRD -0.278***(0.11)	age -0.01***(0.003)		
dl	10	9	10	9	9	9	9	8	8
chi2 (*dl*)	31.93	36.13	53.27	9.28	34.18	16.07	20.44	28.52	26.56
p-value	0.000	0.000	0.000	0.411	0.000	0.065	0.015	0.000	0.000
Observations	491	496	490	486	492	491	492	493	492

Écarts types entre parenthèses ; *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tab. 7.6 – Probit Ordonné Généralisé de la perception des obstacles à l'innovation

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	econ-RISQ	innov-COUTS	Finance-ment	Rigid-ORG	manque QUALIF	info-TECH	info-MARKET	flexible-NORMES	réact-CLIENT
mleq1									
depRD	0.048	0.016	-0.115	0.085	0.274**	0.242*	0.101	0.063	0.079
	(0.137)	(0.148)	(0.136)	(0.125)	(0.133)	(0.133)	(0.131)	(0.131)	(0.129)
lnCA	0.026	0.039	-0.031	0.027	-0.067*	-0.004	-0.013	0.002	-0.001
	(0.037)	(0.045)	(0.038)	(0.040)	(0.040)	(0.039)	(0.040)	(0.038)	(0.037)
groupEtranger	-0.490***	-0.624***	-0.750***	-0.216	-0.394**	-0.317*	-0.058	-0.128	-0.080
	(0.165)	(0.173)	(0.163)	(0.162)	(0.162)	(0.164)	(0.165)	(0.162)	(0.161)
partEtat	-0.007**	-0.007**	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	0.002	-0.003	-0.004
	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)
Export	-0.002	0.000	-0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	-0.005***	-0.004***
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.001)
collaboration	-0.020	0.008	0.112	0.043	-0.038	-0.000	0.086	0.114	0.020
	(0.139)	(0.154)	(0.135)	(0.128)	(0.132)	(0.134)	(0.133)	(0.130)	(0.132)
ConsultTechn	0.124	0.209	0.087	-0.114	0.076	0.197	0.378***	0.240*	0.273**
	(0.134)	(0.152)	(0.133)	(0.127)	(0.132)	(0.131)	(0.130)	(0.131)	(0.129)
age	-0.004	-0.002	-0.002	-0.001	0.006	0.005	0.006	0.003	0.002
	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.004)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)
Constante	0.437	0.441	1.303**	-0.235	1.341**	0.228	0.246	0.356	0.398
	(0.562)	(0.665)	(0.564)	(0.597)	(0.595)	(0.582)	(0.593)	(0.572)	(0.557)
mleq2									
depRD	-0.093	-0.081	-0.064	0.048	0.018	0.130	0.130	-0.089	0.074
	(0.129)	(0.134)	(0.128)	(0.129)	(0.125)	(0.126)	(0.128)	(0.126)	(0.124)
lnCA	0.040	-0.017	-0.088**	0.014	-0.081**	-0.056	-0.003	0.072*	0.018
	(0.037)	(0.039)	(0.036)	(0.039)	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.039)
groupEtranger	-0.304*	-0.685***	-0.681***	-0.270	-0.137	-0.185	-0.023	-0.150	-0.228
	(0.162)	(0.161)	(0.163)	(0.170)	(0.160)	(0.161)	(0.162)	(0.165)	(0.164)
partEtat	-0.004*	-0.006**	-0.005**	0.004	0.000	0.002	0.003	-0.003	-0.003
	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)
Export	-0.003*	-0.002	-0.001	0.001	0.003**	0.003*	-0.001	-0.004***	-0.005***
	(0.001)	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
collaboration	-0.053	-0.126	0.144	0.034	-0.215*	-0.130	-0.066	0.078	-0.036
	(0.132)	(0.139)	(0.130)	(0.133)	(0.126)	(0.128)	(0.130)	(0.130)	(0.130)
ConsultTechn	0.106	0.169	0.026	0.001	-0.008	0.094	0.186	0.298**	0.187
	(0.128)	(0.137)	(0.129)	(0.133)	(0.125)	(0.124)	(0.128)	(0.129)	(0.129)
age	-0.007	-0.004	-0.001	-0.003	-0.000	0.002	-0.008*	-0.001	-0.004
	(0.004)	(0.005)	(0.004)	(0.005)	(0.004)	(0.004)	(0.005)	(0.005)	(0.004)
Constante	-0.083	1.272**	1.773***	-0.698	1.209**	0.490	-0.133	-1.097**	-0.139
	(0.550)	(0.583)	(0.545)	(0.593)	(0.559)	(0.560)	(0.564)	(0.555)	(0.573)
mleq3									
depRD	-0.097	0.059	-0.156	-0.005	-0.232	-0.119	0.318*	-0.104	0.027
	(0.133)	(0.126)	(0.138)	(0.178)	(0.142)	(0.151)	(0.163)	(0.148)	(0.151)
lnCA	0.023	-0.055	-0.158***	-0.026	-0.090**	0.043	-0.030	0.001	0.000
	(0.042)	(0.036)	(0.041)	(0.050)	(0.041)	(0.047)	(0.046)	(0.044)	(0.048)
groupEtranger	0.029	-0.445***	-0.282	-0.025	-0.586***	0.114	0.064	0.098	0.118
	(0.173)	(0.163)	(0.182)	(0.229)	(0.213)	(0.195)	(0.204)	(0.194)	(0.203)
partEtat	-0.004	-0.006**	-0.005*	0.006	0.000	-0.003	0.001	-0.004	-0.003
	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.004)	(0.003)	(0.004)	(0.003)	(0.003)	(0.003)
Export	-0.004**	-0.000	-0.001	-0.000	0.003*	0.002	-0.001	-0.003*	-0.006***
	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
collaboration	-0.132	-0.183	0.099	-0.475**	-0.069	-0.206	-0.061	0.159	-0.152
	(0.138)	(0.130)	(0.142)	(0.210)	(0.147)	(0.157)	(0.165)	(0.157)	(0.158)
ConsultTechn	0.049	0.235*	0.236*	0.057	-0.082	0.220	0.042	0.074	0.143
	(0.136)	(0.128)	(0.138)	(0.184)	(0.144)	(0.150)	(0.164)	(0.152)	(0.159)
age	-0.008*	0.001	0.002	0.006	-0.000	0.006	-0.009	0.001	-0.003
	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.006)	(0.005)	(0.005)	(0.006)	(0.005)	(0.005)
Constante	-0.478	0.812	1.871***	-0.958	0.658	-1.888***	-0.677	-0.896	-0.726
	(0.635)	(0.546)	(0.612)	(0.729)	(0.613)	(0.717)	(0.702)	(0.655)	(0.715)
khi2 (24)	34.69	58.03	59.90	23.85	67.74	40.13	34.61	44.03	36.74
p-value	0.073	0.000	0.000	0.470	0.000	0.020	0.074	0.007	0.046
observations	491	496	490	486	492	491	492	493	492

Écarts types entre parenthèses ; *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

activités de recherche (*depRD*) ne sont pas significativement liées aux différentes perceptions des obstacles.

L'importance des coûts d'innovation est renforcée par le manque de financements tant nationaux qu'étrangers (Galia & Legros 2004). Le Tableau 7.5 montre que l'insuffisance de la participation de l'État et de l'étranger dans le capital de l'entreprise peuvent engendrer des coûts d'innovation plus élevés. En effet, les entreprises à participation étrangère élevée ou appartenant à des groupes étrangers perçoivent moins les coûts d'innovations comme obstacles. Le recours à un organisme tiers de consulting technologique est positivement associé à cet obstacle relatif aux coûts des activités d'innovation. Cependant, les accords de collaboration et de partenariat permettent à l'entreprise de considérer que les coûts encourus ne sont pas élevés. Plus la taille de l'entreprise augmente, moins les obstacles à l'innovation relatifs aux sources de financement sont perçues comme forts.

Les obstacles perçus à l'innovation liés aux facteurs économiques (risques économiques, coûts d'innovation et manque de sources de financement appropriés) sont sensiblement et négativement associés à la structure de propriété du capital et à l'affiliation étrangère. Les facteurs les plus importants correspondent à *partEtat* et *groupEtranger* qui sont nécessaires pour surmonter ces barrières. Néanmoins, les petites entreprises perçoivent des obstacles de financement plus élevés et les entreprises exportatrices perçoivent un risque économique inférieur. Lorsque l'entreprise trouve que les coûts de l'innovation sont élevés, elle peut avoir recours à des organismes tiers de consulting technologique pour adapter sa technologie ou avoir une information technologique. L'assistance technique externe et l'information recueillie par l'entreprise permet d'évaluer le succès et la faisabilité de l'innovation (Rahmouni et al. 2010).

Les facteurs internes susceptibles d'entraver les activités d'innovation concernent principalement la rigidité organisationnelle, le manque d'ouvriers qualifiés et le manque d'informations sur la technologie et les marchés. Les résultats suggèrent qu'il y a une hétérogénéité à travers ces quatre dimensions. Le manque de personnel qualifié augmente pour les entreprises exportatrices. Mais, il diminue avec l'augmentation de la taille de l'entreprise et l'appartenance à un groupe étranger. Les entreprises exportatrices ont besoin d'accroître leur stock de personnel qualifié par la formation et l'augmentation du taux d'encadrement technique.

Le manque d'information sur les marchés, la flexibilité insuffisante des réglementations ou des normes et le manque de réactivité du client aux nouveaux produits ou services constituent un obstacle à l'innovation pour les entreprises ayant recouru à un organisme tiers de consulting technologique. Les entreprises exportatrices perçoivent moins d'obstacles relatifs à l'insuffisance de la flexibilité des réglementations et au manque de réactivité du client.

Cette section étudie les déterminants de la perceptions des obstacles à l'innovation. Il est important d'analyser la complémentarité entre les obstacles. En effet, comme nous l'avons noté, l'importance des coûts d'innovation peut être intensifiée par le manque de financements national et étranger. Un risque économique élevé peut entraîner des difficultés à trouver des

financements et partenaires nécessaires aux différents projets d'innovation (Galia & Legros 2004). Il existe une forte indépendance entre l'innovation, l'organisation de la production et les compétences des salariés. Le manque de personnel qualifié peut affecter la réactivité des clients aux nouveaux produits et engendrer un manque d'information sur les marchés.

7.5 Complémentarité entre les obstacles à l'innovation

7.5.1 Analyse exploratoire des corrélations

A l'instar de Mohnen & Rosa (2001, 2002), cette section se consacre à l'étude de la complémentarité entre les obstacles à l'innovation qui vont de paire. Nous commençons d'abord par la matrice des corrélations binaires. Ensuite nous effectuons une analyse factorielle en composantes principales afin de déterminer des groupes aux obstacles à l'innovation.

La matrice de corrélation polychorique donnée par le Tableau 7.7 montre que les 9 obstacles sont fortement corrélés. Cette méthode ne donne pas une image assez claire des complémentarités et des regroupement d'obstacles. Il n'est pas étonnant de trouver de fortes corrélations positives entre les obstacles se suivant dans l'ordre des questions. Ceci peut refléter un bon choix de classification des obstacles dans le questionnaire mais peut-être aussi un biais dans les réponses, dû à l'ordre dans lequel apparaissent les questions (Mohnen & Rosa 2001, 2002). Les corrélations diminuent en s'éloignant de la diagonale. Cependant, certaines corrélations semblent importantes même en s'éloignant de la diagonale, comme le risque économique et la flexibilité des normes.

L'analyse en composantes principales est utile pour déterminer le regroupement des obstacles en composantes complémentaires. La détermination du nombre de composantes à retenir se base sur la matrice de corrélation polychorique entre les 9 variables ordinales. Nous utilisons la stratégie de Horn (1965) où le nombre de composantes principales est déterminé à partir du nombre de valeurs propres supérieures aux valeurs propres obtenues au hasard dans un échantillon de matrices de corrélations. Nous avons aussi vérifié le critère de Kaiser (1960) et de Guttman (1954) qui retient les facteurs dont la valeur propre est supérieure ou égale à l'unité. L'analyse parallèle consiste à simuler un grand nombre de matrices de corrélations au hasard, ici 100, et à calculer à chaque fois les valeurs propres qui leur sont associées. Ensuite, on établit la valeur moyenne des valeurs propres.

L'analyse des valeurs propres associées à la matrice des corrélations polychoriques, avec rotation Varimax, nous permet de retenir 2 facteurs que nous pouvons considérer, respectivement, comme facteurs internes et facteurs externes (Tableau 7.8). Ces deux groupes de facteurs expliquent 60% de la variance des réponses. Les 4 obstacles liés aux risques économiques perçus comme excessifs, aux coûts d'innovation, à la flexibilité insuffisante des réglementations et des normes et au manque de réactivité du client aux innovations constituent le groupe des entraves externes et le reste constitue les facteurs internes.

TAB. 7.7 – Corrélations polychoriques entres les obstacles à l'innovation

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
		econ-RISQ	innov-COUTS	Finance-ment	Rigid-ORG	manque QUALIF	info-TECH	info-MARKET	flexible-NORMES
innovCOUTS	**Rho**	**0.619**							
	S.e.	0.036							
	t	17.41							
FINANCEMENT	**Rho**	**0.392**	**0.626**						
	S.e.	0.049	0.038						
	t	8.05	16.30						
RigidORG	**Rho**	**0.262**	**0.374**	**0.338**					
	S.e.	0.051	0.051	0.049					
	t	5.09	7.38	6.84					
manqQUALIF	**Rho**	**0.343**	**0.390**	**0.411**	**0.570**				
	S.e.	0.047	0.049	0.044	0.038				
	t	7.24	8.02	9.35	15.07				
infoTECH	**Rho**	**0.385**	**0.463**	**0.437**	**0.548**	**0.633**			
	S.e.	0.046	0.042	0.045	0.039	0.034			
	t	8.42	10.95	9.78	14.23	18.38			
infoMARKET	**Rho**	**0.393**	**0.403**	**0.324**	**0.408**	**0.450**	**0.633**		
	S.e.	0.045	0.047	0.048	0.047	0.043	0.034		
	t	8.75	8.60	6.72	8.61	10.45	18.52		
flexibleNORMES	**Rho**	**0.429**	**0.295**	**0.249**	**0.338**	**0.304**	**0.355**	**0.317**	
	S.e.	0.046	0.051	0.054	0.051	0.051	0.048	0.051	
	t	9.26	5.77	4.64	6.57	6.01	7.43	6.24	
reactCLIENT	**Rho**	**0.390**	**0.338**	**0.280**	**0.272**	**0.268**	**0.368**	**0.441**	**0.520**
	S.e.	0.046	0.053	0.051	0.052	0.050	0.048	0.045	0.043
	t	8.48	6.32	5.49	5.29	5.39	7.72	9.76	12.07

La corrélation entre les obstacles ne nous renseignent pas sur les liens de causalité entre eux. En effet, une troisième variable peut influencer fortement la relation binaire. C'est pour cette raison nous devons tenir compte des corrélations entre les obstacles conditionnellement à certaines variables explicatives et aux caractéristiques de l'entreprise. Mohnen & Rosa (2002) examinent la corrélation résiduelle entre les obstacles après avoir neutralisé l'effet des variables explicatives. L'application de leur procédure se fait en deux étapes. Ils estiment un modèle probit multinomial ordonné pour modéliser chaque obstacle. Puis, ils effectuent une analyse des corrélations des résidus généralisés issus de la première étape afin de déterminer si certains obstacles s'avèrent complémentaires ou non. Ces auteurs utilisent la déviation des données par rapport à la moyenne individuelle et les classent en 5 catégories comme l'étaient les données originales. Les bornes séparant les catégories sont déterminées par la distribution des données.

TAB. 7.8 – Analyse factorielle des obstacles

Items / Facteurs	Facteurs internes	Facteurs externes	Uniqueness
econRISQ	0.2767	**0.7319**	0.3877
innovCOUTS	0.4837	**0.5742**	0.4363
FINANCEMENT	**0.5085**	0.4225	0.5629
RigidORG	**0.7804**	0.1274	0.3747
manqQUALIF	**0.8283**	0.1430	0.2935
infoTECH	**0.8178**	0.2670	0.2600
infoMARKET	**0.6230**	0.3754	0.4709
flexibleNORMES	0.1550	**0.7399**	0.4285
reactCLIENT	0.1562	**0.7633**	0.3930
proportion (%)	0.4798	0.1193	
proportion cumulée (%)	0.4798	0.5992	

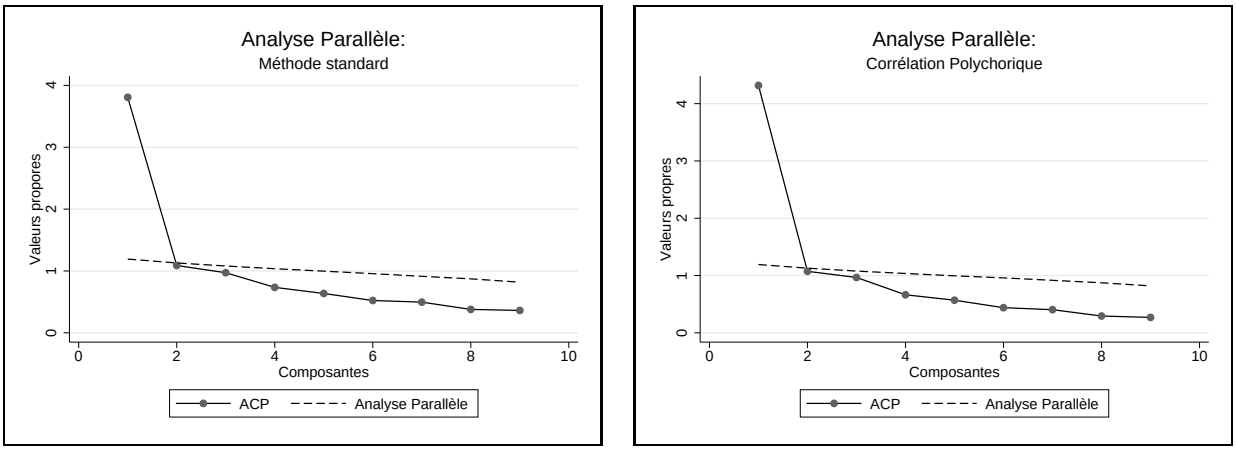


FIG. 7.1 – Détermination du nombre des facteurs des obstacles : progression des valeurs propres

Nous choisissons de regrouper en une seule classe de réponse les choix « non pertinent » et « négligeable » et en une deuxième classe les choix « moyen » et « fort ». Nous effectuons ainsi une analyse multivariée qui nous permettrait d'évaluer l'effet propre des différentes caractéristiques et estimer les coefficients de corrélation binaire entre les obstacles. Notre approche nous amène à régresser les 9 obstacles par l'ensemble des variables explicatives communes en utilisant le modèle probit multivarié. Nous nous demandons s'il serait possible d'utiliser l'interdépendance qui pourrait exister entre les diverses catégories d'obstacles pour étoffer notre analyse.

7.5.2 Approche économétrique

Le modèle probit multivarié est approprié lorsque les réponses aux variables étudiées sont implicitement discrètes. Nous créons une variable binaire indiquant la perception d'un obstacle moyen ou important (0 si l'obstacle perçu faible ou non pertinent). Ce modèle consiste à estimer plusieurs modèles Probit simultanément et à estimer des coefficients de corrélation entre chacun des modèles. Dans notre cas, on estimera 9 modèles Probit simultanément, i.e. un pour chaque type d'obstacle. Cette approche pourrait donc nous permettre d'améliorer nos résultats économétriques.

L'estimation du modèle probit multivarié (Tableau 7.9) permet de constater que les perceptions des obstacles à l'innovation ne sont pas indépendantes. Ce tableau donne les estimations pour l'échantillon global et pour les entreprises innovantes en produit et/ou en procédé. Les signes des coefficients des deux groupes sont quasiment les mêmes avec quelques différences. Les principaux résultats sont les suivants : L'activité de R&D ne permet de réduire aucun risque. Les entreprises de grandes tailles perçoivent moins l'absence des sources appropriées de financement et le manque de personnel qualifié. Les entreprises innovantes d'un groupe étranger perçoivent moins les risques des coûts d'innovation élevés, des sources de financement et de la rigidité organisationnelle au sein de l'entreprise. La participation de

l'État au capital social permet de réduire les risques économiques, les coûts d'innovation et de trouver un financement aux activités d'innovation et d'augmenter la réactivité du client aux nouveaux produits ou services. Cependant, ce résultat est contrasté avec celui du chapitre 4, montrant que la participation de l'État a un effet négatif sur le résultat d'innovation (voir aussi Rahmouni et al. 2010). Le Tableau 7.9 montre aussi que le manque de personnel qualifié et d'information sur le marché est perçu fort par les entreprises exportatrices. L'exportation réduit la perception des risques de coûts d'innovation, des sources de financement, de l'insuffisance de la réglementation et des normes et de la réactivité du client. Le recours à un organisme tiers de consulting technologique est positivement associé aux entraves à l'innovation. Les entreprises innovantes qui font recours à l'assistance technique externe ressentent davantage les obstacles liés au risque économique, au coût de l'innovation, au manque d'information sur le marché, à la flexibilité insuffisante des réglementations et des normes et au manque de réactivité du client aux nouveaux produits ou services.

A partir de ces estimations, nous obtenons les corrélations entre les erreurs des 9 équations estimées par le modèle. Si les perceptions sont indépendantes, ces coefficients sont nuls. Par contre, ils sont significativement différents de zéro si les perceptions sont dépendantes les unes des autres. La matrice de corrélation des résidus nous informe des principales interactions existantes et nous permet de regrouper les obstacles complémentaires.

Les résultats des corrélations des résidus données par les Tableaux 7.10 et 7.11 montrent que toutes les complémentarités sont significativement positives. La prise en compte des variables explicatives ne change pas fortement les corrélations observées entre les obstacles (voir aussi le Tableau 7.7). Les complémentarités les plus élevées se trouvent sur la diagonale à quelques exceptions près. Plus particulièrement, ces complémentarités les plus prononcées ressortent entre les obstacles liés au risques économiques et le coût d'innovation ; le manque de sources de financement appropriées et le coût d'innovation ; le manque de personnel qualifié, la rigidité organisationnelle et le manque d'information sur la technologie ; le manque d'information sur le marché et le manque d'information sur la technologie.

Ce chapitre s'inspire directement des travaux de Mohnen & Rosa (2001, 2002) et de Galia & Legros (2004) et constitue un exercice pour montrer que les obstacles complémentaires doivent être considérés globalement en tant que partie d'un système. Ainsi, lors du déroulement des activités d'innovation, les entreprises font face à de nombreux obstacles liés aux facteurs économiques, internes et institutionnels.

7.6 Conclusion

Une attention croissante est donnée à la promotion de l'innovation dans les pays en voie de développement, avec un intérêt particulier concentré sur le rôle des capacités technologiques dans le développement économique. Les concepts de la capacité d'absorption (Cohen & Levinthal 1990), des compétences des entreprises (Cockburn & Henderson 1998, Teece

et al. 1997), des opportunités technologiques (Klevorick et al. 1995), du système d'innovation (Edquist 1997, Lundvall 1992, Nelson 1993), de la capacité nationale d'innovation (Furman et al. 2002) et de l'ouverture à l'extérieur (voir chapitres 5 et 6 pour une revue) sont activement étudiés dans la littérature empirique essayant de fournir une vue d'ensemble sur les politiques d'innovation dans les pays en voie de développement.

Le succès de l'innovation dépend largement des réactions du marché et des capacités technologiques de l'entreprise (*Cf.* Chapitre 1). Le manque de ressources est celui des obstacles les plus importants mentionnés dans la littérature. Les ressources financières et humaines manquent souvent aux petites et moyennes entreprises. De même, les sources et les possibilités spécifiques peuvent empêcher les entreprises d'innover ou contraindre leur succès d'innovation. Elles comportent les ressources et les possibilités financières, humaines et organisationnelles (Hewitt-Dundas 2006).

Ce travail préconise une approche systémique des politiques d'innovation qui doivent tenir compte des complémentarités établies (Galia & Legros 2004). Le comportement d'innovation des entreprises peut être affecté par leur appréciation des obstacles et des difficultés rencontrés dans le processus d'innovation. La perception des obstacles est clairement liée à l'expérience et à l'apprentissage de l'entreprise. Nous avons essayé de vérifier si la perception des des obstacles à l'innovation pourrait être identifiée dans la relation avec la participation étrangère. Les obstacles peuvent être moins prononcés pour les entreprises étrangères et plus importants pour les entreprises exportatrices qui font face à une pression de la concurrence menant à une perception élevée des barrières liées au manque d'information sur la technologie et au manque de personnel qualifié.

Pour surmonter les barrières à l'innovation liées aux risques économiques excessifs, aux coûts élevés de l'innovation ou au manque de sources de financement appropriées, nos résultats suggèrent un rôle important de la participation publique et étrangère dans le capital social. Le manque de ressources financières est l'une des barrières principales. Plus de la moitié des entreprises (55.86%) ont signalé des problèmes moyens ou élevés rapporté aux contraintes financières avec une grande proportion correspondant aux entreprises indépendantes. Cela confirme le rôle positif de la taille dans l'innovation (Rahmouni et al. 2010). La majorité des entreprises appartenant à des groupes étrangers indiquent que le problème de financement de l'innovation n'est pas pertinent pour elles. Les mêmes résultats pour les barrières liées aux coûts élevés de l'innovation et aux risques économiques perçus comme excessifs. Les petites entreprises rencontrent des entraves plus élevées liées au financement. Les instituts ou organismes de soutien gouvernemental devraient développer de nouveaux mécanismes pour que les sources alternatives encouragent les activités d'innovation (Freel 2000).

Tab. 7.9 – Probit Multivarié de la perception des obstacles à l'innovation

COEFFICIENTS	(1) deconRISQ	(2) dinnovCOUTS	(3) dFINANCEMENT	(4) dRigidORG	(5) dmanqQUALIF	(6) dinfoTECH	(7) dinfoMARKET	(8) dflexibleNORMES	(9) dreactCLIENT
Échantillon global (527 entreprises) :									
depRD	-0.038	-0.050	-0.032	0.100	0.112	0.150	0.167	-0.046	0.131
	(0.124)	(0.128)	(0.122)	(0.125)	(0.120)	(0.119)	(0.121)	(0.122)	(0.122)
lnCA	0.028	-0.029	-0.081**	0.010	-0.081**	-0.058	-0.017	0.053	-0.002
	(0.035)	(0.036)	(0.035)	(0.037)	(0.035)	(0.035)	(0.035)	(0.036)	(0.035)
groupEtranger	-0.329**	-0.617***	-0.750***	-0.401**	-0.289*	-0.293*	-0.117	-0.242	-0.305*
	(0.158)	(0.158)	(0.159)	(0.170)	(0.157)	(0.158)	(0.159)	(0.161)	(0.159)
partEtat	-0.006**	-0.007***	-0.006**	0.001	-0.001	0.000	0.002	-0.004*	-0.004*
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.002)
Export	-0.003*	-0.003*	-0.001	0.001	0.003**	0.002*	-0.002	-0.004***	-0.004***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
collaboration	-0.017	-0.022	0.209*	0.058	-0.167	-0.095	0.024	0.154	0.026
	(0.126)	(0.129)	(0.124)	(0.127)	(0.121)	(0.121)	(0.122)	(0.125)	(0.124)
ConsultTechn	0.168	0.209*	0.092	0.045	0.071	0.215*	0.238**	0.346***	0.235*
	(0.122)	(0.127)	(0.122)	(0.126)	(0.120)	(0.118)	(0.120)	(0.122)	(0.121)
age	-0.008*	-0.004	-0.002	-0.004	-0.001	-0.001	-0.010**	-0.001	-0.005
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.005)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)
Constante	-0.042	1.218**	1.483***	-0.684	1.085**	0.436	-0.045	-0.943*	0.029
	(0.528)	(0.533)	(0.527)	(0.551)	(0.524)	(0.526)	(0.519)	(0.535)	(0.523)
$Khi2(36)$	878.486	$(H_0 : \rho_{ij} = 0\ \forall\{i,j\} = \{1,2..,9\})$							
Entreprises innovantes (323 entreprises) :									
depRD	-0.062	-0.189	-0.028	-0.082	0.002	0.103	0.186	-0.153	0.238
	(0.162)	(0.180)	(0.161)	(0.166)	(0.160)	(0.162)	(0.162)	(0.162)	(0.162)
lnCA	0.029	-0.021	-0.111**	0.027	-0.105**	-0.041	-0.009	0.057	-0.037
	(0.049)	(0.052)	(0.050)	(0.052)	(0.050)	(0.050)	(0.050)	(0.050)	(0.049)
groupEtranger	-0.194	-0.718***	-0.484**	-0.578**	-0.137	-0.180	-0.042	-0.111	-0.264
	(0.212)	(0.219)	(0.215)	(0.236)	(0.217)	(0.219)	(0.213)	(0.213)	(0.214)
partEtat	-0.008**	-0.010***	-0.009**	0.002	-0.000	-0.003	0.000	-0.003	-0.006*
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)
Export	-0.001	-0.004*	-0.005***	0.002	0.003*	0.004**	-0.002	-0.005**	-0.004**
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
collaboration	-0.238	-0.269	0.016	0.007	-0.344**	-0.278*	-0.203	0.055	-0.057
	(0.153)	(0.168)	(0.154)	(0.157)	(0.150)	(0.152)	(0.153)	(0.153)	(0.152)
ConsultTechn	0.272*	0.307*	0.172	0.107	-0.072	0.124	0.319**	0.301**	0.330**
	(0.151)	(0.166)	(0.153)	(0.158)	(0.149)	(0.150)	(0.151)	(0.150)	(0.151)
age	-0.008	-0.011*	-0.003	-0.004	0.001	0.003	-0.008	0.001	-0.007
	(0.005)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.005)	(0.006)	(0.006)	(0.005)
Constante	-0.006	1.656**	2.190***	-0.877	1.678**	0.186	-0.076	-0.890	0.491
	(0.761)	(0.806)	(0.767)	(0.797)	(0.767)	(0.766)	(0.765)	(0.767)	(0.758)
$Khi2(36)$	433.501	$(H_0 : \rho_{ij} = 0\ \forall\{i,j\} = \{1,2..,9\})$							

Écarts types entre parenthèses ; *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TAB. 7.10 – Coefficients de corrélations des résidus estimés ρ_{ij}

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	econ-RISQ	innov-COUTS	Finance-ment	Rigid-ORG	manque QUALIF	info-TECH	info-MARKET	flexible-NORMES
innovCOUTS	**0,583**							
	(11.61)							
FINANCEMENT	0,366	**0,600**						
	(6.16)	*(12.06)*						
RigidORG	0,300	0,404	0,402					
	(4.73)	*(6.54)*	*(6.67)*					
manqQUALIF	0,383	0,389	0,402	**0,583**				
	(6.57)	*(6.54)*	*(6.96)*	*(11.48)*				
infoTECH	**0,485**	**0,516**	**0,506**	**0,510**	**0,713**			
	(9.38)	*(9.52)*	*(9.53)*	*(9.38)*	*(18.09)*			
infoMARKET	**0,472**	**0,494**	0,398	0,380	0,409	**0,627**		
	(8.72)	*(8.53)*	*(6.65)*	*(6.27)*	*(6.99)*	*(13.52)*		
flexibleNORMES	0,385	0,410	0,341	**0,456**	0,403	**0,449**	0,329	
	(6.67)	*(6.76)*	*(5.61)*	*(7.95)*	*(6.75)*	*(8.00)*	*(5.28)*	
reactCLIENT	0,416	0,415	0,439	0,335	0,343	**0,475**	**0,479**	0,423
	(7.35)	*(6.86)*	*(7.72)*	*(5.35)*	*(5.54)*	*(8.84)*	*(8.53)*	*(7.48)*

TAB. 7.11 – Coefficients de corrélations des résidus estimés ρ_{ij} (entreprises innovantes)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	econ-RISQ	innov-COUTS	Finance-ment	Rigid-ORG	manque QUALIF	info-TECH	info-MARKET	flexible-NORMES
innovCOUTS	0,519							
	(6.81)							
FINANCEMENT	0,270	0,591						
	(3.25)	*(8.51)*						
RigidORG	0,345	0,263	0,339					
	(4.42)	*(2.89)*	*(4.24)*					
manqQUALIF	0,340	0,258	0,364	0,549				
	(4.44)	*(3.07)*	*(4.79)*	*(8.20)*				
infoTECH	0,345	0,399	0,365	0,370	0,665			
	(4.47)	*(5.09)*	*(4.89)*	*(4.85)*	*(11.78)*			
infoMARKET	0,337	0,393	0,180	0,351	0,350	0,640		
	(4.35)	*(4.52)*	*(2.23)*	*(4.53)*	*(4.38)*	*(10.91)*		
flexibleNORMES	0,445	0,273	0,268	0,408	0,389	0,313	0,258	
	(6.15)	*(3.05)*	*(3.44)*	*(5.40)*	*(5.01)*	*(3.97)*	*(3.23)*	
reactCLIENT	0,415	0,319	0,303	0,241	0,286	0,325	0,341	0,434
	(5.89)	*(3.67)*	*(3.93)*	*(3.04)*	*(3.54)*	*(4.19)*	*(4.54)*	*(5.81)*

Conclusion Générale

L'objet de cette thèse est l'analyse des déterminants et du comportement d'innovation dans les entreprises en Tunisie. Il s'agit d'une question centrale pour les pays en développement, car l'innovation est un moteur de la croissance économique et constitue un élément important du processus de développement industriel et d'intégration dans l'économie mondiale. Cette thèse ne doit pas être considérée comme un travail final, mais plutôt un cheminement de recherche, permettant d'améliorer notre compréhension des conditions économiques favorables à l'innovation, surtout pour un pays en développement qui cherche activement à s'intégrer dans l'économie mondiale, comme la Tunisie. Notre travail s'est limité à l'analyse de la relation entre les facteurs économiques, tant internes qu'externes à l'entreprise, et le succès de l'innovation. Nous avons présenté les concepts et dimensions associés à l'innovation et au processus du changement technologique en général à travers une relecture des théories modernes de l'innovation. Dans cette perspective, notre appréhension des mécanismes de l'innovation en Tunisie nous a conduit à chercher des réponses aux questions principales suivantes : Quels sont les forces qui induisent ces activités et pour quelles raisons les firmes s'engagent dans telles activités ? Quel rôle peut être attribué à l'ouverture des entreprises à la concurrence étrangère et à l'exportation ? Les investissements étrangers contribuent-ils aux activités d'innovations en Tunisie ? Quelles conclusions peuvent être tirées à propos les obstacles entravant ou ralentissant le processus d'innovation et les facteurs affectant leurs perceptions ?

Le plan de la thèse a été articulé en deux parties : la première s'est d'abord proposée d'apporter des éclairages théoriques sur les motivations et les déterminants de l'innovation en général, tels qu'ils sont analysés par les théories économiques de l'innovation. Puis, dans une deuxième étape, considérer les caractéristiques de l'économie tunisienne et les conditions qu'elle offre à l'innovation. La deuxième partie s'est attachée à l'analyse empirique du comportement d'innovation des entreprises. Nous avons adopté une approche qui est économétrique, que nous avons choisie de compléter, quand cela nous a paru nécessaire, par des analyses statistiques plus spécialisées. La démarche progressive, poursuivie dans l'analyse théorique, nous a guidé dans la formulation du cadre d'analyse retenu pour étudier l'innovation dans les entreprises tunisiennes.

Après avoir passé en revue la littérature relative à chaque dimension de l'innovation, nous avons procédé par un exposé historique des caractéristiques du schéma du développement technico-économique du pays et des grandes lignes des politiques industrielles poursuivies pour apporter des réponses à nos questions. En effet, l'évaluation de l'effort des firmes seules ne suffit pas pour expliquer les processus d'innovation. L'analyse du cadre macroéconomique nous a aidé à cerner les différents aspects qui nous ont permis de comprendre les moteurs de l'innovation dans les entreprises tunisiennes. Les résultats montrent que le ralentissement des

investissements globaux pèse sur la croissance en dépit de la consolidation de la privatisation. Le secteur industriel relève une quasi-stagnation de la productivité du travail, en particulier dans le secteur textile. L'industrie tunisienne présente un faible taux de travailleurs qualifiés à l'exception des industries chimiques. Le développement du secteur offshore se base essentiellement sur des bas salaires et un niveau d'encadrement très faible. Concernant la productivité du capital, les évolutions sont différenciées entre les secteurs, montrant une performance des industries mécaniques et électriques. Les entreprises tunisiennes, familiarisées à des politiques protectionnistes, se trouvent de plus en plus confrontées à la concurrence étrangère. L'État joue un rôle central dans la mise en place d'un système d'innovation dans le cadre de la mise à niveau et de la modernisation industrielle. Ce système, marqué d'instabilité, renforce de plus en plus le lien entre la sphère productive et le système de recherche. Ce résultat a été confirmé par l'analyse empirique qui a mis l'accent sur le rôle de la coopération dans l'innovation en Tunisie.

Les entreprises tunisiennes bénéficient des sources externes des connaissances (universités, centres publics de recherches, autres organismes ou entreprises). Les résultats montrent que les variables qui représentant ces canaux de connaissances ont des effets positifs sur l'innovation. Nous avons également étudié le rôle des activités de R&D, de l'ouverture à l'exportation, de la participation étrangère et de l'État dans le capital de l'entreprise. Les entreprises tunisiennes peuvent bénéficier des externalités de R&D à travers les programmes de coopération avec les organismes ou partenaires étrangers. Mais, le commerce international et les IDE ne semblent pas être un vecteur d'innovation en Tunisie. Ces résultats ouvrent, de plus, de nombreuses perspectives de recherche. En effet, pour une économie qui cherche à mettre en place le cadre institutionnel nécessaire au développement économique et à l'insertion dans l'économie mondiale, il est nécessaire de répondre à la question de l'efficacité économique des innovations.

Tout en nous permettant de répondre à nos questions principales sur les déterminants de l'innovation des firmes, le travail de la thèse ouvre de nouvelles perspectives qui devraient nourrir nos futures recherches. Nous nous sommes appuyés, pour mener notre recherche et donner des éléments de réponse à notre problématique, sur deux catégories de sources de données complémentaires : les sources officielles et l'enquête de terrain. La première catégorie de sources provient essentiellement de(s) :

- La documentation statistique de base qui est constituée essentiellement par les publications de l'Institut National de Statistiques (INS), l'Agence de Promotion de l'Industrie (API), etc.
- Les documents sur les politiques industrielles et de développement (plans, études sectorielles, etc) fournis par les organismes spécialisés.

Le recours à ces sources nous a permis de repérer les caractéristiques et les orientations sectorielles et de fournir des informations élémentaires sur les caractéristiques globales de l'économie tunisienne. Nous avons complété nos informations par l'enquête de terrain qui nous a servi de base statistique pour l'analyse empirique des déterminants de l'innovation des entreprises tunisiennes.

Cependant, au-delà de son caractère statique et de la possibilité du biais de sélection et d'échantillonnage au dépend des petites entreprises, cette enquête souffre aussi du manque d'informations sur les activités de R&D et d'innovation en Tunisie. Par exemple, elle ne donne pas des indications sur l'importation de la technologie par l'entreprise (achat de licence, acquisition d'un brevet, investissement direct étranger, alliance technologique ou joint venture). Bien que nous disposons des informations sur la collaboration et le partenariat technologique, l'enquête ne donne pas des indications sur l'acteur économique qui a développé l'innovation de l'entreprise (l'entreprise elle même, le groupe dont elle fait partie, en coopération avec d'autres entreprises ou organismes, ou par d'autres entreprises). De même, le questionnaire ne met pas l'accent les facteurs et organismes auxquels l'entreprise fait recours, dans le cadre de ses activités d'innovation, en tant que sources d'informations pour innover : nous pouvons distinguer les sources d'information internes à l'entreprise (le personnel de R&D, le personnel de vente et de marketing ou de production, etc) et les sources d'information externes à l'entreprise (fournisseurs, clients et consommateurs, concurrents et autres entreprises apparentées à son secteur d'activité, universités, centres de recherche publics, etc).

Pour améliorer notre analyse, nous devrons aussi mettre l'accent sur la notion de compétences qui renvoie aussi bien à l'ensemble des ressources spécifiques de nature technologique et humaine qu'aux aptitudes liées à la coordination et à la compétence organisationnelle. Les données doivent inclure des dimensions supplémentaires, sur lesquelles l'activité d'innovation doit reposer, et liées à :

- L'organisation des activités d'innovation : structuration de l'entreprise autour de ses projets d'innovation, implication des services dans les projets, travail en équipe ou en commun pour innover, mobilité entre les services pour innover, etc.
- L'acquisition des technologies extérieures : connaissance des technologies des concurrents, utilisations des inventions d'un tiers tels que les brevets et licences, recrutement des employés qualifiés pour innover, etc.

La rédaction de la prochaine version de l'enquête innovation devrait chercher à combler ces faiblesses.

D'autres questions sont reliées à l'importance des externalités de connaissance générées par les activités technologiques d'autres firmes ou organismes. L'appréciation de ces externalités est nécessaire pour mesurer l'importance et la direction de leurs effets dans l'économie et en particulier leur impact sur la capacité d'innovation des firmes. Il est aussi important d'examiner le degré avec lequel les firmes bénéficient d'un tel phénomène. Les externalités peuvent être décomposées en deux composantes, nationale et internationale, pour voir comment elles contribuent différemment à la capacité d'innovation. En s'appuyant sur la problématique de la proximité technologique et des externalités de connaissances, il nous semble aussi important d'évaluer le rôle des infrastructures dans la diffusion des connaissances et la localisation des activités d'innovations en Tunisie. Ces externalités sont favorisées, à la fois, par la proximité technologique et la proximité géographique. L'explication de la polari-

sation des activités innovantes en Tunisie pourrait caractériser l'effet de l'innovation dans le développement régional et dans la création d'emploi.

Bibliographie

Abbate, F. (2002), L'intégration de la Tunisie dans l'économie mondiale : opportunités et défis, *in* 'Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement'.

Abernathy, W. J. & Utterback, J. M. (1978), 'Patterns of Innovation in Technology', *Technology Review* **80**(7), 40–47.

Acs, Z. & Audretsch, D. B. (1987), 'Innovation, Market Structure and Firm Size', *Review of Economics and Statistics* **69**, 567–575.

Acs, Z. J. & Audretsch, D. B. (1988), 'Innovation in Large and Small Firms : An Empirical Analysis', *American Economic Review* **78**, 678–690.

Acs, Z. J. & Audretsch, D. B. (1990), *Innovation and Small Firms*, Cambridge, Mass : MIT Press.

Aggarwal, R. (1999), 'Technology and Globalization as Mutual Reinforcers in Business : Reorienting Strategic Thinking for the New Millennium', *Management International Review* **39**, 83–104.

Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. & Howitt, P. (2005), 'Competition and Innovation : an Inverted-U Relationship', *Quarterly Journal of Economics* **120**(2), 701–728.

Aghion, P., Cohen, É., Dubois, É., Vandenbussche, J., Lorenzi, J. H. & Mougeot, M. (2004), Education et Croissance, Technical report, La Documentation française.

Aghion, P. & Griffith, R. (2005), *Competition and growth*, MIT Press, Cambridge :MA.

Aghion, P. & Howitt, P. (1998), *Endogenous Growth Theory*, The MIT Press, Cambridge : MA.

Ai, C. R. & Norton, E. C. (2003), 'Interaction terms in logit and probit models', *Economics Letters* **80**(1), 123–129.

Akaike, H. (1974), 'A new look at the statistical model identification', *IEEE Transactions on Automatic Control* **19**(6), 716–723.

Akamatsu, K. (1961), 'A theory of unbalanced growth in the world economy', *Weltwirtschaftiches Archiv* **86**(2), 196–217.

Albert, J. & Chib, S. (1993), 'Bayesian Analysis of Binary and Polychotomous Data', *Journal of the American Statistical Association* **88**, 669–579.

Albert, J. H. & Chib, S. (1995), 'Bayesian Residual Analysis for Binary Response Regression Models', *Biometrika* **82**, 747–759.

Almeida, R. & Fernandes, A. M. (2008), 'Openness and Technological Innovations in Developing Countries : Evidence from Firm-Level Surveys', *Journal of Development Studies* **44**, 701–727.

Alvarez, R. (2001), 'External Sources of Technological Innovation in Chilean Manufacturing Industry', *Estudios de Economia* **28**(1), 53–68.

Alvarez, R. & Lopez, R. (2005), ' Exporting and Firm Performance : Evidence from Chilean Plants', *Canadian Journal of Economics* **38**(4), 1384–1499.

Alvarez, R. & Robertson, R. (2004), 'Exposure to Foreign Markets and Plant-level Innovation : Evidence from Chile and Mexico', *Journal of International Trade & Economic Development* **13**(1), 57–87.

Amable, B. (2003), Les Systèmes d'innovation, *in* Mustar & Penan, eds, 'Encyclopédie de l'innovation', Economica.

Amara, N. & Landry, R. (2005), 'Sources of Information as Determinants of Novelty of Innovation in Manufacturing Firms : Evidence from 1999 Statistics Canada Innovation', *Technovation* **3**, 245–259.

Ambec, S. & Barla, P. (2001), 'Productivité et réglementation environnementale : une analyse de l'hypothèse de porter', *Cahiers de recherche, Université Laval-Département d'économique* .

Amemiya, T. (1978), 'The estimation of a simultaneous equation generalized probit model', *Econometrica* **46**(5), 1193–1205.

Anlló, G. (2006), An overview of Latin America innovation surveys, *in* W. Blankley, M. Scerri, N. Molotja & I. Saloojee, eds, 'Measuring Innovation in OECD and non-OECD Countries : selected seminar papers', Cape Town : HSRC Press.

Aralica, Z., Domagoj, R. & Dubravko, R. (2008), 'Innovation Propensity in Croatian Enterprises : Results of the Community Innovation Survey', *South East European Journal of Economics and Business* **3**(1), 77–88.

Archibugi, D. & Michie, J. (1997), *Technology, globalisation and economic performance*, Cambridge University Press.

Arnold, M. J. & Javorcik, B. S. (2009), 'Gifted kids or pushy parents ? Foreign direct investment and plant productivity in Indonesia', *Journal of International Economics* **79**(1), 42–53.

Arora, A. & Gambardella, A. (1990), 'Complementarity and External Linkages : the Strategies of the Large Firms in Biotechnology', *Journal of Industrial Economics* **38**, 361–379.

Arora, A. & Gambardella, A. (1994), 'The Changing Technology of Technological Change : General and Abstract Knowledge and the Division of Innovative Labor', *Research Policy* pp. 523–532.

Arrow, K. (1962), Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, *in* R. Nelson, ed., 'The Rate and Direction of Inventive Activity', Princeton, pp. 609–626.

Arthur, W. B. (1989), 'Competing Technologies, Increasing Returns and Locking by Historical Events', *The Economic Journal* **99**, 116–146.

Arvanitis, R., M'henni, H. & Tsipouri, L. (2010), Existe-t-il une gouvernance des systèmes d'innovation en Afrique du Nord et au Moyen-Orient ?, *in* 'Maghreb Machrek - Action publique et gouvernance en Méditerranée', Choiseul.

Audretsch, D. B. & Feldman, M. P. (1996), 'R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production', *The American Economic Review* pp. 630–640.

Autant-Bernard, C. & Massard, N. (1999), 'Econométrie des externalités technologiques locales et géographie de l'innovation : une analyse critique', *Économie appliquée* **52**(4), 35–68.

Ayadi, M., Rahmouni, M. & Yildizoglu, M. (2007), 'Sectoral Patterns of Innovation in a Developing Country : The Tunisian Case', *Working Papers of GREThA, 2007-19* .

Ayadi, M., Rahmouni, M. & Yildizoglu, M. (2009), 'Determinants of the Innovation Propensity in Tunisia : the Central Role of External Knowledge Sources', *Document de Travail du GREQAM* (No 2009-05).

Balcet, G. & Evangelista, R. (2005), 'Global technology : Innovation Strategies of Foreign Affiliates in Italy', *Transnational Corporations* **14**(2), 53–92.

Baldwin, J. & Lin, Z. (2002), 'Impediments to Advanced Technology Adoption for Canadian Manufacturers', *Research Policy* **31**(1), 1–18.

Baldwin, J. R. & Gu, W. (2004), 'Trade liberalization : Export-market participation, productivity growth, and innovation', *Oxford Review of Economic Policy* **20**(3), 372–392.

Banque Mondiale (2000), 'République Tunisienne. Actualisation de l'évaluation du secteur privé : Relever le défi de la mondialisation', *Rapport Principal* **vol. 2**(N°20173-Tun).

Banque Mondiale (2004), Development Policy Review of Tunisia : Making Deeper Trade Integration Work for Growth and Jobs, Technical Report 29847-TN, Banque Mondiale, Washington, D.C.

Banque Mondiale (2006), Africa Development Indicators, Technical report, Washington, D. C.

Banque Mondiale (2008), Intégration mondiale de la Tunisie : Une nouvelle génération de réformes pour booster la croissance et l'emploi, Technical Report 45409, Banque Mondiale, Washington, D.C.

Banque Mondiale & Banque Islamique de Développement (2005), 'Tunisie : Comprendre les raisons d'un développement socioéconomique réussi. Une initiative commune d'évaluation de l'aide, réalisée par la Banque Mondiale et la Banque Islamique de Développement'.

Bell, M. & Pavitt, K. (1993), 'Technological accumulation and industrial growth : contrasts between developed and developing countries', *Industrial and Corporate Change* **2**(1), 157–210.

Bellak, C. (2004), 'How Domestic and Foreign Firms Differ and Why Does It Matter ?', *Journal of Economic Surveys* **18**(4), 483–514.

Ben Hammouda, A. (1996), Crise économique et contestation du politique en Tunisie, *in* 'Le Maghreb : Enlisement ou Nouveau Départ ?', Édition l'Harmattan, Paris.

Ben Salem, L. (1994), 'Les ingénieurs en Tunisie aux XIXe et XXe siècles', *Revue du Monde Musulman et de la Méditerranée* **72**, 60–74.

Ben-Zion, U. & Ruttan, V. W. (1974), *Aggregate Demand and Technological Changes : Macro-economic Model of Induced Innovations*, Dept. of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota.

Ben-Zion, U. & Ruttan, V. W. (1978), Aggregate Demand and the Rate of Technical Change, *in* H. P. Binswanger, V. Ruttan & U. Ben-Zion, eds, 'Induced Innovation : Technology, Institutions and Development', Johns Hopkins University Press, pp. 261–275.

Bernard, A. B. & Jensen, B. J. (1999), 'Exceptional exporter performance : cause, effect, or both ?', *Journal of international economics* **47**(1), 1–25.

Bertschek, I. (1995), 'Product and Process Innovation as a Response to Increasing Imports and Foreign Direct Investment', *The Journal of Industrial Economics* **43**(4), 341–357.

Bessen, J. & Meurer, M. J. (2008), *Patent Failure : How Judges, Bureaucrats, and Lawyers Put Innovators at Risk*, Princeton University Press.

Blankley, W. & Kaplan, D. (2006), South Africa's first survey of innovation in the manufacturing sector and recommendations for the next survey, *in* W. Blankley, M. Scerri, N. Molotja & I. Saloojee, eds, 'Measuring Innovation in OECD and non-OECD Countries : selected seminar papers', Cape Town : HSRC Press.

Blinder, A. S. (1973), 'Wage Discrimination : Reduced Form and Structural Estimates', *The Journal of Human Resources* **8**, 436–455.

Blonigen, B. & Taylor, C. (1997), R&D Activity and Acquisitions in High Technology Industries : Evidence From the US Electronics Industry. Working Paper.

Boes, S. & Winkelmann, R. (2006), 'Ordered response models', *Allgemeines Statistisches Archiv* **90**(1), 167–181.

Bogliacino, F. & Naranjo Ramos, A. J. (2008), 'Optimal Intellectual Property Rights Protection : The case of Colombia', *Economics Bulletin* **15**(20), 1–15.

Bound, J., Cummins, C., Griliches, Z., Hall, B. H. & Jaffé, A. (1984), Who does R&D and who doesPatents, *in* 'R&D, patents, and Productivity', University of Chicago Press, pp. 21–54.

Boyer, R. & Didier, M. (1998), *Innovation et croissance*, La Documentation Française.

Braga, H. & Larry, W. (1991), 'Technological Imports and Technological Effort : an Analysis of their Determinants in Brazilian Firms', *Journal of Industrial Economics* **39**(4), 421–432.

Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A. & Stone, C. J. (1984), *Classification and Regression Trees*, Chapman and Hall, New York.

Buckley, P. J., Clegg, J. & Wang, C. (2002), 'The impact of inward FDI on the performance of Chinese manufacturing firms', *Journal of International Business Studies* **33**(4), 637–655.

Cabagnols, A. & Le Bas, C. (2002), Differences in the Determinants of Product and Process Innovations : The French Case, *in* A. Kleinknecht & P. Mohnen, eds, 'Innovation and Firm Performance', Palgrave : London, pp. 112–149.

Caccomo, J. L. (2005), *L'épopée de l'innovation : innovation technologique et évolution économique*, Editions L'Harmattan.

Cantwell, J. (1990), *Technological innovation and multinational corporations*, B. Blackwell.

Cantwell, J. (1995), 'The Globalisation of Technology : What Remains of the Product Cycle Model ?', *Cambridge Journal of Economics* **19**, 155–174.

Cantwell, J. & Iammarino, S. (2001), 'EU regions and multinational corporations : change, stability and strengthening of technological comparative advantages', *Industrial and Corporate Change* **10**(4), 1007–1037.

Cantwell, J. & Piscitello, L. (2000), 'Accumulating technological competence : its changing impact on corporate diversification and internationalization', *Industrial and Corporate Change* **9**(1), 21–51.

Casadella, V. & Benlahcen-tlemcani, M. (2006), 'De l'applicabilité du système national d'innovation dans les pays moins avancés', *Innovations* **2**(24), 59–90.

Cassiman, B. & Veugelers, R. (2004), Complementarity in the Innovation Strategy : Internal R&D and External knowledge Acquisition and Cooperation in R&D. IESE working paper, mimeo.

Castellani, D. & Zanfei, A. (2007), 'Internationalisation, innovation and productivity : How do firms differ in Italy ?', *World Economy* **30**(1), 156–176.

Catin, M. (2001), *Activités technologiques, connaissances et organisation*, Editions L'Harmattan.

Chaminade, C. & Edquist, C. (2006), From Theory to Practice : The Use of the Systems of Innovation Approach in Innovation Policy, *in* 'Innovation, science, and institutional change', Oxford University Press, USA, p. 141.

Chaminade, C., Intarakumnerd, P. & Sapprasert, K. (2008), 'Measuring systemic failures in innovation systems in developing countries using innovation survey data : The case of Thailand', *TIK seminars on innovation, University of Oslo* .

Chelbi, A., Bennaceur, S., Khalfallah, S. & Haouari, M. (1996), Etude Stratégique, Base technologique avancée à l'horizon 2010 : Recommandations pour la mise en place d'une base technologique avancée, Technical report, Secrétariat d'Etat à la Recherche Scientifique et à la Technologie, Tunisie.

Cherel, J. (1971), 'Les unités coopératives de production du Nord tunisien', *Tiers-Monde* **12**(46), 303–350.

Chevalier, A., Lemoine, F. & Nayman, L. (1997), 'L'Union Européenne et ses voisins de l'Est du Sud', *La lettre du CEPII* (n° 162).

Chudnovsky, D., Lopez, A. & Pupato, G. (2006), 'Innovation and productivity in developing countries : A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001)', *Research Policy* **35**(2), 266–288.

Clancy, J. (2001), 'Barriers to Innovation in Small-scale Industries : Case Study from the Briquetting Industry in India', *Science Technology & Society* **6**(2), 329–357.

Cockburn, I. & Henderson, R. (1998), 'Absorptive Capacity, Co-authoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery', *The Journal of Industrial Economics* **46**(2), 157–181.

Coe, D. T. & Helpman, E. (1995), 'International R&D spillovers', *European Economic Review* **39**(5), 859–887.

Coe, D. T., Helpman, E. & Hoffmaister, A. W. (1997), 'North-South R&D Spillovers', *The Economic Journal* **107**(440), 134–149.

Cohen, W. M. (1995), Empirical Studies of Innovative Activity, *in* P. Stoneman, ed., 'Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change', Vol. 2, Oxford : Blackwell.

Cohen, W. M. & Klepper, S. (1996*a*), 'A reprise of size and R&D', *Economic Journal* **106**, 925–951.

Cohen, W. M. & Klepper, S. (1996*b*), 'Firm size and the nature of innovation within industries : the case of process and product R&D', *The Review of Economics and Statistics* pp. 232–243.

Cohen, W. M., Levin, R. C. & Moxery, D. C. (1987), 'Firm size and R&D intensity : A reexamination', *NBER working paper series* (2205).

Cohen, W. M. & Levinthal, D. A. (1989), 'Innovation and Learning : the Two Faces of R&D', *The Economic Journal* **99**(3), 569–596.

Cohen, W. M. & Levinthal, D. A. (1990), 'Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation', *Administrative Science Quarterly* **35**, 128–152.

Combe, E. (1998), 'Pourquoi les Firmes s'allient-elles ? Un Etat de l'Art', *Revue d'Economie Politique* **108**(4), 433–476.

Cooke, P., Gomez Uranga, M. & Etxebarria, G. (1997), 'Regional innovation systems : institutional and organisational dimensions', *Research Policy* **26**(4-5), 475–491.

Costantini, J. & Melitz, M. (2008), The dynamics of firm-level adjustment to trade liberalization, *in* 'The Organization of Firms in a Global Economy', Harvard University Press, Cambridge.

Cramer, J. S. (2007), 'Robustness of logit analysis : Unobserved heterogeneity and misspecified disturbances', *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* **69**(4), 545–555.

Cremer, J. & Sirbu, M. A. (1978), 'Une Analyse Econométrique de l'Effort de Recherche et Développement de l'Industrie Française', *Revue Economique* **29**(5), 940–957.

Crespi, G. & Peirano, F. (2007), 'Measuring Innovation in Latin America : What we did, where we are and what we want to do. Proceeding from the Conference on Micro Evidence on Innovation in Developing Countries', *UNU-MERIT, Maastricht, The Netherlands.* .

Criscuolo, C., Haskel, J. E. & Slaughter, M. J. (2010), 'Global engagement and the innovation activities of firms', *International Journal of Industrial Organization* **28**(2), 191–202.

Şeker, M. (2009), 'Importing, Exporting and Innovation in Developing Countries', *Policy Research Working Paper, The World Bank* (5156).

Cytermann, J. (2004), 'L'administration et les politiques de recherche : quelles spécificités ?', *Revue française d'administration publique* **112**(2004/4), 625–635.

Dachs, B. & Ebersberger, B. (2009), 'Does foreign ownership matter for the innovative activities of enterprises ?', *International Economics and Economic Policy* **6**(1), 41–57.

Damijan, J. P., Kostevc, Č. & Polanec, S. (2010), 'From Innovation to Exporting or Vice Versa ?', *World Economy* **33**(3), 374–398.

D'Aspremont, C. & Jacquemin, A. (1988), 'Co-operative and non co-operative R&D in duopoly with spillovers', *American Economic review* **78**(5), 1133–1137.

D'Aspremont, C. & Jacquemin, A. (1990), 'Co-operative and non co-operative R&D in duopoly with spillovers : erratum', *American Economic review,* **80**(3), 641–642.

David, P. A. (1985), 'Clio and the Economis of QWERTY', *American Economic Review* **75**(2), 332–337.

David, P. & Foray, D. (1995), 'Dépendance du sentier et économie de l'innovation : un rapide tour d'horizon', *Revue d'Economie Industrielle* pp. 27–52.

Denison, E. F. (1962), *The sources of economic growth in the United States*, Committee for Economic Development.

Denison, E. F. (1964), La mesure de la contribution de l'enseignement (et du "facteur résiduel") à la croissance économique, *in* 'Le facteur résiduel et le progrès technique', OCDE.

D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M. & von Tunzelmann, N. (2007), 'Revealed versus deterring barriers to innovation : evidence from the CIS4', *DRUID Summer Conference* .

D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M. & Von Tunzelmann, N. (2008), 'What hampers innovation ? Evidence from the UK CIS4', *SWEPS Electronic Working Paper Series, SPRU* **168**.

D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M. & von Tunzelmann, N. (2009), 'Revealed versus Deterring Barriers to Innovation', *DIUS Research Report 09-09* .

Di-Tommaso, M. R., Lanzoni, E. & Rubini, L. (2001), 'Support to SMEs in the Arab Region The case of Tunisia', *UNIDO-UNDP Project, UNIDO Italia* .

Dixon, A. J. & Seddighi, H. R. (1996), ' An analysis of R&D activities in North East England manufacturing firms : the results of a sample survey', *Regional Studies* **30**(3), 287–294.

Dlala, H. (1990), 'Le transfert de technologie et de savoir-faire industriels en Tunisie', *Annales de Géographie* **99**(554), 441–457.

Dlala, H. (1993), *Structuration et fonctionnement de l'espace industriel tunisien : approche macroscopique*, Université de Tunis.

Doms, M. E. & Jensen, J. B. (1998), 'Comparing wages, skills, and productivity between domestically and foreign-owned manufacturing establishments in the United States', *NBER, National Bureau of Economic Research* pp. 235–258.

Dosi, G. (1982), 'Technological paradigms and technological trajectories', *Research Policy* **11**(2), 147–162.

Dosi, G. (1984), *Technical Change and Industrial Transformation : The theory and an Application to the semiconductor industry*, The Macmillan Press.

Dosi, G. (1988), 'Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation', *Journal of Economic Literature* **26**, 1120–1171.

Dosi, G. (1997), 'Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change', *Economic Journal* **107**(444), 1530–1547.

Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. & Soete, L. (1988), The nature of the innovative process, *in* 'Technical Change and Economic Theory', Printer Publishers, pp. 221–238.

Dosi, G., Teece, D. J. & Winter, S. (1990), 'Les Frontières des Entreprises : Vers une Théorie de la Cohérence de la Grande Entreprise', *Revue d'Économie Industrielle* **51**, 238–254.

Drago, R. & Wooden, M. (1994), 'Unions, Innovation and Investment : Australian Evidence', *Applied Economics* **26**, 609–615.

Ebersberger, B., Lööf, H. & Oksanen, J. (2005), 'Does foreign ownership matter for the innovation activities of Finnish firms ?', *VTT Working Paper : ESPOO* **26**.

Edquist, C. (1997), *Systems of Innovation-Technologies, Institutions and Organizations*, London : Pinter Publishers.

Encaoua, D., Foray, D., Hatchuel, A. & Mairesse, J. (2004), 'Les enjeux économiques de l'innovation', *Revue d'Economie Politique* pp. 133–168.

Erdilek, A. (2005), R&D activities of foreign and national establishments in Turkish manufacturing, *in* 'The Impact of Foreign Direct Investment on Development : New Measures, New Outcomes, New Policy Approaches', Institute for International Economics, Washington, DC.

ETF (2005), Tunisie : Etude pays, Technical report, European Training Foundation.

Fagerberg, J., Srholec, M. & Verspagen, B. (2010), Innovation and economic development, *in* B. H. Hall & N. Rosenberg, eds, 'Handbook of the Economics of Innovation', North-Holland.

Fairlie, R. W. (1999), 'The Absence of the African-American Owned Business : An Analysis of the Dynamics of Self-Employment', *Journal of Labor Economics* **17**(1), 80–108.

Fairlie, R. W. (2005), 'An Extension of the Blinder-Oaxaca Decomposition Technique to Logit and Probit Models', *Journal of Economic and Social Measurement* **30**(4), 305–316.

Falise, M. & Masson, P. (1977), La Politique de Développement Technologique en Tunisie. Investissements Etrangers et Sous-traitance Internationale, *in* 'Annuaire de l'Afrique du Nord 1976', pp. 161–174.

Falk, M. (2008), 'Effects of foreign ownership on innovation activities : empirical evidence for twelve European countries', *National Institute Economic Review* **204**, 85–97.

Falk, M. & Falk, R. (2006), 'Do Foreign-Owned Firms Have a Lower Innovation Intensity Than Domestic Firms ?', *Austrian Institute of Economic Research (WIFO)* .

FEMISE (2003), L'impact de l'élargissement de l'UE sur les Partenaires Méditerranéens, Technical report, Institut de la Méditerranée.

FEMISE (2005), Profil Pays : La Tunisie, Technical report, Institut de la Méditerranée, Economic Research Forum.

FEMISE (2009), Regional Integration, Firms' Location and Convergence : An Application to the Euro-Mediterranean Area, Technical Report FEM33-01.

Finger, J. M. & Kreinin, M. E. (1979), 'A mesure of Export Similarity and its Possible Uses', *The Economic Journal* **89**(356), 905–912.

Foray, D. & Freeman, C. (1992), *Technologie et richesse des nations*, Economica.

Foray, D. & Gibbons, M. (1996), 'Discovery in the context of application', *Technological Forecasting and Social Change* **53**(3), 263–278.

Fors, G. (1997), 'Utilization of R&D Results in the Home and Foreign Plants of Multinationals', *Journal of Industrial Economic* **45**(3), 341–358.

Foxon, T. & Pearson, P. (2008), 'Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies : some features of a sustainable innovation policy regime', *Journal of Cleaner Production* **16**, 148–161.

Freel, M. (1999), 'Barriers to product innovation in small manufacturing firms', *International Small Business Journal* **18**(2), 60–80.

Freel, M. (2000), 'External linkages and product innovation in small manufacturing firms', *Entrepreneurship and Regional Development* **12**(2), 245–266.

Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, second edn, Francis Pinter, London.

Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance : Lessons from Japan*, London, Frances Pinter.

Freeman, C. (1991), 'Networks of innovators : a synthesis of research issues', *Research Policy* **20**, 499–514.

Freeman, C. (1994*a*), 'Changement technologique et économie mondiale', *Futuribles* pp. 25–48.

Freeman, C. (1994*b*), 'The economics of technical change : critical survey', *Cambridge Journal of Economics* **18**, 463–514.

Freeman, C. (1995), 'The 'national system of innovation' in historical perspective', *Cambridge Journal of Economics* **19**, 5–24.

Frenz, M. & Ietto-Gillies, G. (2007), 'The impact of multinationality on the propensity to innovate : An analysis of the UK Community Innovation Survey', *International Review of Applied Economics* **21**(1), 99–117.

Furman, J. L., Porter, M. E. & Stern, S. (2002), 'The determinants of national innovative capacity', *Research Policy* **31**, 899–933.

Galbraith, J. K. (1952), *American Capitalism : The Concept of Countervailing Power*, Boston, MA : Houghton Mifflin.

Galia, F. & Legros, D. (2004), 'Complementarities between obstacles to innovation : Evidence from France', *Research Policy* **33**, 1185–1199.

Geroski, P. (1995), Markets for technology : knowledge, innovation and appropriability, *in* 'Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change', Oxford : Blackwell Publishers, pp. 90–131.

Geroski, P. A. (1990), 'Innovation, technological opportunity, and market structure', *Oxford Economic Papers* **42**, 586–602.

Goedhuys, M. (2007), 'Learning, product innovation, and firm heterogeneity in developing countries, evidence from tanzania', *Industrial and Corporate Change* .

Gonçalves, E., Lemos, M. B. & De Negri, J. A. (2007), Drivers of technological innovation in Argentina and Brazil, *in* J. A. De Negri & L. M. Turchi, eds, 'Technological innovation in Brazilian and Argentine firms', Institute for Applied Economic Research (IPEA), Brasília, pp. 177–202.

González, X., Jaumandreu, J. & Pazó, C. (2005), 'Barriers to innovation and subsidy effectiveness', *RAND Journal of Economics* **36**(4), 930–950.

Granstrand, O., Hakanson, A. & Sjolander, S. (1992), *Technology Management and International Business - Internationalization of R&D and Technology*, John Wiley & Sons, Chichester.

Greene, W. H. (2003), 'Econometric Analysis'.

Griffith, R. (1999), 'Using the ARD establishment level data to look at foreign ownership and productivity in the United Kingdom', *The Economic Journal* **109**(456), 416–442.

Griffith, R., Redding, S. & Simpson, H. (2004), ' Foreign Ownership and Productivity : New Evidence from the Service Sector and the R&D Lab', *CEP Discussion Papers* **0649**.

Griliches, Z. (1957), 'Hybrid Corn : An Exploration in the Economics of Technological Change', *Econometrica* **25**(4), 501–522.

Griliches, Z. (1979), 'Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth', *The Bell Journal of Economics* pp. 92–116.

Griliches, Z. (1992), 'The search for R&D spillovers', *The Scandinavian Journal of Economics* **94**, 29–47.

Groenewegen, J. & Steen van der, M. (2006), 'The evolution of national innovation systems', *Journal of Economic Issues* **40**(2), 277–285.

Grossman, G. M. & Helpman, E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge : MIT Press.

Grubel, H. C. & Lloyod, P. J. (1975), *Intra-industry trade, the theory and measurement of international trade in differentiated products*, Macmillan.

Guellec, D. & De La Potterie, B. V. . P. (2003), 'The impact of public R&D expenditure on business R&D', *Economics of Innovation and New Technology* **12**(3), 225–243.

Guellec, D. & De La Potterie, P. (1997), 'Le soutien des pouvoirs publics stimule-t-il la R-D privée ?', *Revue économique de l'OCDE* **29**, 103–131.

Günther, J., Jindra, B., Stephan, J. & Dyker, D. (2010), FDI and the National Innovation System-Evidence from Central and Eastern Europe, *in* 'Network Dynamics in Emerging Regions of Europe', Imperial College Press.

Günther, J., Stephan, J. & Jindra, B. (2008), 'Foreign Subsidiaries in the East German Innovation System - Evidence from Manufacturing Industries', *Applied Economics Quarterly* **54**(59), 137–172.

Guttman, L. (1954), 'Some necessary conditions for common-factor analysis', *Psychometrika* **19**(2), 149–161.

Hadjimanolis, A. (1999), 'Barriers to innovation for SMEs in a small less developed country (Cyprus)', *Technovation* **19**(9), 561–570.

Hall, B. H. (2002), 'The financing of research and development', *Oxford Review of Economic Policy* **18**(1), 35–51.

Harris, M. N., Ramful, P. & Zhao, X. (2006), 'An ordered generalised extreme value model with application to alcohol consumption in Australia', *Journal of Health Economics* **25**, 782–801.

Harris, R. I. D. (1991), 'Technology and regional policy : A case stady of Northern Ireland', *Applied Economics* **23**, 685–696.

Heckman, J. J. (1976), The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models, *in* 'Annals of Economic and Social Measurement', Vol. 5, NBER, pp. 120–137.

Heckman, J. J. (1979), 'Sample Selection bias as a Specification Error', *Econometrica* **47**(1), 153–161.

Hegde, D. & Shapira, P. (2007), 'Knowledge, technology trajectories, and innovation in a developing country context : evidence from a survey of Malaysian firms', *International Journal of Technology Management* **40**(4), 349–370.

Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S. & Smits, R. (2007), 'Functions of innovation systems : A new approach for analysing technological change', *Technological Forecasting and Social Change* **74**(4), 413–432.

Henderson, R. M. & Clark, C. K. (1990), 'Architectural innovation : the configuration of existing product technologies and the failure of established firms', *Administrative Science Quarterly* **335**(1), 9–30.

Hewitt-Dundas, N. (2006), 'Resource and Capability Constraints to Innovation in Small and Large Plants', *Small Business Economics* **26**, 257–277.

Hicks, J. R. (1932), *The Theory of Wages*, London, England.

Horn, J. L. (1965), 'A rationale and test for the number of factors in factor analysis', *Psychometrika* **30**(2), 179–185.

Hsaini, A. (2007), Le système national d'innovation et de recherche en Tunisie : Un essai de caractérisation et d'évaluation du rôle des centres techniques, Technical report, Grenoble, Université Pierre Mondés, document de recherche projet ESTIME.

Hurlin, C. (2003), 'Econométrie des Variables Qualitatives : Polycopié de Cours'.

Iammarino, S., Sanna-Randaccio, F. & Savona, M. (2007), 'The perception of obstacles to innovation : Multinational and domestic firms in Italy', *Working Papers of BETA, Strasbourg* .

Imai, K., King, G. & Lau, O. (2008), 'Toward a common framework for statistical analysis and development', *Journal of Computational and Graphical Statistics* **17**(4), 892–913.

INS (2000), Enquête nationale sur le budget, la consommation et le niveau de vies des ménages, Technical report, Ministère du Développement et de la coopération internationale, Institut National de Statistique.

INS (2004), Les comptes de la Nation : agrégats et tableaux d'ensemble 1999-2003, Technical report, Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Institut National de la Statistique.

ITCEQ (2004), *Les Cahiers de l'IEQ*, Vol. 18, Institut Tunisien de la Compétitivité et des Etudes Quantitatives.

Jackson, J. E. (1991), *A user's guide to Principal components*, John Wiley & Sons Ltd.

Jacquier-Roux, V. & Le Bas, C. (2008), 'Localisation des activités de R&D des firmes multinationales, modes d'organisation en réseaux et transfert transnational des connaissances : Un cadre d'analyse', *Région et Développement* **28**, 11–38.

Jaffé, A. (1986), 'Technological Opportunity and Spillover of R&D : Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value', *American Economic Review* **76**(5), 984–1001.

Jaffé, A. B. (1989), 'Characterizing the technological position of firms, with application to quantifying technological opportunity and research spillovers', *Research Policy* **18**(2), 87–97.

Jaffé, A. B., Peterson, S. R., Portney, P. R. & Stavins, R. N. (1995), 'Environmental regulation and the competitiveness of US manufacturing : what does the evidence tell us ?', *Journal of Economic literature* **33**(1), 132–163.

Jaklic, A., Damijan, J. P. & Rojec, M. (2008), 'Innovation Cooperation and Innovation Activity of Slovenian Enterprises', *LICOS Discussion Paper 201/2008* .

Jann, B. (2008), 'Fairlie : Stata module to generate nonlinear decomposition of binary outcome differentials', *Statistical Software Components, Boston College Department of Economics* .

Jaramillo, H., Lugones, G. & Salazar, M. (2001), *Standardization of Indicators of Technological Innovation in Latin American and Carribean Countries. Bogoté Manual*, RICYT/OAS/CYTED/COLCIENCIAS/OCYT.

Johansson, B., Lööf, H. & Ebersberger, B. (2008), 'The Innovation and Productivity Effect of Foreign Take-Over of National Assets', *Working Paper Series, Royal Institute of Technology, CESIS* .

Johnson, A. . (2001), 'Functions in Innovation System Approaches', *Paper for DRUID's Nelson-Winter Conference* .

Johnson, A. & Jacobsson, S. (2003), 'The emergence of a growth industry : a comparative analysis of the German, Dutch and Swedish wind turbine industries', *Transformations and Development : Schumpeterian Perspectives, Heidelberg : Physical/Springer* .

Kaiser, H. F. (1960), 'The application of electronic computers to factor analysis', *Educational and psychological measurement* **20**(1), 141–151.

Kamien, M. I. & Schwartz, N. L. (1975), 'Market structure and innovation : a survey', *Journal of Economic Literature* pp. 1–37.

Kamien, M. I. & Schwartz, N. L. (1982), *Market structure and innovation*, Cambridge University Press.

Kamien, M. I. & Zang, I. (2000), 'Meet me halfway : research joint ventures and absorptive capacity', *International Journal of Industrial Organization* **18**, 995–1012.

Kannebley, S. J., Porto, G. S. & Pazeollo, E. T. (2005), 'Characteristics of brazilian firms : an empirical analysis based on pintec– industrial research on technological innovation', *Research Policy* **34**, 872–893.

Karray, Z. & Kriaa, M. (2008), 'Innovation and R&D Investment of Tunisian Firms : A Two Regimes Model with Selectivity Correction', *ERF 15th Annual Conference - Equity and Economic Development. Cairo, Egypt.* .

Keller, W. (2002), 'Trade and the Transmission of Technology', *Journal of Economic Growth* **7**(1), 5–24.

Keller, W. & Yeaple, S. R. (2009), 'Multinational enterprises, international trade, and productivity growth : firm-level evidence from the United States', *The Review of Economics and Statistics* **91**(4), 821–831.

Klevorick, A. K., Levin, R. C., Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1995), 'On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities', *Research Policy* **24**(2), 185–205.

Krugman, P. (1979), 'A model of innovation, technology transfer, and the world distribution of income', *The Journal of Political Economy* **87**(2), 253–266.

Lachmann, J. (1993), *Le Financement des Stratégies de l'Innovation*, Economica.

Laperche, B. (2008), *L'innovation pour le développement : enjeux globaux et opportunités locales*, Karthala Editions.

Lee, C. (2004), 'The determinants of innovation in the Malaysian manufacturing sector : an econometric analysis at the firm level', *ASEAN Economic Bulletin* **21**, 319–329.

Lemoine, F. & Deniz, U. K. (2003), 'Insertion internationale et transfert de technologies : Les cas comparés de la Turquie, de l'Inde et de la Chine', *Revue Région et Développement* (17), 13–47.

Lemoine, F. & Unal-Kesenci, D. (2002), 'Chine : spécialisation internationale et rattrapage technologique', *Economie internationale* (4), 11–40.

Levin, R. C., Cohen, W. M. & Mowery, D. C. (1985), 'R&D appropriability, Opportunity, and Market Structure : New evidence on some schumpeterian hypotheses', *American Economic Review, AEA Papers and Proceedings* **75**, 20–24.

Lim, E. S. & Shyamala, N. (2007), 'Obstacles to innovation : Evidence from Malaysian manufacturing firms', *MPRA Paper, University Library of Munich, Germany* (18077).

Lipsey, R. (2002), 'Home and Host Country Effects of FDI', *NBER working paper series* (w9293).

Liu, X. & Wang, C. (2003), 'Does foreign direct investment facilitate technological progress ? : : Evidence from Chinese industries', *Research Policy* **32**(6), 945–953.

Love, G. H., Ashcroft, B. & Dunlop, S. (1996), 'Corporate structure, ownership and the likelihood of innovation', *Applied Economics* **28**, 737–746.

Lucas, R. (1988), 'On the mechanics of economic development', *Journal of Monetary Economics* **22**, 342–367.

Lucas, R. E. (1967), 'Tests of a Capital-Theoretic Model of Technological Change', *Review of Economic Studies* **34**(2), 175–189.

Lugones, G. (2006), The Bogotá Manual : Standardising innovation indicators for Latin America and the Caribbean, *in* W. Blankley, M. Scerri, N. Molotja & I. Saloojee, eds, 'Measuring Innovation in OECD and non-OECD Countries : selected seminar papers', Cape Town : HSRC Press.

Lundvall, B. A. (1985), *Product Innovation and User-Producer Interaction*, Aalborg : Aalborg University Press.

Lundvall, B. A. (1988), Innovation as an Interactive Process : from User-Producer Interaction to the National System of Innovation, *in* G. Dosi, C. Freeman, R. R. Nelson, G. Silverberg & S. Luc, eds, 'Technical change and economic theory', London pinter publishers, p. 349.

Lundvall, B. A. (1992), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.

Lundvall, B., Johnson, B., Andersen, E. S. & Dalum, B. (2002), 'National systems of production, innovation and competence building', *Research Policy* **31**(2), 213–231.

Lunn, J. (1986), 'An empirical analysis of process and product patenting : a simultaneous equation framework', *The Journal of Industrial Economics* **34**(3), 319–330.

Maddala, G. S. (1983), *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press, Cambridge.

Madrid-Guijarro, A., Garcia, D. & Van Auken, H. (2009), 'Barriers to innovation among spanish manufacturing SMEs', *Journal of Small Business Management* **47**(4), 465–488.

Mairesse, J. & Mohnen, P. (2010), Using Innovation Surveys for Econometric Analysis, *in* B. H. Hall & N. Rosenberg, eds, 'Handbook of Economics of Innovation', North-Holland.

Malerba, F. (2002*a*), Les régimes technologiques et les systèmes sectoriels d'innovation en europe, *in* 'Institutions et innovation : de la recherche aux systèmes sociaux d'innovation', Editions Albin Michel, pp. 232–247.

Malerba, F. (2002*b*), 'Sectoral systems of innovation and production', *Research Policy* **31**(2), 247–264.

Malerba, F. & Orsenigo, L. (1993), 'Technological regimes and firm behavior', *Industrial and Corporate Change* **2**, 45–74.

Malerba, F. & Orsenigo, L. (1996), 'Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific', *Research Policy* **25**, 451–478.

Mann, H. B. & Whitney, D. R. (1947), 'On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other', *The Annals of Mathematical Statistics* **18**(1), 50–60.

Mansfield, E. (1968), *Industrial research and technological innovation : An econometric analysis*, RS Means Company.

Mansfield, E., Rapoport, J., Schnee, J., Wagner, S. & Hamburger, M. (1971), *Research and development in the modern corporation*, Norton & Co., New York, USA.

Mansfield, E., Teece, D. J. & Romero, A. (1979), 'Overseas Research and Development by US-Based Firms', *Quarterly Journal of Economics* **95**, 737–750.

Manuel d'Oslo (2005), *Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*, OCDE.

March-Chordà, I., Gunasekaran, A. & Lloria-Aramburo, B. (2002), 'Product development process in Spanish SMEs : an empirical research', *Technovation* **22**(5), 301–312.

March, J. G. (1991), 'Exploration and exploitation in organizational learning', *Organization Science* **2**(1), 71–87.

Markham, J. W. (1965), 'Market structure, business conduct, and innovation', *The American Economic Review* pp. 323–332.

Markusen, J. R. (2004), *Multinational firms and the theory of international trade*, The MIT Press.

Marsili, O. & Verspagen, B. (2002), 'Technology and the dynamics of industrial structures : an empirical mapping of Dutch manufacturing', *Industrial and Corporate Change* **11**(4), 791–815.

Massard, N. & Mehier, C. (2009), 'Proximity and innovation through an "accessibility to knowledge" lens', *Regional Studies* **43**(1), 77–88.

Masso, J., Roolaht, T. & Varblane, U. (2010), 'Foreign direct investment and innovation in Central and eastern Europe : evidence from Estonia', *Bank of Estonia Working Papers* .

McCullagh, P. (1980), 'Regression models for ordinal data (with discussion)', *Journal of the Royal Statistical Society* **42**(2), 109–142.

McCullagh, P. & Nelder, J. A. (1989), *Generalized linear models*, Chapman and Hall, London.

McFadden, D. (1974), 'The measurement of urban travel demand', *Journal of Public Economics* **3**(4), 303–328.

McKelvey, R. D. & Zavoina, W. (1975), 'A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables', *The Journal of Mathematical Sociology* **4**(1), 103–120.

MDCI (2003), Budget Economique 2004, Technical report, Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.

MDCI (2006), Note d'orientation du XIème Plan et de la décennie 2007-2016, Technical report, Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.

Melitz, M. (2003), 'The impact of trade in intra-industry reallocations and aggregate industry productivity', *Econometrica* **71**(6), 1695–1725.

MESRST (2008), L'Enseignement Supérieur, la Recherche Scientifique et l'Innovation Technologique en Tunisie : Indicateurs et Comparaisons Internationales, Technical report, Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de la Technologie - Bureau des Études de la Planification et de la Programmation.

Mezouaghi, M. (2002), 'Les approches du système national d'innovation : Les économies semi-industrialisées', *Revue Tiers Monde* **169**, 189–212.

M'henni, H., Ben Othman, A., Ghozzi, C., Ben Salah, N., M'henni, S. & Trabelsi, M. (2007), Le système national de recherche en Tunisie, Technical report, Projet Estime, Commission Européenne.

Mohnen, P. (1997), 'Introduction : input–output analysis of interindustry R&D spillovers', *Economic Systems Research* **9**(1), 3–8.

Mohnen, P. & Lepine, N. (1991), 'R&D, R&D spillovers and payments for technology : Canadian evidence', *Structural Change and Economic Dynamics* **2**(1), 213–228.

Mohnen, P., Palm, F., Van Der Loeff, S. & Tiwari, A. (2008), 'Financial constraints and other obstacles : are they a threat to innovation activity ?', *De Economist* **156**(2), 201–214.

Mohnen, P. & Röller, L. H. (2005), 'Complementarities in innovation policy', *European Economic Review* **49**, 1431–1450.

Mohnen, P. & Rosa, J. (2001), 'Les obstacles à l'innovation dans les industries de services au Canada', *L'Actualité Economique* **77**(2), 231–254.

Mohnen, P. & Rosa, J. (2002), Barriers to innovation in service industries in Canada, *in* M. Feldman & N. Massard, eds, 'Institutions and Systems in the Geography of Innovation', Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 231–250.

Moore, G. A. (2006), *Dealing with Darwin : How Great Companies Innovate at Every Phase of Their Evolution*, NewYork : Portfolio.

Morrisson, C. & Talbi, B. (1999), *La Croissance de l'Economie Tunisienne en Longue Période*, Centre de Développement de l'OCDE.

Mowery, D. (1995), The practice of technoloy policy, *in* P. Stoneman, ed., 'Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change', Blackwell Handbooks in Economics, Oxford.

Mowery, D. C. & Oxley, J. E. (1995), 'Inward technology transfer and competitiveness : the role of national innovation systems', *Cambridge journal of economics* **19**(1), 67–93.

MRSTDC (2005), Les systèmes de recherche scientifique et d'innovation technologique en Tunisie, Technical report, Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétences.

MRSTDC (2006*a*), Le Système National de Recherche Scientifique et d'Innovation Technologique en Tunisie, Technical report, Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétences.

MRSTDC (2006*b*), Rapport : R&D et innovation en Tunisie : Principaux indicateurs et positionnement international, Technical report, Bureau des Etudes Prospectives de la Planification et des Statistiques, Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétences.

Métral, A. (2003), 'Forces centrifuges et forces centripètes autour de la métropole tunisoise. : Les entrepreneurs locaux, acteurs de la localisation indutstrielle', *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* **2**, 267–290.

Murphy, E. (1999), *Economic and political change in Tunisia : from Bourguiba to Ben Ali*, Palgrave Macmillan.

Narula, R. & Zanfei, A. (2006), Globalisation of Innovation The Role of Multinational Enterprises, *in* J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. R. Nelson, eds, 'The Oxford handbook of innovation', Oxford University Press, USA.

Nations Unies (2004), La Tunisie : Rapport National sur les Objectifs du Millénaire pour le Développement, Technical report.

Nations Unies (2005), Conditions économiques et sociales en Afrique du Nord, Technical report, Commission économique pour l'Afrique, Bureau de la CEA pour l'Afrique du nord (CEA-AN). Réunion du Comité d'Experts, Maroc.

Nations Unies (2006), *World Economic Situation and Prospects 2006*, Nations Unies, New York,.

Nelson, R. R. (1993), *National Innovation Systems : A Comparative Study*, New York, Oxford University Press.

Nelson, R. R. (1996), *The sources of economic growth*, Cambridge, Mass., London.

Nelson, R. R. & Phelps, E. S. (1966), 'Investment in humans, technological diffusion, and economic growth', *The American Economic Review* pp. 69–75.

Nelson, R. R. & Rosenberg, N. (1993), Technical innovation and national systems, *in* 'National Innovation Systems : A Comparative Study', New York, Oxford University Press.

Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Havard University Press.

Newey, W. K. & West, K. D. (1987), 'A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix', *Econometrica : Journal of the Econometric Society* **55**(3), 703–708.

Norton, E. C., Wang, H. & Ai, C. (2004), 'Computing interaction effects and standard errors in logit and probit models', *The Stata Journal* **4**(2), 154–167.

Oaxaca, R. (1973), 'Male-Female Wage Differentials in Urban Labor Markets', *International Economic Review* **14**(3), 693–709.

Oaxaca, R. & Ransom, M. (1994), 'On Discrimination and the Decomposition of Wage Differentials', *Journal of Econometrics* **61**, 5–20.

OCDE (1994), *National Systems of Innovation : general conceptual framework*, Vol. 94, OCDE Paris-France.

OCDE (1998), *Technologie, productivité et création d'emplois : Politiques exemplaires*, Vol. 5, OCDE.

OCDE (2003), VI. Tendances de l'investissement direct étranger dans les pays de l'OCDE, *in* 'Perspectives économiques de l'OCDE', number 73, Ed. de l'OCDE, pp. 193–201.

OCDE (2005), Perspectives économiques en Afrique : la Tunisie, Technical report, OCDE.

OCDE (2006), *OECD Science, Technology and Industry Outlook*, OECD Publishing.

OCDE (2007), Perspectives économiques en Afrique : la Tunisie, Technical report, OCDE.

OCDE & EUROSTAT (2005), *Oslo Manual : Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3eme edn.

OECD & EUROSTAT (2005), *Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd edn, OECD Publishing.

Oerlemans, L. A. G. & Pretorius, M. W. (2006), 'Some views on determinants of innovative outcomes of South African firms : an exploratory analysis using firm-level data', *South African Journal of Science* **102**, 589–593.

Olsson, U. (1979), 'Maximum likelihood estimation of the polychoric correlation coefficient', *Psychometrika* **44**(4), 443–460.

Pamukçu, T. (2003), 'Trade Liberalization and Innovation Decisions of Firms : Lessons from Post-1980 Turkey', *World Development* **31**, 1443–1458.

Papanastassiou, M. & Pearce, R. (1997), 'Technology sourcing and the strategic roles of manufacturing subsidiaries in the UK : local competences and global competitiveness', *Management International Review* **37**(1), 5–25.

Patel, P. & Pavitt, K. (2000), National systems of Innovation under Strain : the Internationalisation of Corporate R&D, *in* R. Barrell, G. Mason & M. O'Mahoney, eds, 'Productivity, Innovation and Economic Performance', Cambridge University press, pp. 217–235.

Pavitt, K. (1984), 'Sectoral patterns of technical change : towards a taxanomy and a theory', *Research Policy* **13**(6), 343–373.

Pavitt, K. (1987), 'The objectives of technology policy', *Science and Public Policy* **14**(4), 186.

Pavitt, K., Robson, M. & Townsend, J. (1987), 'The Size Distribution of Innovating Firms in the UK : 1945-1983', *Journal of Industrial Economics* **35**, 297–316.

Pearce, R. & Papanastassiou, M. (1999), 'Overseas R&D and the strategic evolution of MNEs : evidence from laboratories in the UK', *Research Policy* **28**, 23–41.

Pisano, G. (1990), 'The R&D boundaries of the firm : An empirical analysis', *Administrative Science Quarterly* **35**, 153–176.

PNUD (2001), *Rapport Mondial sur le développement humain 2001 : Mettre les nouvelles technologies au service du développement humain*, De Boeck Université.

Porter, M. E. & Van der Linde, C. (1995), 'Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship', *The Journal of Economic Perspectives* **9**(4), 97–118.

Raffo, J., Lhuillery, S. & Miotti, L. (2008), 'Northern and Southern innovativity : a comparison across European and Latin American countries', *The European Journal of Development Research* **20**(2), 219–239.

Rahmouni, M., Ayadi, M. & Yildizoglu, M. (2010), 'Characteristics of innovating firms in Tunisia : The essential role of external knowledge sources', *Structural Change and Economic Dynamics* **21**(3), 181–196.

Ramalho, E. A. & Ramalho, J. J. S. (2010), 'Is neglected heterogeneity really an issue in binary and fractional regression models ? A simulation exercise for logit, probit and loglog models', *Computational Statistics and Data Analysis* **54**, 987–1001.

Ravkin, J. (2000), 'Imitation of complex strategies', *Management Science* **46**, 824–884.

Reichstein, T. & Salter, A. (2006), 'Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms', *Industrial and Corporate Change* **15**(4), 653–682.

Rickne, A. (2001), 'Assessing the functionality of an innovation system', *Goteborg, Chalmers University of Technology* .

Rigdon, E. E. & Ferguson Jr, C. E. (1991), 'The performance of the polychoric correlation coefficient and selected fitting functions in confirmatory factor analysis with ordinal data', *Journal of Marketing Research* **28**(4), 491–497.

Rivera-Batiz, L. A. & Romer, P. M. (1991*a*), 'Economic integration and endogenous growth', *The Quarterly Journal of Economics* pp. 531–555.

Rivera-Batiz, L. A. & Romer, P. M. (1991*b*), 'International trade with endogenous technological change', *European Economic Review* **35**(4), 971–1001.

Rodrik, D. (1993), 'Trade and Industrial Policy Reform in Developing Countries : A Review of Recent Theory and Evidence', *NBER working paper series* (w4417).

Rogers, E. (1983), *Diffusion of Innovations*, New York : The Free Press.

Rogers, M. (2000), 'Understanding Innovative Firms : An Empirical Analysis of the GAPS', *Melbourne Institute Working Paper* (No. 08/00).

Romer, P. (1990), 'Endogenous technological change', *Journal of Political Economy* **98**, 71–102.

Rosenberg, N. (1974), 'Science, Invention and Economic Growth', *The Economic Journal* **84**(333), 90–108.

Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box*, Cambridge University Press.

Rosenberg, N. (1990), 'Why do firms do basic research (with their own money) ?', *Research Policy* **19**, 165–174.

Ruf, W. (1984), Tunisia : contemporary politics, *in* 'North Africa : Contemporary Politics and Economic Development', R. Lawless, and A. Findlay,, pp. 107–108.

Sadowski, B. M. & Sadowski-Rasters, G. (2006), 'On the innovativeness of foreign affiliates : Evidence from companies in The Netherlands', *Research Policy* **35**, 447–462.

Sadowski, B. M. & van Beers, C. (2003), 'The innovation performance of foreign affiliates : Evidence from Dutch manufacturing firms', *DRUID Summer Conference 2003 on Creating, Sharing and Transferring knowledge* .

Sahal, D. (1985), 'Technological guideposts and innovation avenues', *Research Policy* **14**, 61–82.

Savignac, F. (2008), 'Impact of financial constraints on innovation : What can be learned from a direct measure ?', *Economics of Innovation and New Technology* **17**(6), 553–569.

Scherer, F. M. (1965), 'Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented innovations', *The American Economic Review* **55**, 1096–1125.

Scherer, F. M. (1983), 'The propensity to patent', *International Journal of Industrial Organization* **1**, 107–128.

Schmookler, J. (1962), 'Economic sources of inventive activity', *Journal of Economic History* **22**(1), 1–20.

Schmookler, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge : Harvard University Press.

Schumpeter, J. A. (1934), *The theory of Economic Development*, Harvard University Press : Cambridge.

Schumpeter, J. A. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, NewYork : Harpar.

Schwarz, G. (1978), 'Estimating the dimension of a model', *The Annals of Statistics* **6**(2), 461–464.

Scott, J. T. (1984), Firm versus industry variability in r&d intensity, *in* Z. Griliches, ed., 'R&D, Patents and Productivity', University of Chicago Press, Chicago.

Segarra-Blasco, A., García-Quevedo, J. & Teruel-Carrizosa, M. (2008), 'Barriers to Innovation and Public Policy in Catalonia', *The International Entrepreneurship and Management Journal* **4**(4), 431–451.

Serapiro, J. M. G. & Dalton, D. H. (1999), 'Globalization of industrial R&D : an examination of foreign direct investment in R&D in United States', *Research Policy* **28**(2-3), 303–316.

SERST (1991), Rapport de synthèse de la Commission de la Technologie et de la Recherche Scientifique pour la préparation du 8e plan de développement (1992-1996), Technical report, Secrétariat d'État à la Recherche Scientifique et à la Technologie, Tunisie.

Siino, F. (2004), *Science et Pouvoir dans la Tunisie Contemporaine*, karthala et iremam edn.

Silva, M. J., Leitao, J. & Raposo, M. (2008), 'Barriers to Innovation Faced by Manufacturing Firms in Portugal : How to Overcome it for Fostering Business Excellence', *International Journal of Business Excellence* **1**, 92–105.

Simon, H. A. (1949), 'Invention and Cost Reduction in Technological Change', *Econometrica* **17**, 173–174.

Smarzynska, B. K. & Wei, S. J. (2001), 'Pollution Havens and Foreign Direct Investment : Dirty Secret or Popular Myth ?', *National Bureau of Economic Research, NBER* .

Smith, R. J. & Blundell, R. W. (1986), 'An exogeneity test for a simultaneous equation Tobit model with an application to labor supply', *Econometrica* **54**(4), 679–686.

Spencer, B. & Brander, J. (1983), 'International R&D Rivalry and Industrial Strategy', *Review of Economic Studies* **50**, 707–722.

Spicer, J. (2005), *Making sense of multivariate data analysis.*

Srholec, M. (2007), 'A multilevel approach to geography of innovation', *University of Oslo, IK Working Paper on Innovation Studies* .

Srholec, M. (2008), 'A Multilevel Analysis of Innovation in Developing Countries', *UNU-MERIT Working Paper Series* **40**.

Srholec, M. (2009), 'Does foreign ownership facilitate cooperation on innovation ? Firm-level evidence from the enlarged European Union', *European Journal of Development Research* **21**, 47–62.

Stiebale, J. & Reize, F. (2011), 'The impact of FDI through mergers and acquisitions on innovation in target firms', *International Journal of Industrial Organization* **29**(2), 155–167.

Sung, T.-K. & Carlsson, B. (2007), 'Network Effects, Technological Opportunity, and Innovation : Evidence from the Korean Manufacturing Firms', *Asian Journal of Technology Innovation* **15**, 91–108.

Suttmeier, R. P. & Xiangkui, Y. (2004), *China's Post-WTO technology policy : standards, software, and the changing nature of techno-nationalism*, National Bureau of Asian Research.

Teece, D. J. (1988), Technical change and the nature of the firm, *in* G. e. a. Dosi, ed., 'Technical change and economic theory', Burns & Oates.

Teece, D. J., Pisano, G. & Shuen, A. (1997), 'Dynamic capabilities and strategic management', *Strategic Management Journal* **18**(7), 509–533.

Terza, J. V. (1985), 'Ordinal probit : a generalization', *Comunications in Statistics Theory and Methods* **14**, 1–11.

Tourigny, D. & Le, C. (2004), 'Impediments to innovation faced by Canadian manufacturing firms', *Economics of Innovation and New Technology* **13**(3), 217–250.

Üçdoruk, Y. (2005), R&D Support, Innovation and Employment Generation : The Turkish Experience, PhD thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

United Nations Conference on Trade and Development (2003), *UNCTAD Handbook of Statistics*, Nations Unies.

Urem, B., Alcorta, L. & An, T. (2008), 'The innovativeness of foreign firms in China', *UNU-MERIT Working Paper Series* .

Vallée, T. & Yildizoglu, M. (2006), 'Social and technological efficiency of patent systems', *Journal of Evolutionary Economics* **16**, 189–206.

Van Beverenb, I. & Vandenbusschea, H. (2010), 'Product and process innovation and firms' decision to export', *Journal of Economic Policy Reform* **13**(1), 3–24.

Velde, D. W. t. (2003), 'Foreign ownership, Microelectronic technology and skills : Evidence for British establishements', *National Institute Economic Review* **185**, 93–106.

Venables, W. & Ripley, B. (1999), *Modern Applied Statistics with S-PLUS*, third edn, Springer, New York.

Vernon, R. (1966), 'International investment and international trade in the product cycle', *Quarterly Journal of Economics* **80**, 190–207.

Veugelers, R. (1997), 'Internal R&D Expenditures and External Technology Sourcing', *Research Policy* **26**(3), 303–316.

Veugelers, R. & Cassiman, B. (1999), 'Make and buy in innovation strategies : evidence from Belgian manufacturing firms', *Research Policy* **28**, 63–80.

Vishwasrao, S. & Bosshardt (2001), 'Foreign ownership and technology adoption : Evidence from Indian firms', *Journal of Development Economics* **65**, 367–387.

von Hippel, E. (1976), 'The dominant role of users in the scientific instrument innovation process', *Research Policy* **5**(3), 212–239.

von Hippel, E. (1986), 'Lead users : a source of novel product concepts', *Management science* pp. 791–805.

von Hippel, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press : New York and Oxford.

von Zedtwitz, M. & Gassmann, O. (2002), 'Market versus technology drive in R&D internationalization : four different patterns of managing research and development', *Research Policy* **31**, 569–588.

White, H. (1982), 'Maximum likelihood estimation of misspecified models', *Econometrica* **50**(1), 1–25.

Wilcoxon, F. (1945), 'Individual comparisons by ranking methods', *Biometrics Bulletin* **1**(6), 80–83.

Williams, R. (2006), 'OGLM : Stata module to estimate Ordinal Generalized Linear Models', *Statistical Software Components* .

Williams, R. (2007), 'Using Heterogeneous Choice Models To Compare Logit and Probit Coefficients Across Groups', *Working paper* .

Williamson, O. E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, New York : The Free Press.

Wilmots, A. (2003), *De Bourguiba à Ben Ali : l'étonnant parcours économique de la Tunisie, 1960-2000*, L'Harmattan.

Wood, A. (1994), *North-South trade, employment and inequality : changing fortunes in a skill-driven world*, Clarendon Press Oxford.

Wooldridge, J. M. (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press.

Xing, Y. & Kolstad, C. D. (2002), 'Do tax environmental regulations attract foreign investment ?', *Environmental and Resource Economics* **21**(1), 1–22.

Yildizoglu, M. (2009), Reinforcing the patent system ? effects of patent fences and knowledge diffusion on the development of new industries, technical progress and social welfare, *in* U. Cantner, ed., 'Proceedings of the 2004 International Schumpeter Society Conference', Springer.

Yun, M. S. (2004), 'Decomposing differences in the first moment', *Economics Letters* **82**, 275–280.

Zaltman, G., Duncan, R. & Holbek, J. (1973), *Innovations and Organizations*, New York : Wiley and Sons.

Annexe du chapitre 2

Tab. 12 – Publications scientifiques des laboratoires de recherche (2003)

Domaines	**nbre d'articles**	**%**
Chimie-Physique-Energie	153	35.50
Mathématiques	7	1,62
Santé	113	26,22
Sciences Agronomiques	35	8,12
Sciences Biologiques et Biotechnologie	18	4,18
Sciences de l'Info. et de la Communic.	20	4,64
Sciences de l'Ingénieur	29	6,73
Sciences de la Terre, Eau et l'Environ.	22	5,10
Sciences Economiques et Management	12	2,78
Sciences Juridiques et Politiques et sociales	22	5,10
Total	431	100

Annexe du chapitre 3

Tab. 13 – Structure de capital des entreprises à participation étrangère

	Population : structure de capital 2004			**Échantillon : structure de capital 2004**		
Sectors	**100% Foreign**	**Mixte**	**Total**	**100% Foreign**	**Mixte**	**Total**
IAA	15	78	93	4	10	14
IMCCV	13	45	58	3	8	11
IMM	46	64	110	8	13	21
IEEE	90	66	156	49	21	70
ICH	11	63	74	2	10	12
ITC	635	336	971	44	18	62
ICC	82	46	128	6	3	9
IBLA	23	20	43	1	0	1
Autres	59	52	111	11	12	23
Total	**974**	**770**	**1744**	**128**	**95**	**223**

Annexe du chapitre 4

Num. colonne	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Innovation de produit			**Innovation de procédé**		
depRD	0.47***	0.44***	0.46***	0.23	0.21	0.21
	(3.64)	(3.47)	(3.57)	(1.79)	(1.65)	(1.67)
log(CA)	0.08*	0.04	0.05	0.12***	0.10**	0.10**
	(2.06)	(1.16)	(1.26)	(3.34)	(2.86)	(2.87)
Multimarche	0.34**	0.41**	0.37**	0.10	0.17	0.14
	(2.59)	(2.98)	(2.81)	(0.75)	(1.25)	(1.08)
partEtat	-0.01***			-0.01**		
	(-3.74)			(-2.65)		
partEtranger		-0.00			0.00	
		(-0.05)			(0.45)	
groupEtranger			-0.27			-0.05
			(-1.63)			(-0.32)
collUniv	0.57**	0.46*	0.47*	0.24	0.20	0.19
	(2.60)	(2.19)	(2.22)	(1.15)	(0.94)	(0.92)
collCentRech	-0.25	-0.44	-0.46	-0.11	-0.22	-0.24
	(-0.95)	(-1.71)	(-1.81)	(-0.44)	(-0.90)	(-0.95)
collLabUnit	-0.27	-0.31	-0.36	-0.37	-0.41	-0.43
	(-1.12)	(-1.35)	(-1.53)	(-1.62)	(-1.79)	(-1.86)
collOrgNat	0.26	0.25	0.26	0.51**	0.50**	0.51**
	(1.54)	(1.45)	(1.53)	(2.99)	(2.94)	(2.98)
collOrgInternat	0.87***	0.83***	0.87***	0.57**	0.55**	0.56**
	(4.33)	(4.22)	(4.37)	(2.86)	(2.80)	(2.84)
collAutresFirmes	0.29	0.22	0.22	0.30	0.28	0.28
	(1.54)	(1.19)	(1.19)	(1.61)	(1.48)	(1.50)
ConsultTechn	0.49***	0.51***	0.48***	0.64***	0.66***	0.65***
	(3.84)	(3.98)	(3.73)	(5.09)	(5.24)	(5.13)
Constante	-2.21***	-1.65**	-1.65**	-2.45***	-2.16***	-2.13***
	(-3.74)	(-3.00)	(-3.02)	(-4.39)	(-4.02)	(-4.00)
Pseudo-R2	0.19	0.17	0.18	0.15	0.14	0.14
Chi-squared	141.0391	125.1756	127.8722	110.9014	103.7653	103.6654
Nb.obs.	538	538	538	538	538	538

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$.

TAB. 14 – Déterminants de l'innovation : faiblesse du rôle des IDE.

Num. colonne	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Innovation de produit			**Innovation de procédé**		
depRD	0.47***			0.23		
	(3.64)			(1.79)		
EffecRDTechn		0.01			0.02	
		(0.75)			(1.55)	
PersonnelTechn			0.00			0.00
			(0.17)			(1.09)
log(CA)	0.08*	0.09*	0.09*	0.12***	0.12**	0.12**
	(2.06)	(2.21)	(2.22)	(3.34)	(3.12)	(3.01)
multiMarche	0.34**	0.40**	0.41**	0.10	0.13	0.14
	(2.59)	(3.14)	(3.14)	(0.75)	(1.02)	(1.10)
partEtat	-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01**	-0.01**	-0.01**
	(-3.74)	(-3.61)	(-3.36)	(-2.65)	(-2.63)	(-2.76)
collUniv	0.57**	0.66**	0.68**	0.24	0.24	0.28
	(2.60)	(3.01)	(3.17)	(1.15)	(1.13)	(1.33)
collCentRech	-0.25	-0.20	-0.22	-0.11	-0.07	-0.12
	(-0.95)	(-0.76)	(-0.81)	(-0.44)	(-0.28)	(-0.46)
collLabUnit	-0.27	-0.21	-0.21	-0.37	-0.35	-0.36
	(-1.12)	(-0.87)	(-0.90)	(-1.62)	(-1.53)	(-1.55)
collOrgNat	0.26	0.28	0.29	0.51**	0.50**	0.52**
	(1.54)	(1.65)	(1.71)	(2.99)	(2.92)	(3.02)
collOrgInternat	0.87***	0.92***	0.94***	0.57**	0.57**	0.63**
	(4.33)	(4.55)	(4.66)	(2.86)	(2.85)	(3.14)
collAutresFirmes	0.29	0.34	0.35	0.30	0.31	0.33
	(1.54)	(1.78)	(1.85)	(1.61)	(1.63)	(1.74)
ConsultTechn	0.49***	0.52***	0.53***	0.64***	0.65***	0.67***
	(3.84)	(4.12)	(4.18)	(5.09)	(5.19)	(5.33)
Constante	-2.21***	-2.13***	-2.17***	-2.45***	-2.31***	-2.29***
	(-3.74)	(-3.61)	(-3.59)	(-4.39)	(-4.08)	(-3.95)
Pseudo-R	0.19	0.18	0.18	0.15	0.15	0.15
Chi-squared	141.0391	128.4568	127.8133	110.9014	110.7403	108.9185
Nb.obs.	538	538	538	538	538	538

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$.
EffecRDTechn : nombre de personnel technique dans le département de R&D.
PersonnelTechn : nombre total de personnel technique.

TAB. 15 – Déterminants de l'innovation.

I- ANALYSE DES MOTIVATIONS DE L'INNOVATION

1- Coefficients de corrélation entre les motivations pour toutes les firmes

```
. pwcorr remplaceProd etendreGamme environnementProd preservPartMarche ouvrirMarche
reduireCout amelioreQualite meilleurCondW amelioreProductiv reduireAttenteEnv, star(5)

             | rempla~d etendr~e enviro~d prese~he ouvrir~e reduir~t amelio~e
-------------+-------------------------------------------------------------
remplaceProd |   1.0000
etendreGamme |   0.2614*  1.0000
environnem~d |   0.2459*  0.2036*  1.0000
preservPar~e |   0.1776*  0.3322*  0.2088*  1.0000
ouvrirMarche |   0.1450*  0.4268*  0.2078*  0.3697*  1.0000
 reduireCout |   0.1562*  0.2546*  0.2309*  0.3391*  0.3899*  1.0000
amelioreQu~e |   0.2101*  0.3592*  0.2392*  0.3294*  0.3991*  0.4422*  1.0000
meilleurCo~W |   0.1488*  0.2072*  0.2056*  0.2844*  0.3337*  0.4740*  0.5319*
ameliorePr~v |   0.1875*  0.3485*  0.2048*  0.3676*  0.3907*  0.5039*  0.5789*
reduireAtt~v |   0.1347*  0.1968*  0.5234*  0.1874*  0.2301*  0.3213*  0.2823*

             | meille~W amelio~v reduir~v
-------------+---------------------------
meilleurCo~W |   1.0000
ameliorePr~v |   0.6714*  1.0000
reduireAtt~v |   0.3830*  0.3416*  1.0000
```

1- Coefficients de corrélation entre les motivations pour les firmes innovantes

```
pwcorr remplaceProd etendreGamme environnementProd preservPartMarche ouvrirMarche
reduireCout amelioreQualite meilleurCondW amelioreProductiv reduireAttenteEnv if
innovall==1, star(5)

             | rempla~d etendr~e enviro~d prese~he ouvrir~e reduir~t amelio~e
-------------+-------------------------------------------------------------
remplaceProd |   1.0000
etendreGamme |   0.1644*  1.0000
environnem~d |   0.1865*  0.1194*  1.0000
preservPar~e |   0.0803   0.1657*  0.1195*  1.0000
ouvrirMarche |   0.0445   0.2189*  0.0711   0.1562*  1.0000
 reduireCout |   0.0865   0.0164   0.1265*  0.1850*  0.2233*  1.0000
amelioreQu~e |   0.1538*  0.1113*  0.1454*  0.1579*  0.0855   0.2684*  1.0000
meilleurCo~W |   0.0750  -0.0013   0.1299*  0.1400*  0.1749*  0.4275*  0.4001*
ameliorePr~v |   0.1219*  0.1535*  0.1311*  0.2836*  0.2263*  0.3923*  0.4296*
reduireAtt~v |   0.0988   0.0500   0.5231*  0.0462   0.0768   0.1942*  0.1360*

             | meille~W amelio~v reduir~v
-------------+---------------------------
meilleurCo~W |   1.0000
ameliorePr~v |   0.6213*  1.0000
reduireAtt~v |   0.3364*  0.2334*  1.0000
```

2- Arbres de régression

3.1. Innovation de produit

```
> summary(tree.innovprod)
Call:
rpart(formula = innovprod ~ remplaceProd + etendreGamme +
    environnementProd + preservPartMarche + ouvrirMarche + flexibleProd +
    reduireCouts + amelioreQualite + meilleureCondW + amelioreProductiv +
    reduireAttenteEnv, data = subset(econ2, innovall == 1, c(-innovall)),
    na.action = na.omit, control = rpart.control(cp = 0.005,
        maxdepth = 5))
  n= 356
```

```
           CP nsplit rel error    xerror       xstd
1 0.078162850      0 1.0000000 1.0057459 0.03963386
2 0.009049394      1 0.9218372 0.9307521 0.04624353
3 0.008862870      4 0.8929490 0.9539977 0.04873300
4 0.006435607      5 0.8840862 0.9717473 0.04994404
5 0.005000000      7 0.8712149 0.9912177 0.05080646

Node number 1: 356 observations,    complexity param=0.07816285
  mean=0.6741573, MSE=0.2196692
  left son=2 (91 obs) right son=3 (265 obs)
  Primary splits:
      etendreGamme       < 0.5 to the left,  improve=0.078162850, (0 missing)
      remplaceProd       < 0.5 to the left,  improve=0.018032070, (0 missing)
      ouvrirMarche       < 0.5 to the left,  improve=0.006546725, (0 missing)
      flexibleProd       < 0.5 to the right, improve=0.002535385, (0 missing)
      reduireAttenteEnv  < 0.5 to the left,  improve=0.001272621, (0 missing)

Node number 2: 91 observations,    complexity param=0.009049394
  mean=0.4505495, MSE=0.2475546
  left son=4 (58 obs) right son=5 (33 obs)
  Primary splits:
      reduireAttenteEnv < 0.5 to the left,  improve=0.02070112, (0 missing)
      amelioreProductiv < 0.5 to the right, improve=0.01997797, (0 missing)
      environnementProd < 0.5 to the left,  improve=0.01759238, (0 missing)
      flexibleProd      < 0.5 to the right, improve=0.01580488, (0 missing)
      remplaceProd      < 0.5 to the left,  improve=0.01113881, (0 missing)
  Surrogate splits:
      environnementProd < 0.5 to the left,  agree=0.736, adj=0.273, (0 split)
      flexibleProd      < 0.5 to the left,  agree=0.670, adj=0.091, (0 split)
      remplaceProd      < 0.5 to the left,  agree=0.659, adj=0.061, (0 split)

Node number 3: 265 observations,    complexity param=0.006435607
  mean=0.7509434, MSE=0.1870274
  left son=6 (194 obs) right son=7 (71 obs)
  Primary splits:
      remplaceProd      < 0.5 to the left,  improve=0.008513075, (0 missing)
      environnementProd < 0.5 to the right, improve=0.004559894, (0 missing)
      amelioreProductiv < 0.5 to the left,  improve=0.002587341, (0 missing)
      flexibleProd      < 0.5 to the right, improve=0.002517321, (0 missing)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the left,  improve=0.000596453, (0 missing)

Node number 4: 58 observations,    complexity param=0.009049394
  mean=0.3965517, MSE=0.2392985
  left son=8 (32 obs) right son=9 (26 obs)
  Primary splits:
      amelioreProductiv < 0.5 to the right, improve=0.06837673, (0 missing)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the left,  improve=0.03622602, (0 missing)
      meilleureCondW    < 0.5 to the right, improve=0.02204555, (0 missing)
      reduireCouts      < 0.5 to the left,  improve=0.01568480, (0 missing)
      flexibleProd      < 0.5 to the right, improve=0.01124667, (0 missing)
  Surrogate splits:
      meilleureCondW    < 0.5 to the right, agree=0.914, adj=0.808, (0 split)
      amelioreQualite   < 0.5 to the right, agree=0.741, adj=0.423, (0 split)
      flexibleProd      < 0.5 to the right, agree=0.655, adj=0.231, (0 split)
      reduireCouts      < 0.5 to the right, agree=0.655, adj=0.231, (0 split)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the right, agree=0.603, adj=0.115, (0 split)

Node number 5: 33 observations,    complexity param=0.00886287
  mean=0.5454545, MSE=0.2479339
  left son=10 (19 obs) right son=11 (14 obs)
  Primary splits:
      flexibleProd      < 0.5 to the right, improve=0.084711780, (0 missing)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the right, improve=0.049382720, (0 missing)
      environnementProd < 0.5 to the left,  improve=0.012820510, (0 missing)
      preservPartMarche < 0.5 to the right, improve=0.003306878, (0 missing)
  Surrogate splits:
      preservPartMarche < 0.5 to the right, agree=0.818, adj=0.571, (0 split)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the right, agree=0.727, adj=0.357, (0 split)
      reduireCouts      < 0.5 to the right, agree=0.697, adj=0.286, (0 split)
      amelioreQualite   < 0.5 to the right, agree=0.667, adj=0.214, (0 split)
      amelioreProductiv < 0.5 to the right, agree=0.667, adj=0.214, (0 split)

Node number 6: 194 observations
  mean=0.7268041, MSE=0.1985599

Node number 7: 71 observations,    complexity param=0.006435607
  mean=0.8169014, MSE=0.1495735
```

```
  left son=14 (57 obs) right son=15 (14 obs)
  Primary splits:
      preservPartMarche < 0.5 to the right, improve=0.055051420, (0 missing)
      flexibleProd      < 0.5 to the right, improve=0.022236540, (0 missing)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the right, improve=0.013534220, (0 missing)
       meilleureCondW   < 0.5 to the right, improve=0.009016545, (0 missing)
      amelioreProductiv < 0.5 to the left,  improve=0.003799840, (0 missing)

Node number 8: 32 observations,    complexity param=0.009049394
  mean=0.28125, MSE=0.2021484
  left son=16 (8 obs) right son=17 (24 obs)
  Primary splits:
      ouvrirMarche      < 0.5 to the left,  improve=0.13043480, (0 missing)
      reduireCouts      < 0.5 to the left,  improve=0.04025765, (0 missing)
      preservPartMarche < 0.5 to the left,  improve=0.03896940, (0 missing)
      flexibleProd      < 0.5 to the left,  improve=0.02216088, (0 missing)

Node number 9: 26 observations
  mean=0.5384615, MSE=0.2485207

Node number 10: 19 observations
  mean=0.4210526, MSE=0.2437673

Node number 11: 14 observations
  mean=0.7142857, MSE=0.2040816

Node number 14: 57 observations
  mean=0.7719298, MSE=0.1760542

Node number 15: 14 observations
  mean=1, MSE=0

Node number 16: 8 observations
  mean=0, MSE=0

Node number 17: 24 observations
  mean=0.375, MSE=0.234375
```

3.2. Innovation de procédé

```
> summary(tree.innovproc)
Call:
rpart(formula = innovproc ~ remplaceProd + etendreGamme +
    environnementProd + preservPartMarche + ouvrirMarche + flexibleProd +
    reduireCouts + amelioreQualite + meilleureCondW + amelioreProductiv +
    reduireAttenteEnv, data = subset(econ2, innovall == 1, c(-innovall)),
    na.action = na.omit, control = rpart.control(cp = 0.005,
        maxdepth = 5))
  n= 356
           CP nsplit rel error   xerror       xstd
1 0.016668783      0 1.0000000 1.005884 0.08018757
2 0.016469734      1 0.9833312 1.036625 0.08116141
3 0.011487237      3 0.9503917 1.049729 0.08261250
4 0.006482186      4 0.9389045 1.069593 0.08545945
5 0.005358637      7 0.9194580 1.101614 0.08732094
6 0.005000000      8 0.9140993 1.102545 0.08775474

Node number 1: 356 observations,    complexity param=0.01666878
  mean=0.8005618, MSE=0.1596626
  left son=2 (200 obs) right son=3 (156 obs)
  Primary splits:
      flexibleProd      < 0.5 to the left,  improve=0.016668780, (0 missing)
      amelioreQualite   < 0.5 to the left,  improve=0.011280880, (0 missing)
      reduireAttenteEnv < 0.5 to the left,  improve=0.009262341, (0 missing)
      amelioreProductiv < 0.5 to the left,  improve=0.008886372, (0 missing)
      reduireCouts      < 0.5 to the left,  improve=0.006082207, (0 missing)
  Surrogate splits:
      environnementProd  < 0.5 to the left,  agree=0.660, adj=0.224, (0 split)
      reduireAttenteEnv  < 0.5 to the left,  agree=0.657, adj=0.218, (0 split)
      meilleureCondW     < 0.5 to the left,  agree=0.646, adj=0.192, (0 split)
      reduireCouts       < 0.5 to the left,  agree=0.638, adj=0.173, (0 split)
      amelioreProductiv  < 0.5 to the left,  agree=0.635, adj=0.167, (0 split)

Node number 2: 200 observations,    complexity param=0.01646973
  mean=0.755, MSE=0.184975
  left son=4 (39 obs) right son=5 (161 obs)
```

```
  Primary splits:
      amelioreQualite     < 0.5 to the left,  improve=0.010218210, (0 missing)
      remplaceProd        < 0.5 to the right, improve=0.007721716, (0 missing)
      amelioreProductiv   < 0.5 to the left,  improve=0.006553678, (0 missing)
      preservPartMarche   < 0.5 to the right, improve=0.004413744, (0 missing)
      reduireAttenteEnv   < 0.5 to the left,  improve=0.004152472, (0 missing)

Node number 3: 156 observations
  mean=0.8589744, MSE=0.1211374

Node number 4: 39 observations,    complexity param=0.01646973
  mean=0.6666667, MSE=0.2222222
  left son=8 (29 obs) right son=9 (10 obs)
  Primary splits:
      amelioreProductiv < 0.5 to the left,  improve=0.172413800, (0 missing)
      meilleureCondW    < 0.5 to the left,  improve=0.050403230, (0 missing)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the left,  improve=0.013888890, (0 missing)
      reduireCouts      < 0.5 to the right, improve=0.005917160, (0 missing)
      preservPartMarche < 0.5 to the right, improve=0.005263158, (0 missing)
  Surrogate splits:
      meilleureCondW < 0.5 to the left,  agree=0.897, adj=0.6, (0 split)

Node number 5: 161 observations,    complexity param=0.006482186
  mean=0.7763975, MSE=0.1736044
  left son=10 (35 obs) right son=11 (126 obs)
  Primary splits:
      remplaceProd      < 0.5 to the right, improve=0.013158020, (0 missing)
      meilleureCondW    < 0.5 to the right, improve=0.009755770, (0 missing)
      preservPartMarche < 0.5 to the right, improve=0.005928205, (0 missing)
      reduireAttenteEnv < 0.5 to the left,  improve=0.005688889, (0 missing)
      amelioreProductiv < 0.5 to the right, improve=0.002449048, (0 missing)

Node number 8: 29 observations,    complexity param=0.01148724
  mean=0.5517241, MSE=0.2473246
  left son=16 (7 obs) right son=17 (22 obs)
  Primary splits:
      reduireCouts      < 0.5 to the right, improve=0.091033970, (0 missing)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the left,  improve=0.020940170, (0 missing)
      etendreGamme      < 0.5 to the right, improve=0.002851621, (0 missing)
      preservPartMarche < 0.5 to the right, improve=0.001465201, (0 missing)

Node number 9: 10 observations
  mean=1, MSE=0

Node number 10: 35 observations
  mean=0.6857143, MSE=0.2155102

Node number 11: 126 observations,    complexity param=0.006482186
  mean=0.8015873, MSE=0.1590451
  left son=22 (74 obs) right son=23 (52 obs)
  Primary splits:
      preservPartMarche < 0.5 to the right, improve=0.017982750, (0 missing)
      meilleureCondW    < 0.5 to the right, improve=0.011292070, (0 missing)
      reduireCouts      < 0.5 to the left,  improve=0.010297030, (0 missing)
      etendreGamme      < 0.5 to the left,  improve=0.005253388, (0 missing)
      reduireAttenteEnv < 0.5 to the left,  improve=0.004906942, (0 missing)
  Surrogate splits:
      amelioreProductiv < 0.5 to the right, agree=0.667, adj=0.192, (0 split)
      etendreGamme      < 0.5 to the right, agree=0.627, adj=0.096, (0 split)

Node number 16: 7 observations
  mean=0.2857143, MSE=0.2040816

Node number 17: 22 observations,    complexity param=0.005358637
  mean=0.6363636, MSE=0.231405
  left son=34 (13 obs) right son=35 (9 obs)
  Primary splits:
      etendreGamme      < 0.5 to the right, improve=0.059829060, (0 missing)
      ouvrirMarche      < 0.5 to the left,  improve=0.008503401, (0 missing)
      preservPartMarche < 0.5 to the right, improve=0.004761905, (0 missing)
  Surrogate splits:
      ouvrirMarche < 0.5 to the right, agree=0.727, adj=0.333, (0 split)

Node number 22: 74 observations
  mean=0.7567568, MSE=0.184076

Node number 23: 52 observations,    complexity param=0.006482186
```

```
  mean=0.8653846, MSE=0.1164941
  left son=46 (21 obs) right son=47 (31 obs)
  Primary splits:
      etendreGamme     < 0.5 to the left,  improve=0.0622680600, (0 missing)
      meilleureCondW   < 0.5 to the right, improve=0.0384127000, (0 missing)
      amelioreProductiv< 0.5 to the right, improve=0.0193499600, (0 missing)
      reduireCouts     < 0.5 to the left,  improve=0.0140259700, (0 missing)
      reduireAttenteEnv< 0.5 to the left,  improve=0.0003527337, (0 missing)
  Surrogate splits:
      ouvrirMarche < 0.5 to the left,  agree=0.654, adj=0.143, (0 split)

Node number 34: 13 observations
  mean=0.5384615, MSE=0.2485207

Node number 35: 9 observations
  mean=0.7777778, MSE=0.1728395

Node number 46: 21 observations
  mean=0.7619048, MSE=0.1814059

Node number 47: 31 observations
  mean=0.9354839, MSE=0.0603538
```

II- Caracteristiques des firmes innovantes

1- Régressions Probit

1.1. Innovation de produit

Modèle 1:

```
. probit innovprod depRD log(CA) PE partEtat  collUniv collCentRech collLabUnit collOrgNat
collOrgInternat collAutresFirmes ConsultTechn

Iteration 0:   log likelihood = -364.65899
Iteration 1:   log likelihood = -296.64661
Iteration 2:   log likelihood =  -294.1577
Iteration 3:   log likelihood = -294.13942
Iteration 4:   log likelihood = -294.13941


Régression Probit                                 Number of obs   =        538
                                                  LR chi2(11)     =     141.04
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log likelihood = -294.13941                       Pseudo R2       =     0.1934

------------------------------------------------------------------------------
   innovprod |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       depRD |   .4697283   .1291714     3.64   0.000     .2165571    .7228996
     log(CA) |   .0812865   .0394217     2.06   0.039     .0040213    .1585517
          PE |   .3374608   .1303656     2.59   0.010     .0819489    .5929727
   partEtat  |  -.0119137   .0031854    -3.74   0.000    -.0181569   -.0056704
    collUniv |   .5650347   .2169704     2.60   0.009     .1397805     .990289
 collCentRech|  -.2543279   .2674521    -0.95   0.342    -.7785245    .2698687
 collLabUnit |  -.2677325   .2380849    -1.12   0.261    -.7343703    .1989053
  collOrgNat |   .2639116   .1712099     1.54   0.123    -.0716537    .5994768
collIntern~g |   .8740416   .2018016     4.33   0.000     .4785176    1.269565
collAutresF~ |   .2928325   .1903974     1.54   0.124    -.0803396    .6660046
ConsultTechn |   .4898932   .1276527     3.84   0.000     .2396986    .7400879
       _cons |  -2.209815   .5910515    -3.74   0.000    -3.368255   -1.051376
------------------------------------------------------------------------------
```

```
. mfx
Marginal effects after probit
      y  = Pr(innovprod) (predict)
         =  .39987299
------------------------------------------------------------------------------
variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]      X
---------+--------------------------------------------------------------------
   depRD*|    .179146      .04809    3.73   0.000   .084892    .2734   .535316
 log(CA) |   .0314018      .01522    2.06   0.039   .001578  .061226   15.2891
      PE*|    .130947      .05055    2.59   0.010    .03187  .230024   .386617
partEt~t |  -.0046024      .00123   -3.75   0.000  -.007009 -.002196   6.42723
collUniv*|   .2223418      .08374    2.66   0.008   .058219  .386464   .107807
collRe~t*|  -.0947914      .09531   -0.99   0.320  -.281599  .092016   .072491
collLa~t*|  -.0996272      .08451   -1.18   0.238  -.265261  .066006   .079926
collOr~N*|   .1036128      .06783    1.53   0.127  -.029337  .236562   .154275
collOr~I*|   .3370254      .07117    4.74   0.000    .19754  .476511   .124535
collAut~*|    .115255      .07559    1.52   0.127  -.032908  .263418     .1171
Consul~n*|    .189295      .04881    3.88   0.000   .093621  .284969   .414498
------------------------------------------------------------------------------
(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1
```

Modèle 2:

```
. probit innovprod depRD log(CA) PE partEtat partForeign  collUniv collCentRech collLabUnit
collOrgNat  collOrgInternat collAutresFirmes ConsultTechn

Iteration 0:   log likelihood = -364.65899
Iteration 1:   log likelihood = -296.30203
Iteration 2:   log likelihood = -293.82315
Iteration 3:   log likelihood = -293.80509
Iteration 4:   log likelihood = -293.80509

Régression Probit                                 Number of obs   =        538
                                                  LR chi2(12)     =     141.71
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log likelihood = -293.80509                       Pseudo R2       =     0.1943

------------------------------------------------------------------------------
   innovprod |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       depRD |   .4727832   .1292695     3.66   0.000     .2194196    .7261468
     log(CA) |   .0816227   .0394426     2.07   0.039     .0043166    .1589289
          PE |   .2950583   .1401793     2.10   0.035     .0203118    .5698047
   partEtat  |  -.0123492   .0032283    -3.83   0.000    -.0186766   -.0060217
 partForeign |  -.0013161   .0016105    -0.82   0.414    -.0044727    .0018405
    collUniv |   .5551891   .2172841     2.56   0.011       .12932    .9810582
 collCentRech|  -.2570692   .2681707    -0.96   0.338    -.7826741    .2685357
 collLabUnit |  -.2814922   .2380898    -1.18   0.237    -.7481396    .1851553
  collOrgNat |   .2693813   .1715496     1.57   0.116    -.0668498    .6056123
collIntern~g |   .8848654   .2021102     4.38   0.000     .4887368    1.280994
collAutresF~ |    .299896   .1905665     1.57   0.116    -.0736074    .6733994
ConsultTechn |   .4746091   .1290398     3.68   0.000     .2216957    .7275225
       _cons |  -2.152729   .5951756    -3.62   0.000    -3.319252    -.986206
------------------------------------------------------------------------------
. mfx

Marginal effects after probit
      y  = Pr(innovprod) (predict)
         =  .39961945
------------------------------------------------------------------------------
variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]      X
---------+--------------------------------------------------------------------
   depRD*|   .1802546       .0481    3.75   0.000   .085986  .274523   .535316
 log(CA) |   .0315264      .01522    2.07   0.038   .001691  .061361   15.2891
      PE*|   .1144794      .05442    2.10   0.035   .007809   .22115   .386617
partEt~t |  -.0047698      .00124   -3.83   0.000  -.007208 -.002331   6.42723
partFo~n |  -.0005083      .00062   -0.82   0.414  -.001727  .000711   30.1268
collUniv*|   .2185338      .08404    2.60   0.009   .053826  .383242   .107807
collRe~t*|   -.095745      .09543   -1.00   0.316  -.282776  .091286   .072491
collLa~t*|  -.1044719        .084   -1.24   0.214    -.2691  .060156   .079926
collOr~N*|   .1057687      .06797    1.56   0.120  -.027448  .238986   .154275
collOr~I*|   .3408539      .07099    4.80   0.000   .201717  .479991   .124535
collAut~*|   .1180487      .07565    1.56   0.119  -.030231  .266328     .1171
Consul~n*|   .1834208      .04941    3.71   0.000   .086583  .280259   .414498
------------------------------------------------------------------------------
(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1
```

Modèle 3:

```
. probit innovprod depRD log(CA) PE partEtat partForeign  collUniv collCentRech collLabUnit
collOrgNat collOrgInternat collAutresFirmes ConsultTechn AFI EEEAI MMI TCLSI

Iteration 0:   log likelihood = -364.65899
Iteration 1:   log likelihood = -295.73224
Iteration 2:   log likelihood = -293.24616
Iteration 3:   log likelihood = -293.22842
Iteration 4:   log likelihood = -293.22842


Régression Probit                                 Number of obs   =        538
                                                  LR chi2(16)     =     142.86
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log likelihood = -293.22842                       Pseudo R2       =     0.1959



------------------------------------------------------------------------------
   innovprod |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       depRD |   .5023544   .1330127     3.78   0.000     .2416544    .7630544
     log(CA) |   .0716214   .0406577     1.76   0.078    -.0080662    .1513091
          PE |   .3040975   .1445921     2.10   0.035     .0207023    .5874927
   partEtat  |   -.012338    .003256    -3.79   0.000    -.0187196   -.0059563
 partForeign |  -.0007128   .0017312    -0.41   0.681    -.0041059    .0026803
    collUniv |   .5423215   .2200578     2.46   0.014     .1110162    .9736268
 collCentRech|  -.2696879   .2702896    -1.00   0.318    -.7994458      .26007
 collLabUnit |  -.2972157   .2392544    -1.24   0.214    -.7661456    .1717143
  collOrgNat |   .2714235   .1723685     1.57   0.115    -.0664126    .6092596
collIntern~g |    .869989   .2029524     4.29   0.000     .4722096    1.267768
collAutresF~ |   .3070001   .1911328     1.61   0.108    -.0676133    .6816134
ConsultTechn |   .4707852   .1293317     3.64   0.000     .2172997    .7242708
         AFI |   .1424665   .1865393     0.76   0.445    -.2231439    .5080769
       EEEAI |  -.1104443   .2053181    -0.54   0.591    -.5128603    .2919717
         MMI |  -.0054679   .2075839    -0.03   0.979    -.4123249     .401389
       TCLSI |  -.0271865   .1753602    -0.16   0.877    -.3708862    .3165132
       _cons |  -2.032312   .6176539    -3.29   0.001    -3.242892   -.8217329
------------------------------------------------------------------------------


. mfx

Marginal effects after probit
      y  = Pr(innovprod) (predict)
         =  .39927532
------------------------------------------------------------------------------
variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]       X
---------+--------------------------------------------------------------------
   depRD*|   .1912188      .04928    3.88   0.000    .09464  .287798   .535316
 log(CA) |   .0276572      .01569    1.76   0.078  -.003095   .05841   15.2891
      PE*|   .1179648      .05612    2.10   0.036   .007971  .227959   .386617
partEt~t |  -.0047644      .00125   -3.80   0.000  -.007223 -.002306   6.42723
partFo~n |  -.0002753      .00067   -0.41   0.681  -.001585  .001035   30.1268
collUniv*|   .2135441      .08532    2.50   0.012   .046328   .38076   .107807
collRe~t*|  -.1001905      .09562   -1.05   0.295  -.287607  .087226   .072491
collLa~t*|  -.1099632       .0838   -1.31   0.189  -.274216   .05429   .079926
collOr~N*|   .1065626      .06829    1.56   0.119  -.027291  .240417   .154275
collOr~I*|   .3356291      .07178    4.68   0.000   .194952  .476307   .124535
collAut~*|   .1208543      .07589    1.59   0.111  -.027887  .269595     .1171
Consul~n*|   .1819224      .04953    3.67   0.000   .084849  .278996   .414498
     AFI*|   .0555706      .07337    0.76   0.449  -.088223  .199365   .171004
   EEEAI*|  -.0421951      .07748   -0.54   0.586   -.19406   .10967    .16171
     MMI*|  -.0021103      .08007   -0.03   0.979  -.159049  .154828   .111524
   TCLSI*|  -.0104774      .06744   -0.16   0.877  -.142665   .12171    .22119
------------------------------------------------------------------------------
(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1
```

1.2. Innovation de procédé

Modèle 1 :

```
. probit innovproc depRD log(CA) PE partEtat  collUniv collCentRech collLabUnit collOrgNat
collInterna tOrg collAutresFirmes ConsultTechn

Iteration 0:   log likelihood = -372.90947
Iteration 1:   log likelihood =  -318.6855
Iteration 2:   log likelihood = -317.46212
Iteration 3:   log likelihood = -317.45877

Régression Probit                                 Number of obs   =        538
                                                  LR chi2(11)     =     110.90
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log likelihood = -317.45877                       Pseudo R2       =     0.1487

------------------------------------------------------------------------------
   innovproc |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       depRD |   .2252542   .1258156     1.79   0.073    -.0213398    .4718482
     log(CA) |   .1248593   .0374022     3.34   0.001     .0515524    .1981663
          PE |   .0972445   .1289782     0.75   0.451    -.1555481    .3500371
   partEtat  |  -.0073479   .0027676    -2.65   0.008    -.0127723   -.0019235
    collUniv |   .2449451   .2135651     1.15   0.251    -.1736347     .663525
 collCentRech|  -.1113014   .2548621    -0.44   0.662    -.6108219     .388219
 collLabUnit |  -.3749187    .231564    -1.62   0.105    -.8287757    .0789384
  collOrgNat |   .5101699    .170883     2.99   0.003     .1752453    .8450944
collIntern~g |   .5690953   .1992932     2.86   0.004     .1784878    .9597028
collAutresF~ |   .3049242   .1895266     1.61   0.108    -.0665411    .6763895
ConsultTechn |   .6376971   .1253875     5.09   0.000     .3919421    .8834521
       _cons |  -2.450255   .5583511    -4.39   0.000    -3.544603   -1.355907
------------------------------------------------------------------------------

. mfx

Marginal effects after probit
      y  = Pr(innovproc) (predict)
         =    .503058
------------------------------------------------------------------------------
variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]       X
---------+--------------------------------------------------------------------
   depRD*|   .0896738      .04988    1.80   0.072  -.008082   .18743   .535316
 log(CA) |   .0498102      .01492    3.34   0.001   .020566  .079055   15.2891
      PE*|   .0387729      .05137    0.75   0.450  -.061919  .139465   .386617
partEt~t |  -.0029313       .0011   -2.65   0.008  -.005095 -.000767   6.42723
collUniv*|   .0969548      .08326    1.16   0.244   -.06623   .26014   .107807
collRe~t*|  -.0443446      .10124   -0.44   0.661  -.242781  .154091   .072491
collLa~t*|   -.147059       .0877   -1.68   0.094  -.318948   .02483   .079926
collOr~N*|   .1980334      .06282    3.15   0.002   .074903  .321163   .154275
collOr~I*|   .2187316      .07099    3.08   0.002   .079597  .357866   .124535
collAut~*|   .1202504      .07309    1.65   0.100  -.022996  .263497     .1171
Consul~n*|   .2496915       .0473    5.28   0.000   .156985  .342398   .414498
------------------------------------------------------------------------------
(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1
```

Modèle 2:

```
. probit innovproc depRD log(CA) PE partEtat partForeign collUniv collCentRech collLabUnit
collOrgNat collOrgInternat collAutresFirmes ConsultTechn

Iteration 0:   log likelihood = -372.90947
Iteration 1:   log likelihood =  -318.6815
Iteration 2:   log likelihood = -317.45811
Iteration 3:   log likelihood = -317.45476


Régression Probit                                 Number of obs   =        538
                                                  LR chi2(12)     =     110.91
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log likelihood = -317.45476                       Pseudo R2       =     0.1487
```

```
------------------------------------------------------------------------------
   innovproc |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       depRD |   .2254752   .1258397     1.79   0.073    -.0211661    .4721166
     log(CA) |   .1249678   .0374244     3.34   0.001     .0516174    .1983182
          PE |   .0926017   .1390203     0.67   0.505    -.1798731    .3650765
   partEtat  |  -.0073963   .0028197    -2.62   0.009    -.0129228   -.0018697
 partForeign |  -.0001384   .0015461    -0.09   0.929    -.0031688    .0028919
    collUniv |   .2438715   .2138426     1.14   0.254    -.1752523    .6629954
 collCentRech|  -.1119398   .2549636    -0.44   0.661    -.6116592    .3877796
 collLabUnit |  -.3764061   .2321606    -1.62   0.105    -.8314324    .0786203
  collOrgNat |   .5108629   .1710517     2.99   0.003     .1756077    .8461181
collIntern~g |   .5700781   .1995806     2.86   0.004     .1789073    .9612489
collAutresF~ |   .3058689   .1898292     1.61   0.107    -.0661895    .6779273
ConsultTechn |   .6361909   .1265056     5.03   0.000     .3882445    .8841372
       _cons |  -2.445227   .5611823    -4.36   0.000    -3.545124    -1.34533
------------------------------------------------------------------------------

. mfx

Marginal effects after probit
      y  = Pr(innovproc) (predict)
         =   .5030433
------------------------------------------------------------------------------
variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]      X
---------+--------------------------------------------------------------------
   depRD*|   .0897614      .04989    1.80   0.072  -.008012  .187535   .535316
 log(CA) |   .0498535      .01493    3.34   0.001   .020592  .079115   15.2891
      PE*|   .0369235      .05538    0.67   0.505  -.071623   .14547   .386617
partEt~t |  -.0029506      .00112   -2.62   0.009  -.005155 -.000746   6.42723
partFo~n |  -.0000552      .00062   -0.09   0.929  -.001264  .001154   30.1268
collUniv*|   .0965365      .08338    1.16   0.247  -.066893  .259966   .107807
collRe~t*|  -.0445982      .10128   -0.44   0.660  -.243102  .153906   .072491
collLa~t*|  -.1476213      .08789   -1.68   0.093  -.319877  .024635   .079926
collOr~N*|   .1982895      .06287    3.15   0.002   .075061  .321518   .154275
collOr~I*|   .2190841      .07107    3.08   0.002   .079797  .358372   .124535
collAut~*|   .1206152      .07319    1.65   0.099  -.022833  .264064     .1171
Consul~n*|   .2491238      .04773    5.22   0.000   .155567   .34268   .414498
------------------------------------------------------------------------------
(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1
```

Modèle 3:

```
. probit innovproc depRD log(CA) PE partEtat  partForeign collUniv collCentRech collLabUnit
collOrgNat collOrgInternat collAutresFirmes ConsultTechn AFI EEEAI MMI TCLSI

Iteration 0:   log likelihood = -372.90947
Iteration 1:   log likelihood = -312.82027
Iteration 2:   log likelihood =  -311.4009
Iteration 3:   log likelihood = -311.39704

Régression Probit                                 Number of obs   =        538
                                                  LR chi2(16)     =     123.02
                                                  Prob > chi2     =     0.0000
Log likelihood = -311.39704                       Pseudo R2       =     0.1650
------------------------------------------------------------------------------
   innovproc |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       depRD |   .2105302   .1293844     1.63   0.104    -.0430586     .464119
     log(CA) |   .1254969   .0386325     3.25   0.001     .0497786    .2012152
          PE |   .1260833   .1438417     0.88   0.381    -.1558413     .408008
   partEtat  |  -.0069868   .0028315    -2.47   0.014    -.0125364   -.0014373
 partForeign |   .0000873   .0016769     0.05   0.959    -.0031993    .0033738
    collUniv |   .3283511   .2181947     1.50   0.132    -.0993025    .7560048
 collCentRech|  -.1584389   .2575641    -0.62   0.538    -.6632552    .3463774
 collLabUnit |   -.319735   .2322898    -1.38   0.169    -.7750147    .1355447
  collOrgNat |   .4588001   .1725492     2.66   0.008     .1206099    .7969903
collIntern~g |   .6075308   .2002156     3.03   0.002     .2151156    .9999461
collAutresF~ |   .2996347     .19277     1.55   0.120    -.0781876     .677457
ConsultTechn |   .6390901   .1276931     5.00   0.000     .3888162    .8893641
         AFI |  -.0188782   .1809055    -0.10   0.917    -.3734463      .33569
       EEEAI |  -.2559256   .1976936    -1.29   0.195     -.643398    .1315468
         MMI |   .2079492    .205778     1.01   0.312    -.1953682    .6112666
       TCLSI |   .3733667   .1716546     2.18   0.030       .03693    .7098034
       _cons |  -2.540429   .5826841    -4.36   0.000    -3.682469   -1.398389
------------------------------------------------------------------------------
```

```
. mfx

Marginal effects after probit
      y  = Pr(innovproc) (predict)
         =   .5013656
------------------------------------------------------------------------------
variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]      X
---------+--------------------------------------------------------------------
   depRD*|   .0838339      .05133    1.63   0.102  -.016769  .184436   .535316
 log(CA) |   .0500657      .01541    3.25   0.001   .019859  .080273   15.2891
      PE*|   .0502588      .05725    0.88   0.380  -.061952  .162469   .386617
partEt~t |  -.0027873      .00113   -2.47   0.014  -.005001 -.000573   6.42723
partFo~n |   .0000348      .00067    0.05   0.959  -.001276  .001346   30.1268
collUniv*|   .1292826      .08367    1.55   0.122  -.034711  .293277   .107807
collRe~t*|  -.0630118      .10178   -0.62   0.536  -.262489  .136465   .072491
collLa~t*|  -.1259403      .08916   -1.41   0.158  -.300691   .04881   .079926
collOr~N*|   .1791164       .0645    2.78   0.005   .052708  .305525   .154275
collOr~I*|     .23257      .07039    3.30   0.001   .094603  .370537   .124535
collAut~*|   .1182691      .07449    1.59   0.112  -.027736  .264274     .1171
Consul~n*|   .2502787      .04818    5.19   0.000   .155843  .344715   .414498
     AFI*|  -.0075312      .07217   -0.10   0.917  -.148974  .133912   .171004
   EEEAI*|  -.1014721      .07738   -1.31   0.190  -.253137  .050193    .16171
     MMI*|   .0825185       .0808    1.02   0.307  -.075855  .240892   .111524
   TCLSI*|   .1472474      .06618    2.23   0.026   .017542  .276952    .22119
------------------------------------------------------------------------------
(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1
```

2- Probit bivarié

```
. biprobit innovprod innovproc depRD log(CA) PE partEtat partForeign collUniv collCentRech
collLabUnit collOrgNat collOrgInternat collAutresFirmes ConsultTechn

Fitting comparison equation 1:

Iteration 0:   log likelihood = -364.65899
Iteration 1:   log likelihood = -296.30203
Iteration 2:   log likelihood = -293.82315
Iteration 3:   log likelihood = -293.80509
Iteration 4:   log likelihood = -293.80509

Fitting comparison equation 2:

Iteration 0:   log likelihood = -372.90947
Iteration 1:   log likelihood =  -318.6815
Iteration 2:   log likelihood = -317.45811
Iteration 3:   log likelihood = -317.45476

Comparison:    log likelihood = -611.25986

Fitting full Model:

Iteration 0:   log likelihood = -611.25986
Iteration 1:   log likelihood = -598.47161
Iteration 2:   log likelihood =  -598.4085
Iteration 3:   log likelihood =  -598.4085

Bivariate Régression Probit                       Number of obs   =        538
                                                  Wald chi2(24)   =     179.19
Log likelihood =  -598.4085                       Prob > chi2     =     0.0000

------------------------------------------------------------------------------
             |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
innovprod    |
       depRD |   .4794617   .1296412     3.70   0.000     .2253697    .7335537
     log(CA) |   .0832118    .039238     2.12   0.034     .0063066    .1601169
          PE |   .2933765   .1402878     2.09   0.037     .0184174    .5683356
    partEtat |  -.0122277    .003199    -3.82   0.000    -.0184975   -.0059578
 partForeign |  -.0012943   .0016133    -0.80   0.422    -.0044563    .0018678
    collUniv |    .568975   .2171852     2.62   0.009     .1432999    .9946502
 collCentRech|  -.2890857   .2645356    -1.09   0.274    -.8075659    .2293945
 collLabUnit |  -.2869661   .2355842    -1.22   0.223    -.7487027    .1747705
  collOrgNat |   .2762714   .1695419     1.63   0.103    -.0560246    .6085673
collIntern~g |   .8789033   .1999648     4.40   0.000     .4869795    1.270827
collAutresF~ |   .3035188   .1892072     1.60   0.109    -.0673206    .6743581
```

```
ConsultTechn |   .4830297   .1285639     3.76   0.000     .2310492    .7350102
       _cons |   -2.19216   .5924373    -3.70   0.000    -3.353315   -1.031004
-------------+----------------------------------------------------------------
innovproc    |
       depRD |   .2250384   .1260634     1.79   0.074    -.0220414    .4721182
     log(CA) |   .1254835   .0373219     3.36   0.001     .0523339    .1986332
          PE |   .0945229   .1385763     0.68   0.495    -.1770816    .3661274
   partEtat  |  -.0073334   .0028079    -2.61   0.009    -.0128369   -.0018299
 partForeign |  -.0001099   .0015451    -0.07   0.943    -.0031382    .0029184
    collUniv |   .2514786   .2134825     1.18   0.239    -.1669394    .6698966
 collCentRech|  -.1202344   .2517081    -0.48   0.633    -.6135732    .3731045
 collLabUnit |  -.3823071   .2302603    -1.66   0.097     -.833609    .0689948
  collOrgNat |   .5080207   .1692094     3.00   0.003     .1763762    .8396651
collIntern~g |   .5667132   .1966361     2.88   0.004     .1813135    .9521129
collAutresF~ |   .3049724   .1886931     1.62   0.106    -.0648593    .6748041
ConsultTechn |   .6347981   .1261962     5.03   0.000     .3874581    .8821382
       _cons |  -2.460647   .5602197    -4.39   0.000    -3.558657   -1.362636
-------------+----------------------------------------------------------------
     /athrho |   .3981603   .0807858     4.93   0.000     .2398231    .5564976
-------------+----------------------------------------------------------------
         rho |   .3783738   .0692199                      .2353287    .5053741
------------------------------------------------------------------------------
Likelihood-ratio test of rho=0:     chi2(1) =  25.7027    Prob > chi2 = 0.0000
```

III- INTERACTIONS ENTRE LES CARACTERISTIQUES: ROLE DES SOURCES EXTERNES DE CONNAISSANCES

1- Innovation de produit

```
> tree.innovprod <-
rpart(innovprod~depRD+log(CA)+NE+multiMarche+EE+partEtat+partForeign+collUniv+collCentRech+
collLabUnit+collOrgNat+collOrgInternat+collAutresFirmes+ConsultTechn,na.action=na.omit,cont
rol=rpart.control(cp=0.01))
> plot(tree.innovprod,margin=0.01,compress=F,uniform=T,main="Determinants of Innovation de
produit - All firms")
> text(tree.innovprod,use.n=T,cex=0.7,pretty=3)
> dev.print(pdf, file="C:/Art1/innovallprod.pdf", onefile=T,width=10,
height=4.5,pointsize=13)
> summary(tree.innovprod)
Call:
rpart(formula = innovprod ~ depRD + log(CA) + NE + multiMarche +
    EE + partEtat + partForeign + collUniv + collCentRech + collLabUnit +
    collOrgNat + collOrgInternat + collAutresFirmes + ConsultTechn,
    na.action = na.omit, control = rpart.control(cp = 0.01))
  n=538 (48 observations deleted due to missingness)

          CP nsplit rel error    xerror       xstd
1 0.09389130      0 1.0000000 1.0008659 0.01532605
2 0.03169147      1 0.9061087 0.9720495 0.03062846
3 0.03019744      2 0.8744172 0.9775286 0.03341402
4 0.01666499      3 0.8442198 0.9553645 0.03557243
5 0.01364200      4 0.8275548 0.9325824 0.03699324
6 0.01263661      5 0.8139128 0.9298428 0.03710183
7 0.01247044      6 0.8012762 0.9295671 0.03726280
8 0.01183711      9 0.7638649 0.9470767 0.03821387
9 0.01000000     10 0.7520278 0.9462448 0.03900649

Node number 1: 538 observations,    complexity param=0.0938913
  mean=0.4126394, MSE=0.2423681
  left son=2 (315 obs) right son=3 (223 obs)
  Primary splits:
      ConsultTechn    < 0.5      to the left,  improve=0.09389130, (0 missing)
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.08787677, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.07130502, (0 missing)
      multiMarche     < 0.5      to the left,  improve=0.05840483, (0 missing)
      log(CA)         < 15.57264 to the left,  improve=0.04458428, (0 missing)
  Surrogate splits:
      log(CA)         < 16.67689 to the left,  agree=0.636, adj=0.121, (0 split)
      multiMarche     < 0.5      to the left,  agree=0.634, adj=0.117, (0 split)
      collOrgNat      < 0.5      to the left,  agree=0.628, adj=0.103, (0 split)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  agree=0.625, adj=0.094, (0 split)
      collUniv        < 0.5      to the left,  agree=0.623, adj=0.090, (0 split)
```

```
Node number 2: 315 observations,    complexity param=0.03019744
  mean=0.2857143, MSE=0.2040816
  left son=4 (180 obs) right son=5 (135 obs)
  Primary splits:
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.06125103, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.04026206, (0 missing)
      collUniv        < 0.5      to the left,  improve=0.02704481, (0 missing)
      log(CA)         < 14.25836 to the left,  improve=0.02059368, (0 missing)
      collAutresFirmes< 0.5      to the left,  improve=0.01855670, (0 missing)
  Surrogate splits:
      multiMarche     < 0.5      to the left,  agree=0.625, adj=0.126, (0 split)
      log(CA)         < 16.56673 to the left,  agree=0.616, adj=0.104, (0 split)
      collAutresFirmes< 0.5      to the left,  agree=0.616, adj=0.104, (0 split)
      collUniv        < 0.5      to the left,  agree=0.606, adj=0.081, (0 split)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  agree=0.606, adj=0.081, (0 split)

Node number 3: 223 observations,    complexity param=0.03169147
  mean=0.5919283, MSE=0.2415492
  left son=6 (105 obs) right son=7 (118 obs)
  Primary splits:
      log(CA)         < 15.57076 to the left,  improve=0.07671667, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.06308497, (0 missing)
      multiMarche     < 0.5      to the left,  improve=0.06305999, (0 missing)
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.05054469, (0 missing)
      collUniv        < 0.5      to the left,  improve=0.02758487, (0 missing)
  Surrogate splits:
      multiMarche < 0.5      to the left,  agree=0.655, adj=0.267, (0 split)
      EE          < 0.5      to the right, agree=0.650, adj=0.257, (0 split)
      depRD       < 0.5      to the left,  agree=0.583, adj=0.114, (0 split)
      partForeign < 49.5     to the right, agree=0.574, adj=0.095, (0 split)
      collOrgNat  < 0.5      to the right, agree=0.561, adj=0.067, (0 split)

Node number 4: 180 observations,    complexity param=0.013642
  mean=0.1888889, MSE=0.1532099
  left son=8 (54 obs) right son=9 (126 obs)
  Primary splits:
      log(CA)     < 14.1049  to the left,  improve=0.06450251, (0 missing)
      multiMarche < 0.5      to the left,  improve=0.03097730, (0 missing)
      partForeign < 99       to the right, improve=0.01828730, (0 missing)
      EE          < 0.5      to the right, improve=0.01682324, (0 missing)
      partEtat   < 2.5      to the right, improve=0.01225667, (0 missing)

Node number 5: 135 observations,    complexity param=0.01263661
  mean=0.4148148, MSE=0.2427435
  left son=10 (118 obs) right son=11 (17 obs)
  Primary splits:
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.050281340, (0 missing)
      log(CA)         < 17.82031 to the right, improve=0.027140920, (0 missing)
      partEtat       < 27.1     to the right, improve=0.024748600, (0 missing)
      collOrgNat      < 0.5      to the left,  improve=0.018177640, (0 missing)
      collUniv        < 0.5      to the left,  improve=0.007233273, (0 missing)

Node number 6: 105 observations,    complexity param=0.01666499
  mean=0.447619, MSE=0.2472562
  left son=12 (90 obs) right son=13 (15 obs)
  Primary splits:
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.08370017, (0 missing)
      multiMarche     < 0.5      to the left,  improve=0.05700554, (0 missing)
      collUniv        < 0.5      to the left,  improve=0.04771555, (0 missing)
      NE              < 0.5      to the right, improve=0.04235763, (0 missing)
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.02919730, (0 missing)

Node number 7: 118 observations,    complexity param=0.01183711
  mean=0.720339, MSE=0.2014507
  left son=14 (11 obs) right son=15 (107 obs)
  Primary splits:
      partEtat        < 38.5     to the right, improve=0.06493108, (0 missing)
      log(CA)         < 17.98693 to the right, improve=0.04918331, (0 missing)
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.04598654, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.03249096, (0 missing)
      multiMarche     < 0.5      to the left,  improve=0.01541563, (0 missing)
  Surrogate splits:
      log(CA) < 18.34759 to the right, agree=0.958, adj=0.545, (0 split)

Node number 8: 54 observations
  mean=0.03703704, MSE=0.03566529
```

```
Node number 9: 126 observations
  mean=0.2539683, MSE=0.1894684

Node number 10: 118 observations
  mean=0.3728814, MSE=0.2338409

Node number 11: 17 observations
  mean=0.7058824, MSE=0.2076125

Node number 12: 90 observations,    complexity param=0.01247044
  mean=0.3888889, MSE=0.2376543
  left son=24 (58 obs) right son=25 (32 obs)
  Primary splits:
      multiMarche < 0.5      to the left,  improve=0.04704993, (0 missing)
      collUniv    < 0.5      to the left,  improve=0.03607504, (0 missing)
      collOrgNat  < 0.5      to the left,  improve=0.03030303, (0 missing)
      depRD       < 0.5      to the left,  improve=0.02464287, (0 missing)
      partForeign < 38.26    to the right, improve=0.02447552, (0 missing)
  Surrogate splits:
      EE               < 0.5      to the right, agree=0.744, adj=0.281, (0 split)
      log(CA)          < 15.274   to the left,  agree=0.722, adj=0.219, (0 split)
      collLabUnit      < 0.5      to the left,  agree=0.656, adj=0.031, (0 split)
      collAutresFirmes < 0.5      to the left,  agree=0.656, adj=0.031, (0 split)

Node number 13: 15 observations
  mean=0.8, MSE=0.16

Node number 14: 11 observations
  mean=0.3636364, MSE=0.231405

Node number 15: 107 observations
  mean=0.7570093, MSE=0.1839462

Node number 24: 58 observations,    complexity param=0.01247044
  mean=0.3103448, MSE=0.2140309
  left son=48 (28 obs) right son=49 (30 obs)
  Primary splits:
      log(CA)     < 14.1879  to the right, improve=0.075720900, (0 missing)
      collOrgNat  < 0.5      to the left,  improve=0.064021160, (0 missing)
      depRD       < 0.5      to the left,  improve=0.010619940, (0 missing)
      partForeign < 95       to the right, improve=0.008547009, (0 missing)
      NE          < 0.5      to the right, improve=0.007515528, (0 missing)
  Surrogate splits:
      partForeign < 62.5     to the left,  agree=0.586, adj=0.143, (0 split)
      collLabUnit < 0.5      to the right, agree=0.552, adj=0.071, (0 split)
      collOrgNat  < 0.5      to the right, agree=0.552, adj=0.071, (0 split)
      depRD       < 0.5      to the left,  agree=0.534, adj=0.036, (0 split)
      NE          < 0.5      to the right, agree=0.534, adj=0.036, (0 split)

Node number 25: 32 observations
  mean=0.53125, MSE=0.2490234

Node number 48: 28 observations
  mean=0.1785714, MSE=0.1466837

Node number 49: 30 observations,    complexity param=0.01247044
  mean=0.4333333, MSE=0.2455556
  left son=98 (23 obs) right son=99 (7 obs)
  Primary splits:
      collOrgNat  < 0.5      to the left,  improve=0.39799330, (0 missing)
      log(CA)     < 12.68006 to the left,  improve=0.10457830, (0 missing)
      partForeign < 95       to the right, improve=0.04977376, (0 missing)
      depRD       < 0.5      to the left,  improve=0.04915952, (0 missing)
      NE          < 0.5      to the right, improve=0.01145294, (0 missing)
  Surrogate splits:
      log(CA) < 14.11653 to the left,  agree=0.8, adj=0.143, (0 split)

Node number 98: 23 observations
  mean=0.2608696, MSE=0.1928166

Node number 99: 7 observations
  mean=1, MSE=0
```

2- Innovation de procédé

```
> tree.innovproc <-
rpart(innovproc~depRD+log(CA)+NE+multiMarche+EE+partEtat+partForeign+collUniv+collCentRech+
collLabUnit+collOrgNat+collOrgInternat+collAutresFirmes+ConsultTechn,na.action=na.omit,cont
rol=rpart.control(cp=0.01))
> plot(tree.innovproc,margin=0.01,compress=F,uniform=T,main="Determinants of Innovation de
procédé - All firms")
> text(tree.innovproc,use.n=T,cex=0.7,pretty=3)
> dev.print(pdf, file="C:/Art1/innovallproc.pdf", onefile=T,width=10,
height=4.5,pointsize=13)
windows
      2
> #tree.innovproc
> summary(tree.innovproc)
Call:
rpart(formula = innovproc ~ depRD + log(CA) + NE + multiMarche +
    EE + partEtat + partForeign + collUniv + collCentRech + collLabUnit +
    collOrgNat + collOrgInternat + collAutresFirmes + ConsultTechn,
    na.action = na.omit, control = rpart.control(cp = 0.01))
  n=538 (48 observations deleted due to missingness)

          CP nsplit rel error    xerror        xstd
1 0.10981620      0 1.0000000 1.0036460 0.001234593
2 0.02871220      1 0.8901838 0.8935191 0.026869513
3 0.02500711      2 0.8614716 0.9020576 0.030847770
4 0.01867836      3 0.8364645 0.8935000 0.031898556
5 0.01395655      4 0.8177861 0.8709747 0.032552542
6 0.01003516      5 0.8038296 0.8827118 0.035369904
7 0.01000000      8 0.7734958 0.8819850 0.037821211

Node number 1: 538 observations,    complexity param=0.1098162
  mean=0.4981413, MSE=0.2499965
  left son=2 (315 obs) right son=3 (223 obs)
  Primary splits:
      ConsultTechn    < 0.5      to the left,  improve=0.10981620, (0 missing)
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.04523753, (0 missing)
      log(CA)         < 14.15238 to the left,  improve=0.04508383, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.03937365, (0 missing)
      collOrgNat      < 0.5      to the left,  improve=0.03301234, (0 missing)
  Surrogate splits:
      log(CA)         < 16.67689 to the left,  agree=0.636, adj=0.121, (0 split)
      multiMarche     < 0.5      to the left,  agree=0.634, adj=0.117, (0 split)
      collOrgNat      < 0.5      to the left,  agree=0.628, adj=0.103, (0 split)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  agree=0.625, adj=0.094, (0 split)
      collUniv        < 0.5      to the left,  agree=0.623, adj=0.090, (0 split)

Node number 2: 315 observations,    complexity param=0.0287122
  mean=0.3587302, MSE=0.2300428
  left son=4 (285 obs) right son=5 (30 obs)
  Primary splits:
      collOrgNat      < 0.5      to the left,  improve=0.05329218, (0 missing)
      log(CA)         < 14.25836 to the left,  improve=0.03582592, (0 missing)
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.03294854, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.02948397, (0 missing)
      collAutresFirmes  < 0.5      to the left,  improve=0.02541871, (0 missing)

Node number 3: 223 observations,    complexity param=0.01867836
  mean=0.6950673, MSE=0.2119488
  left son=6 (12 obs) right son=7 (211 obs)
  Primary splits:
      log(CA)         < 12.68006 to the left,  improve=0.053151950, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.017578730, (0 missing)
      partEtat       < 67.5     to the right, improve=0.008900191, (0 missing)
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.005884169, (0 missing)
      collUniv        < 0.5      to the left,  improve=0.005500427, (0 missing)

Node number 4: 285 observations,    complexity param=0.02500711
  mean=0.322807, MSE=0.2186026
  left son=8 (84 obs) right son=9 (201 obs)
  Primary splits:
      log(CA)         < 14.25836 to the left,  improve=0.05398581, (0 missing)
      collAutresFirmes  < 0.5      to the left,  improve=0.03193369, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.02652731, (0 missing)
      depRD           < 0.5      to the left,  improve=0.02130127, (0 missing)
      multiMarche     < 0.5      to the left,  improve=0.01300002, (0 missing)
```

```
Node number 5: 30 observations
  mean=0.7, MSE=0.21

Node number 6: 12 observations
  mean=0.25, MSE=0.1875

Node number 7: 211 observations
  mean=0.7203791, MSE=0.201433

Node number 8: 84 observations
  mean=0.1547619, MSE=0.1308107

Node number 9: 201 observations,    complexity param=0.01395655
  mean=0.3930348, MSE=0.2385585
  left son=18 (186 obs) right son=19 (15 obs)
  Primary splits:
      collAutresFirmes  < 0.5      to the left,  improve=0.03914746, (0 missing)
      log(CA)         < 14.43399 to the right, improve=0.01958638, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.01950738, (0 missing)
      collUniv        < 0.5      to the left,  improve=0.01433059, (0 missing)
      NE              < 0.5      to the right, improve=0.01351320, (0 missing)

Node number 18: 186 observations,    complexity param=0.01003516
  mean=0.3655914, MSE=0.2319343
  left son=36 (172 obs) right son=37 (14 obs)
  Primary splits:
      log(CA)         < 14.43399 to the right, improve=0.026979070, (0 missing)
      partForeign     < 12       to the right, improve=0.018453180, (0 missing)
      multiMarche     < 0.5      to the left,  improve=0.010320030, (0 missing)
      NE              < 0.5      to the right, improve=0.009755284, (0 missing)
      collOrgInternat < 0.5      to the left,  improve=0.009682159, (0 missing)

Node number 19: 15 observations
  mean=0.7333333, MSE=0.1955556

Node number 36: 172 observations,    complexity param=0.01003516
  mean=0.3430233, MSE=0.2253583
  left son=72 (79 obs) right son=73 (93 obs)
  Primary splits:
      log(CA)     < 15.44978 to the left,  improve=0.039615190, (0 missing)
      collUniv    < 0.5      to the left,  improve=0.012423630, (0 missing)
      partForeign < 12       to the right, improve=0.011777720, (0 missing)
      depRD       < 0.5      to the left,  improve=0.011138100, (0 missing)
      NE          < 0.5      to the right, improve=0.009167022, (0 missing)
  Surrogate splits:
      depRD < 0.5      to the left,  agree=0.570, adj=0.063, (0 split)
      EE    < 0.5      to the right, agree=0.547, adj=0.013, (0 split)

Node number 37: 14 observations
  mean=0.6428571, MSE=0.2295918

Node number 72: 79 observations
  mean=0.2405063, MSE=0.182663

Node number 73: 93 observations,    complexity param=0.01003516
  mean=0.4301075, MSE=0.245115
  left son=146 (86 obs) right son=147 (7 obs)
  Primary splits:
      collUniv    < 0.5      to the left,  improve=0.060556010, (0 missing)
      log(CA)     < 15.72574 to the right, improve=0.032724160, (0 missing)
      multiMarche < 0.5      to the left,  improve=0.026090100, (0 missing)
      partForeign < 40.5     to the right, improve=0.011556600, (0 missing)
      NE          < 0.5      to the right, improve=0.009075355, (0 missing)

Node number 146: 86 observations
  mean=0.3953488, MSE=0.2390481

Node number 147: 7 observations
  mean=0.8571429, MSE=0.122449 >
```

IV- VERIFICATION DE LA ROBUSTESSE DES RESULTATS

1- Innovation de produit

1.1. Régression Probit Bayesienne

```
Call: zelig(formula = innovprod ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +
    collUniv + collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +
    collAutresFirmes + ConsultTechn, Model = "probit.bayes", data = econ2,
    verbose = FALSE)


Iterations = 1001:11000
Thinning interval = 1
Number of chains = 1
Sample size per chain = 10000

 Mean, standard deviation, and quantiles for marginal posterior distributions.
                  Mean    SD   2.5%    50%  97.5%
(Intercept)     -2.228 0.589 -3.405 -2.218 -1.100
depRD            0.474 0.131  0.217  0.474  0.727
log(CA)          0.082 0.039  0.007  0.081  0.161
PE               0.343 0.131  0.088  0.343  0.598
partEtat        -0.012 0.003 -0.019 -0.012 -0.006
collUniv         0.579 0.217  0.157  0.577  1.008
collCentRech    -0.253 0.272 -0.790 -0.249  0.280
collLabUnit     -0.272 0.242 -0.747 -0.272  0.200
collOrgNat       0.267 0.172 -0.064  0.265  0.604
collOrgInternat  0.902 0.201  0.516  0.899  1.307
collAutresFirmes 0.295 0.191 -0.080  0.294  0.664
ConsultTechn     0.496 0.127  0.247  0.496  0.746


Iterations = 1001:11000
Thinning interval = 1
Number of chains = 1
Sample size per chain = 10000

1. Empirical mean and standard deviation for each variable,
   plus standard error of the mean:

                   Mean      SD Naive SE Time-series SE
(Intercept)     -2.2280 0.58925 5.89e-03       1.04e-02
depRD            0.4740 0.13067 1.31e-03       1.81e-03
log(CA)          0.0819 0.03932 3.93e-04       7.07e-04
PE               0.3426 0.13065 1.31e-03       2.03e-03
partEtat        -0.0123 0.00324 3.24e-05       6.52e-05
collUniv         0.5786 0.21715 2.17e-03       3.75e-03
collCentRech    -0.2527 0.27217 2.72e-03       4.97e-03
collLabUnit     -0.2718 0.24165 2.42e-03       4.70e-03
collOrgNat       0.2670 0.17150 1.72e-03       2.94e-03
collOrgInternat  0.9019 0.20099 2.01e-03       3.98e-03
collAutresFirmes 0.2948 0.19056 1.91e-03       3.13e-03
ConsultTechn     0.4957 0.12705 1.27e-03       2.25e-03

2. Quantiles for each variable:

                  2.5%     25%     50%     75%    97.5%
(Intercept)     -3.40503 -2.6187 -2.2178 -1.8323 -1.10048
depRD            0.21670  0.3876  0.4744  0.5634  0.72721
log(CA)          0.00684  0.0550  0.0813  0.1082  0.16082
PE               0.08810  0.2527  0.3426  0.4331  0.59770
partEtat        -0.01883 -0.0144 -0.0123 -0.0102 -0.00616
collUniv         0.15663  0.4333  0.5766  0.7238  1.00842
collCentRech    -0.79044 -0.4360 -0.2492 -0.0688  0.27963
collLabUnit     -0.74711 -0.4344 -0.2721 -0.1085  0.20020
collOrgNat      -0.06424  0.1523  0.2655  0.3822  0.60409
collOrgInternat  0.51561  0.7660  0.8993  1.0362  1.30674
collAutresFirmes-0.07982  0.1671  0.2941  0.4246  0.66422
ConsultTechn     0.24719  0.4093  0.4960  0.5809  0.74649
```

1.2. GEE: Modèle linéaire généralisé

```
Model:
 Link:                      Probit
 Variance to Mean Relation: Binomial
 Correlation Structure:     Unstructured

Call:
zelig(formula = innovprod ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +
    collUniv + collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +
    collAutresFirmes + ConsultTechn, Model = "probit.gee", data = sorted.econ2,
    id = "i", corstr = "unstructured", robust = TRUE)

Summary of Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-0.9381 -0.2994 -0.1317  0.3426  0.8695




Coefficients:
                Estimate Naive S.E. Naive z Robust S.E. Robust z
(Intercept)     -2.22352   0.572602  -3.883    0.463691  -4.7953
depRD            0.48860   0.128261   3.809    0.114975   4.2496
log(CA)          0.08171   0.038367   2.130    0.031430   2.5997
PE               0.33315   0.128779   2.587    0.130474   2.5534
partEtat        -0.01177   0.003128  -3.764    0.003069  -3.8361
collUniv         0.53742   0.218537   2.459    0.230565   2.3309
collCentRech    -0.22522   0.261559  -0.861    0.248727  -0.9055
collLabUnit     -0.26118   0.233347  -1.119    0.210974  -1.2380
collOrgNat       0.24262   0.169247   1.434    0.143405   1.6919
collOrgInternat  0.86096   0.197300   4.364    0.189535   4.5425
collAutresFirmes 0.29907   0.188231   1.589    0.186713   1.6018
ConsultTechn     0.48407   0.125883   3.845    0.121744   3.9761

Estimated Scale Parameter:  0.9893
Number of Iterations:  4

Working Correlation
            [,1]       [,2]      [,3]      [,4]      [,5]      [,6]      [,7]      [,8]
[,9]     [,10]     [,11]
 [1,]  1.0000000  0.0173682  0.051658  0.049481  0.043376 -0.021775  0.003722 -0.025654
0.005075 -0.029233  0.053046
 [2,]  0.0173682  1.0000000  0.081035  0.023822  0.017229  0.079809  0.004420 -0.039616 -
0.017927 -0.050379 -0.051970
 [3,]  0.0516577  0.0810350  1.000000 -0.019986 -0.015337  0.024293 -0.121159 -0.022115
0.061544  0.004884  0.095798
 [4,]  0.0494815  0.0238216 -0.019986  1.000000 -0.034686 -0.007044  0.005533 -0.018038
0.038325  0.002816 -0.008834
 [5,]  0.0433755  0.0172290 -0.015337 -0.034686  1.000000 -0.097401 -0.058751  0.010874 -
0.033736 -0.020385  0.031777
 [6,] -0.0217746  0.0798093  0.024293 -0.007044 -0.097401  1.000000 -0.059289 -0.031654
0.039820  0.023424  0.023408
 [7,]  0.0037219  0.0044203 -0.121159  0.005533 -0.058751 -0.059289  1.000000  0.060107 -
0.023791  0.017781 -0.034663
 [8,] -0.0256540 -0.0396161 -0.022115 -0.018038  0.010874 -0.031654  0.060107  1.000000 -
0.035178  0.019339  0.014947
 [9,]  0.0050745 -0.0179271  0.061544  0.038325 -0.033736  0.039820 -0.023791 -0.035178
1.000000  0.083553  0.029971
[10,] -0.0292325 -0.0503791  0.004884  0.002816 -0.020385  0.023424  0.017781  0.019339
0.083553  1.000000  0.010499
[11,]  0.0530461 -0.0519699  0.095798 -0.008834  0.031777  0.023408 -0.034663  0.014947
0.029971  0.010499  1.000000
[12,] -0.0233090  0.0133695  0.016227 -0.017125 -0.029292  0.033120 -0.015349 -0.029857
0.028156  0.003475  0.013450
[13,]  0.0386991 -0.0007887  0.021542 -0.019322  0.034592 -0.004381 -0.018916  0.005382
0.011561  0.004317  0.040777
[14,] -0.0027442 -0.0166856 -0.004683  0.002233 -0.001621  0.004112  0.008845  0.017505 -
0.002232  0.015880 -0.006842
[15,]  0.0009353 -0.0112547  0.023421  0.008873  0.008805 -0.008947 -0.005875 -0.008550
0.035831  0.016093  0.006445
          [,12]      [,13]     [,14]      [,15]
 [1,] -0.023309  0.0386991 -0.002744  0.0009353
 [2,]  0.013370 -0.0007887 -0.016686 -0.0112547
 [3,]  0.016227  0.0215418 -0.004683  0.0234213
```

```
 [4,] -0.017125 -0.0193217  0.002233  0.0088730
 [5,] -0.029292  0.0345916 -0.001621  0.0088048
 [6,]  0.033120 -0.0043813  0.004112 -0.0089473
 [7,] -0.015349 -0.0189157  0.008845 -0.0058749
 [8,] -0.029857  0.0053817  0.017505 -0.0085496
 [9,]  0.028156  0.0115605 -0.002232  0.0358313
[10,]  0.003475  0.0043171  0.015880  0.0160927
[11,]  0.013450  0.0407774 -0.006842  0.0064449
[12,]  1.000000  0.0009209 -0.012191  0.0177024
[13,]  0.000921  1.0000000 -0.002857  0.0001182
[14,] -0.012191 -0.0028572  1.000000 -0.0068925
[15,]  0.017702  0.0001182 -0.006892  1.0000000

 GEE:  GENERALIZED LINEAR MODÈLES FOR DEPENDENT DATA
 gee S-function, version 4.13 modified 98/01/27 (1998)

Model:
 Link:                      Probit
 Variance to Mean Relation: Binomial
 Correlation Structure:     Unstructured

Call:
zelig(formula = innovprod ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +
    collUniv + collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +
    collAutresFirmes + ConsultTechn, Model = "probit.gee", data = sorted.econ2,
    id = "i", corstr = "unstructured", robust = TRUE)

Number of observations :  538

Maximum cluster size   :  15


Coefficients:
    (Intercept)           depRD         log(CA)              PE       partEtat
collUniv     collCentRech
       -2.22352         0.48860         0.08171         0.33315        -0.01177
0.53742        -0.22522
    collLabUnit      collOrgNat collOrgInternat  collAutresFirmes    ConsultTechn
       -0.26118         0.24262         0.86096         0.29907         0.48407

Estimated Scale Parameter:  0.9893
Number of Iterations:  4

Working Correlation[1:4,1:4]
        [,1]    [,2]     [,3]     [,4]
[1,] 1.00000 0.01737  0.05166  0.04948
[2,] 0.01737 1.00000  0.08103  0.02382
[3,] 0.05166 0.08103  1.00000 -0.01999
[4,] 0.04948 0.02382 -0.01999  1.00000


Returned Error Value:
```

1.3. Modèle Probit à effets mixtes

```
Formula: innovprod ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat + collUniv + collCentRech +
collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat + collAutresFirmes +      ConsultTechn + tag(1 |
sector)
   Data: econ2
 AIC BIC logLik deviance
 614 670   -294      588
Random effects:
 Groups Name        Variance Std.Dev.
 sector (Intercept) 6.8e-16  2.61e-08
Number of obs: 538, groups: sector, 15

Fixed effects:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)     -2.20982    0.57974   -3.81  0.00014 ***
depRD            0.46973    0.12924    3.63  0.00028 ***
log(CA)          0.08129    0.03883    2.09  0.03629 *
PE               0.33746    0.13081    2.58  0.00989 **
partEtat        -0.01191    0.00317   -3.76  0.00017 ***
collUniv         0.56503    0.22145    2.55  0.01073 *
collCentRech    -0.25433    0.26605   -0.96  0.33911
collLabUnit     -0.26773    0.23620   -1.13  0.25700
collOrgNat       0.26391    0.17050    1.55  0.12165
```

```
collOrgInternat  0.87404    0.20026    4.36  1.3e-05 ***
collAutresFirmes 0.29283    0.19023    1.54  0.12371
ConsultTechn     0.48986    0.12784    3.83  0.00013 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:
            (Intr) depRD  lnSals PE     prtStt cllUnv cllRcC cllLbU cllNtO cllInO cllOtF
depRD       -0.001
log(CA)     -0.983 -0.085
PE           0.177 -0.135 -0.237
partEtat    0.243 -0.043 -0.250  0.118
collUniv     0.010 -0.145 -0.009  0.013 -0.128
collCentRech  0.002 -0.046  0.001  0.037 -0.168 -0.140
collLabUnit  0.078 -0.057 -0.070 -0.123 -0.047 -0.096 -0.124
collOrgNat  -0.114 -0.038  0.089  0.032 -0.043 -0.062 -0.021 -0.140
cllIntrntOr  0.013 -0.078 -0.030  0.038 -0.098 -0.006 -0.161 -0.014  0.013
cllOthrFrms -0.060 -0.079  0.042  0.042 -0.091 -0.042  0.006 -0.081  0.004 -0.048
ConsultTchn  0.013 -0.076 -0.068 -0.145  0.019 -0.033 -0.105 -0.015 -0.143 -0.052 -0.087
Generalized linear mixed Modèle fit by the Laplace approximation
Formula: innovprod ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat + collUniv + collCentRech +
collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat + collAutresFirmes +      ConsultTechn + tag(1 |
sector)
   Data: econ2
 AIC BIC logLik deviance
 614 670   -294      588
Random effects:
 Groups Name        Variance Std.Dev.
 sector (Intercept) 6.8e-16  2.61e-08
Number of obs: 538, groups: sector, 15

Fixed effects:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)     -2.20982    0.57974   -3.81  0.00014 ***
depRD            0.46973    0.12924    3.63  0.00028 ***
log(CA)          0.08129    0.03883    2.09  0.03629 *
PE               0.33746    0.13081    2.58  0.00989 **
partEtat        -0.01191    0.00317   -3.76  0.00017 ***
collUniv         0.56503    0.22145    2.55  0.01073 *
collCentRech    -0.25433    0.26605   -0.96  0.33911
collLabUnit     -0.26773    0.23620   -1.13  0.25700
collOrgNat       0.26391    0.17050    1.55  0.12165
collOrgInternat  0.87404    0.20026    4.36  1.3e-05 ***
collAutresFirmes 0.29283    0.19023    1.54  0.12371
ConsultTechn     0.48986    0.12784    3.83  0.00013 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:
            (Intr) depRD  lnSals PE     prtStt cllUnv cllRcC cllLbU cllNtO cllInO cllOtF
depRD       -0.001
log(CA)     -0.983 -0.085
PE           0.177 -0.135 -0.237
partEtat     0.243 -0.043 -0.250  0.118
collUniv     0.010 -0.145 -0.009  0.013 -0.128
collCentRech 0.002 -0.046  0.001  0.037 -0.168 -0.140
collLabUnit  0.078 -0.057 -0.070 -0.123 -0.047 -0.096 -0.124
collOrgNat  -0.114 -0.038  0.089  0.032 -0.043 -0.062 -0.021 -0.140
cllIntrntOr  0.013 -0.078 -0.030  0.038 -0.098 -0.006 -0.161 -0.014  0.013
cllOthrFrms -0.060 -0.079  0.042  0.042 -0.091 -0.042  0.006 -0.081  0.004 -0.048
ConsultTchn  0.013 -0.076 -0.068 -0.145  0.019 -0.033 -0.105 -0.015 -0.143 -0.052 -0.087
```

1.4. Régression Probit Survey-Weighted

```
Call:
zelig(formula = innovprod ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +
    collUniv + collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +
    collAutresFirmes + ConsultTechn, Model = "probit.survey", data = econ2,
    weights = ~pw)

Survey design:
svydesign(data = data, ids = ids, probs = probs, strata = strata,
    fpc = fpc, nest = nest, check.strata = check.strata, weight = weights)

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
```

```
(Intercept)     -2.58294    0.59059   -4.37  1.5e-05 ***
depRD            0.50489    0.15304    3.30  0.00104 **
log(CA)          0.09547    0.04154    2.30  0.02194 *
PE               0.48746    0.15562    3.13  0.00183 **
partEtat        -0.01418    0.00332   -4.27  2.4e-05 ***
collUniv         0.68527    0.27394    2.50  0.01267 *
collCentRech    -0.18026    0.27572   -0.65  0.51354
collLabUnit     -0.36882    0.23333   -1.58  0.11455
collOrgNat       0.31598    0.21196    1.49  0.13663
collOrgInternat  0.96799    0.22594    4.28  2.2e-05 ***
collAutresFirmes 0.32326    0.21806    1.48  0.13882
ConsultTechn     0.57882    0.15054    3.84  0.00014 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 0.9426)

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Independent Sampling design (with replacement)
svydesign(data = data, ids = ids, probs = probs, strata = strata,
    fpc = fpc, nest = nest, check.strata = check.strata, weight = weights)

Call:  zelig(formula = innovprod ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +      collUniv +
collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +      collAutresFirmes +
ConsultTechn, Model = "probit.survey", data = econ2,      weights = ~pw)

Coefficients:
    (Intercept)            depRD          log(CA)               PE        partEtat
collUniv      collCentRech
        -2.5829           0.5049           0.0955           0.4875          -0.0142
0.6853          -0.1803
    collLabUnit       collOrgNat  collOrgInternat   collAutresFirmes     ConsultTechn
        -0.3688           0.3160           0.9680           0.3233           0.5788

Degrees of Freedom: 537 Total (i.e. Null);  526 Residual
  (48 observations deleted due to missingness)
Null Deviance:     714
Residual Deviance: 537        AIC: 524
```

2- Innovation de procédé

2.1. Régression Probit Bayésienne

```
Call: zelig(formula = innovproc ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +
    collUniv + collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +
    collAutresFirmes + ConsultTechn, Model = "probit.bayes", data = econ2,
    verbose = FALSE)

Iterations = 1001:11000
Thinning interval = 1
Number of chains = 1
Sample size per chain = 10000

 Mean, standard deviation, and quantiles for marginal posterior distributions.
                  Mean    SD   2.5%    50%  97.5%
(Intercept)     -2.490 0.555 -3.593 -2.484 -1.404
depRD            0.230 0.124 -0.013  0.229  0.475
log(CA)          0.127 0.037  0.055  0.127  0.200
PE               0.099 0.130 -0.157  0.098  0.353
partEtat        -0.008 0.003 -0.013 -0.007 -0.002
collUniv         0.257 0.214 -0.166  0.255  0.674
collCentRech    -0.113 0.255 -0.604 -0.117  0.381
collLabUnit     -0.383 0.233 -0.838 -0.384  0.069
collOrgNat       0.520 0.173  0.190  0.517  0.869
collOrgInternat  0.582 0.200  0.194  0.580  0.979
collAutresFirmes 0.309 0.190 -0.066  0.309  0.682
ConsultTechn     0.641 0.128  0.394  0.640  0.892


Iterations = 1001:11000
Thinning interval = 1
Number of chains = 1
Sample size per chain = 10000

1. Empirical mean and standard deviation for each variable,
```

```
   plus standard error of the mean:

                     Mean      SD Naive SE Time-series SE
(Intercept)     -2.49040 0.55512 5.55e-03       1.07e-02
depRD            0.22966 0.12433 1.24e-03       2.08e-03
log(CA)          0.12715 0.03710 3.71e-04       6.86e-04
PE               0.09904 0.12982 1.30e-03       2.16e-03
partEtat        -0.00754 0.00279 2.79e-05       5.54e-05
collUniv         0.25747 0.21390 2.14e-03       3.79e-03
collCentRech    -0.11343 0.25456 2.55e-03       4.04e-03
collLabUnit     -0.38260 0.23333 2.33e-03       3.31e-03
collOrgNat       0.51972 0.17271 1.73e-03       2.71e-03
collOrgInternat  0.58223 0.19953 2.00e-03       3.24e-03
collAutresFirmes 0.30910 0.19005 1.90e-03       3.33e-03
ConsultTechn     0.64109 0.12799 1.28e-03       1.81e-03

2. Quantiles for each variable:

                    2.5%     25%      50%      75%    97.5%
(Intercept)     -3.5932 -2.8638 -2.48364 -2.11786 -1.40386
depRD           -0.0126  0.1461  0.22874  0.31381  0.47466
log(CA)          0.0548  0.1025  0.12700  0.15225  0.20026
PE              -0.1567  0.0120  0.09802  0.18723  0.35323
partEtat        -0.0131 -0.0094 -0.00749 -0.00565 -0.00214
collUniv        -0.1662  0.1154  0.25526  0.40050  0.67432
collCentRech    -0.6042 -0.2901 -0.11732  0.05908  0.38128
collLabUnit     -0.8383 -0.5380 -0.38392 -0.22782  0.06909
collOrgNat       0.1899  0.4015  0.51733  0.63451  0.86916
collOrgInternat  0.1945  0.4472  0.58028  0.71545  0.97892
collAutresFirmes-0.0655  0.1807  0.30864  0.43512  0.68203
ConsultTechn     0.3935  0.5539  0.64030  0.72776  0.89243
```

2.2. GEE: Modèle linéaire généralisé

```
Model:
 Link:                      Probit
 Variance to Mean Relation: Binomial
 Correlation Structure:     Unstructured

Call:
zelig(formula = innovproc ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +
    collUniv + collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +
    collAutresFirmes + ConsultTechn, Model = "probit.gee", data = sorted.econ2,
    id = "i", corstr = "unstructured", robust = TRUE)

Summary of Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.90988 -0.35098 -0.08149  0.40022  0.85716


Coefficients:
                 Estimate Naive S.E. Naive z Robust S.E. Robust z
(Intercept)     -2.399610   0.545470 -4.3992    0.548029  -4.3786
depRD            0.245932   0.124463  1.9759    0.123447   1.9922
log(CA)          0.120727   0.036566  3.3016    0.035640   3.3874
PE               0.102676   0.127679  0.8042    0.119559   0.8588
partEtat        -0.006816   0.002731 -2.4964    0.002118  -3.2184
collUniv         0.281938   0.213313  1.3217    0.216137   1.3044
collCentRech    -0.142807   0.251712 -0.5673    0.276444  -0.5166
collLabUnit     -0.356983   0.226932 -1.5731    0.225806  -1.5809
collOrgNat       0.532591   0.173052  3.0776    0.167445   3.1807
collOrgInternat  0.552179   0.195426  2.8255    0.178772   3.0887
collAutresFirmes 0.248734   0.187085  1.3295    0.174896   1.4222
ConsultTechn     0.632696   0.123718  5.1140    0.105527   5.9956

Estimated Scale Parameter:  1.009
Number of Iterations:  4

Working Correlation
            [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]       [,6]      [,7]       [,8]
[,9]     [,10]      [,11]
 [1,]  1.0000000  0.188257 -0.038561  0.037406  0.092724  0.0047418 -0.051230  9.798e-03
0.0281068  0.032736  9.324e-03
 [2,]  0.1882573  1.000000 -0.060676 -0.095944  0.017893  0.0268708 -0.053390 -1.517e-02 -
0.0527295 -0.004181  1.841e-02
```

```
 [3,] -0.0385610 -0.060676  1.000000  0.040737 -0.023872 -0.2022300 -0.026921 -5.018e-02
0.0044173  0.052798  6.440e-03
 [4,]  0.0374059 -0.095944  0.040737  1.000000  0.087660 -0.0289931 -0.035770 -1.822e-02 -
0.0265035 -0.027059  5.091e-03
 [5,]  0.0927237  0.017893 -0.023872  0.087660  1.000000  0.0537729  0.004075 -3.401e-03
0.0149336 -0.066918 -2.571e-02
 [6,]  0.0047418  0.026871 -0.202230 -0.028993  0.053773  1.0000000  0.026565 -7.615e-02 -
0.0002107 -0.032936  4.995e-02
 [7,] -0.0512296 -0.053390 -0.026921 -0.035770  0.004075  0.0265650  1.000000  5.088e-02 -
0.0135312 -0.032406 -1.299e-02
 [8,]  0.0097981 -0.015167 -0.050176 -0.018217 -0.003401 -0.0761508  0.050878  1.000e+00
0.0084673 -0.028531  2.055e-05
 [9,]  0.0281068 -0.052730  0.004417 -0.026504  0.014934 -0.0002107 -0.013531  8.467e-03
1.0000000  0.013942  1.299e-02
[10,]  0.0327358 -0.004181  0.052798 -0.027059 -0.066918 -0.0329363 -0.032406 -2.853e-02
0.0139416  1.000000 -1.797e-02
[11,]  0.0093236  0.018413  0.006440  0.005091 -0.025709  0.0499500 -0.012990  2.055e-05
0.0129864 -0.017972  1.000e+00
[12,]  0.0046600 -0.007848 -0.025419  0.018139  0.058921  0.0296869  0.020352  2.384e-02
0.0659334 -0.028628 -1.519e-03
[13,] -0.0119156 -0.030018 -0.007692 -0.001580 -0.013764 -0.0385524 -0.004286  1.434e-02
0.0286425  0.018498 -3.316e-02
[14,]  0.0439535  0.004926  0.022121 -0.018648  0.043491  0.0143464  0.002459 -8.738e-03
0.0381644  0.007446 -1.312e-02
[15,]  0.0009586 -0.014374  0.010973  0.007569  0.007215 -0.0213979 -0.014461 -1.211e-02
0.0150758  0.013116 -3.484e-02
          [,12]     [,13]     [,14]      [,15]
 [1,]  0.004660 -0.011916  0.043953  0.0009586
 [2,] -0.007848 -0.030018  0.004926 -0.0143745
 [3,] -0.025419 -0.007692  0.022121  0.0109733
 [4,]  0.018139 -0.001580 -0.018648  0.0075692
 [5,]  0.058921 -0.013764  0.043491  0.0072152
 [6,]  0.029687 -0.038552  0.014346 -0.0213979
 [7,]  0.020352 -0.004286  0.002459 -0.0144610
 [8,]  0.023837  0.014343 -0.008738 -0.0121098
 [9,]  0.065933  0.028642  0.038164  0.0150758
[10,] -0.028628  0.018498  0.007446  0.0131164
[11,] -0.001519 -0.033160 -0.013118 -0.0348399
[12,]  1.000000 -0.009926  0.049866  0.0052616
[13,] -0.009926  1.000000 -0.021408  0.0104444
[14,]  0.049866 -0.021408  1.000000  0.0178985
[15,]  0.005262  0.010444  0.017899  1.0000000

 GEE:  GENERALIZED LINEAR MODÈLES FOR DEPENDENT DATA
 gee S-function, version 4.13 modified 98/01/27 (1998)

Model:
 Link:                      Probit
 Variance to Mean Relation: Binomial
 Correlation Structure:     Unstructured

Call:
zelig(formula = innovproc ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +
    collUniv + collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +
    collAutresFirmes + ConsultTechn, Model = "probit.gee", data = sorted.econ2,
    id = "i", corstr = "unstructured", robust = TRUE)

Number of observations :  538

Maximum cluster size   :  15


Coefficients:
    (Intercept)           depRD         log(CA)              PE       partEtat
collUniv     collCentRech
      -2.399610        0.245932        0.120727        0.102676       -0.006816
0.281938       -0.142807
    collLabUnit      collOrgNat collOrgInternat  collAutresFirmes    ConsultTechn
      -0.356983        0.532591        0.552179        0.248734        0.632696

Estimated Scale Parameter:  1.009
Number of Iterations:  4

Working Correlation[1:4,1:4]
         [,1]     [,2]     [,3]     [,4]
[1,]  1.00000  0.18826 -0.03856  0.03741
[2,]  0.18826  1.00000 -0.06068 -0.09594
```

```
[3,] -0.03856 -0.06068  1.00000  0.04074
[4,]  0.03741 -0.09594  0.04074  1.00000
```

2.3. Modèle Probit à effets mixtes

```
Formula: innovproc ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat + collUniv + collCentRech +
collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat + collAutresFirmes +      ConsultTechn + tag(1 |
sector)
   Data: econ2
 AIC BIC logLik deviance
 658 714   -316      632
Random effects:
 Groups Name        Variance Std.Dev.
 sector (Intercept) 0.022    0.148
Number of obs: 538, groups: sector, 15

Fixed effects:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)     -2.48749    0.56482   -4.40  1.1e-05 ***
depRD            0.21739    0.12825    1.70  0.09008 .
log(CA)          0.12582    0.03771    3.34  0.00085 ***
PE               0.10375    0.13261    0.78  0.43400
partEtat       -0.00710    0.00282   -2.52  0.01165 *
collUniv         0.27766    0.21683    1.28  0.20035
collCentRech     -0.12407    0.25698   -0.48  0.62925
collLabUnit     -0.35557    0.23221   -1.53  0.12572
collOrgNat       0.49162    0.17381    2.83  0.00468 **
collOrgInternat  0.59654    0.19814    3.01  0.00261 **
collAutresFirmes   0.29919    0.19174    1.56  0.11868
ConsultTechn     0.63838    0.12631    5.05  4.3e-07 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:
            (Intr) depRD  lnSals PE     prtStt cllUnv cllRcC cllLbU cllNtO cllInO cllOtF
depRD        0.032
log(CA)     -0.980 -0.109
PE           0.168 -0.149 -0.232
partEtat    0.201 -0.049 -0.225  0.145
collUniv     0.005 -0.161 -0.004  0.011 -0.094
collCentRech -0.004 -0.040  0.008  0.033 -0.195 -0.150
collLabUnit  0.062 -0.061 -0.054 -0.110 -0.061 -0.078 -0.116
collOrgNat  -0.109 -0.038  0.085  0.017 -0.028 -0.072 -0.017 -0.158
cllIntrntOr  0.005 -0.108 -0.018  0.020 -0.027 -0.037 -0.143 -0.018  0.016
cllOthrFrms -0.072 -0.084  0.058  0.026 -0.068 -0.058 -0.002 -0.084  0.006 -0.051
ConsultTchn -0.014 -0.098 -0.035 -0.148  0.035 -0.035 -0.110 -0.020 -0.112 -0.055 -0.081
Generalized linear mixed Modèle fit by the Laplace approximation
Formula: innovproc ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat + collUniv + collCentRech +
collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat + collAutresFirmes +      ConsultTechn + tag(1 |
sector)
   Data: econ2
 AIC BIC logLik deviance
 658 714   -316      632
Random effects:
 Groups Name        Variance Std.Dev.
 sector (Intercept) 0.022    0.148
Number of obs: 538, groups: sector, 15

Fixed effects:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)     -2.48749    0.56482   -4.40  1.1e-05 ***
depRD            0.21739    0.12825    1.70  0.09008 .
log(CA)          0.12582    0.03771    3.34  0.00085 ***
PE               0.10375    0.13261    0.78  0.43400
partEtat       -0.00710    0.00282   -2.52  0.01165 *
collUniv         0.27766    0.21683    1.28  0.20035
collCentRech     -0.12407    0.25698   -0.48  0.62925
collLabUnit     -0.35557    0.23221   -1.53  0.12572
collOrgNat       0.49162    0.17381    2.83  0.00468 **
collOrgInternat  0.59654    0.19814    3.01  0.00261 **
collAutresFirmes   0.29919    0.19174    1.56  0.11868
ConsultTechn     0.63838    0.12631    5.05  4.3e-07 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:
```

```
            (Intr) depRD  lnSals PE     prtStt cllUnv cllRcC cllLbU cllNtO cllInO cllOtF
depRD        0.032
log(CA)     -0.980 -0.109
PE           0.168 -0.149 -0.232
partEtat    0.201 -0.049 -0.225  0.145
collUniv     0.005 -0.161 -0.004  0.011 -0.094
collCentRech -0.004 -0.040  0.008  0.033 -0.195 -0.150
collLabUnit  0.062 -0.061 -0.054 -0.110 -0.061 -0.078 -0.116
collOrgNat  -0.109 -0.038  0.085  0.017 -0.028 -0.072 -0.017 -0.158
cllIntrntOr  0.005 -0.108 -0.018  0.020 -0.027 -0.037 -0.143 -0.018  0.016
cllOthrFrms -0.072 -0.084  0.058  0.026 -0.068 -0.058 -0.002 -0.084  0.006 -0.051
ConsultTchn -0.014 -0.098 -0.035 -0.148  0.035 -0.035 -0.110 -0.020 -0.112 -0.055 -0.081
```

2.4 Régression Probit Survey-Weighted

```
Call:
zelig(formula = innovproc ~ depRD + log(CA) + PE + partEtat +
    collUniv + collCentRech + collLabUnit + collOrgNat + collOrgInternat +
    collAutresFirmes + ConsultTechn, Model = "probit.survey", data = econ2,
    weights = ~pw)

Survey design:
svydesign(data = data, ids = ids, probs = probs, strata = strata,
    fpc = fpc, nest = nest, check.strata = check.strata, weight = weights)

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)     -2.56296    0.64331   -3.98  7.7e-05 ***
depRD            0.23447    0.15215    1.54   0.1239
log(CA)          0.12183    0.04361    2.79   0.0054 **
PE               0.13509    0.14912    0.91   0.3654
partEtat        -0.00650    0.00338   -1.92   0.0549 .
collUniv         0.44155    0.23793    1.86   0.0640 .
collCentRech     0.00696    0.29123    0.02   0.9809
collLabUnit     -0.48527    0.28954   -1.68   0.0943 .
collOrgNat       0.46768    0.22322    2.10   0.0366 *
collOrgInternat  0.56417    0.23306    2.42   0.0158 *
collAutresFirmes 0.03251    0.20938    0.16   0.8767
ConsultTechn     0.74201    0.14526    5.11  4.6e-07 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 0.9748)

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Independent Sampling design (with replacement)
svydesign(data = data, ids = ids, probs = probs, strata = strata,
    fpc = fpc, nest = nest, check.strata = check.strata, weight = weights)
```

V- LOGIT AVEC CORRECTION DES COEFFICIENTS

Nous utilisons la procédure de King and Zeng[1] (2001a,b) pour corriger le biais de selection sur les variables dépendantes par la pondération des proportions des réponses 1 (innovprod ou innovproc égal à 1) : weight-correction (w.c.) utilise la proportion des 1 dans la population.

Innovation de produit	Logit	Weighted correction bias with true proportions of 1's						
	Robust s.e.	w.c.(0,05)	w.c.(0,1)	w.c.(0,2)	w.c.(0,3)	w.c.(0,4)	w.c.(0,5)	w.c.(0,6)
depRD	0,77***	0,73**	0,73**	0,73***	0,74***	0,75* **	0,77***	0,79***
	3,55	3,12	3,21	3,35	3,46	3,56	3,65	3,74
log(CA)	0,13*	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12*	0,13*	0,14*
	2,06	1,78	1,78	1,83	1,91	2,02	2,14	2,28
Multi-markets	0,57*	0,61**	0,60**	0,59**	0,57**	0,56*	0,54*	0,53*
	2,56	2,62	2,66	2,68	2,64	2,57	2,49	2,4
partEtat	-0,02***	-0,02**	-0,02**	-0,02***	-0,02***	-0,02* **	-0,02***	-0,02***
	(-3,69)	(-3,09)	(-3,18)	(-3,31)	(-3,42)	(-3,52)	(-3,62)	(-3,76)
collUniv	0,95*	0,68	0,72	0,78*	0,84*	0,90*	0,96*	1,04*
	2,27	1,8	1,91	2,06	2,14	2,21	2,27	2,33
collCentRech	-0,4	-0,48	-0,42	-0,38	-0,38	-0,39	-0,39	-0,41
	(-0,91)	(-0,93)	(-0,89)	(-0,89)	(-0,90)	(-0,90)	(-0,90)	(-0,90)
collLabUnit	0,43	0,29	0,31	0,34	0,37	0,41	0,45	0,5
	(-1,12)	(-0,73)	(-0,78)	(-0,87)	(-0,98)	(-1,09)	(-1,22)	(-1,38)
collOrgNat	0,43	0,55	0,5	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39
	1,55	1,95	1,83	1,7	1,61	1,54	1,48	1,41
collOrgInternat	1,45***	1,56***	1,52***	1,46***	1,42***	1. 38***	1,35***	1,32***
	4,38	4,59	4,59	4,52	4,41	4,28	4,15	4,01
collAutresFirmes	0,48	0,5	0,49	0,48	0,47	0,4 6	0,45	0,44
	1,51	1,55	1,54	1,53	1,52	1,5	1,46	1,41
ConsultTechn	0,81***	0,82***	0,81***	0,81***	0,80***	0,80* **	0,79***	0,79***
	3,8	3,71	3,79	3,84	3,84	3,81	3,77	3,72
Constant	-3,53***	-6,17***	-5,28***	-4,38***	-3,86***	-3,48* **	-3,17***	-2,90**
	(-3,93)	(-5,79)	(-5,33)	(-4,76)	(-4,33)	(-3,95)	(-3,61)	(-3,29)
Pseudo-R	0,19							
Chi-squared	113,52							
Nb.obs.	538	538	538	538	538	538	538	538

The z-values are given below coefficients. * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

[1] King, G. and Zeng, L. (2001a), "Explaining Rare Events in International Relations", International Organization, 55, 693–715, http://gking.harvard.edu/files/abs/baby0s-abs.shtml.

- (2001b), "Logistic Regression in Rare Events Data", Political Analysis, 9, 137–163, http://gking.harvard.edu/files/abs/0s-abs.shtml.

Innovation de procédé	Logit	Weighted correction bias with true proportions of 1's						
	Robust s.e.	w.c.(0,05)	w.c.(0,1)	w.c.(0,2)	w.c.(0,3)	w.c.(0,4)	w.c.(0,5)	w.c.(0,6)
depRD	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
	1,71	1,63	1,65	1,68	1,7	1,72	1,74	1,76
log(CA)	0,20***	0,22***	0,21***	0,20***	0,20***	0,19* **	0,19***	0,20***
	3,38	3,31	3,33	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34
Multi-markets	0,16	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16
	0,74	0,8	0,8	0,79	0,78	0,76	0,75	0,74
partEtat	-0,01*	-0,01*	-0,01*	-0,01*	-0,01*	-0,01*	-0,01*	-0,01*
	(-2,54)	(-2,40)	(-2,47)	(-2,52)	(-2,52)	(-2,49)	(-2,46)	(-2,42)
collUniv	0,42	0,42	0,4	0,39	0,39	0,39	0,4	0,4
	1,12	1,08	1,05	1,04	1,05	1,07	1,08	1,07
collCentRech	-0,15	-0,32	-0,25	-0,18	-0,15	-0,14	-0,15	-0,18
	(-0,34)	(-0,65)	(-0,53)	(-0,40)	(-0,34)	(-0,34)	(-0,36)	(-0,43)
collLabUnit	0,6	0,69	0,64	0,59	0,57	0,57	0,58	0,6
	(-1,55)	(-1,61)	(-1,53)	(-1,47)	(-1,46)	(-1,49)	(-1,54)	(-1,60)
collOrgNat	0,86**	0,73*	0,73*	0,75*	0,78**	0,80* *	0,83**	0,85**
	2,8	2,41	2,45	2,54	2,61	2,69	2,76	2,84
collOrgInternat	0,92**	1,16***	1,08***	0,99**	0,94**	0. 90**	0,87**	0,84**
	2,88	3,5	3,37	3,18	3,04	2,92	2,8	2,66
collAutresFirmes	0,51	0,51	0,49	0,48	0,48	0,4 8	0,49	0,49
	1,53	1,54	1,49	1,47	1,47	1,48	1,5	1,51
ConsultTechn	1,05***	0,91***	0,93***	0,95***	0,98***	1,00* **	1,02***	1,04***
	5,05	3,99	4,2	4,49	4,71	4,89	5,04	5,18
Constant	-3,96***	-7,09***	-6,21***	-5,28***	-4,68***	-4,23* **	-3,83***	-3,47***
	(-4,48)	(-7,20)	(-6,61)	(-5,89)	(-5,35)	(-4,88)	(-4,43)	(-3,98)
Pseudo-R	0,15							
Chi-squared	92,32							
Nb.obs.	538	538	538	538	538	538	538	538

The z-values are given below coefficients.
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

Annexe du chapitre 5

	Innovation de Produit				Innovation de Procédé			
	PE vs EE		**PE vs NE**		**PE vs EE**		**PE vs NE**	
Groupe de référence	**PE**	**EE**	**PE**	**NE**	**PE**	**EE**	**PE**	**NE**
P(innover=1/Groupe)	0.563	0.304	0.563	0.341	0.601	0.436	0.601	0.429
Écart différentiel	0.259	-0.259	0.221	-0.221	0.165	-0.165	0.172	-0.172
Effets des caractéristiques	0.135	-0.139	0.145	-0.104	0.123	-0.140	0.116	-0.129
Contribution en %	52.32%	53.79%	65.54%	47.01%	74.76%	85.22%	67.44%	74.74%
Effets résiduels	0.123	-0.119	0.076	-0.117	0.042	-0.024	0.056	-0.044
Contribution en %	47.68%	46.21%	34.46%	52.99%	25.24%	14.78%	32.56%	25.26%
Décomposition détaillée								
depRD	0.012	-0.064	0.009	-0.033	0.022	-0.025	0.017	-0.003
Écart (en %)	4.49%	24.83%	4.25%	14.74%	13.48%	15.00%	10.09%	1.80%
log(CA)	0.022	0.003	0.010	-0.032	0.024	-0.067	0.011	-0.039
Écart (en %)	8.35%	-1.08%	4.29%	14.55%	14.57%	40.38%	6.26%	22.86%
partEtat	-0.015	0.000	0.050	-0.042	-0.011	0.012	0.048	-0.022
Écart (en %)	-5.68%	-0.08%	22.78%	19.12%	-6.68%	-7.10%	27.79%	12.59%
collUniv	0.012	-0.027	0.002	0.009	0.025	-0.014	0.000	-0.002
Écart (en %)	4.72%	10.36%	0.99%	-4.02%	15.12%	8.44%	-0.06%	1.04%
CollCentRech	-0.005	0.001	-0.001	0.000	-0.006	0.004	0.005	0.004
Écart (en %)	-1.74%	-0.39%	-0.45%	0.18%	-3.34%	-2.13%	2.78%	-2.03%
collLabUnit	0.007	0.006	0.004	0.020	-0.014	0.024	-0.004	0.002
Écart (en %)	2.75%	-2.24%	1.99%	-9.00%	-8.50%	-14.76%	-2.15%	-1.22%
collOrgNat	0.003	-0.001	0.003	-0.002	0.003	-0.007	0.002	-0.002
Écart (en %)	0.97%	0.54%	1.49%	0.95%	1.64%	4.49%	1.33%	0.99%
collOrgInternat	0.023	-0.023	0.007	0.000	0.015	-0.007	0.000	0.000
Écart (en %)	8.74%	9.05%	3.30%	-0.02%	8.80%	4.01%	-0.12%	0.17%
collAutresFirmes	0.002	-0.001	0.006	-0.001	-0.001	-0.005	-0.001	-0.002
Écart (en %)	0.81%	0.39%	2.89%	0.23%	-0.49%	2.73%	-0.81%	0.99%
ConsultTechn	0.075	-0.032	0.052	-0.022	0.066	-0.056	0.040	-0.063
Écart (en %)	29.04%	12.49%	23.64%	10.08%	40.14%	34.25%	23.09%	36.25%

La dernière partie donne seulement des estimations de contributions significative à 5%. Les estimations données en pourcentage de l'écart des valeurs moyennes de la décomposition utilisant 100 replications (Fairlie 2005).

Tab. 16 – Analyse de décomposition

Annexe du chapitre 6

Tab. 17 – Régressions Probit : groupes d'appartenance

	Innov. Prod.			Innov. Proc.		
	FE	FD	FI	FE	FD	FI
impulsionDde	0.31	0.59***	0.61***	0.66***	0.39**	0.66***
	(1.92)	(4.10)	(6.61)	(3.56)	(2.99)	(3.56)
pressionConc	0.15	0.26	0.23*	0.57**	0.27*	0.57**
	(0.84)	(1.90)	(2.53)	(2.89)	(2.20)	(2.89)
environnement	0.23	0.01	-0.13	0.22	-0.01	0.22
	(1.45)	(0.06)	(-1.44)	(1.19)	(-0.09)	(1.19)
depRD	0.55	0.31	0.59**	0.66	-0.33	0.66
	(1.61)	(1.29)	(2.98)	(1.84)	(-1.41)	(1.84)
collaboration	1.14***	0.19	-0.08	1.26***	0.02	1.26***
	(3.57)	(0.81)	(-0.39)	(3.55)	(0.08)	(3.55)
ConsultTechn	0.06	0.63**	0.46*	-0.25	0.59**	-0.25
	(0.14)	(2.63)	(2.37)	(-0.59)	(2.62)	(-0.59)
log(CA)	-0.05	0.25**	0.06	-0.05	0.19*	-0.05
	(-0.43)	(2.75)	(1.36)	(-0.45)	(2.27)	(-0.45)
Constant	-0.66	-4.72***	-1.71*	-0.05	-3.08*	-0.05
	(-0.41)	(-3.33)	(-2.38)	(-0.03)	(-2.40)	(-0.03)
Pseudo-R2	0.29	0.27	0.25	0.45	0.16	0.45
Chi2	35.62	59.82	93.69	61.58	34.56	61.58
Nb.obs.	99	160	279	99	160	99

significativité : *** : 0.1% ** : 1% * : 5%

Tab. 18 – Régression Probit : Propriété étrangère

	Innov. Prod.			Innov. Proc.		
	KE	**KM**	**KD**	**KE**	**KM**	**KD**
impulsionDde	0.42**	0.66***	0.57***	0.54***	0.25	0.38***
	(2.85)	(3.53)	(6.67)	(3.84)	(1.37)	(4.79)
pressionConc	-0.09	0.44**	0.24**	0.42**	0.49**	0.36***
	(-0.50)	(2.64)	(2.85)	(2.68)	(2.86)	(4.47)
environnement	0.26	0.25	-0.14	-0.02	0.34	-0.03
	(1.75)	(1.39)	(-1.76)	(-0.14)	(1.82)	(-0.36)
depRD	0.96**	0.50	0.31	0.11	0.15	0.20
	(3.03)	(1.48)	(1.80)	(0.37)	(0.44)	(1.17)
collaboration	0.51	0.34	0.16	0.78*	0.64*	-0.11
	(1.58)	(1.10)	(0.89)	(2.38)	(2.07)	(-0.64)
ConsultTechn	-0.11	0.09	0.61***	0.39	0.56	0.58***
	(-0.30)	(0.26)	(3.63)	(1.11)	(1.73)	(3.49)
log(CA)	0.07	-0.03	0.10*	0.04	-0.00	0.12**
	(0.67)	(-0.30)	(2.28)	(0.44)	(-0.00)	(2.67)
Constant	-2.30	-0.08	-2.39***	-1.08	-0.77	-2.11**
	(-1.50)	(-0.05)	(-3.38)	(-0.75)	(-0.47)	(-3.16)
Pseudo-R2	0.27	0.28	0.24	0.30	0.28	0.18
Chi2	36.47	37.86	106.69	47.97	38.19	83.19
Nb.obs.	115	97	326	115	97	326

Significativité : *** : 0.1% ** : 1% * : 5%
KE : capital 100% étranger
KM : capital mixte
KD : capital 100% domestique

TAB. 19 – Régression probit : Propriété étrangère

	Innovation de produit						Innovation de procédé					
PartEtranger	**=0%**	**>0%**	**>=25%**	**>=50%**	**>=75%**	**=100%**	**=0%**	**>0%**	**>=25%**	**>=50%**	**>=75%**	**=100%**
depRD		+++	+++	+++	+++	+++						
collaboration		++	++	++	+			+++	+++	+++	++	++
ConsultTechn	+++						+++	+	+	+		
lnCA	++						+++					
impulsionDde	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
pressionConc	+++	+					+++	+++	+++	+++	++	+++
cons	—						—					
Pseudo-R2	0.23	0.26	0.25	0.22	0.24	0.25	0.18	0.26	0.28	0.27	0.29	0.30
Chi2	103.56	72.14	60.48	44.95	40.18	33.37	83.07	77.30	73.01	61.61	54.05	47.95
Décomposition des facteurs `impulsionDde` et `pressionConc`												
depRD		+++	+++	++	+++	+++						
collaboration		++	++	+++	++			+++	+++	+++	++	++
ConsultTechn	+++						+++	+	+	+		
lnCA	++						+++					
remplaceProd	++											
etendreGamme	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++			++	++	++
environn.Prod	–										+	++
preservParMarch												
ouvrirMarche	++						+++	+	+	+	++	+
reduireCout												
amelioreQualite	+	++					+++	++	++		+	
meilleurCondW												
amelioreProductiv												
reduireAttenteEnv						+						-
cons	—	–	-		-	-	—	–	-	-	–	-
Pseudo-R2	0.25	0.32	0.31	0.32	0.35	0.38	0.21	0.29	0.31	0.30	0.36	0.39
Chi2	110.97	91.22	75.91	66.78	57.74	51.19	94.47	85.86	79.97	67.27	67.03	61.34
Nb.obs.	326	212	188	164	135	115	326	212	188	164	135	115

Significativité : *** : 1% ** : 5% * : 10%

(Source : annexe chapitre 6, Tableau 20 page 272)

Tab. 20 – Régression probit : Propriété étrangère

	Innovation de produit						Innovation de procédé					
PartEtranger	**=0%**	**>0%**	**>=25%**	**>=50%**	**>=75%**	**=100%**	**=0%**	**>0%**	**>=25%**	**>=50%**	**>=75%**	**=100%**
depRD	0.28	0.79**	0.74**	0.64**	0.82**	1.04**	0.19	0.17	0.28	0.18	0.31	0. 11
	(1.63)	(3.77)	(3.33)	(2.73)	(3.05)	(3.33)	(1.15)	(0.81)	(1.25)	(0.74)	(1.16)	(0.35)
collaboration	0.11	0.44*	0.54*	0.59*	0.50+	0.38	-0.12	0.68**	0.74**	0.76**	0.69*	0 .79*
	(0.63)	(2.09)	(2.42)	(2.47)	(1.79)	(1.21)	(-0.71)	(3.26)	(3.29)	(3.17)	(2.49)	(2.4 7)
ConsultTechn	0.55**	0.19	0.16	0.15	0.08	-0.05	0.57**	0.42+	0.42+	0.48+	0.43	0. 38
	(3.35)	(0.83)	(0.67)	(0.57)	(0.27)	(- 0.13)	(3.50)	(1.88)	(1.75)	(1.84)	(1.40)	(1.10)
lnCA	0.09*	0.02	0.01	-0.02	0.02	0.05	0.11**	0.04	0.01	0.02	0.07	0. 04
	(2.01)	(0.34)	(0.14)	(-0.21)	(0.26)	(0.55)	(2.65)	(0.61)	(0.13)	(0.20)	(0.77)	(0.45)
impulsionDde	0.59**	0.48**	0.53**	0.53**	0.54**	0.45**	0.39**	0.38**	0.44**	0.50**	0.55**	0. 54**
	(6.90)	(4.40)	(4.44)	(4.24)	(3.92)	(3.07)	(4.86)	(3.58)	(3.76)	(4.04)	(4.08)	(3.85)
pressionConc	0.26**	0.19+	0.14	0.07	0.05	-0.04	0.36**	0.39**	0.43**	0.36**	0.34*	0.42**
	(3.04)	(1.75)	(1.20)	(0.59)	(0.36)	(- 0.23)	(4.51)	(3.66)	(3.72)	(3.06)	(2.48)	(2.68)
Constante	-2.10**	-1.36	-1.20	-0.77	-1.47	-2.08	-2.06**	-1.23	-0.77	-0.83	-1.60	-1.09
	(-3.11)	(-1.35)	(-1.14)	(-0.67)	(-1.13)	(- 1.42)	(-3.15)	(-1.22)	(-0.72)	(-0.70)	(-1.22)	(-0.76)
Pseudo-R2	0.23	0.26	0.25	0.22	0.24	0.25	0.18	0.26	0.28	0.27	0.29	0.30
Chi2	103.56	72.14	60.48	44.95	40.18	33.37	83.07	77.30	73.01	61.61	54.05	47.95
Décomposition des facteurs `impulsionDde` et `pressionConc`												
depRD	0.27	0.80**	0.74**	0.60*	0.82**	1.02**	0.18	0.12	0.27	0.11	0.38	0.16
	(1.49)	(3.52)	(3.05)	(2.27)	(2.67)	(2.80)	(1.01)	(0.53)	(1.14)	(0.45)	(1.28)	(0.48)
collaboration	0.16	0.49*	0.56*	0.69**	0.63*	0.61	-0.13	0.71**	0.76**	0.75**	0.69*	0.76*
	(0.91)	(2.16)	(2.33)	(2.60)	(1.98)	(1.62)	(-0.75)	(3.26)	(3.23)	(3.01)	(2.23)	(2.08)
ConsultTechn	0.59**	-0.02	-0.01	-0.07	-0.22	-0.42	0.57**	0.39+	0.44+	0.50+	0.47	0.63
	(3.45)	(-0.07)	(-0.03)	(-0.23)	(-0.63)	(- 0.91)	(3.39)	(1.68)	(1.74)	(1.83)	(1.37)	(1.51)
lnCA	0.10*	0.01	-0.00	-0.02	0.05	0.10	0.12**	0.04	0.01	0.02	0.10	0.08
	(2.30)	(0.19)	(-0.04)	(-0.25)	(0.44)	(0.79)	(2.71)	(0.52)	(0.08)	(0.27)	(1.00)	(0.69)
remplaceProd	0.43*	-0.18	-0.10	-0.44	-0.38	-0.12	-0.12	0.05	0.08	0.19	-0.66	-0.71
	(2.00)	(-0.58)	(-0.30)	(-1.12)	(-0.79)	(- 0.24)	(-0.56)	(0.17)	(0.23)	(0.50)	(-1.37)	(-1.46)
etendreGamme	0.76**	1.10**	1.11**	1.32**	1.34**	1.20**	0.48**	0.26	0.36	0.51*	0.58*	0.72*
	(4.15)	(4.27)	(4.10)	(4.40)	(3.86)	(3.06)	(2.74)	(1.11)	(1.47)	(1.98)	(1.96)	(2.20)
environnementProd	-0.49*	0.39	0.31	0.53	0.57	0.71	-0.11	0.41	0.46	0.33	0.93+	1.17*
	(-2.19)	(1.24)	(0.91)	(1.28)	(1.18)	(1.21)	(-0.49)	(1.27)	(1.29)	(0.84)	(1.82)	(2.06)
preservPartMarche	0.20	0.16	0.12	0.13	0.12	0.10	0.13	0.09	0.07	-0.09	0.10	-0.11
	(1.08)	(0.64)	(0.47)	(0.46)	(0.35)	(0.26)	(0.75)	(0.38)	(0.30)	(-0.32)	(0.31)	(-0.28)
ouvrirMarche	0.50*	0.02	0.21	0.06	0.10	-0.23	0.49**	0.46+	0.46+	0.54+	0.79*	0.71+
	(2.56)	(0.07)	(0.73)	(0.19)	(0.28)	(- 0.55)	(2.65)	(1.82)	(1.72)	(1.86)	(2.39)	(1.96)
reduireCout	0.00	-0.12	-0.18	-0.32	-0.25	-0.12	0.25	-0.09	-0.01	-0.02	-0.20	0.03
	(0.02)	(-0.44)	(-0.62)	(-1.03)	(-0.71)	(- 0.29)	(1.28)	(-0.35)	(-0.05)	(-0.07)	(-0.60)	(0.07)
amelioreQualite	0.46+	0.62*	0.47	0.54	0.51	0.56	0.83**	0.71*	0.62*	0.53	0.61+	0.53
	(1.83)	(1.97)	(1.44)	(1.50)	(1.27)	(1.20)	(3.46)	(2.40)	(2.04)	(1.64)	(1.67)	(1.31)
meilleurCondW	0.01	-0.18	-0.14	-0.37	-0.50	-0.87	-0.11	0.15	0.34	0.02	0.26	0.35
	(0.02)	(-0.54)	(-0.40)	(-0.91)	(-1.06)	(- 1.63)	(-0.49)	(0.47)	(1.00)	(0.06)	(0.60)	(0.75)
amelioreProductiv	-0.11	-0.09	-0.16	-0.21	-0.16	-0.44	-0.18	0.09	0.09	0.28	-0.12	0.09
	(-0.45)	(-0.26)	(-0.44)	(-0.54)	(-0.33)	(- 0.85)	(-0.76)	(0.28)	(0.27)	(0.74)	(-0.26)	(0.20)
reduireAttenteEnv	-0.20	0.25	0.29	0.49	0.56	1.00+	-0.18	-0.14	-0.41	-0.23	-0.30	-0.81+
	(-0.99)	(0.98)	(1.01)	(1.40)	(1.38)	(1.85)	(-0.92)	(-0.55)	(-1.43)	(-0.69)	(-0.79)	(-1.8 3)
Constante	-3.41**	-2.26*	-2.01+	-1.54	-2.76+	-3.42+	-3.30**	-2.25*	-1.92+	-2.04+	-3.33*	-2.95+
	(-4.61)	(-2.08)	(-1.77)	(-1.18)	(-1.78)	(- 1.81)	(-4.65)	(-2.15)	(-1.74)	(-1.65)	(-2.30)	(-1.84)
Pseudo-R2	0.25	0.32	0.31	0.32	0.35	0.38	0.21	0.29	0.31	0.30	0.36	0.39
Chi2	110.97	91.22	75.91	66.78	57.74	51.19	94.47	85.86	79.97	67.27	67.03	61.34
Nb.obs.	326	212	188	164	135	115	326	212	188	164	135	115

Significativité : ** : 1% * : 5% + : 10%

Annexe du chapitre 7

Tab. 21 – Probit Ordonnée de la perception des obstacles (Entreprises innovantes)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	econ-RISQ	innov-COUTS	Finance-ment	Rigid-ORG	manque QUALIF	info-TECH	info-MARKET	flexible-NORMES	réact-CLIENT
depRD	0.022	0.004	0.006	-0.057	0.021	0.070	0.158	-0.099	0.108
	(0.141)	(0.145)	(0.141)	(0.141)	(0.139)	(0.139)	(0.139)	(0.139)	(0.140)
lnCA	0.038	-0.001	-0.121***	0.007	-0.084*	0.001	-0.012	0.032	-0.025
	(0.043)	(0.043)	(0.044)	(0.044)	(0.043)	(0.043)	(0.042)	(0.043)	(0.043)
groupEtranger	-0.125	-0.573***	-0.385**	-0.257	-0.234	-0.104	0.022	-0.102	-0.032
	(0.187)	(0.187)	(0.188)	(0.187)	(0.183)	(0.183)	(0.183)	(0.188)	(0.185)
partEtat	-0.007**	-0.010***	-0.004	0.003	-0.001	-0.003	-0.000	-0.003	-0.004
	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.004)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)
Export	-0.002	-0.001	-0.004**	0.002	0.004**	0.003**	-0.001	-0.004**	-0.004**
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
collaboration	-0.221*	-0.228*	-0.040	-0.136	-0.274**	-0.255*	-0.161	0.040	-0.107
	(0.133)	(0.138)	(0.133)	(0.134)	(0.131)	(0.131)	(0.131)	(0.132)	(0.133)
ConsultTechn	0.148	0.336**	0.156	-0.076	-0.086	0.092	0.344***	0.104	0.288**
	(0.133)	(0.136)	(0.133)	(0.134)	(0.131)	(0.130)	(0.131)	(0.132)	(0.133)
age	-0.008*	-0.003	-0.000	0.003	0.005	0.008	-0.005	0.001	-0.003
	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)
γ_1	-0.349	-1.349**	-2.750***	-0.182	-1.897***	-0.351	-0.597	-0.177	-0.904
	(0.658)	(0.674)	(0.679)	(0.683)	(0.665)	(0.659)	(0.652)	(0.659)	(0.662)
γ_2	0.100	-0.925	-2.258***	0.529	-1.292*	0.424	0.153	0.395	-0.383
	(0.658)	(0.673)	(0.677)	(0.685)	(0.662)	(0.659)	(0.652)	(0.660)	(0.661)
γ_3	0.837	-0.103	-1.486**	1.531**	-0.356	1.291*	1.055	1.281*	0.586
	(0.659)	(0.669)	(0.671)	(0.688)	(0.660)	(0.662)	(0.653)	(0.662)	(0.662)
Rapport de vraisemblance de significativité globale									
Chi2(8)	13.26	32.62	23.76	5.79	19.40	11.09	9.83	12.69	14.67
p-value	0.103	0.000	0.002	0.671	0.013	0.197	0.277	0.123	0.066
Rapport de vraisemblance d'égalité des coefficients :									
Chi2(16)	14.29	30.70	17.38	32.83	17.58	21.08	10.54	14.00	13.76
p-value	0.577	0.015	0.362	0.008	0.349	0.175	0.837	0.589	0.616
Observations	314	317	314	310	315	314	316	314	315

TAB. 22 – Probit Ordonnée des obstacles perçus (Entreprises Non-innovantes)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	econ-RISQ	innov-COUTS	Finance-ment	Rigid-ORG	manque QUALIF	info-TECH	info-MARKET	flexible-NORMES	réact-CLIENT
depRD	-0.162	0.024	-0.258	0.258	0.015	0.151	0.243	0.075	0.049
	(0.181)	(0.184)	(0.183)	(0.180)	(0.178)	(0.179)	(0.180)	(0.181)	(0.180)
lnCA	0.024	-0.077	-0.060	0.006	-0.065	-0.009	-0.025	0.010	0.062
	(0.051)	(0.052)	(0.051)	(0.053)	(0.050)	(0.050)	(0.050)	(0.050)	(0.052)
groupEtranger	-0.371*	-0.472**	-0.945***	-0.069	-0.490**	-0.208	0.012	0.020	-0.134
	(0.224)	(0.223)	(0.231)	(0.224)	(0.221)	(0.220)	(0.218)	(0.224)	(0.224)
partEtat	-0.004	-0.002	-0.003	0.001	-0.002	0.000	0.003	-0.005	-0.005
	(0.004)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.004)	(0.003)	(0.003)	(0.004)
Export	-0.004**	0.001	0.004*	-0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.004**	-0.006***
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
collaboration	0.215	0.119	0.490**	0.206	0.131	0.142	0.439**	0.260	0.056
	(0.225)	(0.228)	(0.227)	(0.222)	(0.220)	(0.219)	(0.218)	(0.220)	(0.220)
ConsultTechn	-0.126	-0.291	-0.091	-0.047	0.108	0.253	-0.166	0.384	0.169
	(0.237)	(0.237)	(0.240)	(0.241)	(0.232)	(0.231)	(0.232)	(0.236)	(0.237)
age	-0.004	0.002	-0.002	-0.000	-0.000	0.000	0.003	0.003	0.001
	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)
γ_1	-0.580	-1.849**	-1.488**	0.094	-1.459**	-0.329	-0.441	-0.028	0.373
	(0.744)	(0.761)	(0.737)	(0.766)	(0.724)	(0.730)	(0.727)	(0.720)	(0.757)
γ_2	-0.236	-1.665**	-1.232*	0.661	-0.998	0.142	0.190	0.420	0.752
	(0.743)	(0.760)	(0.737)	(0.766)	(0.723)	(0.728)	(0.728)	(0.720)	(0.758)
γ_3	0.526	-1.065	-0.328	1.433*	-0.223	1.118	1.121	1.230*	1.647**
	(0.744)	(0.756)	(0.733)	(0.770)	(0.719)	(0.732)	(0.728)	(0.727)	(0.762)
Rapport de vraisemblance de significativité globale									
chi2(8)	13.35	9.09	28.49	4.39	10.00	5.55	10.73	14.08	16.81
p-value	0.100	0.335	0.000	0.820	0.265	0.697	0.217	0.079	0.032
Rapport de vraisemblance d'égalité des coefficients :									
Chi2(16)	12.70	28.02	16.14	10.84	38.88	10.87	19.43	13.28	14.08
p-value	0.695	0.032	0.443	0.819	0.001	0.817	0.247	0.652	0.592
Observations	177	179	176	176	177	177	176	179	177

Tab. 23 – Probit Multivarié de la perception des obstacles à l'innovation (Entreprises innovantes)

COEFFICIENTS	(1) deconRISQ	(2) dinnovCOUTS	(3) dFINANCEMENT	(4) dRigidORG	(5) dmanqQUALIF	(6) dinfoTECH	(7) dinfoMARKET	(8) dflexibleNORMES	(9) dreactCLIENT
Entreprises innovantes en produit (215 entreprises) :									
depRD	-0.427**	-0.444*	-0.163	-0.340	-0.062	-0.042	0.053	-0.296	-0.104
	(0.214)	(0.243)	(0.220)	(0.218)	(0.205)	(0.207)	(0.209)	(0.212)	(0.208)
lnCA	0.036	-0.004	-0.130**	0.056	-0.079	0.041	0.010	0.040	-0.022
	(0.063)	(0.068)	(0.064)	(0.066)	(0.062)	(0.063)	(0.062)	(0.063)	(0.062)
groupEtranger	-0.273	-1.019***	-0.484*	-0.317	0.076	-0.035	0.097	-0.093	-0.125
	(0.271)	(0.284)	(0.274)	(0.299)	(0.277)	(0.277)	(0.265)	(0.275)	(0.270)
partEtat	-0.003	-0.011**	-0.006	0.006	-0.008	-0.007	0.003	-0.007	-0.001
	(0.005)	(0.006)	(0.005)	(0.005)	(0.006)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)
Export	-0.001	-0.003	-0.007***	-0.000	0.002	0.005**	-0.002	-0.004	-0.002
	(0.002)	(0.003)	(0.002)	(0.003)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
collaboration	-0.101	-0.170	0.117	0.103	-0.244	-0.176	-0.267	0.232	-0.052
	(0.196)	(0.218)	(0.199)	(0.205)	(0.190)	(0.192)	(0.192)	(0.198)	(0.192)
ConsultTechn	0.294	0.203	0.149	0.087	-0.160	0.145	0.340*	0.391**	0.419**
	(0.193)	(0.218)	(0.195)	(0.200)	(0.189)	(0.190)	(0.188)	(0.193)	(0.189)
age	-0.010	-0.007	0.003	0.004	0.006	0.009	-0.007	0.002	-0.008
	(0.007)	(0.008)	(0.008)	(0.008)	(0.007)	(0.007)	(0.007)	(0.007)	(0.007)
Constante	0.157	1.489	2.558**	-1.326	1.314	-1.157	-0.191	-0.745	0.436
	(0.993)	(1.068)	(1.006)	(1.041)	(0.978)	(0.985)	(0.970)	(0.988)	(0.979)
$Khi2(36)$	278.943	$(H_0 : \rho_{ij} = 0\ \forall\{i,j\} = \{1,2..,9\})$							
Entreprises innovantes en procédé (265 entreprises) :									
depRD	-0.062	-0.079	-0.046	-0.062	0.018	0.061	0.213	-0.135	0.258
	(0.181)	(0.201)	(0.179)	(0.186)	(0.178)	(0.174)	(0.180)	(0.179)	(0.183)
lnCA	0.022	-0.034	-0.094*	0.047	-0.083	-0.002	-0.030	0.102*	-0.004
	(0.056)	(0.061)	(0.056)	(0.060)	(0.058)	(0.056)	(0.056)	(0.058)	(0.057)
groupEtranger	-0.178	-0.640***	-0.289	-0.667**	-0.093	-0.064	-0.104	-0.010	-0.277
	(0.230)	(0.241)	(0.232)	(0.261)	(0.236)	(0.240)	(0.234)	(0.234)	(0.239)
partEtat	-0.009**	-0.012***	-0.013***	-0.003	-0.005	-0.004	-0.003	-0.006	-0.008**
	(0.004)	(0.004)	(0.005)	(0.004)	(0.005)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)
Export	-0.002	-0.004*	-0.006***	0.003	0.003	0.005**	-0.004*	-0.006***	-0.004**
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
collaboration	-0.212	-0.347*	-0.072	0.114	-0.370**	-0.313*	-0.171	0.051	-0.023
	(0.172)	(0.192)	(0.171)	(0.176)	(0.168)	(0.165)	(0.172)	(0.172)	(0.173)
ConsultTechn	0.402**	0.490***	0.269	0.174	-0.115	0.118	0.380**	0.275	0.379**
	(0.169)	(0.188)	(0.169)	(0.179)	(0.165)	(0.164)	(0.171)	(0.169)	(0.171)
age	-0.007	-0.010	-0.005	-0.009	0.000	0.004	-0.012*	-0.000	-0.009
	(0.006)	(0.007)	(0.006)	(0.007)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)
Constante	-0.002	1.738*	1.994**	-1.230	1.373	-0.392	0.236	-1.545*	-0.034
	(0.861)	(0.929)	(0.862)	(0.918)	(0.882)	(0.857)	(0.860)	(0.894)	(0.881)
$Khi2(36)$	402.904	$(H_0 : \rho_{ij} = 0\ \forall\{i,j\} = \{1,2..,9\})$							

Écarts types entre parenthèses ; *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

TAB. 24 – Probit Ordonnée Généralisé de la perception des obstacles (Entreprises innovantes)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	econ-RISQ	innov-COUTS	Finance-ment	Rigid-ORG	manque QUALIF	info-TECH	info-MARKET	flexible-NORMES	réact-CLIENT
mleq1									
depRD	0.022	-0.285	-0.114	-0.091	0.228	0.243	0.077	-0.095	0.082
	(0.181)	(0.209)	(0.178)	(0.162)	(0.174)	(0.172)	(0.170)	(0.171)	(0.167)
lnCA	0.032	0.155**	-0.025	0.040	-0.101*	-0.004	-0.016	0.030	-0.045
	(0.051)	(0.068)	(0.053)	(0.052)	(0.056)	(0.053)	(0.055)	(0.053)	(0.052)
groupEtranger	-0.381*	-0.985***	-0.607***	-0.164	-0.209	-0.348	-0.079	-0.266	-0.093
	(0.217)	(0.249)	(0.216)	(0.216)	(0.222)	(0.223)	(0.221)	(0.217)	(0.218)
partEtat	-0.008**	-0.011***	-0.006	-0.002	-0.004	-0.004	0.001	-0.003	-0.002
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)
Export	-0.003	-0.000	-0.003*	0.002	0.002	0.002	0.001	-0.004**	-0.003
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
collaboration	-0.109	0.106	-0.094	-0.094	-0.227	-0.169	-0.066	0.038	-0.117
	(0.170)	(0.208)	(0.165)	(0.155)	(0.162)	(0.161)	(0.161)	(0.157)	(0.160)
ConsultTechn	0.209	0.006	0.014	-0.154	0.037	0.048	0.455***	0.173	0.349**
	(0.163)	(0.197)	(0.169)	(0.157)	(0.168)	(0.165)	(0.159)	(0.160)	(0.159)
age	-0.006	-0.002	-0.004	-0.003	0.006	0.011*	0.001	0.004	0.000
	(0.006)	(0.008)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.007)	(0.006)
Constante	0.377	-0.892	1.545*	-0.197	1.997**	0.331	0.429	0.137	1.071
	(0.781)	(1.022)	(0.815)	(0.805)	(0.861)	(0.802)	(0.835)	(0.802)	(0.795)
mleq2									
depRD	0.001	-0.177	0.050	-0.132	0.033	0.089	0.173	-0.104	0.235
	(0.168)	(0.185)	(0.166)	(0.169)	(0.164)	(0.164)	(0.165)	(0.162)	(0.164)
lnCA	0.047	-0.011	-0.088*	0.060	-0.097*	-0.019	-0.013	0.085	-0.024
	(0.048)	(0.057)	(0.053)	(0.056)	(0.053)	(0.052)	(0.051)	(0.053)	(0.052)
groupEtranger	-0.206	-0.904***	-0.484**	-0.481**	-0.057	-0.125	-0.035	-0.094	-0.319
	(0.214)	(0.229)	(0.214)	(0.235)	(0.214)	(0.215)	(0.218)	(0.220)	(0.224)
partEtat	-0.007*	-0.010**	-0.010**	0.006	-0.001	-0.001	0.000	-0.003	-0.006
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.005)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)
Export	-0.001	-0.004**	-0.004**	0.002	0.004**	0.005***	-0.001	-0.004**	-0.002
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
collaboration	-0.258	-0.306*	0.002	0.060	-0.355**	-0.282*	-0.199	0.023	-0.091
	(0.159)	(0.182)	(0.155)	(0.161)	(0.154)	(0.152)	(0.156)	(0.153)	(0.160)
ConsultTechn	0.249	0.439**	0.082	0.152	-0.114	0.025	0.288*	0.202	0.305*
	(0.156)	(0.181)	(0.160)	(0.169)	(0.155)	(0.152)	(0.155)	(0.158)	(0.159)
age	-0.009	-0.019***	-0.003	-0.010	0.001	0.005	-0.008	0.000	-0.005
	(0.006)	(0.007)	(0.006)	(0.007)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)
constante	-0.284	1.730**	1.869**	-1.303	1.590*	-0.128	0.004	-1.269	0.274
	(0.750)	(0.876)	(0.813)	(0.869)	(0.813)	(0.787)	(0.775)	(0.804)	(0.789)
mleq3									
depRD	0.099	0.155	0.045	0.283	-0.200	-0.192	0.332	-0.100	-0.001
	(0.171)	(0.167)	(0.181)	(0.268)	(0.187)	(0.195)	(0.212)	(0.195)	(0.199)
lnCA	0.028	-0.053	-0.235***	-0.209**	-0.059	0.045	-0.010	-0.031	-0.020
	(0.056)	(0.051)	(0.061)	(0.089)	(0.059)	(0.063)	(0.060)	(0.063)	(0.063)
groupEtranger	0.195	-0.246	-0.038	-0.200	-0.420	0.336	0.381	0.189	0.439
	(0.224)	(0.222)	(0.241)	(0.357)	(0.278)	(0.269)	(0.272)	(0.247)	(0.280)
partEtat	-0.006	-0.010**	0.001	0.007	0.004	-0.004	-0.000	-0.003	-0.005
	(0.005)	(0.004)	(0.005)	(0.006)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.006)
Export	-0.002	-0.002	-0.004**	-0.000	0.005**	0.002	-0.003	-0.004*	-0.007***
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.002)	(0.003)
collaboration	-0.322*	-0.319**	-0.046	-0.699***	-0.223	-0.320*	-0.248	0.094	-0.119
	(0.165)	(0.159)	(0.171)	(0.269)	(0.180)	(0.187)	(0.202)	(0.186)	(0.194)
ConsultTechn	0.047	0.435***	0.267	-0.196	-0.167	0.213	0.221	-0.121	0.203
	(0.166)	(0.163)	(0.172)	(0.254)	(0.179)	(0.185)	(0.203)	(0.183)	(0.194)
age	-0.012*	-0.000	0.005	0.025***	0.004	0.008	-0.012	0.000	-0.006
	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.009)	(0.007)	(0.006)	(0.008)	(0.006)	(0.006)
Constante	-0.585	0.727	3.022***	1.442	0.106	-1.840*	-0.892	-0.203	-0.418
	(0.866)	(0.783)	(0.935)	(1.297)	(0.907)	(0.969)	(0.942)	(0.957)	(0.968)
khi2 (24)									
observations									

RÉSUMÉ
L'objet de cette thèse est l'analyse du comportement d'innovation des entreprises en Tunisie. L'analyse porte sur les conditions économiques qui motivent les entreprises à innover, celles qui orientent leurs activités d'innovation et celles qui rendent difficile leur succès. La thèse est organisée en deux parties. La première partie présente une relecture des théories modernes de l'innovation, les caractéristiques de l'économie tunisienne et celles de l'enquête sur l'innovation en Tunisie, utilisée dans l'analyse. La seconde partie de la thèse présente les résultats des analyses statistiques et économétriques des déterminants de l'innovation en Tunisie. L'analyse est affinée autour des questions plus spécifiques, particulièrement pertinentes dans le cadre d'un pays en développement comme la Tunisie et en rapport avec les politiques mises en œuvre et la stratégie de spécialisation internationale retenue dans ce pays. L'analyse conduit à un premier tableau des activités d'innovations en Tunisie, qui nous amène à nous interroger sur la relation entre les stratégies d'exportation et les activités d'innovation des firmes. Une autre dimension internationale des stratégies de développement modernes concerne le rôle des investissements directs étrangers dans l'innovation. La thèse s'interroge, en dernier lieu, sur les dimensions de l'économie tunisienne qui sont perçues par les firmes comme affaiblissant leurs capacités à innover.

TITLE
DETERMINANTS OF INNOVATION BEHAVIOUR OF FIRMS IN TUNISIA

ABSTRACT
The purpose of this thesis is the analysis of the innovation behaviour of firms in Tunisia. The analysis focuses on the economic conditions that motivate firms to innovate, those which direct their innovation activities and those that make difficult their success. The thesis is organized into two parts. The first one presents a presentation of modern theories of innovation, the characteristics of the Tunisian economy and those of the survey on innovation in Tunisia, used in the analysis. The second part of the thesis presents the econometric and statistical results of the analysis of determinants of innovation in Tunisia. The analysis is refined on more specific questions, particularly relevant in the context of a developing country like Tunisia and related with the implemented policies and the strategy of international specialization chosen in this country. The analysis leads to a first picture of innovation activities in Tunisia, which leads us to wonder about the relationship between export strategies and innovation activities of firms. Another international dimension of the modern strategies of development concerns the role of the foreign direct investments in the innovation. The thesis examines, finally, the dimensions of the Tunisian economy which are perceived by firms as weakening their ability to innovate.

MOTS-CLÉS
Innovation technologique, développement, économie industrielle, économie évolutionniste, capacité d'absorption, politique technologique, exportation, investissement étranger.

KEY WORDS
Technological innovation, development, industrial economics, evolutionary economics, absorptive capacity, technology policy, export, foreign investment.
JEL classification : D0, L0, O1, O3,

Groupe de Recherche en Économie Théorique et Appliquée (GREThA)
UMR CNRS 5113
Avenue Léon Duguit
33608 PESSAC