
Compétences externes et innovation: le cas des firmes de l'industrie manufacturière algérienne

Document de Travail
Working Paper
2018-37

Messaoud Zouikri
Mounir Amdaoud



UMR 7235

Economix - UMR7235
Université Paris Nanterre
Bâtiment G - Maurice Allais, 200, Avenue de la République
92001 Nanterre cedex

Email : secretariat@economix.fr

Compétences externes et innovation : le cas des firmes de l'industrie manufacturière algérienne *

Mounir Amdaoud[†]
CEPN, Université Paris Nord

Messaoud Zouikri[‡]
EconomiX-CNRS, Université Paris Nanterre

13 septembre 2018

*. Les auteurs remercient les participants à la session 2017 du colloque international *Africa Meeting of the Econometric Society* qui s'est tenue du 29 juin au 1er juillet 2017 à Alger pour leurs commentaires et suggestions sur une première version de ce travail.

†. *Courriel* : mamdaoud@yahoo.fr

‡. *Courriel* (Auteur correspondant) : mzouikri@parisnanterre.fr

Résumé

Le présent article émet une hypothèse sur la contribution des compétences externes à l'émergence de l'activité d'innovation au sein de la firme. La vérification économétrique de cette hypothèse à partir d'un échantillon d'entreprises industrielles algériennes, a permis de mettre en évidence quatre résultats robustes qui demeurent significatifs et stables après ajustement par différents indicateurs. Le premier résultat, original, de cette étude est que le développement de différentes compétences de la firme a été provoqué, non seulement par un effort endogène mais aussi par un choc exogène résultant de l'application du programme de mise à niveau des entreprises soutenu par des financements de l'Union européenne. En outre, l'amélioration des compétences des ressources humaines, l'utilisation des NTIC et la conformité aux critères de performance, expliquent de manière significative les différences de l'engagement dans l'activité d'innovation de produit. Quant aux déterminants traditionnels, dépenses de R&D et taille de la firme, ils ne constituent pas dans le cas présent des facteurs influençant significativement la capacité d'innovation.

Mots clés : compétences externes, capacité d'innovation, capital humain, industrie algérienne, système récursif d'équations

Classification JEL : O32, D22, C34

Abstract

This paper addresses an hypothesis on the contribution of the external capabilities to the birth of the innovation activity within the firm. The econometric analysis conducted on a sample of Algerian manufacturing enterprises, allowed to highlight four robust results which remain significant and stable after adjustment by various indicators. The main result is that the development of different firm capabilities was not exclusively originated from an edogenous effort, but also induced by an exogenous shock resulting from participating to the upgraded firms' program financially supported by the Algerian government and the European Union. Furthermore, the improvement of human resources competencies, the use of ICT and the compliance to performance criteria explain significantly firm engagement differences in the product innovation activity. The R&D and firm size as traditional factors seem not to be significant predictors of innovation capacity in the present case.

Keywords : external capabilities, innovation capacity, human capital, Algerian manufacturing industry, recursive equation system

JEL codes : O32, D22, C34

1 Introduction

À l'heure de la concurrence globale, l'innovation est devenue plus que jamais un impératif pour la compétitivité et la survie de la firme. Une telle affirmation n'est cependant pas toujours vérifiée. Nombre d'entreprises continuent d'exister sur le marché (local) alors qu'elles n'innovent pas. Une question primaire mérite alors d'être posée. Pourquoi une firme n'innove-t-elle pas ? À défaut de trouver une réponse unique à cette question, il est possible d'identifier de multiples facteurs explicatifs susceptibles de rendre compte de l'hétérogénéité des stratégies des firmes. On peut les regrouper en deux grandes catégories. Des choix délibérés et des contraintes qui viennent peser sur les décisions de la firme.

Puisque l'innovation est risquée et coûteuse, une firme peut sciemment décider de ne pas s'inscrire dans une stratégie d'innovation, en suivant une démarche d'imitation ou en gardant inchangée à court terme sa gamme de produits et/ou services. L'absence de l'innovation dans ce premier cas, ne met généralement pas en cause la survie de l'entreprise du moment qu'elle reste centrée sur des marchés moins concurrentiels. C'est le cas d'entreprises de pays en développement (PED) opérant uniquement sur un marché local sans pression concurrentielle importante.

Dans l'autre sens, une firme peut se trouver dans l'impossibilité d'innover par manque de capacités internes. Celles-ci font référence à l'ensemble des ressources humaines, technologiques, managériales et financières disponibles. Les travaux sur les obstacles à l'innovation ont bien montré le poids que joue chaque type d'entrave dans l'introduction des innovations par les entreprises (voir p. ex. Galia et Legros (2004), Rahmouni (2014)).

La pression à l'innovation se fait ressentir davantage dès lors qu'il s'agit d'accéder au marché international, notamment pour les petites et moyennes entreprises (PME). En effet, le lien entre innovation et exportation est bien établi dans la littérature empirique (Evenson et Westphal (1995), Pamukçu et Cincera (2001), Van Beverenb et Vandebusschea (2010)).

Si les obstacles à l'innovation ont été bien documentés dans la littérature empirique, les stratégies pour les surmonter n'ont été que très peu étudiées, notamment dans les PED. Les solutions souvent proposées par les auteurs ne représentent que de vagues pistes ou des orientations génériques en termes de politique publique. Il peut apparaître cependant évident que le fait d'identifier de tels obstacles suffit à en déduire implicitement les solutions capables de les surmonter. S'il semble raisonnable d'accepter cette proposition pour le cas des entraves externes, il est moins vrai pour les barrières internes empêchant l'émergence de l'innovation au niveau de la firme. Le manque de ressources est souvent identifié comme l'obstacle interne majeur caractérisant notamment les PME. Pourtant en dépit de cette limite, de nombreuses PME dans différents secteurs réussissent à développer ou maintenir une dynamique d'innovation. Cette excellence est due en particulier aux liens formels et informels qu'elles tissent avec les fournisseurs, clients, institutions de recherche et grandes entreprises (Von Hippel (1988), Lundvall (1993), Acs (2000)). Il est ainsi admis que le recours aux sources externes d'innovation peut être une solution pour pallier le manque de ressources internes. Or, pour que ce transfert soit effectif une condition doit être au préalable remplie. En raison du caractère local de la production des connaissances (Von Hippel (1994)), de leur nature en partie tacite (Cowan et Foray (1997)), leur échange, assimilation ou intégration nécessitent un investissement propre de la part de la firme engagée dans ces processus. C'est ce qui est formalisé par le concept de *capacité d'absorption* (Cohen et Levinthal (1989)).

Sur le plan théorique, afin de rendre compte de manière satisfaisante de la complexité de la question de construction de compétences par la firme, il convient de combiner les apports de la théorie économique moderne de l'innovation (Nelson et Winter (1982), Dosi (1988)), l'approche en termes de compétences (Wernerfelt (1984), Prahalad et Hamel (1990), Barnay (1991), Stieglitz et Heine (2007)) et son extension aux compétences dynamiques (Teece et al.

(1997)), ces deux dernières étant situées à la croisée de l'économie industrielle et du management stratégique.

La notion de compétence prend différents sens dans la littérature. En économie industrielle, l'origine du terme compétence est souvent attribuée au travail de Richardson (1972) sur l'organisation de l'industrie. Si la théorie des coûts de transaction (Williamson (1975)) a mis les coûts au premier plan comme critère d'organisation de l'activité économique entre la firme et le marché, l'apport de Richardson a le mérite de souligner l'importance des compétences - comme facteur qualitatif - contribuant justement à la décision d'organiser ces activités. Toutefois, les deux approches demeurent distinctes puisque la première est basée sur le critère de coûts tandis que la seconde est construite autour des ressources. Pour rendre plus compréhensible l'organisation des activités de la firme, Richardson distingue entre les activités *similaires*, nécessitant les mêmes compétences et pouvant ainsi être menées par la hiérarchie, et les activités dites *complémentaires* qui requièrent la coordination du fait qu'elles représentent différentes phases du processus de production.

Avant Richardson, le travail de Penrose (1959) a été la source de tout un courant d'études développées dans les années 80 dans le domaine du management stratégique autour de la notion de ressources (*ressource based-view*). Les contributions de Wernerfelt (1984) et Barnay (1991) constituent les travaux précurseurs de cette approche. Du côté de l'économie industrielle d'inspiration évolutionniste, on a assisté courant 1990 au développement de la vision de la firme basée sur les connaissances (Kogut et Zander (1992)). Plus générale encore, la vision évolutionniste de la firme, inspirée par les travaux de Schumpeter (1942) et enrichie par les contributions de Simon (1955) sur la rationalité limitée, a mis au centre de son analyse les notions d'apprentissage adaptatif et de *routines* pour rendre compte des procédures organisationnelles que les firmes mettent en place pour mener leurs opérations de production et d'innovation (Nelson et Winter (1982)).

Les deux perspectives, la théorie basée sur les ressources et l'approche évolutionniste, ont convergé progressivement vers la construction d'une conception de la firme s'articulant autour des ressources et compétences (*capabilities*), sous l'influence notamment du travail de Prahalad et Hamel (1990) comme le note Moati (2001). Les compétences peuvent être qualifiées de statiques ou dynamiques au sens de Teece et al. (1997). La firme engagée dans une démarche d'innovation a besoin de faire évoluer en permanence ses compétences. Elle est contrainte de le faire également dans une optique d'adaptation aux changements de son environnement. Les évolutionnistes préfèrent parler en ce sens d'évolution de routines à la place de compétences dynamiques.

Le terme compétence est entendu dans le présent travail de manière extensive. Son emploi fait référence aux compétences organisationnelles au sens de Dosi et al. (2000). Cette vision englobe la conception de la firme comme un « dépositaire de connaissances » et met l'accent sur la dimension collective des compétences qui ne seraient pas simplement la somme des acquis, à un moment donné, des individus composant l'organisation. S'ajoute à cette vision la dimension dynamique des compétences, ce qui implique que la firme désirent maintenir sa capacité d'innovation devrait s'inscrire dans une démarche permanente de perfectionnement de ses acquis. Par compétence de la firme, on désigne à la fois les connaissances qu'elle a pu produire ou acquérir avec le temps, l'expérience que le sentier parcouru lui a permis d'accumuler et les différentes procédures d'apprentissage qu'elle a pu mettre en place.

Partant de la considération que les compétences sont le fondement de la compétitivité de la firme à long terme, qu'en est-il du processus de leur construction ? L'examen de la littérature (économie évolutionniste et l'approche par les ressources et compétences) fait ressortir l'idée selon laquelle les compétences se construisent progressivement, grâce à l'engagement propre de la firme notamment. Celui-ci peut revêtir différentes formes allant de l'investissement dans la

R&D, l'apprentissage (*learning by doing, by using, by interacting*), l'acquisition des technologies, la captation des externalités de connaissances, etc. Quel que soit le mode d'engagement de la firme, son choix peut être ainsi interprété selon une grille de lecture d'allocation de ressources. En d'autres termes, on suppose que la firme désirant s'engager dans une activité d'innovation, devrait orienter tous ses efforts dans cette direction, sans pour autant s'interroger systématiquement sur la disponibilité de ressources à allouer.

Ces approches expliquent la réussite des projets d'innovation de la firme par les compétences qu'elle développe, exploite et accumule au cours du temps. Contrairement à la théorie standard, au sein de laquelle la technologie est réduite à un choix exogène, ces perspectives théoriques s'accordent à supposer que la construction des compétences pour innover est un processus endogène en perpétuelle transformation. Toutefois, malgré cette endogénéisation, à l'intérieur de ce processus l'attention reste entièrement focalisée sur l'aspect création à l'instant présent même si on stipule par ailleurs, que l'état actuel des compétences dépend du sentier déjà parcouru par la firme. Dans ce cadre d'analyse, l'interrogation sur l'origine ou l'impulsion primaire du processus de construction de compétences ne constitue pas le principal objet de l'étude. En d'autres termes, on s'interroge peu sur les conditions initiales de développement des compétences.

Sans aller contre l'hypothèse d'une création endogène de compétences, la présente recherche centre son intérêt plus particulièrement sur l'origine du processus de création des connaissances. Ce positionnement soulève la question importante suivante : Comment une entreprise progressant dans un environnement hautement incertain, peut-elle développer des ressources internes pour innover ? Cet article s'attache à étudier cette question dans le cadre des entreprises de l'industrie manufacturière algérienne, en faisant l'hypothèse principale que le déclenchement du processus de construction de compétences, peut être impulsé par un choc externe permettant à l'entreprise de disposer de conditions initiales qui feront la base d'un processus cumulatif ultérieur.

Cette recherche vient enrichir la récente littérature sur les SNI des pays du Sud, en s'interrogeant sur les facteurs susceptibles d'impacter positivement le choix des entreprises de s'engager dans les activités d'innovation. Elle tente de contribuer en ce sens à la question de l'émergence de l'innovation au sein d'entreprises des économies en transition dont les SNI sont absents ou en phase de construction (voir les recherches sur les SNI des PED, p. ex. : Arocena et Sutz (2000), Lundvall et al. (2002), Lall et Pietrobelli (2002), Amdaoud (2017)). L'étude du cas algérien revêt un intérêt double au regard de la question de construction de compétences pour l'innovation. Premièrement, l'économie algérienne fait partie des économies riches en ressources naturelles mais qui peine encore à produire un noyau d'entreprises dynamiques qui seraient capables d'innover, croître et s'internationaliser. Deuxièmement, l'existence relativement récente du secteur privé, qui s'est développé à l'issue de l'époque socialiste, fait que la problématique de construction de compétence se pose avec une acuité particulière, notamment dû au manque de ressources et compétences dont les entreprises ont besoin pour innover.

Sur le plan empirique, en plus de la variable d'intérêt *compétences externes*, nous testons l'effet qu'auraient les variables traditionnellement prises en compte dans l'estimation de la fonction d'innovation. Les données mobilisées pour l'analyse empirique portent sur un échantillon d'entreprises algériennes de l'industrie en 2007, issue de l'enquête de la Banque mondiale sur le climat d'investissement (*Productivity and the Investment Climate Survey*).

Le reste de l'article est organisé comme suit. Une première section présente les fondements de la construction de compétences pour innover, avec la présentation de l'industrie manufacturière algérienne comme cas d'étude. La deuxième section est dédiée à l'analyse empirique qui vise à tester l'impact des compétences externes sur l'innovation. Elle débute par la présentation de la revue de littérature sur les déterminants microéconomiques de l'innovation, avant de décrire

le modèle empirique et les données utilisées. L'article conclut par un résumé des principaux résultats empiriques et ouvre la perspective d'une analyse comparative inter-pays.

2 Construction de compétences et innovation

La représentation standard de la firme comme une boîte noire dont on n'observe que les inputs et outputs a focalisé toute l'attention d'un côté, sur la dimension coût unitaire des facteurs entrant dans l'opération de production, et de l'autre, sur le rendement espéré par unité produite. Des analyses alternatives à cette vision, que ce soit la théorie des ressources initiée par le travail fondateur de Penrose (1959) et renouvelée par les travaux de Wernerfelt (1984), Barnay (1991) et Teece et al. (1997), l'approche behavioriste (Simon (1955), Cyert et March (1963)) ou les analyses évolutionnistes (Nelson et Winter (1982), Dosi (1988)), sans remettre en cause l'intérêt que représente le coût des facteurs dans la détermination de la performance de la firme, ont le mérite de mettre plus particulièrement l'accent sur les fondements des différences inter-firmes. Sur le long terme, ce sont plus les compétences détenues par la firme qui la différencient de ses concurrents que la disponibilité *stricto sensu* à un moment donné de ressources matérielles.

Si on peut admettre l'idée selon laquelle l'innovation est produite grâce à la mobilisation des différentes compétences de la firme, ce qui apparaît alors fondamental ce sont les conditions initiales qui donneraient naissance au processus de construction de compétences.

2.1 Dotations initiales et construction de compétences pour innover

Le changement radical de l'environnement peut, dans certains cas, ne pas impacter les stratégies des entreprises en place, si celles-ci ne disposent pas de compétences leur permettant de répondre ou de s'adapter à temps à cette modification. Sans prétendre à une loi générale, cette assertion est vérifiée dans de nombreux cas. A titre d'exemple, la disparition d'une partie du tissu industriel naissant dans certains pays africains dans les décennies 1990-2000 peut s'expliquer par la modification profonde de l'environnement économique suite à l'ouverture, plus ou moins brutale, des économies nationales à la concurrence internationale. Non seulement ces entreprises n'ont pas su anticiper ces changements mais elles étaient dépourvues de tout moyen à même de les contrer ou pour le moins tenter de s'y adapter. Une situation paradoxale qu'on peut observer dans nombre de pays est que, malgré le coût bon marché de la main d'œuvre locale, certains produits domestiques se vendent plus cher que les produits importés. Il est clair dans ce cas que l'absence de qualités spécifiques rendant le produit local particulièrement attractif pour le consommateur, les entreprises qui y sont concernées seront grâce au jeu de la concurrence, naturellement évincées du marché. Les raisons à cela sont multiples. Elles peuvent être de nature technologique (absence d'économies d'échelle, faible productivité, appareil de production obsolète), économique (marché restreint, volatilité du taux de change, taux d'intérêt élevé, etc.), réglementaire (fiscalité et taxation inadaptées) ou humaine (manque de main d'œuvre qualifiée, corruption, etc.).

L'expérience récente de PED, qui vivent la transition d'une économie administrée vers une économie de marché, montre que la performance des entreprises ne peut être appréhendée à partir d'un seul niveau d'analyse, comme c'est habituellement le cas dans l'analyse économique. Il existe au moins deux cas de figure symétriques qui justifient le recours à une méthodologie où les niveaux micro, méso et macro s'interfèrent, s'articulent et se complètent mutuellement de manière dynamique. Le premier cas est celui de pays pauvres en ressources dont les moyens d'action tant au niveau national qu'en direction des entreprises s'avèrent limités. Vouloir estimer les

capacités d'innovation dans ces pays par les seuls facteurs endogènes aux firmes, laisse de côté une partie importante d'éléments (institutionnels, économiques, juridiques) en mesure d'expliquer les comportements microéconomiques. À l'opposé, le second cas est représenté par des pays disposant de grandes capacités d'investissement, provenant principalement de leurs dotations initiales en ressources naturelles, ce qui leur permet d'allouer d'importantes ressources, fut-ce de manière incomplète et parfois incohérente, à destination de différents secteurs principalement publics parmi lesquels l'éducation, la recherche, la santé et les infrastructures. Simplement en faisant cela, ils n'auraient pas prêté autant d'attention aux besoins et attentes du secteur privé. En conséquence de ces politiques, non seulement les deux sphères (publique et privée) sont restées dans la plupart des cas déconnectées, mais les entreprises peinent à développer une dynamique d'innovation.

À partir de l'observation de ces faits, une théorie de construction de compétences pour l'innovation doit inférer une conception qui tient compte de l'imbrication des trois niveaux d'analyse. Pour parvenir à une évaluation exacte des activités d'innovation, il apparaît nécessaire de prendre conjointement en considération tant les incitations publiques, les contraintes de l'environnement ainsi que l'investissement propre de l'entreprise dans les activités de construction de compétences. La prise en compte de l'effet global que peut avoir l'interaction de ces trois forces demeure en dehors de l'objectif du présent article. La présente analyse se limite principalement à étudier la relation entre les incitations publiques et l'effort fourni par les firmes en matière d'innovation. Du point de vue théorique, il reste à justifier l'éventuel apport de l'État ou toute intervention externe visant à aider à la construction de compétences. Si nous acceptons l'hypothèse selon laquelle le marché est en théorie efficient quant à l'allocation des ressources disponibles, on ne peut donc naturellement s'attendre à l'émergence de l'innovation en l'absence de ressources et compétences qui lui sont dédiées. Il peut être pensé à première vue que la concurrence peut à elle seule jouer un rôle incitatif, lequel à terme opère la sélection des firmes qui survivent grâce à l'innovation et celles qui disparaissent faute d'adaptation. Mais le fait d'introduire une forte dose de concurrence dans un marché où les firmes ne disposent même pas de conditions initiales en mesure de leur fournir un niveau minimum d'adaptation et donc de survie, n'aura comme issue prévisible que de les évincer collectivement du marché. C'est ce qui est arrivé, rappelons-le encore une fois, aux entreprises de PED ayant ouvert de manière précipitée leurs économies dans une phase où le tissu économique n'était pas encore prêt à affronter une concurrence à grande échelle.

Théoriquement, l'absence de l'activité d'innovation dans ce scénario peut être assimilée à une défaillance de marché dont l'émergence nécessite une intervention ponctuelle externe. Il est clair que cette contribution exogène n'est pas destinée à durer dans le temps. Elle a comme unique objectif de doter les entreprises de compétences indispensables pour l'engagement dans une démarche soutenue d'innovation. La vraisemblance de cette vision dépend en dernière instance de sa validation empirique.

Au niveau méthodologique proprement dit, si dans le cas de pays développés l'estimation de la fonction d'innovation, est traditionnellement faite à partir des données d'entreprises, dans celui des pays les moins avancés, les facteurs macroéconomiques joueraient un rôle important en complément de l'information microéconomique. En effet, l'innovation dans ce dernier cas est générée plus par l'acquisition de technologies, l'apprentissage, la captation des externalités de connaissances et la coopération que par les capacités d'investissement des entreprises dans la R&D, même si cette dernière n'est nullement à négliger (voir p. ex. Ayyagari et al. (2007), Almeida et Fernandes (2008)). En discutant l'utilisation des données d'enquêtes sur l'innovation dans les études économétriques au niveau international, Mairesse et Mohnen (2010) vont dans le même sens en suggérant l'adaptation des questionnaires aux particularités des activités d'innovation dans les PED.

Afin d'apprécier économétriquement les activités d'innovation, il reste à définir comment on peut procéder pour tenir compte dans une seule étude de données désagrégées par entreprise mais aussi d'informations agrégées au niveau macroéconomique. La solution la plus simple est d'effectuer des études de cas par pays. C'est la démarche qui est proposée dans le présent article. Cela permet l'utilisation de manière qualitative (historique, contextuelle) d'information macroéconomique comme complément aux estimations empiriques sur des données d'entreprises. Une seconde manière plus élaborée, notamment lorsqu'il s'agit d'opérer des comparaisons internationales, est d'estimer un modèle mixte qui combine des effets fixes et des effets aléatoires. Ce modèle connu dans la littérature sous différentes appellations selon les disciplines (modèle hiérarchique, modèle à erreur composée ou modèle multi-niveaux), permet d'utiliser dans la même équation différentes unités d'agrégation de données (entreprises, région, pays, etc.). Avec cette approche de modélisation, il est ainsi possible d'exploiter simultanément des données d'entreprises et des données macro-économiques que ce soit en coupe ou en panel. Dans la même perspective comparative, il existe une alternative consistant à agréger les données microéconomiques pour aboutir à une représentation de l'économie entière, mais l'exigence de cette démarche en termes de qualité de données rend son opérationnalisation moins faisable notamment pour les PED.

2.2 Application au cas de l'industrie manufacturière algérienne

Un terrain propice pour apprécier le rôle des connaissances externes dans la construction de compétences pour innover serait le cas des entreprises de PED qui possèdent des potentiels de développement technologique importants sans pour autant réussir à les concrétiser. Le cas de l'industrie algérienne apparaît en ce sens révélateur. Ce pays qui vit, depuis le début des années 1990, la transition d'une économie administrée vers une économie de marché, a tenté durant les décennies 1970-1980 une expérience industrielle inspirée de la théorie dite des « industries industrialisantes », popularisée dans les années 1970 par l'économiste français Gérard Destanne de Bernis. Suivant ce modèle, les pays riches en ressources naturelles pourraient construire une industrie lourde traditionnelle autocentrée. Grâce à la disponibilité de matières premières, il serait possible de tirer profit des synergies intersectorielles qui se créent progressivement par le processus d'intégration verticale amont-aval de la chaîne de valeur. L'Algérie a pu ainsi bâtir selon ce schéma son industrie mécanique dont le processus industriel commence par la phase initiale d'extraction du minerai de fer et se déroule jusqu'à la production finale de véhicules en passant par l'étape intermédiaire de transformation sidérurgique. Trois secteurs marquent ainsi ce long processus industriel : extraction, sidérurgie, mécanique. En plus des industries lourdes, d'autres secteurs ont été mis en place comme le textile, l'électronique, l'agroalimentaire, la chimie et la pétrochimie. L'ensemble des entreprises créées avaient un statut public. Le régime de gouvernance de type socialiste qui a prévalu depuis l'indépendance en 1962 jusqu'à la fin des années 1980 n'a laissé guère de marge au développement du secteur privé.

Malgré l'attractivité théorique de ce modèle, sa mise en place dans le cadre d'une économie socialiste, à l'abri de tout processus de sélection par le marché, a été loin de produire les résultats attendus. L'acquisition des technologies de production s'effectuait sous formes de contrats « clé en main » avec de fortes contraintes de dépendance technologique de long terme au fournisseur en termes de maintenance, formation du personnel et renouvellement des équipements de production. En dépit de l'existence de départements dits de R&D dans les usines construites, leur principale mission était moins destinée au renouvellement technologique et à l'innovation (*autour du brevet*) qu'à l'entretien des machines et aux différents tests techniques et de qualité-sécurité. À ces contraintes vient s'ajouter l'absence d'une stratégie formelle de développement d'une capacité d'absorption, condition *sine qua non* de la maîtrise des technologies acquises,

avant d'aller vers une perspective de développement technologique endogène ou pour créer ses propres capacités d'innovation, à l'image de ce qu'ont fait les pays du Sud-Est asiatique et ce que met en pratique actuellement la Chine.

La phase d'industrialisation de l'Algérie amorcée quelques années après son indépendance est passée par différentes phases de restructuration dont l'étape la plus marquante est l'application de la politique d'ajustement structurel imposée par le FMI au début des années 1990. Suite à la sévère crise d'endettement qu'a vécue l'Algérie dans les années 1980, accentuée notamment par la chute du prix du pétrole, les recommandations du FMI étaient censées gérer le problème de la dette, rétablir l'équilibre des comptes nationaux et faire entrer l'économie nationale dans la mondialisation. La mise en place d'une politique de privatisation des entreprises publiques représente également une des prescriptions phares du FMI. Sauf de rares cas de réussite comme l'association entre l'Allemand Henkel et l'entreprise publique algérienne ENAD pour la fabrication des détergents, le programme de privatisation dans son ensemble n'a pas abouti à des résultats satisfaisants. En conséquence, la pression exercée sur les entreprises publiques suite à l'ouverture de l'économie à la concurrence a conduit, durant les décennies 1990-2000, à la fermeture ou la liquidation de nombreux sites. Les entreprises qui ont survécu restent dans la majorité des cas centrées sur le marché local et continental. Les autorités publiques continuent d'afficher périodiquement leur volonté de poursuivre le programme de privatisation et se sont engagées dans la dernière décennie de manière volontariste dans une perspective de refondation du modèle économique basé jusque là sur la contribution du secteur public.

Le secteur privé quant à lui se développe timidement en faisant face à de nombreuses contraintes internes et externes. Ayant une courte expérience et avec peu de moyens à son actif, son insertion dans l'économie mondiale nécessite une contribution externe majeure. Sa survie dépend de sa capacité à innover et croître. Malgré les énormes efforts que l'État a investis dans l'éducation et l'enseignement supérieur depuis l'indépendance, pour différentes raisons qu'il serait long de rappeler ici, les compétences produites ne sont que très peu exploitées dans une optique d'innovation par le secteur économique. En dépit de la volonté affichée de l'État pour soutenir la R&D et l'innovation à travers notamment les programmes nationaux de recherche et la construction de technopoles et pôles de compétitivité, le manque de détermination des initiatives publiques ainsi que l'écart entre le discours et les faits limitent fortement leur portée (Amdaoud (2017), p. 98). Les efforts publics fournis restent cantonnés à la sphère de l'offre. Au delà de cet aspect, le plus difficile comme le remarquent Arocena et Sutz (2000) est de pouvoir créer la demande sur le marché de la connaissance. Former des ingénieurs et des cadres est certes une tâche laborieuse et coûteuse mais pouvoir les employer dans des fonctions pour lesquelles ils étaient destinés nécessite l'existence d'une demande de compétences émanant de firmes privées et autres institutions. Le rapport marquant la fin du projet Cap-PME¹ signé entre l'Algérie et l'Union européenne en 2015 souligne que l'entrepreneur algérien donne excessivement plus d'importance aux équipements de production qu'aux ressources humaines, sauf pour le cas de PME des industries agroalimentaire et pharmaceutique (MIM et UE (2017)).

En l'absence de statistiques officielles, il n'est pas possible de dresser un bilan exact du taux d'employabilité de la main d'œuvre hautement qualifiée dans l'industrie algérienne ni de l'effort de R&D que les entreprises consacrent à l'innovation. Les données disponibles sur l'activité de dépôt de brevet montrent que celle-ci demeure très modeste, voire marginale comme en témoigne le travail de Amdaoud (2017) sur le SNI algérien.

Afin de remédier à cette situation, les autorités publiques se sont inscrites depuis une décennie dans une démarche active de soutien à la recherche et à l'innovation à travers plusieurs programmes nationaux. Il a été question également de créer différentes institutions et orga-

1. Cap-PME de Capitalisation des Acquis des Programmes PME.

nismes pour dynamiser l'investissement et soutenir l'activité d'entrepreneuriat comme l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI) créée en 2001, l'Agence Nationale de Développement de la PME (ANDPME) créée en 2005 ou l'Agence Nationale de Soutien à l'Emploi des Jeunes (ANSEJ) qui avait vu le jour en 1996.

Une des mesures phares à destination des entreprises est l'application du programme dit de *mise à niveau* des entreprises qui a reçu, par ailleurs, la contribution de l'Union européenne. Les politiques de mise à niveau sont censées préparer les entreprises algériennes, à l'instar de leurs homologues maghrébines, pour entrer sur le marché international en les aidant à se doter d'un bloc de compétences. Les programmes de mise à niveau ne sont pas une pratique nouvelle. Ils ont été appliqués dans le passé, parfois sous d'autres appellations (soutien aux PME), dans différentes régions du monde comme les pays du Sud-Est asiatique ou dans les pays de l'Europe de l'Est suite à la transition post-communiste. Quatre projets marquent l'expérience algérienne de mise à niveau des PME. Le premier programme est lancé par le Ministère de l'Industrie et de la Restructuration (MIR) en coopération avec l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) en 2002. Le deuxième projet pilote appelé EDPME (ou PME I) a été mis en place entre 2002 et 2007. Celui-ci a été suivi par le projet PME II (2009-2014) qui est un programme de soutien aux PME/PMI et à la maîtrise des Nouvelles Technologies d'Information et de Télécommunication (NTIC). Enfin, l'Algérie a signé avec l'Union européenne en 2015 un mémorandum d'utilisation des reliquats des fonds issus des précédents programmes PME I et PME II². Ce dernier projet appelé Cap-PME de Capitalisation des Acquis des Programmes de soutien aux PME (PME I et PME II), dont la durée initialement prévue de 24 mois est arrivée à échéance en février 2018, est vu par les parties prenantes comme un instrument d'évaluation, de capitalisation et de consolidation des acquis des deux précédentes expériences. Comme le résume le rapport sur l'évaluation de la première vague de politiques de mise à niveau des entreprises du Sud de la méditerranée (Bennaceur et al. (2007)), cette initiative est destinée à établir une zone de libre échange entre les pays de l'Union européenne et les pays tiers de la méditerranée. Son financement est partagé entre des financements internes et des apports de l'Union européenne avec les fonds relatifs aux mesures d'accompagnement financières et techniques (MEDA) s'inscrivant dans le cadre du partenariat euro-méditerranéen.

Sans vouloir être une évaluation globale de la politique de mise à niveau appliquée à l'Algérie, cette recherche entend vérifier empiriquement l'impact qu'a eu sur l'innovation au sein des entreprises de l'industrie algérienne une contribution exogène, assimilée à un choc de compétences externes. Cela constituera en fin de compte une sorte d'appréciation du bien-fondé théorique stipulant que le processus de construction de compétences pour innover peut être déclenché initialement par un choc exogène. Il convient d'emblée de préciser que cette évaluation ne concerne que les PME du secteur privé qui ont reçu un soutien dans le cadre du programme MIR ou du projet PME I (2002-2007). En effet, la politique de mise à niveau dans sa conception primaire, visait à amortir les effets négatifs de l'ouverture économique et commerciale, sur les structures les plus fragiles comme la population des PME.

Dans cette perspective, les deux programmes, MIR et EDPME, se rejoignent sur au moins deux aspects :

- Une ambition commune d'améliorer de manière significative la compétitivité des PME algériennes pour faire face aux changements dans l'environnement ;
- Une stratégie de mise en œuvre partageant la même progression avec une première phase de diagnostic, suivie par une phase vouée à la formulation du plan de mise à niveau et enfin une phase d'exécution et de suivi.

2. Pour plus d'information sur les programmes de mise à niveau financés conjointement par l'Algérie et l'Union européenne voir le site : <http://www.cap-pme.dz/>

Le programme MIR est considéré comme pionnier dans le domaine de mise à niveau en Algérie. Il s'adresse à la fois aux entreprises publiques et privées employant un effectif de 20 salariés et plus. Son champ d'application couvre les actions de mise à niveau associant des aspects matériels (achat de nouveaux équipements de production) et immatériels (formation, management de la qualité, R&D et innovation). L'objectif affiché de ce programme était de mettre à niveau 1000 entreprises industrielles. Le bilan établi par le ministère sur la période 2002 à 2006 montre cependant que seulement 137 entreprises ont été retenues pour bénéficier des actions de mise à niveau, avec respectivement 62% d'entreprises publiques et 38% d'entreprises privées.

Quant au programme EDPME, il s'appuie sur une stratégie de déploiement à trois volets : l'appui direct aux PME, l'assistance aux institutions financières et aux banques qui interviennent sur les PME et enfin le soutien aux structures intermédiaires et aux services d'appui publics et privés. Les actions de ce programme ont porté principalement sur des aspects immatériels de mise à niveau (formation des ressources humaines, adoption de bonnes pratiques, mise en place de système d'information, etc.). Selon les données officielles, le financement du programme EDPME est assuré par l'Union européenne et par le gouvernement algérien, à hauteur respectivement de 57 millions et de 3,4 millions d'euros. À cela s'ajoute un montant de 2,5 millions d'euros représentant les contributions des PME bénéficiaires des prestations du programme. À son issue, le programme EDPME a permis la mise à niveau de 445 PME privées industrielles soit 65% des entreprises considérées éligibles au départ.

3 Analyse empirique. Compétences externes et innovation

L'analyse empirique est destinée à tester l'hypothèse fondamentale de ce travail, à savoir l'effet des compétences externes sur l'innovation. Il s'agit, en outre, d'évaluer dans le cas algérien la contribution des variables utilisées traditionnellement dans l'estimation de la fonction d'innovation. Avant de présenter le modèle empirique et les procédures d'estimation, il convient de rappeler tout d'abord les déterminants microéconomiques de l'innovation, et plus spécifiquement dans les PED.

3.1 Revue de littérature empirique : Les déterminants de l'innovation

Les travaux pionniers de Schumpeter ont souligné, dès le départ, l'importance de saisir les mécanismes de production et de diffusion de nouvelles connaissances dans l'économie. Dans cette lignée, les travaux ultérieurs se sont focalisés, d'une part, sur la relation entre innovation et taille de l'entreprise, et, d'autre part, sur le lien entre innovation et structure de marché³. Par la suite, d'autres attributs identifiés comme ayant des effets significatifs sur l'engagement dans une activité innovante ont été mis en évidence comme les opportunités technologiques et les conditions d'appropriation (Cohen (1995)), la dimension sectorielle (Pavitt (1984)), les compétences internes et la capacité d'absorption (Cohen et Levinthal (1989)), la veille technologique et les relations avec l'environnement.

3. Ces deux relations sont communément appelées dans la littérature les hypothèses schumpétériennes, une interprétation faite notamment par les néo-schumpétériens (voir p. ex. Nelson et Winter (1982)). La thèse de Schumpeter soutient l'existence d'un effet positif de la taille et du degré de concentration du marché sur la capacité d'innovation.

3.1.1 Activités de R&D

Les dépenses de recherche et développement sont considérées dans la littérature comme les déterminants traditionnels de l'innovation (Mairesse et Hall (1996), Amara et al. (2003)). En effet, les investissements en R&D permettent la promotion de nouveaux savoirs et le développement de compétences technologiques pour produire des innovations de produits et de procédés. Ces investissements permettent également d'améliorer la capacité d'absorption de la firme des nouvelles technologies réalisées par d'autres organismes et d'attirer de nouvelles collaborations (Arora et Gambardella (1990)). Pour Nonaka et Takeuchi (1995), la création et la circulation de connaissances au sein de la firme reposent sur l'interaction dynamique entre les connaissances codifiées et les connaissances tacites. Ils identifient plusieurs modalités de création de connaissances au sein de la firme (socialisation, externalisation, combinaison, internalisation) qui interviennent dans le développement de l'innovation. Cependant, l'exploitation par la firme des connaissances externes n'est pas gratuite, elle suppose la construction d'une capacité d'absorption et l'établissement de liens avec les sources externes de production de connaissances et de savoirs. Pour Cohen et Levinthal (1989) qui ont introduit ce concept, la capacité d'absorption désigne : « les capacités de l'entreprise à identifier, assimiler, et exploiter la connaissance de l'environnement » (Cohen et Levinthal (1989) p. 569). Cela signifie que la capacité de la firme à produire de nouveaux produits ou procédés dépend certes de la R&D interne mais aussi de l'acquisition des technologies externes. Une spécialisation dans une des activités réduit la probabilité de succès de l'innovation, d'où la nécessaire complémentarité entre les deux activités. Pour Dosi (1988), disposer de compétences internes et de savoirs adéquats est crucial pour capter les développements technologiques externes. Dans une étude sur 14 000 entreprises dans 63 pays émergents et en développement, Dabla-Norris et al. (2010) soulignent l'importance de la capacité d'absorption et d'apprentissage en tant que déterminant de l'activité d'innovation dans les PED. Par ailleurs, le montant des investissements consacrés à la recherche dépend des orientations stratégiques de l'entreprise mais aussi de sa capacité à financer ce type d'activité. Les travaux empiriques dans les PED, à l'instar de ceux dans les pays développés, soulignent généralement le rôle significatif de l'intensité de la R&D en tant que déterminant de l'innovation (Crespi et Zuniga (2012), Ayyagari et al. (2007), Almeida et Fernandes (2008)). Ce résultat est confirmé dans plusieurs études ; par Hadhri et al. (2016) sur les entreprises libanaises, dans les entreprises algériennes par Amdaoud et Zouikri (2014) et dans les entreprises tunisiennes par El Elj (2012) et Rahmouni et al. (2010).

3.1.2 Taille de l'entreprise

La taille de l'entreprise conformément à la théorie de Schumpeter (1942) joue un rôle important dans l'activité d'innovation. Cette hypothèse est soutenue par divers arguments. L'idée est que les entreprises de plus grande taille se retrouvent dans une position avantageuse par rapport aux entreprises de petite et moyenne taille pour différentes raisons :

- La position favorable sur le marché grâce à des moyens financiers importants en interne et un accès favorable au marché des capitaux.
- La grande entreprise réalise des économies d'échelle grâce à un volume de production important, ce qui lui permet de rentabiliser plus facilement ses projets d'innovation.
- La capacité à mettre en œuvre des incitations pour stimuler l'innovation au sein de l'organisation, et la capacité à développer de nouvelles applications en transformant les inventions en innovations.

D'un point de vue empirique, la relation entre activité innovante et taille a été testée en ayant recours à des prédicteurs (régresseurs) linéaires ou log-linéaires de l'innovation mesurés tantôt par des inputs de l'activité d'innovation (dépenses de R&D, achats de brevets ou licences, etc.)

et tantôt par des outputs de cette même activité (innovation de produits ou de procédés, brevets, chiffre d'affaire innovant, etc.). Les résultats de ces travaux sur le rôle de la taille de l'entreprise demeurent cependant ambigus (Kamien et Schwartz (1982)). L'effet de la taille semble aller dans deux directions opposées. Ce résultat est confirmé dans la revue de la littérature de Cohen (1995). Pour cet auteur, il est utile d'orienter les travaux sur le concept de compétence que sur la nature du lien innovation et taille pour mieux comprendre les différents aspects du processus d'innovation. De leur côté, Griffith et al. (2006) montrent dans une étude sur quatre pays européens (France, Espagne, Angleterre et Allemagne) que les grandes entreprises ont plus de chance de s'engager dans des activités de R&D. Ce résultat est confirmé par Raffo et al. (2008) dans une étude comparative entre pays développés (France, Suisse et Espagne) et pays en développement (Brésil, Mexique et Argentine). Dans son étude détaillée sur l'industrie pharmaceutique française, Zouikri (2008) trouve un effet non-linéaire représenté par une courbe convexe liant la R&D à la taille, ce qui signifie que tant les petites que les grandes entreprises ont une intensité de R&D élevée, par rapport aux entreprises de taille moyenne. Dans une étude récente, Hajjem et al. (2015), montrent, en utilisant des données de l'enquête communautaire sur l'innovation menée en France en 2006, que l'effet de la taille ne semble vérifié que dans le cas des innovations organisationnelles. Cela signifie que plus l'entreprise est grande plus elle accorde une importance à améliorer et développer son architecture organisationnelle. Dans les PED, la relation entre la taille et la probabilité d'innover est globalement positive (Ayyagari et al. (2007), Almeida et Fernandes (2008)). En utilisant l'enquête innovation de 2005, El Elj (2012) et Rahmouni et al. (2010) montrent que la variable taille joue un rôle important dans l'activité innovante des entreprises tunisiennes. Hadhri et al. (2016) arrivent à la même conclusion sur un échantillon d'entreprises libanaises. Pour Pamukçu et Cincera (2001), cette relation prend la forme d'une courbe en « U » dans le cas des entreprises turques. En utilisant des données de la Banque mondiale, tant le travail de Amdaoud et Zouikri (2014) sur les entreprises industrielles algériennes que celui de El Elj et Abassi (2014) sur trois pays méditerranéens de la région MENA plus la Turquie, montrent que la grande taille de l'entreprise ne semble pas avoir un effet sur la propension à innover.

3.1.3 Structure de marché

L'analyse du lien entre l'innovation et la structure du marché est la seconde hypothèse de Schumpeter. Partant d'une critique du modèle de concurrence pure et parfaite, Schumpeter souligne que la concurrence est incompatible avec l'activité d'innovation. Pour l'auteur, une structure monopolistique du marché est mieux à même de garantir la production de l'innovation et l'exploitation des résultats qui en découlent (Schumpeter (1942)). Sur le plan théorique, deux conceptions s'affrontent sur la nature de cette relation. L'une se concentre sur les avantages d'un marché concentré et d'un monopole sur l'activité d'innovation et l'autre sur les désavantages inhérents à cette situation. La littérature théorique et empirique consacrée à la validation de la seconde hypothèse de Schumpeter a produit des résultats hétérogènes et peu concluants (Cohen (1995), Aghion et Griffith (2005)). Les premiers travaux montrent que le lien entre l'innovation et la concentration du marché est faible, voire même inexistant quand les caractéristiques sectorielles sont prises en compte (Geroski (1995)). De manière globale, il semble que les études ont plus de mal à corroborer la thèse de Schumpeter lorsqu'elles utilisent le nombre de brevets déposés, plutôt que l'intensité de R&D comme mesure de l'innovation. Dans une analyse sur l'industrie française, Cabagnols et Le Bas (2002) montrent que les industries concentrées innoveraient davantage en procédés qu'en produits. Dans une étude récente sur dix-sept secteurs de 1973 à 1994, Aghion et Griffith (2005) affirment que la relation entre l'innovation et la structure du marché est de nature non-monotone et qu'elle prend la forme

d'une courbe en « U inversée ». La relation est d'abord croissante, ce qui correspond à de faibles niveaux de concurrence (marché concentré), et puis elle devient décroissante après un degré élevé de concurrence (marché concurrentiel). Les auteurs expliquent ce lien par le fait que lorsque la concurrence est moindre 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 sur le marché. Dans le cas des PED, Pamukçu et Cincera (2001) montrent, en utilisant les données turques que la relation entre le taux de concentration sur le marché et la probabilité d'innover est de nature non linéaire et de type « U inversé ». Pour eux, le versant positif de la courbe témoigne de la grande appropriation des résultats de l'activité d'innovation sur le marché concentré tandis que la versant négatif de la courbe signale les effets néfastes d'une plus grande concentration sur l'activité d'innovation (absence de concurrence, entente entre firmes dominantes, etc.). Pour Hadhri et al. (2016), dans le cas des entreprises libanaises, et Amdaoud et Zouikri (2014), dans le cas des entreprises algériennes, le lien entre la concurrence et l'innovation semble non significatif. Dans le cas du Brésil, Goedhuys et Veugelers (2012), montrent qu'il y a un lien positif entre la concurrence et l'introduction de nouveaux produits sur le marché.

3.1.4 Coopération et transferts de technologies

Sous l'impulsion des écrits du courant évolutionniste (Nelson et Winter (1982), Dosi (1988)) ainsi que des apports de la théorie de la croissance endogène (Aghion et Howitt (1998)), une nouvelle conception de la technologie émerge, remettant en cause la conception exogène du courant classique, considérant la diffusion de la technologie comme mécanique. L'innovation devient le résultat de l'expérience accumulée par la firme et fortement influencée par ses connaissances passées. Dans ce contexte, Alänge et al. (1998) soulignent la nécessité de porter une attention particulière à la nature cumulative et tacite des connaissances ainsi qu'à l'importance des phénomènes de réseaux. Ainsi, le succès de l'innovation dépend de la combinaison des savoirs externes avec sa propre base de connaissances. Cet accès aux sources externes de connaissances nécessite l'engagement de la firme dans des transactions technologiques ainsi que le développement de coopérations/liens de recherche avec d'autres entreprises ou milieux de recherche publics : centre de recherche et universités (voir Cockburn et Henderson (1998)).

Les processus de coopération et de coordination entre acteurs (les accords de coopération avec les centres de recherche et les universités, les fournisseurs, les clients et les concurrents) et la capacité à capter les informations dans son environnement ont un rôle primordial dans la construction de la performance à l'innovation de la firme (Lhuillery et Pfister (2009)). En effet, une grande partie des travaux consacrés à la substitution du choix entre les sources internes et les sources externes de connaissances technologiques conclut à la complémentarité entre ces deux choix (Cockburn et Henderson (1998)). Dans leur étude sur les entreprises manufacturières belges, Veugelers et Cassiman (1999) trouvent que les petites firmes ont tendance à cantonner leur choix de R&D à une seule stratégie, soit le *make*, soit le *buy*, alors que les grandes firmes combinent souvent ces deux stratégies. Dans son étude critique du changement technique, Freeman (1994) affirme l'importance des deux sources de connaissances (internes et externes) dans la réussite de l'activité innovante.

La question des investissements directs étrangers (IDE) est récurrente dans le débat sur le développement notamment dans le cas algérien. Le développement d'une politique attractive des IDE constitue un enjeu majeur pour les pays soucieux de bénéficier de leurs retombées en termes d'emploi et de transferts technologiques. Les caractéristiques du SNI du pays d'accueil en termes de capacités d'absorption et d'adaptation des technologies étrangères sont déterminantes dans le choix d'implantation des Firmes Multi-Nationales (FMN). De plus en plus

de travaux sont consacrés à la relation entre l'apport de capitaux étrangers (participation au capital ou implantation d'une filiale) et l'innovation. Pour beaucoup, les FMN sont considérées comme les principaux vecteurs de la globalisation de l'activité de R&D et d'innovation (Liu et Wang (2003)). Les résultats empiriques sont peu concluants dans le cas de pays développés ou des pays en développement. Certaines études montrent une relation positive entre l'apport de capital étranger et l'innovation (Falk et Falk (2006) sur des données de la troisième Enquête Communautaire sur l'Innovation (CIS 3) sur douze pays européens, Sadowski et Sadowski-Rasters (2006) sur des données de la CIS 2 aux Pays-Bas, Balcer et Evangelista (2005) sur des données italiennes ; dans certains PED : (Almeida et Fernandes (2008), Hadhri et al. (2016)). L'apport de capitaux étrangers aide, d'une part, à pallier aux contraintes de l'activité d'innovation liées au manque de ressources financières, de compétences techniques et organisationnelles et d'information sur les technologies et les marchés et, d'autre part, à créer un effet d'entraînement sur le tissu économique local grâce aux externalités technologiques. Pour Blomström et Kokko (2007), les filiales des multinationales peuvent, en favorisant la diffusion de leurs technologies, avoir des effets positifs sur les firmes locales.

D'autres travaux trouvent un effet non significatif des IDE sur la capacité d'innovation des firmes domestiques (Rogers (2000) sur des données australiennes, Falk et Falk (2006) sur des données de l'enquête CIS 3 pour l'Autriche, El Elj (2012), Rahmouni et al. (2010) et Karray et Kriaa (2009) sur des données tunisiennes, Raffo et al. (2008) sur des données argentines et mexicaines). Cela peut s'expliquer pour les PED par le fait que les investisseurs étrangers sont intéressés par les faibles coûts de production des entreprises domestiques et non par leur capacité d'innovation. Pour Goedhuys et Veugelers (2012), cette faible activité de R&D des filiales locales témoigne de la concentration de la R&D dans la maison mère. Par conséquent, les retombées des IDE sur le tissu économique local en termes de compétences, de connaissances et de productivités sont faibles.

L'achat de licences ou l'acquisition d'un brevet est un autre mode de transfert technologique qui permet l'accès aux technologies externes, notamment dans le cas des économies les moins avancées (Almeida et Fernandes (2008)). Il permet, grâce à l'exploitation des informations ou connaissances contenues dans les licences ou les brevets, d'enclencher un processus d'apprentissage technologique et d'innovation dans l'entreprise domestique. Cependant, les effets bénéfiques sur les entreprises locales ne sont pas automatiques. Pamukçu et Cincera (2001) citent deux raisons à cela. Premièrement, l'exploitation d'une licence peut être adossée à des clauses restrictives qui peuvent limiter les portées sur l'activité innovante. Deuxièmement, le recours régulier à ce type de licence peut créer une « culture de dépendance » et bloquer la dynamique d'innovation. L'étude de El Elj (2012) sur les entreprises tunisiennes montre un effet positif du transfert technologique sur la capacité d'innovation. Le même résultat est constaté par Hadhri et al. (2016) sur des entreprises libanaises, El Elj et al. (2014) sur des données d'entreprises marocaines et égyptiennes, El Elj et Abassi (2014) sur des données de quatre pays méditerranéens (Égypte, Turquie, Syrie et Jordanie), et Sánchez et al. (2013) sur des données colombiennes.

L'acquisition de machines et d'équipement, représente un autre mode de transfert technologique non négligeable pour les PED. Ces équipements incorporent les derniers progrès technologiques des pays développés. La maîtrise de ces technologies et leur adaptation aux besoins du marché domestique permettent à l'entreprise d'augmenter son stock de connaissances (Cohen et Levinthal (1989)) et de stimuler l'activité d'innovation des firmes locales. Cela prend souvent la forme d'innovations incrémentales. En contraste, cela peut aussi créer des désincitations à innover, contraignant l'entreprise à avoir un recours systématique à l'importation de la technologie étrangère. Evenson et Westphal (1995) suggèrent que la nature de cette relation est liée au stade de développement du pays concerné. Dans une étude sur un échantillon de

321 entreprises tunisiennes sur la période 2000-2005, Karray et Kriaa (2009) montrent un effet positif de l'utilisation d'un nouveau matériel sur l'intensité de la R&D. Il y a, pour Pamukçu (2003), un effet positif de l'importation de nouveaux équipements sur la propension à innover des firmes industrielles turques.

3.1.5 Qualité du facteur travail

La théorie de la croissance endogène a largement souligné le rôle du capital humain dans le développement économique et technologique des pays. Au niveau micro on retrouve aussi cette idée que la disposition d'un stock de capital humain qualifié contribue au développement de la capacité d'innovation de la firme. Amsden (1989) qualifiait cette force de travail de *technology gatekeepers* dont l'implication est cruciale dans le processus de transfert technologique (recherche, acquisition, adoption, adaptation et amélioration des technologies) et d'innovation. Bouhsina et Huiban (1997) confirment dans leur étude l'effet de la qualité du facteur travail sur la propension à innover. Dans ce cadre, certaines études consacrées aux PED montrent que la disponibilité de ressources humaines qualifiées joue un rôle positif et statistiquement significatif sur le potentiel d'innovation de la firme (Pamukçu et Cincera (2001), Ayyagari et al. (2007), Almeida et Fernandes (2008), Goedhuys et Veugelers (2012), Karray et Kriaa (2009), Hadhri et al. (2016), Sánchez et al. (2013)). Néanmoins, cet impact positif n'est pas automatique et peut dépendre, entre autres, de la stratégie de la firme et de la qualité de l'environnement institutionnel (Pamukçu et Cincera (2001)). Les études sur les entreprises tunisiennes par Karray et Kriaa (2009) et El Elj (2012) trouvent un effet inattendu de la qualification du capital humain sur le comportement d'innovation. El Elj et al. (2014) arrivent au même constat sur une étude sur trois pays maghrébins (Algérie, Maroc et Tunisie). Les auteurs expliquent ce résultat par une sous-utilisation et une allocation inefficace du capital humain. Les ressources humaines sont souvent cantonnées dans des tâches d'exploitation laissant peu de place à l'exploration, à l'innovation et à la créativité.

3.1.6 Dimension sectorielle

Pour Touzard (2014), l'approche sectorielle est doublement pertinente pour l'étude de l'innovation. D'un côté, le secteur peut exercer un effet sur l'activité d'innovation via les différentes caractéristiques d'un secteur relatives à la structure du marché, aux formes d'organisation et technologies prévalant et enfin aux institutions et connaissances développées au niveau du secteur. De l'autre côté, l'innovation influe également sur l'évolution d'un secteur. Certaines innovations radicales arrivent même à remplacer une ancienne industrie par une nouvelle modifiant ainsi les trajectoires, les technologies et les structures existantes. Ce phénomène est décrit par la notion de « destruction créatrice » développée par Schumpeter (1942). Pavitt (1984) est l'un des premiers à considérer l'entrée sectorielle comme pertinente dans l'analyse de l'innovation. L'auteur distingue quatre groupes sectoriels en ce qui a trait à l'activité de production et de diffusion de l'innovation⁴. Plus récemment, c'est Malerba (2002) qui propose une explication de cette dimension sectorielle à travers le concept de Système Sectoriel d'Innovation (SSI).

Les travaux empiriques semblent porter soit sur le secteur industriel, soit sur le secteur des services (moins fréquents) même s'il existe certaines tentatives qui proposent des taxonomies qui intègrent les industries manufacturières et les industries de services dans un seul cadre (voir Castellacci (2008)). Pour Djellal et Gallouj (2000), l'innovation dans le secteur des services

4. La taxonomie de Pavitt comprend : (i) les secteurs « à prédominance de fournisseurs », (ii) le secteur de la production à « grande échelle », (iii) les « fournisseurs spécialisés », et (iv) les secteurs « basés sur la science ». Pour plus de détail voir Pavitt (1984).

présente certaines particularités comparativement au secteur manufacturier. Dans leur étude sur le secteur des services en Italie sur la période 1993-1995, Evangelista et Sirilli (1998) soulignent que l'innovation est assez répandue dans les services et que l'intensité de l'effort de R&D varie entre secteurs. Les travaux dans le secteur manufacturier sont davantage abordés sous l'angle de leur dynamisme technologique. L'OCDE propose ainsi une classification des industries manufacturières en fonction de l'intensité de leur activité de R&D. Cette classification selon l'intensité technologique comprend quatre niveaux : industries de haute technologie, industries de moyenne haute technologie, industries de moyenne faible technologie et enfin industries de faible technologie. Les résultats de différentes études (voir p. ex. Evangelista et al. (1997), Mairesse et al. (2011), Galliano et Nadel (2014)) montrent que les industries *high-tech* (pharmacie, télécommunication, aérospatial, etc.) sont plus innovantes que les industries *low-tech* (Alimentaire, textiles, bois, etc.). L'argument avancé pour justifier ce constat est que les firmes faisant partie des secteurs à forte intensité technologique consacrent des montants importants à la R&D, sont en contact régulier avec les institutions de recherche et disposent d'une main d'œuvre hautement qualifiée. Dans l'autre sens, les firmes appartenant aux secteurs de faible intensité investissent moins en R&D et sont moins en contact avec les milieux de recherche. Pour Temri (2014), ces secteurs sont souvent mûres avec une faible croissance où les entreprises recourent plus à des stratégies de domination par les coûts. Cependant, pour certains cette image est parcellaire et tient peu des dépendances et liens entre les industries de moyenne-faible technologie et celles de haute technologie (Robertson et Patel (2007)).

3.1.7 Localisation

À l'origine, la géographie n'avait pas sa place dans la théorie économique. Il a fallu attendre les analyses de Marshall en 1920 pour voir surgir une dimension territoriale des phénomènes économiques. Cet auteur avance le concept d'économies externes ou externalités pour désigner le gain engendré par la présence à proximité géographique de certaines entreprises. Cette analyse fera l'objet de plusieurs développements à travers, d'une part, l'approche par les milieux innovateurs (Maillat (1992)) qui porte l'attention sur les interactions locales dans le processus d'innovation et, d'autre part, l'approche des partisans de la « troisième Italie » (voir Becattini (1991)) et du courant de la « nouvelle économie géographique » (Krugman (1991)) qui mettent au centre l'importance des effets externes dans l'analyse du rôle de l'espace. Les développements récents soulignent l'importance du territoire et des ressources locales dans l'activité d'innovation (Audretsch et Feldman (2004), Doloreux et al. (2009)). Dans leur étude, Audretsch et Feldman (2004) associent la décision d'implantation au choix stratégique de l'entreprise, qui découlent de l'importance des externalités de savoirs notamment celles produites par les universités. Dans une autre étude, Audretsch et Dohse (2007) soutiennent que les entreprises croissent davantage dans les régions riches dont les ressources en connaissances sont abondantes que celles qui en sont dépourvues. Dans une enquête sur un échantillon de 108 PME de services à forte intensité de connaissances localisées dans deux régions en Europe (Alsace et pays de Bade) et deux régions canadiennes (Bas-Saint-Laurent et Beauce au Québec), Doloreux et al. (2009) montrent que le processus d'innovation est de nature territorialisée. Pour Brouwer et al. (1999) et Evangelista et al. (1997), la région d'implantation des firmes a un effet direct significatif sur la capacité d'innovation. Cette reconnaissance de la géographie dans l'innovation semble multiforme et repose sur plusieurs mécanismes : les retombées de connaissances issues des institutions de recherche locales (Audretsch et Feldman (2004), Romijn et Albadejo (2002)) ; l'existence d'un marché de travail local ou de travailleurs spécialisés (Almeida et Kogut (1997), Stjernberg et Arndt (2001)) ; l'intensité des collaborations et interactions entre les agents/membres (Breschi et Lissoni (2009), Rallet et Torre (2005)) ; le contexte socio-institutionnel ; le développement de

la confiance et du capital social (Lundvall (1993), Romijn et Albadejo (2002)) ; les subventions et aides régionales et enfin la sélection spatiale entre les entreprises.

3.2 Données

En l'absence d'une enquête innovation en Algérie, nous utilisons l'enquête de la Banque mondiale sur le climat des investissements (*Investment Climate Survey*) de 2007. Son principal objectif est d'apprécier l'environnement des affaires où évoluent les entreprises algériennes, d'appréhender aussi son effet sur la performance des entreprises, et d'identifier les mesures nécessaires à l'amélioration de leur compétitivité. L'échantillon comprend 600 entreprises dont 423 qui sont des entreprises industrielles (soit 70% de l'échantillon total), le reste étant des entreprises de service. Le questionnaire est composé de treize rubriques : contrôle, informations générales, infrastructures et services, ventes et approvisionnements, compétition et capacité d'innovation, accès au foncier, criminalité, relations entre l'administration et les entreprises, accès au financement, employés et marché du travail, contraintes liées à l'environnement des affaires et productivité. Les entreprises de service ne sont pas concernées par la rubrique innovation. Par conséquent, elles ne feront pas partie de notre étude. Cette enquête fournit de nombreux renseignements relatifs aux comportements innovateurs des entreprises algériennes : les innovations de produits, les transferts technologiques, les dépenses en R&D, les sources d'informations et de coopérations pour innover, ainsi que les facteurs freinant les activités d'innovation. Aussi, elle nous renseigne sur les caractéristiques structurelles de ces entreprises, leur localisation et leur environnement sectoriel et marchand.

À partir des informations fournies dans les rubriques exploitées de l'enquête, des indicateurs ont été construits comme mesures des différentes variables entrant dans l'estimation des modèles empiriques (voir les tableaux 1 ci-dessous et 3 en annexe A).

La principale variable d'intérêt de ce travail est représentée par les compétences externes. Ces dernières sont approximées par l'indicateur mise à niveau qui renseigne sur la participation de l'entreprise à un programme dédié à cet effet. Elle prend une forme binaire indiquant si l'entreprise a participé ou non au dit programme. Loin de se réduire à une action singulière, la mise à niveau se présente comme un processus constitué de plusieurs phases.

On peut les résumer en quatre étapes fondamentales : diagnostic (opérationnel et stratégique) de l'entreprise, proposition de pistes de développement, application effective du programme de mise à niveau en tenant compte des options proposées dans l'étape précédente, et enfin l'anticipation et la conformité aux standards internationaux⁵. Pour différentes raisons, les entreprises éligibles à ce programme peuvent l'abandonner au cours de route, ce qui donne la différence entre le nombre de participants au départ et celui des entreprises ayant achevé leur mise à niveau à la fin de l'opération. La variable compétences externes est censée donc capter l'expérience qu'a pu acquérir une entreprise dans les domaines ciblés par la mise à niveau, en étant allée au bout de sa démarche.

Les indicateurs disponibles avec une échelle de mesure continue, sont respectivement, les dépenses de R&D (mesurées en dinar algérien), le nombre d'effectif employé en 2006, l'âge de l'entreprise et le nombre d'années d'expérience du dirigeant de l'entreprise. Il est à noter qu'un indicateur de l'engagement de l'entreprise dans les activités de R&D est également disponible sous forme binaire. Les variables restantes sont en majorité dichotomiques ou qui étaient à l'origine ordinales puis transformées à une échelle binaire pour l'intérêt de l'analyse (voir le tableau 3 en annexe A).

5. Voir le site du Ministère algérien de l'Industrie et des Mines : <http://www.mdipi.gov.dz/?Mise-a-niveau-des-Petites-et>

Tableau 1 – Statistiques Descriptives

Variables	Moy.	σ	Min.	Max.	N
Effectif employé 2006	41.63	56.62	3	450	423
Très petites entreprises	0.154	0.361	0	1	423
Petites entreprises	0.626	0.484	0	1	423
Entreprises moyennes	0.22	0.415	0	1	423
Compétences externes	0.215	0.411	0	1	423
Dépenses de R&D par employé	138698.1	594763.6	333.33	4000000	47
Engagement dans la R&D	0.177	0.382	0	1	423
R&D estimée (éqs. 4-5)	4.552	1.49	2.918	11.263	413
Âge	17.196	14.365	1	79	423
Secteur faible technologie	0.567	0.496	0	1	423
Secteur moyenne-Haute technologie	0.433	0.496	0	1	423
Expérience du dirigeant	20.44	12.64	0	56	423
Association professionnelle	0.605	0.489	0	1	423
Technologie sous-licence	0.135	0.342	0	1	423
Éducation du personnel	0.312	0.464	0	1	413
Formation du personnel	0.173	0.378	0	1	423
Crédit bancaire	0.369	0.483	0	1	423
Capital étranger	0.024	0.152	0	1	424
Audit financier indépendant	0.118	0.323	0	1	423
NTIC	0.641	0.48	0	1	423
Achat actifs	0.34	0.474	0	1	423
Concurrence	0.763	0.426	0	1	388
Région Centre et Nord	0.47	0.5	0	1	423
Région Est	0.253	0.435	0	1	423
Région Ouest	0.215	0.411	0	1	423
Région Sud	0.061	0.24	0	1	423

Les entreprises qui ont été mises à niveau sont au nombre de 91, ce qui représente 22% de l'ensemble de l'échantillon (423). Par rapport à leur dimension, 7 entreprises sont de très petite taille, 43 de taille petite et 41 de taille moyenne. Le nombre d'employés est utilisé pour construire les trois catégories de taille selon les intervalles, [1, 9], [10, 49] et [50, 500] employés, pour les très petites (TPE), petites (PE) et moyennes entreprises (ME), respectivement. La distribution de la taille selon ces intervalles est la suivante : 65 entreprises sont des TPE, 265 des PE et 93 des ME, ce qui représente, 15%, 63% et 22% de l'échantillon total, respectivement.

Les entreprises qui ont effectué la mise à niveau sont relativement jeunes. Parmi les 91 entreprises mises à niveau, 37 ont moins de 10 ans d'existence, 22 ont un âge situé entre 10 et 20 ans et 32 entreprises ont plus de 20 ans d'existence. Au total, 59 sur 91 entreprises ont au maximum 20 ans d'existence. Cette distribution par catégorie d'âge des entreprises ayant suivi le programme de mise à niveau, reflète également la distribution générale de l'âge dans l'échantillon.

L'engagement dans la R&D est disproportionnel, puisqu'il y a seulement 17% d'entreprises qui déclarent y investir en 2006 contre 83% affirmant ne pas avoir des activités de R&D. Mais au sein de la population d'entreprises qui reportent les montants de R&D investis, la distribution de ces derniers apparaît en revanche proche de la Normale comme le montre le graphique 1 en annexe C.

La variable expérience du dirigeant dans le secteur d'activité de l'entreprise prend des valeurs

comprises entre 0 et 56 années (voir le tableau 1). Selon les données, il n'y a que deux dirigeants qui n'avaient pas d'expérience antérieure. L'expérience moyenne est de 20 années avec un écart type égale à 12.6, ce qui témoigne de l'hétérogénéité relative des profils des dirigeants. La sous-section suivante décrit le modèle empirique proposé pour tester l'effet de ces facteurs sur la capacité d'innovation de l'entreprise.

3.3 Modèle empirique et procédures d'estimation

À partir du cadre conceptuel et de la revue de littérature empirique sur la fonction d'innovation réalisés plus haut, il est possible de décrire les déterminants de l'engagement des entreprises dans les activités d'innovation comme une combinaison de facteurs internes et externes à l'entreprise. Comme il a été vu précédemment le poids que prennent ces facteurs ne dépend pas seulement de la stratégie de la firme mais est également influencé par son environnement immédiat.

L'équation de la fonction d'innovation peut être écrite de la manière suivante :

$$I_i = \alpha + \beta rd_i + \gamma s_i + \eta i_j + \delta x_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Avec, I_i , la variable binaire endogène observée (avec $i = 1, \dots, N$), égale à 1 si l'entreprise déclare innover et zéro sinon. rd_i est la variable mesurant l'effort de R&D de la firme, s_i , la taille de l'entreprise, i_j l'appartenance sectorielle de l'entreprise (avec $j = 1, \dots, J$) et x_i un vecteur de variables exogènes. Les coefficients β , γ , η et δ sont des paramètres d'intérêt à estimer à partir des données et ε est un terme d'erreur aléatoire. En plus du lien supposé entre R&D et taille, la variable recherche (rd_i dans l'équation 1) est considérée dans la théorie comme étant endogène. En raison de l'existence potentielle de facteurs omis de l'équation (1), susceptibles d'affecter aussi bien la capacité d'innovation (I_i) que l'effort de R&D de la firme (rd_i), l'estimation directe du paramètre β dans l'équation 1 serait biaisée. En outre, à l'image des enquêtes européennes CIS sur l'innovation, la variable montant de R&D investi reporté par les entreprises souffre dans le cas présent également d'un problème de sélection.

Une partie des entreprises qui déclarent innover ou investir dans la R&D ne reportent pas systématiquement les montants correspondants, ce qui cause le problème de sélection. Celui-ci peut être de nature endogène ou exogène. Si on considère que la censure (troncature) des données est produite de manière endogène, c.-à-d. par une décision de la firme, il est possible d'identifier deux étapes distinctes dans le processus de cette décision. La prise de décision d'investissement et la détermination des montants qui y sont alloués. Dans la première étape, la firme décide d'investir ou pas dans la R&D. Cette décision est donnée par la variable binaire latente qui peut être assimilée à un critère de décision. Elle peut s'écrire ainsi :

$$y_i^* = \beta_1 x_{1i} + u_{1i} \quad (2)$$

Avec x_{1i} les déterminants de la décision d'investir et u_{1i} une erreur aléatoire *i.i.d.* $\sim N(0, \sigma u_1)$. La variable latente s'exprime sous forme d'une variable binaire indiquant si l'entreprise fait ou pas de la R&D :

$$r_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_i^* \geq 0 \\ 0 & \text{si } y_i^* < 0 \end{cases}$$

L'information fournie par la variable binaire r_i permet de déterminer également dans une seconde étape s'il est possible d'observer le montant investi dans la R&D. Cet investissement

est expliqué par l'équation suivante :

$$rd_i^* = \beta_2 x_{2i} + u_{2i} \quad (3)$$

Avec x_{2i} les déterminants de l'effort investi dans la recherche et u_{2i} une erreur aléatoire *i.i.d.* $\sim N(0, \sigma u_2)$.

La variable y_i^* est observée pour tout i dans l'échantillon tandis que la variable recherche (rd_i^*) n'est observée que partiellement. La variable recherche observable (rd_i) est donc donnée comme suit :

$$rd_i = \begin{cases} rd_i^* & \text{si } y_i^* \geq 0 \\ \text{non-observée} & \text{si } y_i^* < 0 \end{cases}$$

Il est généralement admis que les deux variables latentes y_i^* et rd_i^* sont corrélées entre elles. Lors de l'estimation, il est possible de vérifier cette hypothèse en calculant un coefficient de corrélation ρ qui mesure le lien entre u_{1i} et u_{2i} . Lorsque ces derniers suivent une loi normale bivariée, le modèle obtenu correspond au modèle *Tobit généralisé* dont les paramètres peuvent être estimés par une procédure à la Heckman.

Afin d'éviter d'éventuels biais d'estimation, la prise en compte de la sélection dans l'allocation de ressources de R&D est importante. Lorsque l'absence de l'information est aléatoire, le problème de sélection peut être considéré comme exogène et ignoré dans le processus d'estimation. En revanche, la sélection endogène, peut masquer un comportement stratégique de la firme. Pour les entreprises qui déclarent investir dans la R&D, même si elles ne communiquent pas le montant correspondant, ne peuvent pas être considérées par ce simple fait comme étant moins intenses en recherche. Différentes raisons justifient ce comportement. En adoptant une telle attitude, une entreprise entend volontairement ne pas révéler son niveau réel d'investissement dans la recherche. Il peut s'agir également du cas où le montant investi est marginal. L'absence de l'information pourrait s'expliquer, par ailleurs, par une difficulté d'estimation par la firme de son niveau réel d'investissement dans la R&D.

À la question de sélection vient s'ajouter l'endogénéité de la variable recherche (rd_i) dans l'équation (1) comme il a été souligné plus haut. La source d'endogénéité ici est double. Elle peut aussi bien provenir de facteurs inobservés que de la simultanéité entre recherche et innovation. La solution envisagée traditionnellement dépend de la source d'endogénéité considérée. La méthode des variables instrumentales est généralement proposée dans le premier cas, alors qu'un système d'équations est privilégié pour corriger le problème de simultanéité.

Dans cette dernière perspective, nous proposons un système à deux équations qui tient compte à la fois de la question de sélection et du problème d'endogénéité de la variable recherche. Le modèle obtenu explique l'innovation par l'investissement dans l'activité de recherche. Si dans ce système, l'innovation reste principalement déterminée par l'investissement dans la R&D, comme cela est traditionnellement admis dans la fonction d'innovation, il permettra en plus de tester d'autres sources externes susceptibles d'impacter positivement la capacité d'innovation de la firme. Il est important de souligner que l'application de ce type de modèles dans le cadre d'entreprises de PED, nécessite une adaptation au contexte local. En suivant le schéma général proposé dans la littérature quant à l'estimation de la fonction d'innovation, la présente application au cas des entreprises manufacturières algériennes tente de tenir compte de leurs propres capacités ainsi que de l'environnement particulier dans lequel elles évoluent.

Outre la R&D propre, les autres sources d'innovation peuvent être tant endogènes qu'exogènes à la firme. L'innovation peut être expliquée par les compétences détenues par les ressources humaines, la formation ou l'expérience du dirigeant de l'entreprise, etc. Elle peut également naître de sources externes comme les liens tissés avec les organismes de recherche, l'interaction

avec les clients et fournisseurs, la coopération, l'appartenance à des réseaux ou associations professionnelles, etc. Dans le cadre de ce dernier groupe de facteurs, la présente étude entend vérifier principalement l'impact des compétences externes, approximées par la mise à niveau, sur la capacité d'innovation des firmes privées de l'industrie algérienne. En prenant en compte les particularités du contexte local, il est possible de définir le système d'équations qui lie de manière récursive, la R&D à l'innovation comme suit :

$$rd_i = \alpha_1 + \beta s_i + \gamma gr_i + \eta i_j + \lambda ce_i + \varphi_1 educ_i + \delta x_{1i} + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$I_i = \alpha_2 + \beta s_i + \zeta rd_i^* + \eta i_j + \lambda ce_i + \varphi_1 educ_i + \varphi_2 forma_i + \varphi_3 ntic_i + \delta x_{2i} + u_i \quad (5)$$

Avec rd_i et I_i les variables endogènes mesurant la recherche et l'innovation, respectivement. Les variables d'intérêt taille (s_i), appartenance à un groupe (gr_i), affiliation sectorielle de l'entreprise (i_j), éducation du personnel ($educ_i$), sont les déterminants de la recherche (équation 4). Les variables taille (s_i), dépenses de R&D (rd_i^*), affiliation sectorielle (i_j), éducation du personnel ($educ_i$), formation ($forma_i$), nouvelles technologies ($ntic$) sont les principaux facteurs de la fonction d'innovation (équation 5). Les compétences externes (ce_i) qui apparaissent dans les deux équations (4 et 5), représentent la principale variable d'intérêt à tester dans cette étude. Les variables x_{1i} et x_{2i} dans les équations 4 et 5, respectivement, font référence à un vecteur des autres variables explicatives (contrôle) qui peuvent différer selon l'équation en question. Les coefficients $\beta, \gamma, \eta, \zeta, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ et λ sont les paramètres d'intérêt inconnus du système à estimer, tandis que δ est le paramètre à estimer pour chaque variable de contrôle faisant partie des vecteurs x_{1i} et x_{2i} . ε_i et u_i sont des termes d'erreur *i.i.d.*

Le système d'équations (4 et 5) est présenté sous forme récursive, c.-à-d. sans effets de rétroaction dans le sens où c'est la R&D qui génère l'innovation et non le contraire. Si depuis Nordhaus (1969), une partie de la littérature a envisagé l'existence d'une causalité inverse allant de l'innovation vers la recherche au niveau de la firme, dans un contexte de faiblesse de l'activité d'innovation, cette éventualité est très peu probable. Dans la théorie économique, que se soit au niveau macro (croissance endogène) ou micro-économique, le rôle de la R&D est assimilé à un facteur exogène, à l'image des inputs de la fonction de production de type Cobb-Douglas. Mais l'endogénéité de la variable recherche émerge du fait que certains déterminants de l'innovation (observés et inobservés) impactent également l'allocation des ressources de R&D, d'où la nécessité de prendre en compte la simultanéité entre R&D et innovation pour éviter des biais d'estimation. Pour une vision plus générale sur cette question, on peut se référer aux études ayant utilisé le modèle structurel liant R&D, innovation et productivité, proposé initialement par Crepon et al. (1998).

Le système récursif, comme cas particulier des systèmes d'équations simultanées, obtenu dans le cas présent, combine endogénéité et sélection. Une fois cette dernière prise en compte en utilisant le modèle Tobit généralisé de Heckman (1976), le reste de l'estimation peut s'effectuer à la manière du modèle 2 de Maddala et Lee (1976). Ce dernier se présente comme un système récursif à deux équations, une qualitative et l'autre quantitative.

L'estimation des paramètres du système d'équations (4, 5) est faite en recourant à différents estimateurs. Comme expliqué plus haut, les paramètres de l'équation de recherche (4) sont estimés par un modèle Tobit généralisé, décrit dans les deux équations (2) et (3), en utilisant l'estimateur du Maximum de Vraisemblance (MV). Plus précisément, dans une première étape le modèle *Probit* utilise l'estimateur MV pour identifier les paramètres de l'équation de sélection, alors que l'estimateur des MCO est retenu pour estimer les paramètres de l'équation du modèle en seconde étape. La méthode d'estimation correspond à l'estimateur MV avec information complète (FIML).

L'innovation étant observée sous forme binaire, les paramètres de l'équation (5) sont estimés au sein d'un modèle *Probit* à l'aide de l'estimateur MV. Afin de tenir compte des problèmes d'endogénéité et de sélection qui affectent la variable recherche (rd_i), la version de cette dernière utilisée dans l'équation d'innovation (5) est celle estimée (rd_i^*) à l'issue de l'étape précédente (équation 4).

Les résultats des estimations sont affichés dans le tableau 2 ci-dessous. Dans les deux premières colonnes du tableau 2 figurent les coefficients estimés du modèle Tobit généralisé, composé de l'équation décrivant la décision de faire de la R&D (éq. 2) et de l'équation d'investissement spécifiant les montants investis (éq. 3). La dernière colonne expose les déterminants de l'innovation (éqs. 4-5). La sous-section suivante présente et discute les résultats des différentes estimations.

3.4 Résultats et discussion

Contrairement à la majorité des études traditionnelles portant sur les déterminants de l'innovation, la R&D ne semble pas représenter le facteur clé pour les entreprises innovatrices de notre échantillon. Si la décision d'investir dans le R&D est tributaire de caractéristiques individuelles de l'entreprise, l'innovation est liée plus aux compétences des ressources humaines et à l'investissement dans les nouvelles technologies. L'élément commun partagé par les deux équations est que l'acquisition de compétences externes impactent positivement tant la décision de R&D que la production des innovations. Dans ce qui suit, sont d'abord discutés les résultats de l'estimation de l'équation de R&D (eqs. 2-3), puis suivent les commentaires sur la fonction d'innovation (eqs. 4-5).

En lien avec le débat théorique sur la relation supposée entre taille de la firme et innovation, connu dans la littérature empirique sous l'appellation de paradoxe schumpétérien, il n'existe pas de différences significatives quant à l'engagement dans les activités de R&D entre les très petites, les petites et les moyennes entreprises. Ce résultat contre intuitif peut être expliqué partiellement par le fait que l'échantillonnage a visé délibérément la classe des petites et moyennes entreprises.

Comme le montre le tableau 1 affichant les statistiques descriptives, la distribution de la taille des entreprises mesurée par le nombre d'employés se situe entre les bornes 3 et 450 employés, ce qui exclut de fait de l'analyse les grandes entreprises. Même si cela n'empêche pas de se faire une idée sur l'effet de la taille sur le poids des ressources allouées à la recherche, il n'est cependant pas possible d'émettre une conclusion définitive sur le lien entre taille et R&D en l'absence des grandes entreprises.

Les compétences des ressources humaines mesurées par le niveau d'étude moyen du personnel de production ont un effet positif et significatif sur la décision de faire de la R&D. Ainsi, le fait d'avoir accompli 10 ans ou plus d'étude, ce qui équivaut au moins au niveau secondaire, par rapport à des niveaux d'études inférieurs, augmente la probabilité d'engagement de l'entreprise dans les activités de R&D. Bien que la formation du personnel joue également un rôle positif dans la probabilité de faire de la R&D, la significativité (14%) de cet impact demeure un peu loin du seuil maximum généralement admis de 10%.

L'expérience du dirigeant de l'entreprise qui reflète ses compétences, la maîtrise de son activité et la connaissance de l'environnement sectoriel dont il dépend impacte positivement la probabilité de l'engagement de son entreprise dans la R&D. L'expérience du dirigeant, mesurée par le nombre d'années que le chef de l'entreprise possède dans le même secteur d'activité, joue un rôle important dans la définition des stratégies de l'entreprise du fait de sa place centrale et parfois unique dans la prise de décision. C'est une caractéristique qu'on trouve généralement dans les PME (Mead et Liedholm (1998)). En effet, plus de la moitié des entreprises de notre

échantillon sont de petite taille, ayant un effectif compris entre 10 et 50 employés, ce qui coïncide avec la concentration du pouvoir de décision dans les mains d'une seule personne qui, par ailleurs, est le plus souvent le propriétaire lui-même.

Le coefficient de la variable clé compétences externes est de signe positif et hautement significatif indiquant que la politique de mise niveau qu'a reçue l'entreprise, en tant que source contingente de connaissances, augmente la probabilité de faire de la R&D. En effet, cette aide externe est de nature composite. Au delà de son aspect purement financier, il s'agit d'un *package* destiné à renforcer les domaines dans lesquels l'entreprise présente des faiblesses qu'il s'agisse de compétences managériales, d'études de marché, de capacités en marketing ou de connaissances sur les marchés étrangers. Il est également question d'acquérir de nouvelles connaissances ou d'augmenter les compétences des ressources humaines par des formations appropriées.

Pour l'équation du modèle d'investissement (éq. 3), le même effet de la taille est observé relativement à l'équation de sélection (éq. 2). Il n'y a pas de différences significatives dans l'allocation de ressources de R&D entre aussi bien les très petites entreprises (0-9) que les entreprises de taille moyenne (50-500), par rapport aux petites entreprises (10-49). En dehors de la variable niveau d'éducation du personnel de production, les autres déterminants de R&D statistiquement significatifs sont d'origine monétaire. Ainsi, l'appartenance à un groupe ou le fait d'avoir une participation étrangère dans le capital de l'entreprise agissent positivement sur le montant des ressources allouées à la R&D. Ce résultat est cohérent avec l'étude de Karray et Kriaa (2009) sur les entreprises industrielles tunisiennes. On pourrait penser, sur le même plan, que le crédit bancaire jouerait un rôle semblable. Or, la variable indiquant l'existence d'un prêt ou une ligne de crédit ouverte auprès d'une banque ou institution financière, qui a été testée mais non retenue dans l'équation du modèle, présente un effet négatif mais non-significatif, y compris dans le cas d'une relation bivariée. Cela donne l'impression que les entreprises allouent les crédits plus pour des opérations de production ou de trésorerie que pour des investissements dans la R&D, cas dans lequel on aurait pu observer un effet cumulatif des dépenses de R&D suite à la disponibilité des ressources financières.

Un autre déterminant de la R&D souvent souligné dans les études empiriques est la différenciation sectorielle dans l'allocation de ressources (Pavitt (1984), Cohen (1995), Evangelista et Sirilli (1998)). Au delà des aspects stratégiques, en raison de la distribution sectorielle asymétrique des opportunités technologiques et des conditions d'appropriation, les entreprises faisant partie des secteurs intenses en R&D allouent différemment leurs ressources à la recherche, par rapport à celles appartenant aux secteurs de moyenne ou de faible intensité technologique. La variable muette indiquant le secteur des entreprises de moyenne-haute technologie, par rapport aux entreprises de faible technologie n'est pas significative dans le cas présent. Sans information complémentaire, on pourrait seulement penser que l'activité des entreprises de notre échantillon appartenant au secteur de moyenne-haute technologie (pharmacie, électronique et mécanique) serait centrée plus autour de la production que de la recherche de nouveaux produits et/ou procédés. Cette interprétation est corroborée par des données macro-économiques montrant une activité marginale de dépôt de brevets auprès de l'Institut National Algérien de la Propriété Industrielle (INAPI) venant d'acteurs résidents (Amdaoud (2017)). Selon les données de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI), au cours de l'année 2016, 672 demandes de brevets ont été déposées en Algérie, alors que le nombre des brevets accordés s'élève à 383 pour la même année. Parmi les 672 brevets enregistrés à l'INAPI en 2016, 15,77% sont le fait d'agents économiques résidents, soit 106 brevets, contre 84,22% de demandes faites par des non-résidents, soit 566 brevets⁶.

Comme il a été souligné plus haut, la R&D n'a pas d'impact significatif dans la fonction

6. Voir le site de l'OMPI : www.wipo.int

Tableau 2 – Résultats des estimations

Variables ^a	Décision de R&D (éq. (2))	Dépenses de R&D (éq. (3))	Innovation éqs. (4-5)
Déterminants individuels			
R&D (estimée)			-0.028 (0.093)
Très Petites Entreprises	-0.148 (0.262)	0.152 (1.093)	-0.167 (0.206)
Entreprises Moyennes	0.155 (0.200)	0.471 (0.832)	-0.199 (0.187)
Âge	-0.006 (0.007)		0.003 (0.007)
Appartenance à un groupe		2.529*** (0.682)	
Expérience du dirigeant	0.321* (0.170)		0.137 (0.123)
Éducation du personnel	0.388** (0.171)	2.212*** (0.775)	0.137 0.246
Formation du personnel	0.201 (0.139)		0.593*** (0.223)
Crédit bancaire	0.129 (0.117)		
Capital étranger	0.009 (0.413)	3.133* (1.733)	
Sources externes de connaissances			
<i>Compétences externes</i>	0.732*** (0.186)	0.459 (1.182)	0.584*** (0.197)
Audit financier indépendant	0.172 (0.145)		0.898*** (0.271)
Acquisition Actifs			0.214 (0.155)
NTIC			0.313*** (0.156)
Association professionnelle	-0.028 (0.106)		0.128 (0.151)
Technologie sous-licence	0.075 (0.242)		0.205 (0.232)
Déterminants sectoriels			
Secteur Moyenne-Haute technologie	0.070 (0.168)	0.995 (0.763)	-0.279 (0.170)
Environnement			
Concurrence			-0.191 (0.169)
Localisation			
Région Est			0.002 (0.196)
Région Ouest			-0.407** (0.182)
Région Sud			0.347 (0.297)
Constante	-2.601 (0.513)	2.918 (1.969)	-0.439 (0.460)
<hr/>			
Log-pseudolikelihood	-205.51	-205.51	-220.52
Rho (ρ)	0.957 (0.052)		
Test de Wald χ^2 ($\rho = 0$)	9.55***		
Pseudo R^2	0.15		
N	413	413	380

a. Significativité statistique : ***0.01 **0.05 *0.1
Erreurs standards robustes entre parenthèses.

d'innovation (éq. 5) après ajustement par différents indicateurs. Pour avoir une idée précise sur le lien R&D innovation, dans le cas bivarié la variable recherche est positive et significative au seuil de 10%. Mais elle perd sa significativité statistique dès l'introduction d'un second facteur, taille de la firme. Du fait que de nombreuses entreprises qui déclarent effectuer de la recherche ne reportent pas le montant de R&D investi, comme expliqué précédemment, la variable utilisée dans l'équation d'innovation est la R&D prédite estimée simultanément comme un système à deux équations.

Cette absence d'effet de la R&D coïncide avec les observations faites par El Elj et al. (2014) sur les économies maghrébines (Algérie, Maroc et Egypte) et par Benavente (2006) sur les entreprises chiliennes. Aussi, dans leur étude sur l'Afrique du sud, Oerlemans et Pretorius (2006) ne trouvent pas d'effet significatif de l'intensité de l'effort de recherche sur l'activité innovante. Une possible interprétation est que l'utilisation de données en coupe transversale (*cross-section*) réduit à un instant donné, l'observation de l'impact de la variable recherche sur la capacité d'innovation. Cette lecture se trouve renforcée par le fait que dans le cas du manque de moyens de financement interne ou celui du dysfonctionnement du système de crédit, la régularité des dépenses de R&D risque d'être affectée d'une période à l'autre, y compris pour les entreprises qui aspirent à maintenir un niveau élevé d'investissement dans la recherche. Ce n'est qu'en utilisant des données de panel qu'on pourrait capter de telles variations. L'autre explication probable, dans le présent cas, est de dire que les dépenses de R&D des entreprises algériennes n'ont pas atteint une taille critique qui permet d'exercer un effet sur les résultats de l'activité d'innovation. Ces observations font dire à El Elj et Abassi (2014) que l'effet de la R&D est assez limité dans le contexte des PED. Cette situation appelle la politique publique à jouer un rôle plus actif en mettant en place des mécanismes d'incitation et d'aide (impôts-recherche, partenariats; public-privé, petite-grande entreprise, firme locale-firme étrangère, etc.) et en œuvrant à la création de structures de financement plus adaptées aux activités d'innovation comme le crédit impôts recherche, le capital investissement et les Business Angels.

Le coefficient mesurant le lien entre les équations (2) et (3) est égal à 0.956 estimé avec une erreur standard robuste de 0.052. Le test de Wald (basé sur un χ^2) d'absence de corrélation entre l'équation de sélection et l'équation du modèle est significatif au seuil de 1%, ce qui permet de rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle $\rho = 0$ et confirmer par là-même l'intérêt de prendre en compte le problème de sélection dans l'estimation de l'équation de R&D.

De même que la décision d'effectuer de la R&D, les compétences externes jouent un rôle positif et très significatif dans l'engagement de l'entreprise dans l'activité d'innovation de produit. Sur les 423 entreprises constituant l'échantillon, plus de la moitié (238) déclarent améliorer une ligne de produit existante ou introduire un nouveau produit durant l'année 2006. Parmi les 91 entreprises ayant bénéficié du programme de mise à niveau, 30% sont innovantes et 11% sont non-innovantes.

La chance d'être une entreprise innovante se voit multipliée par un facteur de 3.5 en tenant compte uniquement du fait de sa participation à la politique de mise à niveau. Après ajustement par des déterminants de la fonction d'innovation et d'autres variables de contrôle (voir le tableau 2), l'interprétation de l'impact de la politique de mise à niveau sur l'innovation en termes d'effets marginaux moyens (tableau 5, annexe C) à partir du modèle *Probit* (eq. 5) va du reste dans le même sens. Ainsi, une entreprise bénéficiaire du programme de mise à niveau voit sa probabilité d'innover prédite augmenter de 0.21, par rapport à une entreprise qui n'a pas participé au dit programme. En gardant à l'esprit ce résultat qui semble à tous égards robuste, une interrogation demeure cependant posée. Comme on ne dispose pas d'informations sur les stratégies d'innovation des entreprises une fois les compétences externes conférées par la politique de mise à niveau acquises dans différents domaines de l'entreprise, on pourrait continuer à se poser la question si l'effet obtenu perdure avec le temps ou s'il s'agit simplement

d'une variation conjoncturelle. En effet, les entreprises bénéficiaires pourraient bien avoir anticipé les ressources provenant du programme de mise à niveau pour s'engager ponctuellement dans une stratégie d'innovation. La pérennité de cette stratégie ne peut être appréciée que par des enquêtes ultérieures. Par ailleurs, l'information qu'offre l'enquête de 2007 ne permet de construire qu'une mesure incomplète de l'innovation. Malgré que la définition de l'innovation retenue respecte les standards internationaux, la mesure disponible ne porte que sur le volet innovation de produits. Ce choix peut, toutefois, être justifié par des raisons de nature méthodologique. La politique de mise à niveau vise à améliorer les capacités organisationnelles et à renforcer les fonctions dont les entreprises ont besoin pour affronter la concurrence sur le marché international. Il serait donc difficile, sinon impossible, d'identifier l'effet de la mise à niveau sur l'innovation organisationnelle ou de marketing, des domaines que celle-ci vient justement pour renforcer. En revanche, ce n'est pas le cas pour l'innovation de produit. S'il est possible qu'elle soit la résultante du programme de mise à niveau, en termes de contenu il n'y a pas lieu d'une confusion avec celui-ci. Pour une vision plus réaliste de l'innovation, il est hautement recommandable que les futures enquêtes de la Banque mondiale ou les études locales adoptent une définition étendue de l'innovation en intégrant procédé, organisation et marketing. En outre, des aspects spécifiques aux entreprises des PED devraient être davantage explorés, tels que l'apprentissage et les différentes formes de coopération.

Comme c'est le cas dans plusieurs études empiriques antérieures, dans le groupe des sources externes de connaissances, on pourrait s'attendre à un impact positif sur l'innovation tant de l'appartenance à des réseaux professionnels que des acquisitions de technologies sous licence. Les deux variables ne sont pourtant pas significatives dans la présente étude. Dans le premier cas, c'est la nature du réseau qui détermine la capacité de ses membres à exploiter les connaissances qui circulent en son sein. Dans le second cas, l'engagement dans une activité d'innovation reste tributaire de la stratégie de la firme, en dépit de l'acquisition des technologies. S'ajoute à cela les caractéristiques du SNI qui peuvent, favoriser ou non, les interactions entre les différents acteurs de l'économie, à savoir les PME, les grandes entreprises, les institutions de recherche et les structures de financement.

Les NTIC ont en revanche un impact positif et significatif sur la capacité de la firme à mettre en œuvre des innovations de produit. La probabilité d'innover d'une entreprise ayant acquis des NTIC au cours de l'année 2006 dépasse celle des entreprises n'ayant pas fait cet investissement de 0.12. Cette quantité représente l'écart des effets marginaux moyens calculés d'après les probabilités prédites du modèle *Probit*, en fonction de l'acquisition ou non des NTIC, les autres facteurs exogènes étant maintenus à leur niveau moyen. En utilisant les données de Banque mondiale, le même effet positif qu'exerce l'utilisation des nouvelles technologies (acquisition) sur l'innovation est obtenu par Goedhuys et Veugelers (2012) dans leur étude sur des entreprises manufacturières brésiliennes.

L'amélioration des compétences des ressources humaines par la formation, produit un impact positif et significatif sur la probabilité d'innover, toute chose égale par ailleurs. De même que précédemment, l'effet marginal moyen de la formation sur l'innovation des entreprises qui en ont organisé des sessions pour leur personnel durant l'année 2006 s'élève à 0.21 par rapport aux entreprises innovantes mais sans le recours à la formation au cours de la période considérée. Ce constat est conforme avec les résultats d'El Elj et Abassi (2014) sur quatre pays méditerranéens (l'Égypte, la Turquie, la Syrie et la Jordanie).

Les capacités de gouvernance, comme indicateur des attitudes de l'équipe de direction à gérer et organiser les différentes activités de l'entreprise, représentées par la variable audit financier indépendant exerce un impact positif et significatif sur l'innovation. La probabilité d'innover en produit prédite pour les entreprises ayant fait l'objet d'un audit financier indépendant durant l'année 2006, est supérieure en moyenne de 0.30 par rapport à celle de leurs homologues n'ayant

pas été auditées. L'audit financier peut en effet ne pas être informatif en lui-même, mais c'est l'attitude de la firme à demander librement un audit indépendant, autre que la certification obligatoire par un commissaire aux comptes, qui révèle la volonté d'envoyer un signal au marché sur sa conformité à certaines exigences de performance. En effet, au delà de la réduction de l'asymétrie d'information qu'il permet entre les parties prenantes, l'audit externe contribue en tant que mécanisme de gouvernance au contrôle (indirect) de l'action managériale.

Dans la lignée des travaux de l'économie géographique et des analyses portant sur la distribution spatiale des activités d'innovation, la localisation des entreprises ne fait apparaître qu'un seul résultat significatif. Les entreprises localisées dans la région Ouest du pays semblent avoir une moindre probabilité d'innover que les entreprises situées dans la région Centre et Nord (région de référence). Quant aux entreprises localisées à l'Est et dans le Sud du pays, elles ne sont pas statistiquement différentes en matière d'innovation des entreprises du Centre et Nord. Au regard du faible pouvoir explicatif des effets régionaux, il serait prématuré d'affirmer que la localisation géographique des firmes est un déterminant important dans le processus d'innovation dans le cas étudié. Il en reste que la prise en compte de la géographie améliore et complète les modèles sur les déterminants de l'innovation. En effet, en l'absence d'enquêtes représentatives à une échelle régionale, il est difficile de postuler que les données nationales renseignent clairement sur les spécificités régionales en matière d'innovation. Autrement dit, il est central de distinguer si les différences spatiales découlent de disparités dans les caractéristiques structurelles des entreprises locales ou bien d'effets régionaux spécifiques.

Enfin, une analyse de robustesse a été effectuée afin d'apprécier la stabilité et la significativité des résultats obtenus. En l'absence de données complémentaires, l'analyse hors échantillon (*out-of-sample*) n'a pu être effectuée. À la place, plusieurs spécifications de modèles avec différentes formes de variables ont été testées. Comme il est souvent d'usage en économie, le premier critère d'inclusion de variables dans les modèles repose sur les hypothèses théoriques sous-jacentes, dans le cas présent, aux déterminants de la R&D et de l'innovation. En second lieu, le choix de variables s'explique par leur importance relative mise en évidence dans les analyses empiriques antérieures. Par ailleurs, les facteurs exogènes retenus dans les différents modèles ne présentent pas de problèmes de colinéarité, comme le montre en partie la matrice de corrélation (tableau 4, annexe B.) ainsi qu'une analyse complémentaire faite sur les combinaisons linéaires de ces facteurs. La discrimination entre les différentes versions de modèles est guidée en partie par le recours à des indices statistiques tels que les critères d'information d'Akaike (AIC) et bayésien (BIC). Si dans les essais effectués, la significativité de certaines variables peut changer légèrement en fonction des indicateurs choisis, le signe et la significativité de la variable compétences externes demeurent inchangés dans l'ensemble des modèles testés, ce qui témoigne de la robustesse de ce résultat aux différentes spécifications.

4 Conclusion

La présente recherche est partie de la formulation d'une hypothèse selon laquelle l'acquisition de compétences externes, approximées par la mise à niveau de l'entreprise, contribue à sa performance en termes d'innovation.

La vérification de cette hypothèse à partir d'un échantillon d'entreprises industrielles algériennes a montré que dans le cas algérien, à l'instar d'autres PED, l'innovation dépend moins de l'engagement dans les activités de R&D que de la qualité des ressources humaines et de l'investissement dans les NTIC. Le principal résultat demeure sans ambiguïté l'apport des compétences externes qui peuvent se décliner, selon les objectifs recherchés, en plusieurs actions : l'amélioration des techniques managériales, le renouvellement des équipements, l'adoption de nouvelles technologies, l'accroissement de la qualité des ressources humaines par des formations dédiées, l'amélioration de l'accès aux marchés étrangers, etc. Ainsi, la création opportune de chocs de compétences externes pourrait répondre, du moins partiellement, à la problématique de l'absence ou de la faiblesse de l'activité d'innovation au sein des entreprises des PED. La faible capacité d'innovation de ces dernières non seulement constitue un frein important au développement de leur activité à l'international mais limite également leur croissance sur le marché domestique.

En dépit de l'effet macroéconomique mineur que la politique de mise à niveau semble avoir créé à court terme dans le cas algérien, comme l'a souligné le rapport de Bennaceur et al. (2007), la présente recherche montre cependant que l'impact de celle-ci sur la capacité d'innovation des entreprises ayant participé à ce programme s'avère bien réel. Les entreprises qui ont suivi le programme de mise à niveau ont une propension à innover en produit supérieure à celle des entreprises qui n'y ont pas participé.

En reprenant l'interrogation première posée en introduction sur les motivations de l'engagement des entreprises dans une activité innovante, deux éléments de réponse peuvent être avancés. La décision de s'engager dans une activité d'innovation, souvent coûteuse et risquée, dépend en premier lieu de la volonté propre de l'entreprise et des moyens en sa possession, y compris les compétences spécifiques détenues par les ressources humaines. En second lieu, l'environnement dans lequel évolue l'entreprise peut encourager ou entraver une telle décision. Le rôle de la politique publique intervient en ce sens pour augmenter les incitations à innover et éliminer ou en réduire les obstacles. Dans le cas d'absence de cette contribution exogène, la sélection du marché concurrentiel éliminerait tout tissu économique fragile (p. ex. les PME), qui s'est constitué et resté longtemps à l'abri de toute concurrence.

Mais au vu de l'ampleur des problèmes structurels de l'économie locale, la question des moyens consacrés à cette politique et la durée de leur attribution demeure posée. Il reste que l'impact sur le plan macroéconomique d'une telle politique dépend en dernier ressort, d'un contexte institutionnel plus large nécessitant le renforcement des capacités scientifiques et technologiques du pays. En d'autres termes, des actions majeures entrant dans le cadre de la construction du SNI sont nécessaires. Un des enseignements majeurs qu'on peut également tirer à l'issue de cette recherche est que la nature du secteur industriel algérien fortement orienté vers des activités à faible valeur ajoutée avec une part marginale d'entreprises de moyenne-grande taille, explique, d'une part, le rôle limité de l'activité de R&D, et renseigne, d'autre part, sur la complexité de la relation entre R&D et innovation dans le présent cas et dans les PED de manière générale.

Par ailleurs, il est à noter que la mesure de l'innovation disponible dans l'enquête utilisée dans ce travail demeure limitée, car elle touche uniquement les produits, laissant de côté de nombreux aspects non-couverts, liés notamment aux activités de marketing, d'organisation et de coopération. Afin d'améliorer la connaissance sur la pratique de l'innovation par les

entreprises, des enquêtes systématiques, à l'image des séries d'enquêtes européennes CIS, sont nécessaires. Le coût de ces enquêtes et la difficulté particulière d'obtenir des informations auprès des entreprises des PED, laisse cependant présager que c'est aux autorités publiques qu'incombe le rôle de mener ce type d'opérations.

Une des perspectives de ce travail pourrait être une comparaison de la relation structurelle existant entre R&D, innovation et productivité dans les PED. D'un point de vue économétrique, en ayant conscience de l'importance des effets fixes de chaque pays, il serait tout de même intéressant de mener cette démarche comparative entre différents PED afin de mettre en évidence l'existence d'éventuels faits stylisés. Par ailleurs, il serait intéressant de tester la pertinence de l'approche sectorielle dans l'étude de l'innovation dans le cadre notamment de la perspective des Systèmes Sectoriels d'Innovation (SSI) proposée par Malerba (2002). L'analyse sectorielle de l'innovation, en tenant compte du rôle des institutions, des stratégies des acteurs et des processus d'apprentissage, permet selon Touzard (2014) de questionner la recomposition des secteurs et de repenser les conditions de la transformation économique contemporaine. C'est une des questions majeures qu'affrontent actuellement les PED riches en ressources naturelles afin d'assurer leur transition d'économies autocentrées et mono-spécialisées vers des économies ouvertes et plus diversifiées.

Appendices

Annexe A Définition opérationnelle des variables exogènes

Tableau 3 – Construction de mesures pour les variables explicatives

Variables	Sigle	Définition
Recherche et Développement	R&D	La R&D est disponible sous deux formes : continue (dépenses de R&D) exprimée en dinar algérien et dichotomique (déclaration d'engagement dans la R&D).
Taille de l'entreprise	TPE PE ME	Variable indicatrice construite d'après l'effectif employé sous forme de trois classes : TPE [1,9], PE[10,49] (catégorie de référence (réf.)), ME[50, 500]
Âge	Age	Nombre d'années d'existence de l'entreprise à partir de la date de création.
Appartenance à un groupe	Gr	Variable binaire égale à 1 si l'entreprise appartient à un groupe et zéro sinon.
Expérience du dirigeant	ExpDir	Nombre d'années d'expérience que le dirigeant de l'entreprise possède dans le même secteur d'activité, exprimée en logarithme.
Éducation du personnel	Educ	Variable dichotomique égale à 1 si le niveau d'étude moyen du personnel de production est équivalent au secondaire ou plus et zéro si celui-ci correspond au niveau d'études primaire, y compris le collègue.
Formation du personnel	Forma	Variable binaire indiquant si les employés de l'entreprise ont reçu une formation professionnelle durant l'année 2006.
Crédit bancaire	Crédit	Variable binaire indiquant si l'entreprise dispose d'un prêt ou d'une ligne de crédit en cours auprès d'une banque ou d'une institution financière.
Capital étranger	Étranger	Variable dichotomique égale à 1 si une partie du capital de l'entreprise est possédée par une entité étrangère et zéro sinon.
Compétences externes	CE	Variable d'intérêt dichotomique indiquant si l'entreprise a participé au programme de mise à niveau financé conjointement par le gouvernement algérien et l'Union européenne.
Audit financier indépendant	Audit	Variable dichotomique indiquant si l'entreprise a fait l'objet d'un audit financier indépendant durant l'année 2006.
Acquisition d'actifs	AchatAct	Variable indicatrice égale à 1 si l'entreprise a acquis des actifs immobiliers tels que des machines, équipements, véhicules, terrains et bâtiments, et 0 sinon.
NTIC	NTIC	Variable indicatrice de l'utilisation par l'entreprise des moyens de communication modernes (courrier électronique et Site Web) dans les relations avec ses clients et fournisseurs.
Association professionnelle	AssoPro	Variable binaire indiquant si l'entreprise fait partie d'une association, organisation professionnelle, d'une chambre de commerce, ou d'artisanat et des métiers.
Technologie sous-licence	TecLic	Variable muette indiquant si l'entreprise utilise une technologie de production sous licence étrangère.
Secteur	HighTec (i_j)	Variable indicatrice de l'intensité technologique sectorielle. Elle est construite à partir de l'indicateur branches d'activités sous forme de deux classes : secteurs de faible technologie (FT), utilisés comme référence dans les différents modèles et secteurs de moyenne-haute technologie (MHT).
Concurrence	Concur	Variable dichotomique indiquant si le produit principal de l'entreprise fait face à une forte concurrence. Elle est égale à 1 si l'entreprise affronte plus de cinq concurrents et 0 si elle est confrontée à un nombre de concurrents inférieur ou égal à cinq.
Localisation géographique	Région	Variable indicatrice de la localisation régionale de l'entreprise. Quatre indicatrices ont été construites : région Est, région Ouest, région Centre et Nord (réf.) et région Sud.

Annexe B Matrice de corrélation

Tableau 4 – Matrice de corrélation des variables explicatives

Variables	TPE	PE	ME	CE	$\bar{R\&D}$	Âge	High-Tech	Exp-Dir	Asso-Pro	Tech-Lic	Educ	Forma	Audit	NTIC	Achat-Act	Concur	Centre	Est	Ouest	Sud	
TPE	1																				
PE	-0.53 (0.00)	1																			
ME	-0.22 (0.00)	-0.71 (0.00)	1																		
CE	-0.08 (0.10)	-0.19 (0.00)	0.29 (0.00)	1																	
$\bar{R\&D}$	-0.10 (0.05)	-0.15 (0.00)	0.26 (0.00)	0.19 (0.00)	1																
Âge	-0.02 (0.75)	0.03 (0.52)	-0.02 (0.63)	0.08 (0.14)	-0.14 (0.01)	1															
HighTech	-0.04 (0.41)	0.01 (0.92)	0.03 (0.57)	-0.05 (0.31)	0.29 (0.00)	0.01 (0.85)	1														
ExpDir	0.03 (0.58)	-0.06 (0.27)	0.04 (0.42)	0.00 (1.00)	-0.07 (0.20)	0.57 (0.00)	0.05 (0.34)	1													
AssoPro	-0.06 (0.27)	-0.03 (0.63)	0.08 (0.14)	0.16 (0.00)	0.05 (0.34)	-0.00 (0.99)	-0.10 (0.05)	0.01 (0.78)	1												
TechLic	-0.09 (0.07)	0.03 (0.58)	0.04 (0.41)	0.09 (0.08)	0.09 (0.07)	-0.05 (0.37)	0.06 (0.21)	-0.10 (0.06)	0.04 (0.41)	1											
Educ	-0.04 (0.43)	-0.03 (0.56)	0.07 (0.19)	0.10 (0.05)	0.71 (0.00)	-0.17 (0.00)	0.01 (0.90)	-0.16 (0.00)	0.08 (0.10)	0.05 (0.30)	1										
Forma	-0.08 (0.11)	-0.09 (0.09)	0.17 (0.00)	0.23 (0.00)	0.19 (0.00)	-0.01 (0.89)	-0.08 (0.12)	0.01 (0.89)	0.11 (0.03)	0.09 (0.09)	0.09 (0.09)	1									
Audit	-0.10 (0.05)	-0.00 (0.99)	0.09 (0.09)	0.10 (0.06)	0.12 (0.02)	0.03 (0.55)	-0.08 (0.12)	0.00 (0.97)	0.10 (0.06)	0.19 (0.00)	0.08 (0.11)	0.11 (0.03)	1								
NTIC	-0.25 (0.00)	-0.04 (0.39)	0.25 (0.00)	0.16 (0.00)	0.25 (0.00)	-0.06 (0.22)	0.06 (0.26)	-0.01 (0.86)	0.13 (0.01)	0.02 (0.74)	0.16 (0.00)	0.17 (0.00)	0.07 (0.15)	1							
AchatAct	-0.03 (0.51)	-0.05 (0.36)	0.08 (0.11)	0.02 (0.68)	0.15 (0.00)	-0.06 (0.25)	-0.02 (0.76)	-0.00 (0.99)	0.09 (0.09)	0.07 (0.15)	0.10 (0.04)	0.28 (0.00)	0.09 (0.08)	0.21 (0.00)	1						
Concur	0.03 (0.59)	-0.00 (0.97)	-0.02 (0.69)	-0.02 (0.70)	-0.15 (0.00)	0.09 (0.07)	-0.16 (0.00)	0.05 (0.32)	0.03 (0.60)	-0.05 (0.30)	-0.07 (0.19)	-0.09 (0.07)	-0.04 (0.44)	-0.09 (0.07)	-0.07 (0.19)	1					
Centre	0.02 (0.70)	-0.05 (0.31)	0.04 (0.40)	-0.07 (0.16)	0.10 (0.05)	0.18 (0.00)	0.06 (0.27)	0.24 (0.00)	-0.15 (0.00)	-0.01 (0.82)	-0.01 (0.83)	0.09 (0.07)	0.01 (0.86)	0.07 (0.18)	0.07 (0.16)	-0.06 (0.22)	1				
Est	0.08 (0.13)	-0.05 (0.30)	-0.00 (0.95)	0.10 (0.00)	0.10 (0.05)	-0.29 (0.00)	0.00 (0.97)	-0.34 (0.00)	0.17 (0.00)	0.02 (0.74)	0.17 (0.00)	-0.01 (0.85)	0.08 (0.13)	-0.07 (0.16)	-0.04 (0.43)	0.03 (0.59)	-0.55 (0.00)	1			
Ouest	-0.14 (0.01)	0.12 (0.02)	-0.02 (0.72)	-0.10 (0.06)	-0.18 (0.00)	0.04 (0.43)	-0.08 (0.10)	0.07 (0.16)	-0.00 (0.94)	-0.01 (0.92)	-0.12 (0.02)	-0.06 (0.27)	-0.06 (0.23)	0.03 (0.59)	0.02 (0.74)	0.03 (0.58)	-0.50 (0.00)	-0.31 (0.00)	1		
Sud	0.06 (0.22)	0.00 (0.96)	-0.05 (0.29)	0.14 (0.01)	-0.08 (0.14)	0.08 (0.10)	0.02 (0.67)	-0.01 (0.82)	0.00 (0.98)	0.00 (0.98)	-0.07 (0.18)	-0.08 (0.11)	-0.06 (0.26)	-0.06 (0.22)	-0.11 (0.04)	0.03 (0.53)	-0.23 (0.00)	-0.15 (0.00)	-0.13 (0.01)	1	
Nb. obs. :	380																				
p-value :	()																				

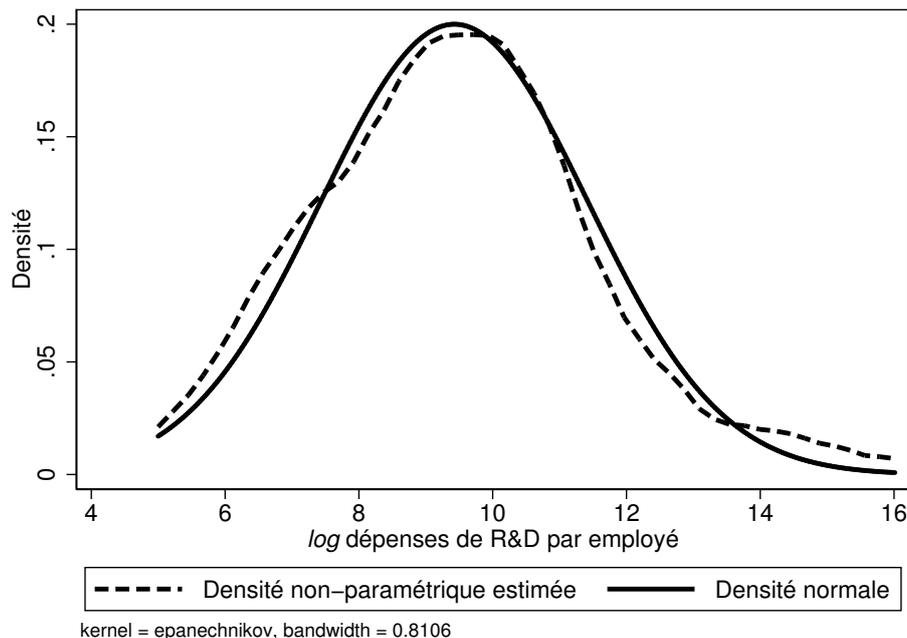
Annexe C Effets marginaux issus de l'équation d'innovation (éq. 5)

Tableau 5 – Effets marginaux moyens calculés d'après le modèle *Probit*

Variabiles ^a	$\frac{\partial y}{\partial x}$	Erreur Standard
Très petites entreprises	-0.065	0.081
Moyennes entreprises	-0.078	0.074
<i>Compétences externes</i>	0.212***	0.065
R&D estimée	-0.011	0.036
Âge	0.001	0.003
Secteur Moyenne-Haute technologie	-0.109	0.066
Expérience du dirigeant	0.053	0.048
Association professionnelle	0.050	0.059
Technologie sous-licence	0.078	0.085
Éducation du personnel	0.053	0.094
Formation du personnel	0.213***	0.071
Audit financier indépendant	0.296***	0.068
NTIC	0.122**	0.061
Achat actifs	0.082	0.059
Concurrence	-0.073	0.063
Région Est	0.0008	0.076
Région Ouest	-0.160**	0.072
Région Sud	0.127	0.102

a. Niveaux de significativité statistique : *** 1%, ** 5%, * 10%.

Graphique 1 – Distribution du logarithme des dépenses de R&D par employé



Bibliographie

- Acs, Z. J. (2000). *Regional innovation, knowledge and global change*. Pinter, London.
- Aghion, P. et Griffith, H. (2005). *Competition and growth*. The MIT Press.
- Aghion, P. et Howitt, P. (1998). *Endogenous growth theory*. The MIT Press.
- Alänge, S., Jacobsson, S., et Jarnehammar, A. (1998). Some aspects of an analytical framework for studying the diffusion of organizational innovations. *Technology analysis and strategic management*, 10(1) :3–21.
- Almeida, P. et Kogut, B. (1997). Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks. *Management science*, 45 :905–917.
- Almeida, R. et Fernandes, A. M. (2008). Openness and technological innovations in developing countries : evidence from firm-level surveys. *Journal of development studies*, 44(5) :701–727.
- Amara, N., Landry, R., et Lamari, M. (2003). Capital social, innovation, territoires et politiques publiques. *Revue canadienne des sciences régionales*, XXVI(1) :87–120.
- Amdaoud, M. (2017). Le système national d'innovation en Algérie : entre inertie institutionnelle et sous-apprentissage. *Innovations*, 2(53) :69–104.
- Amdaoud, M. et Zouikri, M. (2014). Déterminants de l'innovation dans un Système National d'Innovation Emergent (SNIE) : le cas des entreprises algériennes. *Forum Innovation VI*, Université Paris Nanterre, 01-03 Octobre.
- Amsden, A. H. (1989). *Asia's next giant : South Korea and late industrialization*. Oxford University Press, New York.
- Arocena, R. et Sutz, J. (2000). Looking at national systems of innovation from the south. *Industry and innovation*, 7(1) :55–75.
- Arora, A. et Gambardella, A. (1990). Complementarity and external linkages : the strategies of large firms in biotechnology. *The journal of industrial economics*, 38(4) :361–380.
- Audretsch, D. B. et Dohse, D. (2007). Location : A neglected determinant of firm growth. *Review of world economics*, 143(1) :79–107.
- Audretsch, D. B. et Feldman, M. P. (2004). Knowledge spillovers and the geography of innovation, in Henderson, V., Thisse, J.-F.(eds.), *Handbook of regional and urban economics*, pages 2713–2739. Amsterdam, Elsevier.
- Ayyagari, M., Demirgüç-Kunt, A., et Maksimovic, V. (2007). Firm innovation in emerging markets, *World Bank policy research working paper*, 4157 :1-55.
- Balcet, G. et Evangelista, R. (2005). Global technology : Innovation strategies of foreign affiliates in Italy. *Transnational corporations*, 14(2) :53–92.
- Barnay, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*, 17(1) :99–120.
- Becattini, G. (1991). Italian districts : Problems and perspectives. *International studies of management & organization*, 21(1) :83–90.
- Benavente, J. M. (2006). The role of research and innovation in promoting productivity in Chile. *Economics of innovation and new technology*, 15(4-5) :301–315.
- Bennaceur, S., Ben Youcef, A., Ghazouani, S., et M'Henni, H. (2007). Évaluation des politiques de mise à niveau des entreprises de la rive Sud de la méditerranée : les cas de l'Algérie, l'Égypte, le Maroc et la Tunisie. FEMISE Research programme 2006-2007, FEM31-05.
- Blomström, M. et Kokko, A. (2007). From natural resources to high-tech production : The evolution of industrial competitiveness in Sweden and Finland, in Lederman, D. et Maloney, W. F. *Natural resources neither curse nor destiny*, chapter 8, pages 213–256. The World Bank and Stanford University Press.

- Bouhsina, Z. et Huiban, J. (1997). Innovation, qualité du facteur travail et efficacité productive. *Revue économique*, 48(3) :605–614.
- Breschi, S. et Lissoni, F. (2009). Mobility of skilled workers and co-invention networks : an anatomy of localized knowledge flows. *Journal of economic geography*, 9(4) :439–468.
- Brouwer, E., Budil-Nadvornikova, H., et Kleinnecht, A. (1999). Are urban agglomeration a better breeding place for product innovation? an analysis of new product announcements. *Regional studies*, 33(6) :541–549.
- Cabagnols, A. et Le Bas, C. (2002). Differences in the determinants of product and process Innovations : The French case, in Kleinknecht A. and Mohnen, P. (eds), *Innovation and Firm performance*, pages 112–149. Palgrave.
- Castellacci, F. (2008). Technological paradigms, regimes and trajectories : Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research policy*, 37(6-7) :978–994.
- Cockburn, I. et 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.
- Cohen, W. M. (1995). Empirical studies of innovation activities, in Stoneman, P. (1995)(eds.). *Handbook of the economics of innovation and technological change*, blackwell.
- Cohen, W. M. et Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning : the two faces of R&D. *The economic journal*, 99(3) :569–596.
- Cowan, R. et Foray, D. (1997). The economics of codification and the diffusion of knowledge. *Industrial and corporate change*, 6(3) :595–622.
- Crepon, B., Duguet, E., et Mairesse, J. (1998). Research, innovation and productivity : An econometric analysis at the firm level. *Economics of innovation and new technology*, 7(2) :115–158.
- Crespi, G. et Zuniga, P. (2012). Innovation and productivity : Evidence from six latin american countries. *World development*, 40(2) :273–290.
- Cyert, R. et March, J. (1963). *A behavioral theory of the firm*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.
- Dabla-Norris, E., Kersting, E., et Verdier, G. (2010). Firm productivity, innovation and financial development, *IMF Working paper*, 10/49 :1-36.
- Djellal, F. et Gallouj, F. (2000). Le « casse-tête » de la mesure de l'innovation dans les services : enquête sur les enquêtes. *Revue d'économie Industrielle*, 93(1) :7–28.
- Doloreux, D., Zenker, A., et Muller, E. (2009). La perception de l'environnement régional d'innovation par les entreprises de services à forte intensité de connaissance : une comparaison internationale. *Revue d'économie régionale & urbaine*, 2 :347–368.
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of economic literature*, 26(3) :1120–1171.
- Dosi, G., Nelson, R., et Winter, S. (2000). Introduction : The nature and dynamics of organizational capabilities, in Dosi, G., Nelson, R.R. and Winter, S.G. (2000)(eds). *The nature and dynamic of organizational capabilities*, Oxford University Press.
- El Elj, M. (2012). Innovation in Tunisia : Empirical analysis for industrial sector. *Journal of innovation economics & management*, 9(1) :183–197.
- El Elj, M. et Abassi, B. (2014). The determinants of innovation : an empirical analysis in Egypt, Jordan, Syria and Turkey. *Canadian journal of development studies*, 35(4) :560–578.
- El Elj, M., Abderrahim-Ben Salah, K., et Kolster, J. (2014). Innovation et productivité : Analyse empirique pour les pays de l'Afrique du nord. *Note économique*, Banque africaine de

- développement, 1-24.
- Evangelista, R., Perani, G. and Rapiti, F., et Archibugi, D. (1997). Nature and impact of innovation in manufacturing industry : some evidence from the italian innovation survey. *Research policy*, 26,, 26(4-5) :521–536.
- Evangelista, R. et Sirilli, G. (1998). Innovation in the service sector results from the Italian statistical survey. *Technological forecasting and social change*, 58(3) :251–269.
- Evenson, R. E. et Westphal, L. E. (1995). Technological change and technology strategy, in Evenson, R.E., Westphal, L.E. (eds), *Handbook of development economics*, volume 3, pages 2211–2299. Elsevier Science Publishers.
- Falk, M. et Falk, R. (2006). Do foreign-owned firms have a lower innovation intensity than domestic firms? *WIFO working papers*, 275.
- Freeman, C. (1994). The economics of technical change. *Cambridge journal of economics*, 18(5) :463–514.
- Galia, F. et Legros, D. (2004). Complementarities between obstacles to innovation : evidence from france. *Research policy*, 33(8) :1185–1199.
- Galliano, D. et Nadel, S. (2014). Les systèmes sectoriels de l’innovation-produit. Une approche comparative des cinq grands secteurs de l’industrie française, in Boutillier, S., Forest, J., Gallaud, D., Laperche, B., Tanguy, C., Temri, L.(eds), *Principes de l’économie de l’innovation*, pages 291–305. P.I.E. Peter Lang, Bruxelles.
- Geroski, P. A. (1995). *Market structure, corporate performance and innovative activity*. Oxford University Press.
- Goedhuys, M. et Veugelers, R. (2012). Innovation strategies, process and product innovations and growth : Firm-level evidence from Brazil. *Structural change and economic dynamics*, 23(4) :516–529.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., et Peters, B. (2006). Innovation and productivity across four EUROPEAN countries. *Oxford review of economic policy*, 22(4) :483–498.
- Hadhri, W., Arvanitis, R., et M’Henni, H. (2016). Determinants of innovation activities in small and open economies : the Lebanese business sector. *Journal of innovation economics & management*, 3(21) :77–107.
- Hajjem, O., Garrouste, P., et Ayadi, M. (2015). Effets des innovations technologiques et organisationnelles sur la productivité : une extension du modèle CDM. *Revue d’économie industrielle*, 151(3) :101–125.
- Heckman, J. (1976). The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models. *Annals of economic and social measurement*, 5(4) :475–492.
- Kamien, M. I. et Schwartz, N. L. (1982). *Market structure and innovation*. Cambridge university press.
- Karray, Z. et Kriaa, M. (2009). Innovation and R&D investment of Tunisian firms : a two-regime model with selectivity correction. *Economic research forum working paper*, 484.
- Kogut, B. et Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization science*, 3(3) :383–397.
- Krugman, P. (1991). *Geography and trade*. MIT Press, Cambridge.
- Lall, S. et Pietrobelli, C. (2002). *Failing to compete : Technology developement and technology systems in Africa*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Lhuillery, S. et Pfister, E. (2009). R&D cooperation and failures in innovation projects : Empirical evidence from french cis data. *Research policy*, 38(1) :45–57.
- Liu, X. et Wang, C. (2003). Does foreign direct investment facilitate technological progress ? :

- Evidence from Chinese industries. *Research policy*, 32(6) :945–953.
- Lundvall, B. A. (1993). User-producer relationships, national systems of innovation and internationalization, in Lundvall, B.A. (eds), *National Systems of Innovation : Towards a theory of innovation and interactive learning*, pages 45–67. Pinter, London.
- Lundvall, B. A., Johnson, B., Anderson, E. S., et Dalum, B. (2002). National system of production, innovation and competence building. *Research policy*, 31(2) :213–231.
- Maddala, G. et Lee, L.-F. (1976). Recursive models with qualitative endogenous variables. *Annals of economic and social measurement*, 5(4) :525–545.
- Maillat, D. (1992). Milieux et dynamique territoriale de l'innovation. *Revue canadienne des sciences régionales*, 15(2) :199–218.
- Mairesse, J. et Hall, B. H. (1996). La productivité de la recherche et le développement des entreprises industrielles aux États-Unis et en France. *Économie et prévision*, (126) :91–110.
- Mairesse, J. et Mohnen, P. (2010). Using innovation survey for econometric analysis. NBER Working paper series 15857, NBER.
- Mairesse, J., Mohnen, P., Zhao, Y., et Zhen, F. (2011). Globalization, innovation and productivity in manufacturing firms : A study of four sectors of China, in Hahn, C. H., Narjoko, D.(eds), *Globalization and innovation in East Asia*, chapter 7, pages 225–254. ERIA Research Project Report 2010-04, Jakarta : ERIA.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research policy*, 31(2) :247–264.
- Mead, D. C. et Liedholm, C. (1998). The dynamics of micro and small enterprises in developing countries. *World development*, 26(1) :61–74.
- MIM et UE (2017). L'expertise pour la PME et la PME pour la croissance. Résultats et perspectives. Cap-pme, Ministère de l'Industrie et des Mines (Algérie) et Union Européenne.
- Moati, P. (2001). Les stratégies d'adaptation des entreprises : éléments d'analyse. Cahier de recherche, CRÉDOC 160.
- Nelson, R. et Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. The Belknap Press of Harvard University.
- Nonaka, I. et Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company*. Oxford University Press, New York.
- Nordhaus, W. D. (1969). An economic theory of technological change. *The american economic review*, 59(2) :18–28.
- Oerlemans, L. A. G. et 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(11-12) :589–593.
- Pamukçu, T. (2003). Trade liberalization and innovation decisions of firms : Lessons from post 1980 Turkey. *World development*, 31(8) :1443–1458.
- Pamukçu, T. et Cincera, M. (2001). Analyse des déterminants de l'innovation technologique dans un nouveau pays industrialisé : une étude économétrique sur données d'entreprises dans le secteur manufacturier turc. *Économie & prévision*, 4(150-151) :139–158.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change : Towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6) :343–373.
- Penrose, E. (1959). *The theory of the growth of the firm*. Wiley & Sons, New York.
- Prahalad, C. K. et Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard business review*, 68(3) :79–91.
- Raffo, J., Lhuillery, S., et 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. (2014). Perception des obstacles aux activités d'innovation dans les entreprises tunisiennes. *Revue d'économie du développement*, 22(3) :69–98.
- Rahmouni, M., Ayadi, M., et 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.
- Rallet, A. et Torre, A. (2005). Proximity and location. *Regional studies*, 39(1) :47–59.
- Richardson, G. (1972). Organisation of industry. *The economic journal*, 82(327) :883–896.
- Robertson, P. L. et Patel, P. R. (2007). New wine in old bottles : technological diffusion in developed economies. *Research policy*, 36(5) :708–721.
- Rogers, M. (2000). Understanding innovative firms : An empirical analysis of the gaps. *Melbourne Institute Working Paper*, 08/00.
- Romijn, H. et Albadejo, M. (2002). Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast england. *Research policy*, 31(7) :1053–1067.
- Sadowski, B. M. et Sadowski-Rasters, G. (2006). On the innovativeness of foreign affiliates : Evidence from companies in the netherlands. *Research policy*, 35(3) :447–462.
- Sánchez, I. D., Juliao Rossi, J. L., et Zuluaga Jiménez, J. C. (2013). The relationship between external networks and innovator performance of SMEs in Colombia : An analysis of moderator role of industrial environment. *Estudios gerenciales*, 29 :339–349.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. New York : Harpar.
- Simon, H. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarterly journal of economics*, 69(1) :99–118.
- Stieglitz, N. et Heine, K. (2007). Innovations and the role of complementarities in a strategic theory of the firm. *Strategic management journal*, 28(1) :1–15.
- Sternberg, R. et Arndt, O. (2001). The firm or the region : What determines the innovation behavior of european firms? *Economic geography*, 77(4) :364–382.
- Teece, D., Pisano, G., et Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal*, 18(7) :509–533.
- Temri, L. (2014). Stratégies d'entreprises et systèmes sectoriels d'innovation, in Boutillier, S., Forest, J., Gallaud, D., Laperche, B., Tanguy, C., Temri, L.(eds), *Principes de l'économie de l'innovation*, pages 263–276. P.I.E. Peter Lang, Bruxelles.
- Touzard, J.-M. (2014). Les approches sectorielles de l'innovation, in Boutillier, S., Forest, J., Gallaud, D., Laperche, B., Tanguy, C. et Temri, L.(eds), *Principes de l'économie de l'innovation*, pages 235–245. P.I.E. Peter Lang, Bruxelles.
- Van Beverenb, I. et Vandebusschea, H. (2010). Product and process innovation and firms decision to export. *Journal of economic policy reform*, 13(1) :3–24.
- Veugelers, R. et Cassiman, B. (1999). Make and buy in innovation strategies : evidence from Belgian manufacturing firms. *Research policy*, 28(1) :63–80.
- Von Hippel, E. (1988). *Sources of innovation*. Oxford University Press.
- Von Hippel, E. (1994). « Sticky information » and the locus of problem solving : Implications for innovation. *Management science*, 40(4) :429–439.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic management journal*, 5(2) :171–180.
- Williamson, O. E. (1975). *Markets and hierarchies : Analysis and antitrust implications*. Free Press, New York.
- Zouikri, M. (2008). *Stratégies de R&D et innovation dans l'industrie pharmaceutique en France. Une étude économétrique sur données individuelles*. Thèse, Université Paris Dauphine.