

LES DÉTERMINANTS DE L'ACTIVITÉ DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT DES ENTREPRISES MANUFACTURIÈRES TUNISIENNES

Oifa CHEHAIDER *

***Résumé** - Notre étude se propose d'évaluer à l'aide d'un modèle probit le rôle des principaux déterminants de l'activité de Recherche et Développement (R&D) des entreprises manufacturières tunisiennes. Les estimations montrent que les canaux de transfert technologique tels que l'exportation, l'IDE et les alliances technologiques influencent positivement l'activité de R&D des entreprises. En particulier, les alliances technologiques constituent la source la plus importante de l'apprentissage inter-entreprises. Les résultats obtenus mettent en relief la relation de complémentarité entre l'ouverture commerciale d'une part, les IDE et les alliances technologiques, d'autre part. De plus, il est vérifié qu'une amélioration du niveau de qualification de la main-d'œuvre augmente l'effort technologique des entreprises. Nous mettons aussi l'accent sur les interactions positives du capital humain avec les différents canaux de transfert technologique. Nous avons trouvé que l'activité de R&D domestique est plus sensible à l'interaction entre le capital humain et l'IDE. En outre, notre étude empirique précise que l'engagement dans un programme de mise à niveau et la réalisation de la certification peuvent être des facteurs importants du développement de la capacité d'absorption technologique des entreprises tunisiennes.*

Mots-clés : ACTIVITÉ DE R&D, TRANSFERT TECHNOLOGIQUE, TUNISIE, CAPACITÉ D'ABSORPTION.

JEL Classification : O14, O55

L'auteur tient à remercier les rapporteurs de la revue pour leurs avis et remarques constructives.

* Assistante à la Faculté de Droit et des Sciences Economiques et politiques de Sousse, membre du laboratoire Prospective, Stratégie et Développement Durable (PS2D), Tunisie.

1. INTRODUCTION

L'activité de R&D domestique constitue la source principale de l'accumulation des connaissances et de la croissance de la productivité. La relation de causalité entre les dépenses de R&D et la productivité a été montrée dans différentes études (Lichtenberg et Siegel, 1991 ; Hall et Mairesse, 1995 ; Nadiri et Kim, 1996). Il est donc très important d'identifier les déterminants de l'activité de R&D, étant donné son rôle dans l'amélioration de la capacité technologique et la compétitivité des entreprises.

De surcroît, l'activité de R&D dans les pays en voie de développement est de nature particulière. Celle-ci consiste principalement à utiliser, adapter et assimiler les technologies transférées. Les pays en développement devraient donc profiter des gains dynamiques accompagnant leur stratégie d'ouverture internationale pour mener à bien leur processus de rattrapage technologique. La Tunisie constitue de ce point de vue un champ d'analyse qui peut être éclairant étant donné la stratégie de libéralisation commerciale suivie par ce pays, ainsi que l'évolution enregistrée au cours de ces dernières années dans son système de recherche. En effet, la Tunisie s'est engagée depuis le milieu des années 1980 dans un programme de libéralisation et d'ajustement structurel cherchant à établir les mécanismes du marché, la liberté du commerce intérieur et extérieur, à encourager l'initiative privée et à activer la privatisation des entreprises publiques. En juillet 1995, elle a signé un accord de libre échange avec l'UE qui est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2008. D'un autre côté, les indicateurs de R&D et d'innovation en Tunisie montrent une progression. Les dépenses intérieures de R&D (DIRD) représentent 1% du PIB en 2004, et il est prévu d'atteindre 1,25% en 2009 (MRSTDC¹, 2006). La dépense de R&D des entreprises en proportion du PIB est de 0,13 %, et il est attendu d'arriver à 0,24 % en 2009 (Tableau de bord européen de l'innovation, 2005)². Le nombre de chercheurs par mille actifs a augmenté passant de 2,14 en 1998 à 3,88 en 2004 (MRSTDC, 2006).

L'objet de ce travail est d'identifier les principaux déterminants de l'activité de R&D des entreprises tunisiennes. L'engagement des entreprises dans les activités de recherche est conditionné par l'existence d'une capacité d'absorption technologique. Cette dernière est composée de plusieurs facteurs à savoir les sources étrangères des connaissances technologiques, le capital humain et les facteurs institutionnels. Nous cherchons, dans le cadre de ce travail, à évaluer l'impact de ces différents facteurs sur l'activité de R&D des entreprises manufacturières tunisiennes, à l'aide d'un modèle économétrique dichotomique. De plus, nous nous attachons à vérifier les effets croisés des différentes composantes de la capacité d'absorption sur les efforts technologiques des entreprises tunisiennes, afin de mettre en relief l'aspect interactif du processus d'apprentissage découlant de l'activité de R&D.

¹ Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétences.

² Cité dans MRSTDC (2006).

Nous présentons dans une section 2 les différents cadres théoriques analysant l'activité de R&D. Dans une section 3, nous nous attachons à mettre en exergue le rôle de la capacité d'absorption technologique dans l'accumulation des activités de R&D. Dans une section 4, nous présentons notre modèle empirique et les résultats obtenus à partir des estimations économétriques d'un modèle probit.

2. LES CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ DE R&D

Kay (1988) a distingué quatre caractéristiques de l'activité de R&D. Premièrement, la non spécificité, dans la mesure où, les connaissances produites ne sont pas spécifiques aux produits ou à la firme. L'activité de R&D est génératrice d'externalités qui varient selon la nature des activités des entreprises. En second lieu, l'investissement en R&D demande une période de maturation avant de conduire à des gains de productivité. Il y a donc un décalage entre les coûts consentis et le résultat attendu. En troisième lieu, l'incertitude est la caractéristique la plus marquante, elle touche tous les niveaux, les résultats de la recherche, leur nature, le champ d'application des nouvelles connaissances, les coûts consentis et les profits potentiels. Finalement, l'activité de R&D est coûteuse, étant donné les ressources humaines et financières spécialisées qui sont nécessaires.

La littérature économique a envisagé deux types de modèles d'innovation : les modèles linéaires et les modèles systémiques. Le modèle d'innovation linéaire est tel que la recherche fondamentale est suivie par la recherche appliquée, elle-même suivie par l'innovation. Ce type de modèle est retenu par la théorie de la croissance endogène³. Il est plus adapté au cas des pays développés qui possèdent les ressources financières pour investir dans les activités de recherche scientifique.

Le modèle linéaire de l'innovation induite par la science comporte plusieurs défauts. L'un des plus évidents est que cette conception du progrès technique ne peut pas être appliquée au cas des PVD. L'offre de technologie dans ces pays est largement inexistante. L'activité technologique consiste seulement à adopter la technologie étrangère et l'adapter aux conditions locales. Cette insuffisance a conduit à chercher une autre approche, un modèle de l'innovation tirée par la demande. Il s'agit toujours d'un modèle linéaire, mais l'innovation n'est plus considérée comme le fruit de la recherche scientifique mais plutôt comme un phénomène induit par la demande du secteur privé (CNUCED, 2007). Le progrès technique dans les PVD est principalement initié par le secteur manufacturier et repose sur des boucles de rétroaction entre les secteurs utilisateurs et producteurs de technologies. Ces derniers tentent de trouver des réponses aux problèmes spécifiques qui se posent dans le système productif (Pautrel, 1994).

³ Romer (1990) est le premier modèle de croissance endogène qui a explicitement modélisé l'activité de R&D.

Toutefois, les modèles linéaires de l'innovation induite par la science ou tirée par la demande présentent l'activité de R&D d'une façon très simplifiée. Celle-ci découle principalement d'un calcul rationnel qui permet aux firmes de décider d'investir ou non dans les activités de recherche en fonction des profits anticipés. Ces modèles ne présentent pas le comportement de création de connaissances propre aux firmes. Ces dernières sont supposées identiques et font face à un environnement similaire. Dans l'analyse néoclassique, les firmes sont soumises à une rationalité substantive, en négligeant le manque d'information. Pour cela, nous considérons que l'approche conventionnelle ne constitue pas le cadre le plus approprié pour l'analyse de la R&D, étant donné que les firmes opèrent dans un univers incertain.

Les modèles linéaires d'innovation se sont donc focalisés sur les problèmes d'allocation en négligeant le rôle du contexte socioéconomique national sur le comportement des firmes. D'où l'approche du système d'innovation national (SIN) qui tient compte de cet aspect. Le SIN est défini comme le réseau des institutions publiques et des secteurs privés dont les activités et les interactions initient, importent, modifient et diffusent de nouvelles technologies (Freeman, 1987). Il consiste en un ensemble de liens fonctionnant concrètement entre les entreprises considérées comme ferment de la technologie et le milieu institutionnel qui les encadre (Hanel et Niosi, 1998).

L'approche du SIN est plus pertinente dans l'analyse de la R&D, particulièrement pour les pays en voie de développement. En effet, l'investissement dans la R&D dans ces pays n'a pas pour objectif de proposer des produits et procédés nouveaux dans le monde mais de produire des apprentissages⁴. Ce courant évolutionniste a rejeté l'idée de la firme représentative formulée par l'approche conventionnelle, tout en insistant sur l'hétérogénéité des firmes dans les comportements et les structures. Les évolutionnistes ont avancé plusieurs arguments pour expliquer cette hétérogénéité. En particulier, ils ont soulevé le problème du manque d'information qui mène les firmes à adopter «la rationalité procédurale» (Simon, 1976) qui s'intéresse aux procédures suivies par les firmes pour déterminer leurs choix et non seulement les résultats finals. Le processus d'apprentissage et de création de connaissances est donc basé sur une succession d'essais et d'erreurs.

L'hétérogénéité des firmes se trouve de plus renforcée avec la prise en compte de l'aspect tacite et idiosyncrasique des connaissances technologiques (Nelson et Winter, 1982). En effet, la connaissance technologique ne peut pas être réduite à des informations non exclusives et non appropriables, elle est aussi privée et spécifique. Dosi (1988) a distingué différents aspects de la connaissance basés sur trois oppositions. Premièrement, la connaissance est à

⁴ Bellon (1997) a distingué sept formes d'apprentissage : apprentissage par l'étude, par la recherche, par l'expérience, par les autres, par la pratique et par l'évaluation. Selon l'auteur, ces différentes formes d'apprentissage dépendent à la fois de la nature des questions à résoudre et des types d'actions-interactions dans lesquels les acteurs sont impliqués.

caractère scientifique universel, mais aussi lié à des contextes spécifiques. En deuxième lieu, la connaissance peut parfois faire l'objet d'une présentation formelle, parfois c'est impossible, il s'agit de connaissance tacite. Finalement, la connaissance possède un caractère à la fois public et privé.

L'aspect idiosyncrasique des connaissances signifie que celles-ci sont spécifiques à des individus, des organisations ou des applications particulières. Par conséquent, les activités de R&D sont basées sur un processus d'apprentissage long, coûteux, et spécifique à la firme. L'apprentissage exige des efforts conscients, délibérés et séquentiels pour rassembler de nouvelles informations, pour mettre les nouvelles technologies à l'épreuve, créer de nouvelles compétences et procédures opérationnelles et nouer de nouvelles relations avec l'extérieur (Rapport sur le Développement Industriel, 2003).

3. LE RÔLE DE LA CAPACITÉ D'ABSORPTION

L'investissement dans les activités de R&D nécessite un accroissement des capacités d'absorption technologique, définies selon Cohen et Levinthal (1989) comme l'aptitude de l'entreprise à choisir, assimiler et exploiter la diffusion des connaissances étrangères. L'idée de capacité d'absorption a été établie aussi par Abramovitz (1986, 1994) qui a adopté les expressions de «capacité sociale» et de «capacité technologique». Selon l'auteur, la capacité sociale couvre les niveaux généraux d'éducation et des institutions financières, commerciales, et industrielles, alors que la capacité technologique correspond aux aptitudes propres au pays pour assimiler, d'une façon efficace, les technologies avancées.

Le processus de développement des capacités d'absorption des nouvelles technologies n'est pas nécessairement le même pour tous les pays. Il est très dépendant des facteurs propres au pays. Donc, les politiques de développement de la capacité d'absorption doivent être modulées en fonction du patrimoine technologique du pays. Cependant, malgré la spécificité des activités de R&D, il existe des facteurs plus au moins standard à tous les pays qui conditionnent le développement technologique à savoir les sources étrangères des connaissances, le capital humain, les politiques publiques et le cadre institutionnel.

Les canaux de transfert technologique constituent la source la plus importante de développement de la capacité d'absorption. En effet, les activités de R&D dépendent principalement des liens noués avec l'extérieur. Plusieurs travaux se sont intéressés à montrer l'importance du rôle de la technologie transférée dans le développement des activités de recherche domestiques.

Grossman et Helpman (1991) ont établi une relation directe entre l'ouverture commerciale et le transfert des technologies. Les auteurs ont considéré que les flux de connaissances technologiques de l'étranger sont liés à l'intensification du commerce extérieur. Ils ont montré que l'augmentation des échanges internationaux des biens tangibles facilite l'échange des idées intangibles. En effet, en situation de libre échange le secteur de R&D dépend non seulement des connaissances domestiques, mais aussi de celles provenant

de l'étranger. C'est ainsi que Rivera-Batiz et Romer (1991) ont montré que l'importation des biens d'équipement se traduit par une augmentation du savoir qui stimule le rendement du secteur de R&D en réduisant le coût d'innovation, ce qui accélère le taux d'accumulation des connaissances. Il s'agit du *labequipment model* dans lequel l'expansion des activités de R&D domestique n'est possible qu'à travers l'échange des biens d'équipement. Barro et Sala-I-Martin (1995) et Connolly (1997) ont également montré que l'importation des biens intermédiaires stimule la probabilité d'imitation au Sud.

Au niveau empirique, un grand nombre d'études ont montré que l'importation des biens d'équipement et des biens intermédiaires est un moyen efficace d'acquisition des nouvelles technologies (Coe et Helpman, 1995 ; Coe, Helpman et Hoffmaister, 1997 ; DeLong et Summer, 1993 ; Dessus, 1999 ; et Savvides et Zachariadis, 2005...).

Les nouvelles technologies peuvent être transmises également à travers les exportations. En effet, la concurrence internationale oblige les entreprises exportatrices à respecter les normes de qualité et les incite à l'efficacité. Feder (1983) a présenté les fondements théoriques de la relation entre exportation et croissance de la productivité. L'auteur montre que le secteur exportateur est plus productif que le secteur protégé dans la mesure où il est soumis à une concurrence plus intense. De plus, le secteur exportateur génère des externalités qui stimulent la productivité du secteur protégé.

D'un autre côté, les études empiriques qui ont cherché à examiner le rôle des exportations dans le transfert des technologies, se sont intéressées à confirmer les liens bidirectionnels entre l'exportation et la productivité. En d'autres termes, il s'agit de vérifier si les entreprises exportatrices sont les plus performantes (hypothèse d'auto-sélection) et de mettre en évidence les effets de *learning-by-exporting* c'est-à-dire que les entreprises deviennent plus performantes après avoir commencé à exporter. Wagner (2007), en se basant sur une revue de la littérature empirique couvrant 45 études menées au niveau microéconomique, basées sur les données de 33 pays et effectuées durant la période 1995-2006, conclut que l'hypothèse d'auto-sélection est souvent vérifiée, alors que les exportations ne contribuent pas nécessairement à une amélioration de la productivité. Il est évident que l'auteur a abouti à une conclusion générale à partir de données très hétérogènes relatives à plusieurs pays. Il est plus important de se focaliser sur l'expérience de chaque pays séparément pour identifier les mécanismes qui conduisent aux effets de *learning-by-exporting*.

Un autre canal à travers lequel les nouvelles technologies peuvent être transférées est l'IDE. La relation entre l'IDE et le transfert technologique est complexe dans la mesure où elle dépend de la nature de l'investissement, du comportement des firmes multinationales et de la capacité d'absorption technologique du pays d'accueil. Findlay (1978) a montré que l'écart technologique se présente pour les pays retardataires comme une opportunité pour bénéficier des externalités technologiques découlant des IDE. Par contre, Glass et Saggi (1999) et Kokko (1994) retiennent que l'IDE peut être un moyen

efficace de transfert technologique si le pays récepteur se caractérise par un écart technologique faible et une capacité d'absorption technologique bien développée.

Par ailleurs, l'assimilation des nouvelles technologies dépend de la disponibilité de la main d'œuvre qualifiée. En effet, le capital humain est une source importante d'externalités et de progrès technique (Lucas, 1988). Pissarides (1997) au moyen d'une extension du modèle de Romer (1990) a montré que le taux d'imitation au Sud dépend de l'interaction entre la quantité du capital humain disponible et le degré d'ouverture commerciale. Keller (1996) a montré aussi que l'importation de nouvelles technologies à elle seule ne peut pas augmenter le taux de croissance de long terme, elle doit être associée à une accumulation du capital humain à un taux relativement plus élevé que celui en situation d'autarcie. L'auteur a mis l'accent sur l'importance du rôle du capital humain dans le développement de la capacité d'absorption technologique.

Selon la CNUCED (2007), trois types de politiques sont nécessaires pour améliorer la capacité d'absorption technologique. Premièrement, il faut faire un effort d'éducation et de formation pour accroître le volume de main d'œuvre qualifiée. Deuxièmement, il faut offrir des incitations pour promouvoir la mise en place de mécanismes systématiques d'apprentissage technologique et d'innovation dans les entreprises nationales. Troisièmement, il faut créer un nouvel ensemble d'institutions pour développer la diffusion des connaissances entre les entreprises domestiques, les filiales d'entreprises étrangères et les entreprises locales, ainsi qu'entre celles-ci et le reste du monde.

4. LA SPÉCIFICATION EMPIRIQUE

Notre analyse empirique est menée au niveau microéconomique en exploitant les données d'une enquête⁵ d'innovation effectuée en 2002 au près de 186 entreprises appartenant au secteur manufacturier tunisien, employant plus de 10 salariés. L'objectif de l'enquête est de présenter la capacité d'absorption technologique des entreprises tunisiennes en 2002, et les mesures qu'elles vont adopter après pour développer leur capacité d'absorption et faire face à la concurrence nationale et internationale.

En particulier, l'enquête a cherché à montrer les conséquences de la première phase du programme de mise à niveau (PMN), démarré en 1996 avec la mise en œuvre du IX^{ème} plan de développement (1996-2001) et l'instauration

⁵ Cette enquête s'inscrit dans le cadre d'un projet national mobilisateur, intitulé « Capacités technologiques et compétitivité industrielle dans une économie ouverte », financé par le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique et de la technologie. Ce projet cherche à étudier l'évolution de la capacité d'absorption technologique des entreprises tunisiennes du secteur manufacturier et leur compétitivité industrielle avec l'entrée en vigueur de l'accord de la ZLE depuis le 1^{er} janvier 2008.

de la ZLE. Le PMN est défini comme un processus continu qui vise à préparer et adapter l'entreprise et son environnement aux exigences du libre échange. Les mesures inscrites dans un tel programme ont pour objet de lever certaines contraintes qui altèrent le climat des affaires (institutions, réglementations,...), d'inciter les entreprises à devenir compétitives en termes de coûts, qualité, innovation et, enfin, de renforcer la capacité de ces mêmes entreprises à suivre et maîtriser l'évolution des techniques et des marchés (Bougault et Filipiak, 2005).

4.1. La présentation du modèle

L'objectif de notre modèle est d'identifier les principaux déterminants de l'activité de R&D domestique. Nous considérons que les canaux de transfert technologique à savoir l'ouverture commerciale, l'IDE et les coopérations entre entreprises sont des sources importantes d'apprentissage technologique. Nous cherchons, également, à mettre en évidence le rôle du capital humain et des facteurs institutionnels dans l'expansion des activités de R&D domestique.

La variable expliquée est l'activité de R&D structurée dans un département. Il s'agit d'une variable binaire, dans la mesure où le questionnaire de l'enquête permet de distinguer les entreprises qui comportent un département de R&D de celles qui n'en possèdent pas. En effet, l'existence d'un département de R&D implique que l'entreprise est engagée d'une façon continue et organisée dans des activités innovatrices. Ce département n'est pas nécessairement consacré à amener des percées technologiques. Même dans les pays développés, la R&D tend à suivre, copier et adapter les innovations d'autrui; et, dans les pays en développement, le principal rôle de la R&D est d'utiliser les technologies importées comme effet de levier, de les adapter et de les améliorer et d'apprendre (Rapport sur le Développement Industriel, 2003).

Soixante entreprises, soit 32,3 % de la population étudiée déclarent avoir un département de R&D⁶. 61,7 % des entreprises qui ont entrepris des activités de R&D ont considéré que le rôle du département de R&D est d'analyser le processus de production. 58,3 % des entreprises attribuent au département de R&D le rôle de concevoir de nouveaux produits, 35 % seulement des entreprises considèrent que le département de R&D permet de s'initier aux nouvelles technologies. Pour le rôle d'achat et d'analyse du contenu des brevets et des licences, il est déclaré seulement par 6,7 % des entreprises. Pour les entreprises qui n'ont pas un département de R&D, 53,2 % ont déclaré que cela s'explique par la faible taille de l'entreprise, 34,9 % par le coût élevé de la gestion d'un tel département, 39,7 % ont indiqué que la nature du bien produit ne nécessite pas la création d'un tel département.

⁶ Les entreprises qui ne possèdent pas un département de R&D structuré entreprennent des activités de R&D d'une façon informelle, soit 49,46 % des entreprises enquêtées.

Les variables explicatives⁷

L'exportation (EXP). Parmi les entreprises enquêtées, 129 entreprises, soit un pourcentage de 69,4 % ont décidé de vendre leur produit sur les marchés étrangers. La variable exportation est non seulement une mesure du degré d'ouverture commerciale, mais peut aussi exprimer l'existence d'externalités technologiques internationales. Parmi les entreprises exportatrices, 40,3 % disposent d'un département de R&D.

La part des biens d'équipement importés (IMP%). L'importation des biens d'équipement constitue le mode de transfert technologique le plus adopté par les entreprises tunisiennes. Les données de l'enquête ont montré que la plupart des entreprises sont importatrices de biens d'équipement (93,5 % du total de l'échantillon). Pour 55,9 % des entreprises, les équipements sont totalement importés. 33,3 % des entreprises importatrices de biens d'équipement disposent d'un département de R&D.

L'investissement direct étranger (IDE). 20 entreprises, soit 10,8 % de la totalité des entreprises enquêtées, ont profité de transferts de technologie via l'IDE. 60 % des entreprises qui ont opté pour ce mode de transfert possèdent un département de R&D. Ce résultat exprime la corrélation positive entre la R&D et l'IDE.

L'alliance technologique (ALLITECH). Les données de l'enquête indiquent que 18 entreprises ont réussi à établir des alliances technologiques avec des entreprises étrangères, soit 9,7 % des entreprises enquêtées. 61,1 % des entreprises qui ont pu établir des alliances technologiques ont investi dans les activités de R&D.

Les joint ventures (JOINT). 11 entreprises seulement, soit 5,9 % des entreprises enquêtées, ont créé des joint ventures avec des entreprises étrangères. 27,3 % des entreprises qui ont établi une relation de joint venture possèdent un département de R&D.

Le taux de qualification de la main d'œuvre (QUALIF%). Il est mesuré par la part des cadres supérieurs et des cadres moyens (administratifs et techniques) dans l'effectif total de l'entreprise. Le taux moyen de qualification pour l'ensemble des entreprises enquêtées est de 20 %. 107 entreprises considèrent que leur main d'œuvre actuelle est capable de réaliser leurs projets, soit 57,5 % des entreprises enquêtées. La satisfaction est encore plus élevée pour les entreprises qui possèdent un département de R&D.

L'efficacité de l'intervention de l'Etat (INTERVETAT). Le rôle de l'Etat est fondamental pour améliorer la capacité d'absorption technologique et stimuler la R&D car la plus grande partie du tissu industriel tunisien est constituée de petites et moyennes entreprises. 139 entreprises, soit 74,7 % des

⁷ La plupart des variables explicatives sont des variables qualitatives à l'exception de la part des biens d'équipement importés et du taux de qualification de la main d'œuvre.

entreprises enquêtées ont considéré que l'intervention de l'Etat favoriserait l'acquisition de technologies. 78,3% des entreprises qui possèdent un département de R&D ont déclaré que l'intervention de l'Etat est favorable en la matière.

Le cadre législatif (LEGIS). L'intervention gouvernementale est importante pour créer un cadre institutionnel qui stimule l'innovation technologique. En se basant sur les données de l'enquête, 98 entreprises, soit 52,7 % des entreprises enquêtées ont considéré que la législation tunisienne favorise le développement technologique. Ce point de vue est partagé par 54,2 % des entreprises qui ont investi dans des activités de R&D.

Le programme de mise à niveau (PMN). Il est considéré comme un des programmes d'appui à l'innovation, qui permet aux entreprises de renforcer leurs capacités à suivre et maîtriser l'évolution des technologies. Pour cela, il est important de distinguer les entreprises qui se sont engagées dans ce programme des autres. L'enquête a indiqué que 52,7 % de la totalité des entreprises enquêtées se sont engagées dans le PMN. Ce pourcentage s'élève à 71,7 % pour les entreprises qui possèdent un département de R&D. Il apparaît donc une certaine corrélation entre l'activité de R&D et l'engagement dans le PMN.

La certification (CERTIF). Un élément important de l'infrastructure technologique est représenté par les organismes chargés de l'assurance de qualité et l'appui dont disposent les entreprises pour gérer la qualité (CNUCED, 1999). 64 entreprises, soit 34,4 % des entreprises enquêtées ont réussi à certifier leurs produits et leurs procédés de fabrication. Ce pourcentage s'élève à 51,7 % pour les entreprises qui possèdent un département de R&D.

L'intensité de R&D (IRD %). Elle est mesurée par la part consacrée à la R&D dans le chiffre d'affaires de l'entreprise. Cet indicateur permet d'évaluer les efforts consentis par les entreprises pour absorber, adapter et produire des nouvelles connaissances. Il convient de noter que cette variable a été rejetée car non seulement son effet est non significatif, mais en plus elle réduit le nombre des observations (38 seulement) ce qui affecte la significativité et change le signe des coefficients de certaines variables.

4.2. Les résultats

Compte tenu de la nature qualitative des variables, un modèle probit est utilisé pour mesurer les effets de ces différents déterminants de l'activité de R&D. L'estimation du modèle a été effectuée en utilisant le logiciel STATA8. L'ensemble des résultats sont reportés dans les tableaux présentés en annexe.

Le modèle montre que les entreprises exportatrices ont une plus grande probabilité d'entreprendre des activités de R&D. En effet, une augmentation de la variable exportation de 10 % accroît la probabilité pour les entreprises d'avoir un département de R&D de 1,78 % (Modèle 1). Ce résultat implique que les effets de *learning by exporting* sont validés dans le cas des entreprises manufacturières tunisiennes. Ce résultat correspond à celui obtenu dans d'autres

pays par un certain nombre d'études (Isgut et Fernandes, 2007 ; Clerides et al., 1998 ; Bee et al., 1998 ; Braga et Willmore, 1991...).

Il est à noter que la relation entre la R&D et l'exportation est bidirectionnelle, c'est-à-dire que non seulement l'exportation stimule l'activité de R&D, mais aussi que cette dernière améliore les performances en termes d'exportation des entreprises manufacturières tunisiennes. Nous avons trouvé un coefficient positif et significatif de la variable R&D dans la régression décision d'exportation. Dans ce cadre, l'utilisation d'un modèle probit bivarié permet de tenir compte des liens de réciprocité entre la R&D et l'exportation. Les résultats de l'estimation ne sont pas reportés dans cet article car nous nous sommes consacrés ici à spécifier les déterminants de l'activité de R&D.

La variable importation des biens d'équipement (IMP) exerce un effet non significatif sur l'activité de R&D. Ce résultat ne permet d'affirmer ni la relation de complémentarité entre les biens d'équipement importés et l'activité de R&D domestique, ni l'effet de substitution lorsque celle-ci est remplacée par les technologies importées⁸. Kumar et Saqib (1996) ont abouti à un résultat identique pour le cas des entreprises indiennes.

D'un autre côté, nous montrons que les entreprises tunisiennes qui ont opté pour le mode de transfert technologique via les IDE ont plus de probabilité d'investir dans les activités de R&D. Ceci implique que les IDE constituent un canal important de développement technologique des entreprises tunisiennes. Une augmentation de 10 % de la variable IDE accroît la probabilité d'avoir un département de R&D de 2,9 %. Une relation de ce type est aussi dégagée dans des PVD par Almeida et Fernandes (2006) et Arnold et Javorcik (2005).

Les résultats obtenus font apparaître que les alliances technologiques sont une source importante d'apprentissage interfirmes. Un accroissement de la variable ALLITECH de 10% augmente la probabilité d'entreprendre la R&D de 3,48 %. Cela vérifie l'étude de Bellon et al. (2003), effectuée sur 55 entreprises tunisiennes et égyptiennes, qui montre que 40 d'entre elles ont cherché à travers les alliances technologiques à acquérir le savoir faire technologique. Par contre, l'impact des joint ventures sur l'activité de R&D est négatif et non significatif⁹.

Par rapport aux différents canaux de transfert technologique introduits dans la régression, il est à remarquer que les alliances technologiques constituent la source la plus importante du progrès technique pour les entreprises tunisiennes, dans la mesure où l'effet marginal de la variable ALLITECH est relativement le plus élevé. Selon la CNUCED (2007), les formes de transfert de technologie qui impliquent une interaction continue entre

⁸ Chehaider (2008) a mis en évidence que l'importation des biens d'équipement est la source la plus importante de l'innovation pour les entreprises manufacturières tunisiennes.

⁹ Bellon et al. (2003) ont constaté qu'un bon nombre des joint ventures Nord-Sud ont pour objet de produire des ensembles de composants pour l'exportation ou des produits finis pour le marché local. L'objectif de la firme du Nord est donc de réduire les coûts même si la joint venture est destinée à entreprendre des activités plus intensives en technologie.

l'acquéreur et le fournisseur sont celles qui ont le plus de chances d'être efficaces pour la diffusion du savoir. La principale raison en est que presque toutes les technologies comportent une partie de savoir tacite et que les connaissances tacites sont celles qu'il est le plus difficile de transmettre. C'est essentiellement par une interaction suivie entre les différents agents que se transmet le savoir tacite. Il s'ensuit que la coopération entre les entreprises locales et étrangères qui implique les plus grandes interactions est le mode de transfert technologique le plus efficace.

En réalité, les canaux de transfert technologique ne sont pas adoptés séparément mais sont souvent interdépendants et complémentaires. Pour mettre en évidence les effets croisés entre les différents canaux de transfert technologique, nous tentons d'évaluer les effets des variables d'interaction sur l'activité de R&D des entreprises tunisiennes. Les modèles 2 et 3 sont estimés pour mesurer les effets des interactions de l'IDE avec l'exportation et l'importation des biens d'équipement. Il apparaît que les coefficients estimés des variables EXPIDE et IMPIDE sont positifs et significatifs. Une augmentation de la variable d'interaction EXPIDE de 10 % accroît la probabilité d'avoir un département de R&D de 3,7 %. Cette probabilité est plus faible pour les entreprises qui ont opté pour un seul mode de transfert technologique. En effet, l'effet marginal de la variable EXP est seulement de 1,8 %. On peut en déduire que, d'une certaine manière, l'IDE crée des externalités positives favorisant la compétitivité des exportations.

De plus, les estimations font apparaître que l'importation des biens d'équipement et les IDE contribuent simultanément à accroître la probabilité d'investir dans les activités de R&D. En effet, Une augmentation de la variable d'interaction IMPIDE de 10 % accroît la probabilité pour une entreprise d'avoir un département de R&D de 2,5 %. Ce résultat implique que les biens d'équipement importés influencent positivement et indirectement l'activité de R&D à travers leur interaction avec les IDE. En d'autres termes, les IDE permettent une importation de biens d'équipement plus intensifs en technologie ce qui stimule des activités de R&D.

Dans d'autres estimations non présentées ici, nous trouvons des coefficients positifs et significatifs des variables d'interaction EXPALLI et IMPALLI. Ce résultat dénote l'effet positif sur l'activité de R&D des interactions entre l'exportation et les alliances technologiques, d'une part, et entre celles-ci et les biens d'équipement importés, d'autre part. Un accroissement des variables EXPALLI et IMPALLI de 10 % augmente respectivement la probabilité d'entreprendre l'activité de R&D de 4,3 %, et de 3,7 %. Ces valeurs impliquent que la probabilité d'entreprendre les activités de R&D est plus élevée pour les entreprises qui ont réussi à établir des alliances technologiques, et qui sont soit importatrices de biens d'équipement soit exportatrices. Les alliances technologiques créent des externalités positives pour le commerce permettant l'amélioration de la qualité des exportations et favorisant l'accès à des technologies incorporées dans les biens d'équipement importés.

D'une façon générale, les résultats obtenus mettent en relief la relation de complémentarité entre l'ouverture commerciale, les IDE et les alliances technologiques. L'interaction entre les différents canaux de transfert technologique stimule le processus d'apprentissage au sein des entreprises et favorise la constitution d'activités de R&D.

Par ailleurs, notre spécification empirique met en évidence l'importance du rôle du capital humain dans le développement technologique. Le coefficient estimé de la variable QUALIF est positif et significatif. Un accroissement du taux de qualification de 10 % augmente la probabilité pour les entreprises de s'engager dans les activités de R&D de 4,45 % (modèle 1). Ce résultat confirme la relation théorique entre l'activité de R&D domestique et le capital humain (Romer, 1990 ; Keller, 1996, 2004 ; Pissarides, 1997). Almeida et Fernandes (2006) ont aussi vérifié que la main d'œuvre qualifiée influence positivement les efforts technologiques des entreprises dans les pays en développement.

En outre, nous introduisons dans les régressions des variables d'interaction entre le taux de qualification de la main d'œuvre et les différents canaux de transfert technologique. Les coefficients estimés des variables d'interaction QUALIFIMP et QUALIFIDE sont positifs et significatifs (modèles 4 et 5). Ce résultat implique qu'une augmentation de 10 % des variables QUALIFIMP et QUALIFIDE accroît respectivement la probabilité des entreprises d'investir dans les activités de R&D de 4,2 % et 13 %. Il apparaît donc que la complémentarité entre le capital humain et la technologie transférée stimule l'activité de R&D des entreprises tunisiennes. En particulier, cette dernière est plus sensible à l'interaction entre le capital humain et l'IDE.

L'importance du rôle capital humain dans l'assimilation des connaissances étrangères est mise en évidence également par Benhabib et Spiegel (1994) et Mayer (2001). Bouoiyour et Toufik (2007) et Savvides et Zachariadis (2005) montrent aussi que l'impact positif des IDE sur la productivité est conditionné par la disponibilité du capital humain.

Quant aux interactions entre le taux de qualification de la main d'œuvre et les autres canaux de transfert technologique, les résultats de l'estimation ne sont pas reportés ici. Mais il est à noter que nous avons obtenu un coefficient positif et significatif de la variable QUALIFEXP. L'effet marginal de cette variable sur l'activité de R&D est de 3,6 %. Par contre, l'impact des variables d'interaction QUALIFALLI et QUALIFJOINT sur l'activité de R&D est non significatif. Un effet croisé du capital humain avec les alliances technologiques et les joint ventures sur l'activité de R&D des entreprises tunisiennes n'est donc pas manifeste.

Sur un autre plan, les résultats obtenus ne montrent pas l'efficacité de l'intervention de l'État dans le développement de la capacité d'absorption technologique. Le coefficient estimé de la variable INTERVETAT est positif et non significatif. Le rôle du cadre législatif tunisien en tant que facteur stimulant le développement technologique n'est pas non plus vérifié. L'impact de la variable LEGIS sur l'activité de R&D est négatif et non significatif (modèle 1).

Pourtant, les estimations montrent que le PMN joue un rôle très important dans le développement de la capacité d'absorption du système d'innovation tunisien. Le coefficient estimé de la variable PMN est positif et significatif. L'augmentation de cette variable de 10 % accroît la probabilité pour les entreprises d'investir dans les activités de R&D de 2,4 % (modèle 1).

D'ailleurs, les résultats de l'enquête¹⁰ réalisée en 2002 par le Bureau de Mise à Niveau auprès de 1103 entreprises, dont le programme avait été approuvé par le comité de pilotage (COFIL), ont confirmé l'impact positif du PMN sur les efforts technologiques des entreprises tunisiennes. Les résultats montrent que l'adhésion au programme est bénéfique aux entreprises, dans la mesure où elle se traduit par une plus grande diversification de leur production, une amélioration de leur taux d'utilisation des équipements et une amélioration de la qualité des produits.

Dans d'autres estimations non présentées dans cet article, nous avons introduit dans les régressions des variables d'interaction du PMN avec les différents canaux de transfert technologique. Nous avons trouvé que les coefficients estimés des variables d'interaction PMNIMP, PMNEXP, PMNIDE et PMNALLI sont positifs et significatifs. Un accroissement de 10 % des variables PMNIMP, PMNEXP, PMNIDE et PMNALLI augmente respectivement la probabilité d'investir dans des activités de R&D de 2,3 %, 3,4 %, 3,6 % et 5,5 %. Il est à remarquer que ces impacts marginaux sont plus élevés que ceux des variables PMN, EXP, IDE et ALLITECH. Ce résultat implique que les entreprises qui se sont engagées dans un PMN et qui ont opté pour l'un des modes de transfert technologique ont plus de probabilité d'entreprendre des activités de R&D.

Finalement, c'est l'interaction entre l'engagement dans un PMN et l'efficacité de l'intervention de l'Etat qui apparaît positivement significative. Une augmentation de 10 % de la variable PMNETAT accroît la probabilité des entreprises d'investir dans les activités de R&D de 1,7 %. Ce résultat met en évidence le rôle de l'appui de l'Etat dans le développement des activités de R&D des entreprises tunisiennes. Nous avons introduit également une variable d'interaction entre l'engagement du PMN et le taux de qualification de la main d'œuvre. Le coefficient estimé de cette variable est positif et significatif. C'est ainsi qu'une augmentation de 10 % de cette variable accroît la probabilité pour les entreprises de s'engager dans des activités de R&D de 7,4 %. Ce résultat implique que le développement des activités de R&D est d'autant plus lié au taux de qualification de la main d'œuvre pour les entreprises qui se sont engagées dans un PMN.

Enfin, notre spécification empirique montre que la certification est un facteur important du développement de la capacité d'absorption technologique des entreprises tunisiennes. Le coefficient estimé de la variable certification est positif et significatif (modèle 6). Son effet marginal sur l'activité de R&D est

¹⁰ Les résultats détaillés de cette enquête sont cités dans Bougault et Filipiak (2005).

égal à 1,9 %. De plus, nous avons effectué d'autres estimations, non exposées ici, pour mettre en exergue le rôle de la certification dans l'expansion des activités de R&D. Nous avons introduit dans la régression à estimer une variable d'interaction entre la certification et l'exportation. Le résultat obtenu montre que l'effet de la certification sur l'activité de R&D est plus important dans le cas des entreprises exportatrices¹¹. En effet, un accroissement de la variable d'interaction CERTIFEXP de 10 % augmente la probabilité pour les entreprises de s'engager dans des activités de R&D de 2,5 %. La concurrence étrangère incite les entreprises exportatrices à respecter les normes de qualité. Donc, pour rivaliser avec les concurrents étrangers, les exportateurs doivent être plus efficaces en investissant davantage dans les activités de R&D. De même, l'interaction entre l'engagement dans le PMN et la réalisation de la certification stimule les activités de R&D des entreprises manufacturières tunisiennes. Un accroissement de la variable CERTIFPMN de 10 % augmente la probabilité d'entreprendre les activités de R&D de 3,2 %.

D'une façon générale, les coefficients estimés de la plupart des variables multiplicatives montrent que l'activité de R&D des entreprises manufacturières résulte d'un processus d'apprentissage qui suppose un grand nombre d'interactions à l'intérieur de l'entreprise, entre celle-ci et son environnement, et des liens établis avec l'extérieur.

CONCLUSION

Ce travail a visé à spécifier les déterminants de l'activité de R&D des entreprises manufacturières tunisiennes. L'exportation, l'IDE et les alliances technologiques sont des canaux importants de transfert technologique qui contribuent à stimuler les activités de R&D. En particulier, les alliances technologiques constituent la source la plus importante de l'apprentissage inter entreprises dans la mesure où elles permettent le transfert du savoir tacite. De plus, l'interaction et la complémentarité entre les différents canaux jouent un rôle très important dans le développement de la capacité d'absorption.

Notre étude a également montré la complémentarité entre l'activité de R&D domestique et le capital humain. Précisément, l'interaction entre le capital humain et les technologies transférées permet une plus grande accumulation des activités de R&D domestiques. Le rôle de l'Etat est aussi important pour inciter à l'investissement dans les activités de R&D. Ceci est mis en exergue à travers l'impact positif du Programme de Mise à Niveau sur l'activité de R&D. Notamment, les entreprises qui se sont engagées dans ce programme ont plus d'opportunité de bénéficier des externalités technologiques internationales et de satisfaire les normes de qualité.

D'une façon générale, nos spécifications empiriques montrent que la diversification des canaux de transfert technologique, la disponibilité du capital

¹¹ Braga et Willmore (1991) ont confirmé la corrélation positive entre le contrôle de qualité et l'exportation dans le cas des entreprises brésiliennes.

humain et les capacités institutionnelles sont des facteurs importants pour favoriser l'investissement dans les activités de R&D. Toutefois, nos résultats empiriques sont basés sur des données en coupe transversale de 186 entreprises. Il serait souhaitable d'utiliser un échantillon plus grand d'entreprises et un modèle en données de panel qui intègre plusieurs années permettant d'identifier l'évolution de la relation entre l'activité de R&D et ses principaux déterminants.

ANNEXES

Tableau n° 1 : Résultats de l'estimation des déterminants de l'activité de R&D des entreprises manufacturières tunisiennes à partir d'un modèle probit

	L'activité de R&D structurée dans un département					
	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Coef.	dY/dX*	Coef.	dY/dX	Coef.	dY/dX
EXP	0,548** (1,92)	0,178** (2,12)			0,383 (1,34)	(0,127) (1,43)
IMP %	-0,536 (-1,22)	-0,189 (-1,22)	-0,241 (-0,54)	(-0,085) (-0,54)		
IDE	0,765** (2,18)	0,292** (2,16)				
ALLITECH	0,911** (2,53)	0,348** (2,58)	1,002** (2,79)	0,382** (2,93)	0,970** (2,72)	0,370** (2,82)
JOINT	-0,018 (-0,03)	-0,006 (-0,03)	0,099 (0,18)	0,036 (0,18)	-0,055 (-0,10)	-0,019 (-0,10)
QUALIF %	1,265** (1,92)	0,445** (1,91)	1,238** (1,96)	0,439** (1,95)	1,241** (1,95)	0,436** (1,94)
EXPIDE			0,980** (2,64)	0,374** (2,76)		
IMPIDE					0,668** (1,97)	0,254** (1,92)
INTERVETAT	0,281 (0,98)	0,095 (1,02)	0,283 (1,03)	0,096 (1,07)	0,300 (1,05)	0,101 (1,10)
LEGIS	-0,222 (-0,92)	-0,078 (-0,92)	-0,229 (-0,95)	-0,081 (-0,95)	-0,198 (-0,83)	-0,070 (-0,83)
PMN	0,716** (2,85)	0,244** (3,04)	0,830** (3,29)	0,283** (3,56)	0,751** (3,04)	0,255** (3,25)
Constante	-1,347** (-2,63)		-1,269** (-2,66)		-1,722** (-4,68)	
LnL	-79,484		-80,283		-82,041	
Wald X²_n	31,38		29,60		29,33	
Pseudo R²	0,17		0,1686		0,17	
Nombre d'observations	151		151		155	
Taux de prédiction**	74,83%		72,85%		74,84%	

** : le coefficient est significatif à un risque d'erreur de 5 %.

* : le coefficient est significatif à un risque d'erreur de 10 %.

Les valeurs entre parenthèse correspondent à la statistique t de Student.

LnL : la valeur maximale de la fonction de vraisemblance.

χ^2_n : la statistique de chi-carré avec n degrés de liberté utilisée pour tester la nullité des coefficients à l'exception de la constante, avec n le nombre de variables explicatives. χ^2_n est statistiquement différent de zéro.

* Pour un modèle probit, les coefficients estimés ne sont pas des impacts marginaux seuls leurs signes sont interprétables. Le calcul des effets marginaux permet d'analyser le degré de la sensibilité de la variable expliquée par rapport aux différentes variables explicatives.

** Les taux de prédiction obtenus dénotent la qualité prévisionnelle adéquate des différents modèles.

Tableau n° 1-a : Résultats de l'estimation des déterminants de l'activité de R&D des entreprises manufacturières tunisiennes à partir d'un modèle probit

	L'activité de R&D structurée dans un département					
	Modèle 4		Modèle 5		Modèle 6	
	Coef.	dY/dX	Coef.	dY/dX	Coef.	dY/dX
EXP	0,384 (1,35)	0,128 (1,44)	0,523* (1,73)	0,173** (1,93)	0,657** (2,39)	0,211** (2,69)
IMP %			-0,351 (-0,79)	-0,125 (-0,79)	-0,470 (-1,02)	-0,166 (-1,01)
IDE	0,660** (1,94)	0,251** (1,90)			0,672* (1,90)	0,257* (1,86)
ALLITECH	0,965** (2,72)	0,368** (2,81)	0,930** (2,74)	0,356** (2,84)	0,802** (2,24)	0,307** (2,23)
JOINT	-0,057 (-0,10)	-0,019 (-0,11)	0,003 (0,01)	0,001 (0,01)	-0,124 (-0,24)	-0,042 (-0,25)
QUALIF %					0,998 (1,47)	0,353 (1,46)
QUALIFIMP	1,189** (1,90)	0,418** (1,89)				
QUALIFIDE			3,644** (2,39)	1,298** (2,36)		
CERTIF					0,526** (2,21)	0,191** (2,19)
INTERVETAT	0,297 (1,04)	0,100 (1,09)	0,191 (0,67)	0,066 (0,69)	0,352 (1,19)	0,118 (1,27)
LEGIS	-0,197 (-0,82)	-0,069 (-0,82)	-0,221 (-0,92)	-0,079 (-0,92)	-0,179 (-0,75)	-0,063 (-0,75)
PMN	0,749** (3,04)	0,255** (3,24)	0,704** (2,85)	0,243** (3,04)		
Constante	-1,704** (-4,68)		-1,127** (-2,35)		-1,261** (-2,25)	
LnL	-82,179		-80,884		-81,480	
Wald χ^2_n	29,49		32,41		30,45	
Pseudo R ²	0,169		0,162		0,156	
Nombre d'observations	155		151		151	
Taux de prédiction	74,84%		74,17%		73,51%	

** : le coefficient est significatif à un risque d'erreur de 5% ; * : le coefficient est significatif à 10 %.

Tableau n° 2 : Statistiques descriptives

Variables	Nombre d'observations	Moyenne***	Ecart-type	Min	Max
R&D	186	0,322	0,468	0	1
EXP	181	0,712	0,453	0	1
IMP %	176	0,827	0,290	0	1
IDE	180	0,111	0,315	0	1
ALLITECH	180	0,1	0,300	0	1
JOINT	180	0,061	0,240	0	1
QUALIF %	173	0,199	0,178	0	1
INTERVETAT	186	0,747	0,435	0	1
LEGIS	178	0,550	0,498	0	1
PMN	186	0,526	0,500	0	1
CERTIF	186	0,344	0,476	0	1
IRD %	43	0,019	0,025	0	0,1

*** La moyenne d'une variable dichotomique est égale à la part des entreprises de l'échantillon pour lesquelles cette variable prend la valeur 1.

REFERENCES

- Abramovitz M., 1986, "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind", *Journal of Economic History*, Vol. 46, pp. 386-406.
- Abramovitz M., 1994, "The Origins of the Postwar Catch-Up and Convergence Boom", dans *Fagerberg J., Verspagen B. et von Tunzelmann N. (eds.), The Dynamics of Technology, Trade and Growth*, Aldershot: Edward Elgar.
- Almeida R., Fernandes A. M., 2006, "Openness and Technological Innovations in Developing Countries Evidence from Firm-Level Surveys", *World Bank Policy Research Working Paper* n° 3985.
- Arnold J., Javorcik B., 2005, "Gifted Kids or Pushy Parents? Foreign Acquisitions and Plant Performance in Indonesia", *World Bank Working Paper* n° 3597.
- Barro R., Sala-i-Martin X., 1995, "Technology Diffusion, Convergence and Growth", *NBER Working Paper* n° 5151.
- Bellon B., 1997, "Avantages construits et dynamiques d'apprentissages", dans *Faugère J.P., Caire G. et Bellon B., Convergence et diversité à l'heure de la mondialisation*, Economica, Paris.
- Bellon B. et al., 2003, "Alliances et réseaux industriels euro- méditerranéens : les accords comme modes d'acquisition de capacités organisationnelles et technologiques", Femise Research Programme, ADIS (Université de Paris Sud), CEDEJ (CNRS, Le Caire), GREP (Université de Tunis III).
- Benhabib J., Spiegel M., 1994, "The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 34, pp. 143-173.
- Bougault H., Filipiak E., 2005, "Les Programmes de Mise à Niveau des Entreprises : Tunisie, Maroc, Sénégal", *Agence Française de Développement*.
- Bouoiyour J., Toufik S., 2007, "L'impact des Investissements Directs Etrangers et du capital humain sur la productivité des industries manufacturières marocaines", *Région et Développement* n° 25, pp.115-136.
- Braga H., Willmore L., 1991, "Technological Imports and Technological Effort: An Analysis of their Determinants in Brazilian Firms", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 39, pp. 421-432.
- Chehaider O., 2008, "Ouverture commerciale et rattrapage technologique : cas de la Tunisie", Thèse de doctorat en sciences économiques, Faculté des sciences économiques et de gestion de Tunis.
- Clerides S., Lach S., Tybout J., 1998, "Is Learning by Exporting Important? Micro-dynamic Evidence from Colombia, Mexico, and Morocco", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113, pp. 903-948.

- CNUCED, 1999, "Politiques et Mesures Non Budgétaires Visant à Améliorer les Groupements de PME Évaluation", Document Thématique du Secrétariat de la Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement TD/B/COM.3/22, Mai.
- CNUCED, 2007, "Savoir, apprentissage technologique et innovation pour le développement", Rapport sur les pays les moins avancés.
- Coe D., Helpman E., 1995, "International R&D Spillovers", *European Economic Review* Vol. 39, pp. 859-887.
- Coe D., Helpman E., Hoffmaister A., 1997, "North-South Spillovers", *Economic Journal*, Vol. 107, pp.134-149.
- Cohen W.M., Levinthal D.A., 1989, Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, *The Economic Journal*, Vol. 99, pp. 569-596.
- Connolly M., 1997, "Learning to Learn: The Role of Imitation and Trade in Technological Diffusion", *Working Paper* n° 97-25, Duke University, Economics Department.
- Currie D., Levine P., Pearlman J., Chkui M., 1996, "Phases of Imitation and Innovation in a North-South Endogenous Growth Model", *ESRC Global Economic Institutions Initiative*.
- De Long J.B., Summers L.H., 1993, "How Strongly do Developing Countries Benefit from Equipment Investment?", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 32, pp. 395-415.
- Dosi G., 1988, "The Nature of Innovative Process", dans Dosi G., Freeman C., Nelson R., Silverberg G., *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers Ltd, London.
- Dessus S., 1999, "Total Factor Productivity and Outward Orientation in Taiwan: What is the nature of relationship?" OECD Development Centre.
- Feder G., 1983, "On Exports and Economic Growth", *Journal of Development Economics*, Vol. 12, pp. 59-73.
- Findlay R., 1978, "Relative backwardness, direct foreign investment, and the transfer of technology: A simple dynamic model", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 92, pp. 1-16.
- Freeman C., 1987, *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London: Francis Pinter.
- Glass A., Saggi K., 1998, "International technology transfer and the technology gap", *Journal of Development Economics*, Vol. 55, pp. 369-398.
- Grossman G.M., Helpman E., 1991, "Trade, Knowledge Spillovers, and Growth", *European Economic Review*, Vol. 35, pp. 517-526.
- Hall B., Mairesse J., 1995, "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms", *Journal of Econometrics*, Vol. 65, pp. 263-293.

- Hanel P., Niosi J., 1998, "La technologie et la croissance économique : survol de la littérature", *Document de Recherche*, Centre Interuniversitaire de Recherche sur la Science et la Technologie.
- Isgut A., Fernandes A., 2007, "Learning-by-Exporting: Are they for real?" *MPRA Paper* n° 3121.
- Kay N., 1988, "The R&D fonction : Coporate Strategy and Structure", dans Dosi et al. (1988), pp. 283-293.
- Keller W., 2004, "International Technology Diffusion", *Journal of Economic Literature*, Vol. 42, pp. 752-782.
- Keller W., 1996, "Absorptive Capacity: On the Creation and Acquisition of Technology in Development", *Journal of Development Economics*, Vol. 49, pp.199-227.
- Kokko A., 1994, "Technology, market characteristics, and spillovers", *Journal of Development Economics*, Vol. 43, pp. 279-293.
- Kumar N., M. Saqib, 1996, "Firm size, opportunities for adaptation and in-house R&D activity in developing countries: the case of Indian manufacturing", *Research Policy*, Vol. 25, pp. 713-722.
- Lichtenberg F., Siegel D., 1991, "The Impact of R&D Investment on Productivity – New Evidence Using Linked R&D-LRD Data", *Economic Inquiry*, Vol. 29, pp. 203-229.
- Lucas R., 1988, "On the Mecanics of Economic Developpement", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, pp. 3-42.
- Mayer J., 2001, "Technology Diffusion, Human Capital and Economic Growth in Developing Countries", *UNCTAD Working Paper*, n°154, Juin.
- MRSTDC, 2006, "R&D et Innovation en Tunisie : Principaux indicateurs et positionnement international", Bureau des études prospectives de la planification et des statistiques.
- Nadiri M., Kim S., 1996, "International R&D Spillovers, Trade and Productivity in Major OECD Countries", *NBER Working Paper* n° 5801, Cambridge.
- Pautrel X., 1998, "Progrès technique endogène dans les pays en cours d'industrialisation : le rôle des inputs intermédiaires comme source de l'innovation", dans Bernard J. et Catin M. (dir.), *Les conditions économiques du changement technologique*, l'Harmattan, Paris.
- Pissarides C., 1997, "Learning by Trading and the Returns to Human Capital in Developing Countries", *The World Bank Economic Review*, Vol. 11.
- Rapport sur le Développement dans le Monde, 1999, "Acquisition des connaissances", chapitre 2, Banque mondiale.

- Rapport sur le Développement Industriel, 2003, “L’innovation et l’apprentissage : moteur du développement industriel ”, chapitre 5.
- Rivera-Batiz L.A., Romer P.M., 1991, “Economic Integration and Endogenous Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, pp. 531-555.
- Roger M., 1998, “International Diffusion of Technology: Technological Catch-up an Economic Growth”, Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research.
- Romer P., 1990, “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy*, Vol. 98, pp. 71-102.
- Simon H., 1976, “From Substantive to Procedural Rationality”, dans Latsis S.J. (ed.), *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press.
- Savvides A., Zachariadis M., 2005, “ International Technology Diffusion and Growth in Manufacturing Sector of Developing Economies ”, *Review of Development Economics*, Vol. 9, pp. 482-501.
- Wagner J., 2007, “Export and Productivity: A Survey of the Evidence from firm-level Data”, *The World Economy*, Vol.30, pp. 60-82.

DETERMINANTS OF THE RESEARCH AND DEVELOPMENT ACTIVITY OF TUNISIAN MANUFACTURING ENTERPRISES

Abstract - This paper aims to analyse the role of the main determinants of the R&D activity of Tunisian manufacturing enterprises with the help of a probit model. The findings show that channels of technological transfer such as export, FDI and technological alliances, influence the R&D activity of enterprises positively. In particular, technological alliances constitute the most important source of learning inter enterprises. The results highlight the complementarity between trade, FDI and technological alliances. On the other hand, we have verified that an improvement in the qualification level of the labour force increases the technological effort of enterprises. Moreover, we focus on positive interactions of the human capital with the different channels of technological transfer. We found that domestic R&D activity is more sensitive to the interaction between human capital and FDI. Our empiric analysis specified that the engagement in the Program of Stake to Level and the achievement of certification play an important role in developing the technological absorptive capacity of Tunisian enterprises.