

Impact de la recherche & développement sur la croissance économique : Cas de la Tunisie

Ahlem SAIDI¹

Résumé:

Ce papier étudie la contribution directe qu'indirecte de la recherche & développement à la croissance économique et plus précisément à la productivité globale des facteurs, en prenant le cas de notre pays, la Tunisie. Dans une première partie, on va traiter l'aspect théorique du lien entre la recherche & développement et la croissance économique en se basant sur la théorie de la croissance endogène. Comme ce lien est vérifié dans le cas d'un pays développé, dans une deuxième partie, on va vérifier la relation en question dans le cas d'un pays en développement tel que la Tunisie. En fait, en utilisant un modèle de croissance endogène, on effectuera une investigation empirique qui traite la relation entre la R&D et la PGF nationale sur la période 1970-2008. Les résultats d'estimation prouvent que, contrairement à un pays développé, la Tunisie n'a pas pu bénéficier de son propre stock de capital de R&D d'une part, et de la R&D menée dans des pays développés via le commerce international et l'investissement direct à l'étranger d'autre part, qui ne semblent pas être un vecteur de transfert de la technologie pour notre pays. Cela s'explique essentiellement par la faiblesse des capacités d'absorption nationales, elle-même due à l'inefficacité des systèmes éducatifs tunisiens.

¹Docteur en sciences économiques, Université Centrale Privée de Tunis (Centrale DG), Tunisie. Adresse personnelle (et professionnelle) : 66, Avenue Mohamed V, 1002 Tunis, Tunisie. Adresse électronique : ahlemsaidi1205@yahoo.fr

Mots-clés: Recherche et développement, innovation, productivité globale des facteurs, développement économique, ouverture économique, investissement direct à l'étranger, capacité d'absorption.

Classification JEL:B59, C32, F43, O1, O31.

1. Introduction

Le concept de « développement » provient du mot grec « Phusis », concept couramment utilisé par Homère. Pour se faire une idée sur le critère de « développement », il est impératif de participer dans la vie du pays pour remettre en cause le développement anarchique, dans un monde où se développent l'individualisme et la consommation ostentatoire, souvent décrits par Veblen (1970) comme des situations qui se sont forgées dans la course au développement, entraînant une pollution qui asphyxie les hommes, détruit la nature et détériore la qualité de la vie. Le développement se produit à des niveaux très hétérogènes. Il est, en effet, impossible de comparer la consommation d'un européen ou d'un américain à celle d'un africain. Ce serait synonyme d'ironie et d'irréel face à la réalité dans un monde totalement déséquilibré, surtout lorsque l'on sait que trois milliards d'habitants sur notre planète vivent avec moins de 2 dollars par jour (Mazoyer & Roudart, 2005) ; mis à part le problème de l'eau dont l'importance est grandissante dans tous les pays pauvres, et dont la solution est urgente impliquant une concertation mondiale pour le fournir à un être humain, ne serait ce que de l'eau propre à la consommation pour boire et pour se laver. La désalinisation de l'eau de mer est très coûteuse et faute de moyens financiers, le problème s'aggrave et s'amplifie si bien que l'homme et l'économie en souffrent. En effet, dans le processus de développement actuel, la qualité de l'air et de l'eau s'épuise avec les sécheresses et les permis de polluer. On a

l'impression de vivre dans une poudrière, comme c'est le cas par exemple de la ville de Sfax en Tunisie.

Le développement des connaissances et même des idées qui dérangeant est souhaitable. A la fin du XVIII^{ème} siècle, pour réduire la croissance démographique, Malthus avait proposé de développer l'éducation qui crée en l'homme éduqué une certaine maturité et une prise de conscience par rapport à une population croissante mais misérable. Cependant, l'attention des économistes est généralement centrée sur le développement économique plutôt que sur l'environnement et la qualité de la vie. Si l'on supporte mal la domination occidentale, il faut comprendre qu'il s'agit d'un processus historique imposé par les pays du vieux continent pendant quatre siècles (du début du XVI^{ème} siècle jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle), où ils avaient appliqué le principe chrysohédonique et l'antagonisme des intérêts nationaux. Pendant ce temps-là, les pays colonisés n'ont obtenu que des miettes. Au fil des années, l'écart de développement économique tend continuellement à s'agrandir grâce à l'éducation et à l'innovation technologique. L'accumulation du capital humain dans les pays riches connaît, en effet, une allure exponentielle par rapport à celle des pays pauvres : les pays riches sont les créateurs d'inventions technologiques, de nouvelles théories dans tous les domaines scientifiques et techniques, de nouveaux savoir-faire, ... ; par contre, les pays en développement (PED) sont de simples imitateurs, dans tous les domaines, et encore s'ils savent le faire correctement. La situation se complique davantage en l'absence d'institutions efficaces capables de garantir à chaque citoyen un poste de travail, une liberté d'expression, un environnement sain, ... D'ailleurs, ces derniers n'existent pas dans les 2/3 des pays de la planète, comme l'affirme Sen. L'auteur soutient que les inégalités de développement entre les nations ne

peuvent être réduites à des différences d'agrégats macroéconomiques (Produit intérieur brut et revenu par tête), mais sont plutôt dues à un niveau moyen de phénomènes économiques et sociaux dans un pays donné (Sen, 1981).

Dans cet article, nous étudierons alors la relation entre l'innovation et le développement économique. A cette fin, nous commencerons, dans une première partie, par un survol historique de la dite relation, en nous focalisant sur la théorie de la croissance endogène. Dans une seconde partie, nous analyserons l'impact de l'innovation sur le développement économique de la Tunisie, durant la période allant de 1970 à 2008. A ce niveau, l'idée principale est la suivante : en tenant compte des inégalités de développement économique et de leurs causes, la Tunisie a compté sur l'imitation pour espérer tirer profit des externalités de la recherche et développement (R&D) des pays développés. Dans ce cadre, pendant ces dernières décennies, la Tunisie a pu bénéficier des retombées de la R&D du Nord, mais que le commerce international, le commerce intra-branche et l'investissement direct à l'étranger (IDE) ne semblent pas être un vecteur de diffusion technologique. Cela s'explique essentiellement par la faiblesse des capacités d'absorption nationales, en particulier au niveau du secteur manufacturier, elle-même expliquée par l'inefficacité des systèmes éducatifs tunisiens (Samet & Chaabane, 2010). Certes, le secteur manufacturier est le secteur à travers lequel se fait le plus de transfert de technologie, mais il est important aussi de tester d'autres scénarios, dont notamment le fait de tenir compte de tous les secteurs de l'économie pour mieux cerner le canal de diffusion internationale de la technologie pour la Tunisie, en comparaison avec les résultats précédents. En outre, et parallèlement avec la contribution indirecte de la R&D à la croissance de la productivité globale des facteurs (PGF) nationale et donc à la

croissance économique, nous sommes curieux d'analyser, pendant ces dernières décennies, la contribution directe de l'innovation au développement économique de la Tunisie, en nous basant bien évidemment sur la R&D domestique. De ce fait, bien que cette dernière soit nettement faible par rapport à celle des pays développés, son apport dans l'économie nationale reste un sujet à étudier. Ainsi, l'idée principale est une tentative d'application de la théorie de la croissance endogène au cas de la Tunisie ; une théorie stipulant qu'un pays développé peut améliorer sa PGF et donc l'efficacité globale de son économie aussi bien en bénéficiant des retombées de la R&D qu'il mène qu'en bénéficiant des retombées de la R&D menée dans un autre pays développé, dans le cadre des externalités internationales de la R&D Nord-Nord.

2. Survol historique de la relation innovation-développement économique : La théorie de la croissance endogène

La théorie de la croissance économique a connu un nouvel essor avec la formalisation des modèles de croissance économique endogène, grâce notamment aux travaux de Romer (1986), Lucas (1988), et Grossman et Helpman (1991), considérés comme les pionniers de la théorie de la croissance endogène. A l'origine de ce courant se trouve le constat de quelques divergences entre les observations empiriques et les résultats théoriques des modèles de croissance établis jusque-là. Plusieurs hypothèses qui sous-tendent les modèles néoclassiques de croissance ont donc été modifiées afin de rendre ces modèles plus conformes aux observations empiriques.

2.1 La théorie de la croissance endogène des années 1980

La principale contribution de la théorie de la croissance endogène, en particulier celle de Romer (1986) et Lucas (1988), était d'endogénéiser la source de la croissance

soutenue dans le revenu par tête, à savoir l'accumulation de la connaissance. Il y a plusieurs canaux à travers lesquels les firmes accumulent la connaissance incluant l'éducation, la recherche scientifique fondamentale, le «learning-by-doing», les innovations de processus et les innovations de produit.

2.1.1 Le rôle du changement technologique endogène dans la croissance économique

Vers le milieu des années 1980, Paul M. Romer et d'autres ont mis fin au statu-quo par une série d'articles, basée sur trois principes :

- 1) Le changement technologique se trouve au cœur de la croissance économique. Il conduit à la croissance. Autrement dit, la croissance est fondamentalement conduite par l'accumulation de la technologie ;
- 2) Le changement technologique survient en grande partie à cause des actions intentionnelles prises par les acteurs économiques qui répondent aux stimulants du marché. Donc, il s'agit d'un changement technologique endogène plutôt qu'exogène. En effet, ainsi que l'indique le nom de leur nouvelle théorie, la théorie de la croissance endogène, P. Romer et d'autres reconnaissent que le changement technologique est endogène, c'est-à-dire qu'il constitue un sous-produit de l'activité économique et figure parmi les sources fondamentales de la croissance. Le fait d'être endogène signifie aussi que le processus d'innovation est enraciné dans chaque pays ou région.
- 3) La technologie est un input non-rivalisé dans la production.

De plus, ce modèle de croissance endogène tient compte du fait que la technologie est loin d'être un bien public dans la mesure où elle est exclusive ou au moins partiellement exclusive. Comme résultat,

seul le modèle de croissance endogène prend en considération le rôle des brevets dans la croissance. En effet, le système de brevet, comme forme de protection des droits de la propriété intellectuelle, peut être une solution à la non-exclusivité. Pour appuyer ce point de vue, les partisans du modèle de la croissance endogène ont montré que les Etats-Unis, exaspérés de voir qu'ils perdaient leur avance technologique, se sont efforcés d'empêcher leurs concurrents, notamment le Japon et les nouveaux pays industrialisés (NPI) à croissance rapide, d'accéder librement à la technologie américaine. A ce niveau, le gouvernement américain a ainsi obtenu, à l'Uruguay Round des négociations commerciales du « General Agreement on Tariffs and Trade » (GATT), l'adoption de règles protégeant la propriété intellectuelle. Il s'agit d'un revirement important dans la politique économique, revirement qu'on doit au fait qu'on commence à saisir l'importance de la technologie en tant que source fondamentale de la prospérité d'un pays. En outre, Romer et d'autres ont supposé que la protection internationale des conceptions par le brevet est parfaite, de façon qu'aucune copie des conceptions existantes n'ait lieu. Ainsi, s'il semble effectivement y avoir convergence dans l'élite des pays très industrialisés, l'écart entre pays industrialisés et bon nombre de PED va s'élargissant.

En conséquence, on a franchi une grande étape vers une analyse plus proche de la réalité, en abandonnant l'hypothèse irréaliste que le savoir et la technologie sont gratuits et universellement disponibles. Dans ce cadre, les innovations importantes s'assortissent d'un usage exclusif, même s'il n'est que temporaire⁴. Les secrets

⁴ Le rôle largement reconnu du brevet est précisément de fournir un monopole sur l'usage d'un input non-rivalisé (la technologie, et par conséquent la conception du nouveau bien) pour une certaine période de temps (l'inventeur ne garde la maîtrise de son invention qu'un certain nombre d'années). En conséquence, les améliorations dans la technologie doivent conférer des bénéfices qui sont au moins partiellement exclusifs, dans

commerciaux, les droits d'auteur et essentiellement les brevets constituent les moyens les plus courants pour empêcher autrui d'utiliser le nouveau procédé ou produit, et de faire en sorte que l'inventeur profite des fruits de son invention. Dans ce cas, le propriétaire de la technologie exclusive jouit donc d'un avantage concurrentiel dont il peut tirer parti grâce à des prix plus élevés et à des profits monopolistiques, qui seront plus importants que les coûts marginaux de production du nouveau bien, et qui fournissent par conséquent une voie pour compenser les coûts de production de la technologie, c'est-à-dire les coûts de R&D. Dans ce cadre, malgré l'importance apparente de la R&D, peu d'essais étaient faits pour donner à cette variable un rôle réel dans un modèle de croissance. Cependant, le modèle de croissance endogène (Romer, 1986) tient compte du rôle de la R&D. A ce niveau, une très grande majorité d'économistes pensent que la dépense en R&D est un déterminant important de la croissance à long-terme. Les fonds qu'on continue à injecter dans la R&D⁵ et le flux d'innovations qui en résulte se traduisent par une amélioration soutenue de la qualité des produits. Par ailleurs, la hausse de la productivité permet à l'économie de croître à un taux déterminé par le degré d'investissement en R&D.

2.1.2 L'importance du rôle du capital humain

Nous nous limitons ici à présenter quelques explications concernant la genèse du changement technologique, à savoir :

- L'approche du «learning-by-doing» : Arrow (1962), qui fut un des premiers économistes à endogénéiser le changement technologique, a supposé que de nouvelles connaissances, acquises grâce à l'accumulation du capital,

la mesure où le propriétaire de la technologie ne peut empêcher autrui de l'utiliser que dans une certaine mesure.

⁵ Romer (1986) reconnaît que ces fonds sont de l'ordre de 2% à 3% du Produit National Brut (PNB) dans les pays industrialisés.

permettent d'améliorer l'efficacité du travail : dans un processus de production, au fur et à mesure que le temps passe, les travailleurs deviennent plus productifs grâce à l'expérience acquise, d'où le concept du «learning-by-doing» ;

- L'approche du « capital humain » : selon Cohen et Levinthal (1989), les nouvelles connaissances ou les nouvelles technologies résultent de l'investissement en R&D⁶, c'est-à-dire de l'investissement dans le capital humain (Instruction et formation), dans l'utilisation de personnel spécialisé (Personnel de R&D) et dans l'équipement et le matériel.

Il résulte de ce qui précède qu'il y a un important rôle du capital humain dans un modèle de croissance endogène, en particulier s'il est un complément de l'usage de nouvelles connaissances et de la production. Alors, comment modéliser le capital humain ?

En se référant au concept de « capital humain », Lucas (1988) a intégré dans son modèle la décision des individus d'acquérir des connaissances. Par « capital humain », il entend le niveau des connaissances générales des travailleurs. Il existe deux effets du capital humain sur la production. En premier lieu, le niveau du capital humain incorporé dans une firme j affecte positivement sa productivité : il s'agit de l'«effet interne». En second lieu, l'augmentation du niveau moyen du capital humain améliore la productivité de l'économie prise dans son ensemble : c'est ce qu'on appelle l'«effet externe». Lucas a ainsi introduit l'effet de débordements à deux niveaux. En supposant que le volume du travail reste constant, la fonction de production peut, dans cette perspective, prendre la forme suivante :

⁶ La plupart de l'activité de R&D a lieu dans le secteur privé. C'est pour cette raison que la technologie qui en résulte est supposée être fournie de façon privée, dans un modèle de croissance endogène.

$$Y_j = A(H) F(K_j, H_j)$$

où K_j , H_j et H représentent respectivement le stock de capital physique et le stock de capital humain employés dans j , et le niveau agrégé du capital humain⁷. Comme le stock du capital humain peut être exprimé comme un multiple du facteur travail, nous avons alors la fonction de production suivante :

$$Y = F(K, hL)$$

où h est un coefficient reflétant le stock du capital humain. Cette formulation peut être considérée comme une extension de la fonction de production de type «labor-augmenting».

Ainsi, la principale conclusion à ce niveau est que le stock du capital humain détermine le taux de croissance de la production. D'ailleurs, les modèles de croissance endogène les plus récents ont mis l'accent sur le stock du capital humain comme un input important dans l'invention et le changement technologique, et par conséquent dans l'explication du taux de croissance de la production. Comme l'alphabétisation est la seule mesure du capital humain, le niveau initial d'alphabétisation peut être donc important pour la compréhension de la croissance. Dans ce cadre, Romer (1989b) a montré qu'un changement dans le niveau d'alphabétisation entre 1960 et 1980, comme étant la seule mesure du taux de croissance du capital humain, influence le taux de croissance de la production. Plus précisément, toute augmentation dans le taux d'alphabétisation d'une moyenne de 50% à 60% est associée à une augmentation de la part d'investissement dans le PIB d'une moyenne de 14% à 16%. Cela montre que l'alphabétisation a des effets économiquement significatifs.

⁷ H peut être mesuré comme la somme pondérée de la durée de scolarisation correspondant aux différents niveaux de scolarisation, avec comme coefficient de pondération la part de la population pour qui le niveau considéré est le plus élevé atteint avant de quitter toute filière scolaire.

Selon Romer (1989b), le capital humain combine trois types de connaissances:

- Les habiletés physiques telles que la force de travail ;
- Les connaissances acquises à l'issue des études au primaire et au secondaire : le principal rôle de l'éducation au primaire et au secondaire est de produire des connaissances de base telles que la capacité à lire ou à résoudre une équation;
- Les connaissances scientifiques acquises à l'éducation post-secondaire, mesurées par les années de scolarisation post-secondaire.

Ces connaissances sont essentiellement en mathématiques et en sciences. Selon Romer (1990), la concentration sur ces deux domaines correspond à l'importance des activités de R&D comme source de la croissance. Les étudiants compétents, ayant une bonne maîtrise des mathématiques et de la science, constituent un groupe de futurs ingénieurs et savants. D'ailleurs, Bishop (1990a) a confirmé l'importance des mathématiques dans la détermination de la productivité individuelle.

Pour que ces différents types de connaissances soient bien incarnés dans le capital humain, il faut que le pays dispose de systèmes éducatifs performants, matérialisés par une scolarisation de quantité (mesurée par le nombre des années de scolarisation et la longueur de l'année scolaire) et de qualité (mesurée par le ratio élève-instituteur, la taille de la classe, les caractéristiques de l'instituteur, les ressources dévouées ou disponibles aux écoles et la structure organisationnelle de ces écoles) importantes. De ce fait, selon Levine et Renelt (1992), la quantité et la qualité de scolarisation expliquent autour de 40% de la variation dans les taux de croissance de la production, et donc dans les taux de croissance économique. Tel est l'exemple des pays de l'Asie de l'est : Singapour, Hong-Kong, Corée du Sud... Benhabib et Spiegel (1994) ont aussi

prouvé la robustesse de la relation entre l'éducation et la croissance. Ils ont d'ailleurs confirmé que l'interaction entre l'éducation et l'écart technologique est probablement une variable déterminante de la performance économique d'un pays donné. Ainsi, l'éducation a un rôle causal positif sur la croissance économique : un pays qui investit dans l'éducation voit la productivité de son économie augmenter, accroissant ainsi les salaires de la main-d'œuvre qualifiée et donc les taux de croissance économique. D'ailleurs, il est possible de définir la production globale de biens de consommation dans une économie comme une fonction non seulement du travail, du capital physique et de l'expérience, mais aussi de l'éducation. Dans ce cas, cette production augmente plus que proportionnellement avec les augmentations de ces inputs.

En tout, le modèle de la croissance endogène, intégrant un mécanisme assez réaliste de la genèse du savoir et de la technologie, suppose simplement que la production globale d'une économie ne repose pas uniquement sur la somme des inputs utilisés par les entreprises (Capital humain, inputs de la R&D, main-d'œuvre ou travail et capital productif ou physique)⁸, mais elle repose aussi sur l'ensemble des résultats issus des travaux de R&D entrepris par l'univers des entreprises.

D'autre part, Benhabib et Spiegel (1994) ont trouvé que l'accumulation du capital humain a une relation forte avec l'ouverture économique. D'où :

2.2 La théorie de la croissance endogène néo-schumpetérienne à la Aghion-Howitt des années 1990

Aghion et Howitt (1992) ont présenté un modèle de croissance économique basé sur le processus de destruction créatrice de

⁸ Lucas (1988) a divisé la variable «Capital» en deux parties : une partie correspond au «capital physique» et l'autre partie représente le «capital humain», tout en supposant, comme Romer (1986), que la production augmente plus que proportionnellement avec les augmentations dans le capital physique et le capital humain prises ensemble.

Schumpeter (1942, 1950). En suivant la théorie schumpetérienne, le modèle a supposé que les innovations individuelles affectent significativement l'économie entière. Les deux auteurs ont considéré la période entre deux innovations successives. La durée de chaque période est aléatoire à cause de la nature stochastique du processus d'innovation. La relation entre les montants de la recherche pendant deux périodes successives étant significative, en général, le montant de la recherche pendant n'importe quelle période dépend de celui attendu pour la prochaine période. Plus précisément, le montant de la recherche courante dépend négativement du montant de la recherche attendue pour la prochaine période. L'origine de cette relation inter-temporelle est la destruction créatrice. A ce niveau, le résultat de la recherche courante est une perspective pour des rentes monopolistiques pour la prochaine période. Ces rentes dureront jusqu'à ce que la prochaine innovation ait lieu, c'est-à-dire le temps que la connaissance technologique sous-tendant ces rentes soit obsolète. L'obsolescence montre une caractéristique importante du processus de croissance, à savoir que le progrès crée des gains et des pertes. Par conséquent, la valeur attendue des rentes dépend négativement de la prochaine innovation. Donc, la perspective pour une recherche future supplémentaire découragera la recherche courante parce qu'elle détruira les rentes créées par la recherche courante, en prenant en considération le processus d'érosion des rentes monopolistiques associées à l'innovation.

Ce modèle néo-schumpetérien de croissance endogène à la Aghion-Howitt des années 1990 prend en considération le fait que les innovations verticales, générées par un secteur de recherche concurrentiel, constituent une source de la croissance. Dans ce cadre, Aghion et Howitt (1992) ont examiné un vecteur ayant reçu peu d'attention dans la littérature de la croissance endogène, à savoir les

innovations industrielles, qui améliorent la qualité des produits. Ce vecteur introduit le facteur d'obsolescence dans la théorie de la croissance endogène; les meilleurs produits rendent les anciens obsolètes.

En somme, selon Aghion et Howitt (1992), la croissance résulte exclusivement du progrès technique, résultant à son tour d'une concurrence de la recherche parmi les firmes générant des innovations. Chaque innovation consiste en un nouveau bien intermédiaire qui peut être utilisé pour fabriquer un produit fini plus efficace qu'avant⁹. Les firmes sont motivées par la perspective de rentes monopolistiques qui peuvent être gagnées quand une innovation couronnée de succès est brevetée. Cependant, ces rentes seront détruites par la prochaine innovation, qui rendra obsolète le bien intermédiaire existant.

Tandis que l'innovateur a un pouvoir de monopole sur l'usage de son innovation, la connaissance incluse dans son innovation serait accessible à tous les producteurs entreprenant des activités de R&D et cherchant à innover. Cela nous réfère au concept d'« externalités de R&D », qui peuvent être aussi bien domestiques qu'internationales (en particulier Nord-Nord et Nord-Sud). Ce concept d'« externalités de R&D » met l'accent sur le rôle du progrès technique dans la croissance économique, en prenant en considération le concept de « capacité d'absorption ». A ce niveau, Abramovitz (1986) a tout d'abord introduit le concept de « capacité sociale », qui signifie qu'une économie doit avoir certaines capacités fondamentales pour pouvoir bénéficier de la technologie étrangère, incluant la capacité d'absorption introduite par Cohen et Levinthal (1990). Ainsi, ces deux auteurs ont défini la capacité d'absorption

⁹ D'autres articles dans la littérature de la croissance endogène, ayant modélisé les innovations verticales du produit, incluent Segerstrom, Anant et Dinopoulos (1990). De plus, Grossman et Helpman (1991) ont construit un modèle de l'innovation verticale du produit qui intègre explicitement l'analyse de Segerstrom, Anant et Dinopoulos (1990) avec l'approche d'Aghion et Howitt (1992).

comme étant la capacité d'une firme de reconnaître la valeur d'une information nouvelle, externe, de l'assimiler et de l'appliquer à des fins commerciales. De plus, comme l'innovation est un facteur clé du succès dans les organisations, la capacité d'absorption est aussi un des concepts les plus importants qui ont émergé dans le champ de la recherche organisationnelle dans les années passées. C'est dans ce cadre que Cohen et Levinthal (1990) ont ajusté le concept de la « capacité d'absorption » au niveau organisationnel, en considérant que la capacité d'absorption d'une organisation dépendra de la capacité d'absorption de ses membres individuels. Plus tard, la plupart des auteurs ont proposé seulement des petites modifications à la définition proposée par Cohen et Levinthal (1990). De ce fait, Dahlman et Nelson (1995) ont défini la capacité d'absorption nationale comme étant « la capacité d'apprendre et de mettre en application des technologies et des pratiques associées de pays déjà développés ». Autrement dit, la capacité d'absorption nationale est la capacité d'un pays d'identifier et d'absorber la connaissance technologique produite à l'extérieur du pays. Enfin, Zahra et George (2002) ont étendu la théorie de la capacité d'absorption introduite par Cohen et Levinthal (1990) en spécifiant quatre dimensions distinctes de la capacité d'absorption : acquisition, assimilation, transformation et exploitation. C'est ainsi que Zahra et George (2002) ont défini la « capacité d'absorption » comme un ensemble de routines organisationnelles et de processus par lesquels les firmes acquièrent, assimilent, transforment et exploitent la connaissance externe pour produire une capacité organisationnelle dynamique, qui est en rapport avec la création et l'utilisation de la connaissance, qui renforce la capacité d'une firme de gagner et de soutenir un avantage concurrentiel. En définissant la capacité d'absorption comme une capacité dynamique, Zahra et

George (2002) ont mis en relief sa nature stratégique.

Bien qu'il n'existe aucun consensus sur une même définition de la capacité d'absorption, on peut simplifier et dire que la capacité d'absorption est fondamentalement la capacité d'une organisation de traiter la connaissance externe dans une voie qui permet son usage commercial.

Malgré la popularité croissante de l'utilisation de la capacité d'absorption, la recherche empirique sur la capacité d'absorption était limitée par l'absence d'une définition claire de ce concept (Lane, Koka et Pathak, 2006). Cependant, un grand nombre d'études empiriques¹⁰ se sont principalement focalisées sur l'effet positif, direct et individuel que la capacité d'absorption exerce sur la performance globale de la firme. Plus encore, cette performance de la firme est affectée par la coévaluation de la capacité d'absorption et des autres capacités dynamiques de la firme telles que les capacités d'apprentissage. Plus précisément, et selon Cohen et Levinthal (1990), la capacité d'absorption serait le résultat d'efforts faits par la firme pour augmenter ses capacités d'apprentissage, qui impliquent le développement de la capacité d'assimiler la connaissance existante.

En se basant sur les arguments présentés par Cohen et Levinthal (1990), les indicateurs les plus communément utilisés dans les études empiriques récentes pour capturer la capacité d'absorption sont reliés aux activités de R&D. Plus précisément, les chercheurs ayant étudié les possibilités pour une capacité d'absorption organisationnelle croissante¹¹ ont suggéré la R&D comme déterminant de la capacité d'absorption.

¹⁰ De Carolis et Deeds (1999), Lane, Salk et Lyles (2001), Tsai (2001), George, Zahra, Wheatley et Khan (2001), et Jansen, Van den Bosch et Volberda (2005).

¹¹ Rocha (1999), Griffith et al. (2000), Kamien et Zang (2000), Knudsen et al. (2001), Kneller et Stevens (2002), Grünfeld (2004), Mancusi (2004), et Escribano et al. (2005).

Cependant, la recherche empirique n'a pas totalement soutenu cette supposition. Les résultats ont montré, de ce fait, que la R&D n'est pas également significative dans les différentes circonstances et pour tous les types de connaissances (Grünfeld, 2004 ; Schmidt, 2005). La R&D est moins probable pour influencer la capacité d'absorption des petites organisations (Jones et Craven, 2001). Par conséquent, certains chercheurs¹² ont dévié leur intérêt de cet indicateur traditionnel et se sont focalisés sur les ressources humaines impliquées dans le processus.

Depuis que la recherche empirique ne confirme plus l'influence de ces déterminants, la R&D et le capital humain, la mesure de la capacité d'absorption à travers ces déterminants est discutable, bien que communément réalisée. Donc, selon Schmidt (2005), il est plus convenable de mesurer la capacité d'absorption à travers ses résultats. Dans ce cadre, la capacité d'absorption est un déterminant important de l'innovation. Selon Cohen et Levinthal (1990), la capacité d'absorption est fondamentalement liée aux capacités d'innovation de la firme et à sa capacité d'exploiter commercialement une nouvelle connaissance. Elle est la clé de l'innovation organisationnelle. Plus encore, selon Lane et al. (2002), la capacité d'absorption est supposée augmenter la vitesse, la fréquence et la valeur de l'innovation, tandis qu'au même temps, l'innovation produit la connaissance qui devient une partie de la capacité d'absorption organisationnelle.

D'autre part, l'influence de la capacité d'absorption sur l'innovation a été empiriquement étudiée par plusieurs chercheurs¹³. A ce niveau, il y a eu une distinction entre l'innovation du produit et le processus d'innovation, et par

conséquent une analyse de l'influence de la capacité d'absorption aussi bien sur l'innovation du produit que sur le processus d'innovation. Dans ce cadre, Cantner et Pyka (1998) ont établi que le développement de la capacité d'absorption est une stratégie importante pour l'acquisition de la connaissance externe pour le processus d'innovation et l'innovation du produit. Autrement dit, la capacité d'absorption a une influence forte et positive sur le processus d'innovation et sur l'innovation du produit. Plus précisément, l'influence de la capacité d'absorption sur l'innovation du produit est même plus forte que son influence sur le processus d'innovation.

3. Tentative d'estimation économétrique en Tunisie

3.1 Revue de la littérature empirique

Les principaux travaux empiriques ayant traité de l'impact de l'innovation technologique sur le développement, durant les années 1970, se sont basés sur des données individuelles concernant un ensemble ou un groupe de pays. Ces travaux ont été fondés sur des coefficients de corrélation, totaux ou partiels, entre le développement et le taux d'ouverture, approximé par le rapport entre la somme des importations et le PIB. A ce niveau, Edwards (1998) a conclu qu'il ya un lien restrictif entre l'ouverture et le développement. Plus récemment, de nouvelles études sont apparues pour traiter de l'impact de l'ouverture extérieure sur le développement. Ces études sont fondées sur les canaux à travers lesquels l'ouverture a affecté le développement, à savoir la formation du capital physique réalisée par l'IDE, la formation du capital humain tirée par les compétences et la formation du savoir mesurée par la technologie importée.

Afin de détecter le lien entre l'innovation et le développement économique, nous utiliserons des outils statistiques et économétriques. Ces outils sont fondés sur la technique de cointégration, et surtout sur

¹²Par exemple, Mangematin et Nesta (1999), Kneller et Stevens (2002), et Vinding (2006).

¹³Par exemple, Cohen et Levinthal (1990), Knudsen et al. (2001), Mancusi (2004), Schmidt (2005) et Vinding (2006).

l'approche multivariée de Johansen et Juselius (1990). Cette technique sera utilisée afin de montrer l'existence d'une relation entre la croissance économique et l'ouverture. Cette relation a été vérifiée par Coe et Moghadam (1993), qui ont montré que les échanges et le capital au sens large sont responsables de la croissance économique française depuis 20 ans. De plus, Coe et Helpman (1995) ont travaillé sur un échantillon de 22 pays industrialisés. Ils ont trouvé que la PGF d'un pays industrialisé dépend non seulement de son propre stock de capital en R&D, mais aussi de celui de ses partenaires commerciaux. Ils ont ainsi vérifié que l'existence d'un lien positif entre la R&D étrangère et la PGF d'un pays industrialisé dépend de son degré d'ouverture. En outre, Brecher, Choudhri et Schembri (1996) ont montré le lien entre les externalités de la R&D et la croissance de la PGF des secteurs au Canada et aux Etats-Unis. Alors, la question qui se pose à ce niveau est la suivante : Qu'en est-il du cas de la Tunisie, en tant que PED ?

3.2 Présentation du modèle et choix des variables

Notre base de données a été obtenue auprès de l'institut national de la statistique tunisienne (INST). Elle couvre la période allant de 1970 à 2008. Les variables sont la R&D (RD) approximée par les dépenses de l'Etat tunisien en recherche scientifique, le taux d'ouverture (OUV) calculé par l'agrégation entre les importations et le PIB réel (PIBR), l'IDE, le capital humain mesuré par l'effectif de l'enseignement secondaire (EFS) et la PGF en tant que variable endogène. Cette dernière variable sera déterminée par une fonction de type Cobb-Douglas sous la forme suivante :

$$PIBR_t = PGF_t (K)_t^\beta (L)_t^{1-\beta}$$

avec : $\left\{ \begin{array}{l} K = \text{Formation brute de capital fixe (FBCE)} ; \\ L = \text{Facteur travail mesuré par la force de travail} ; \end{array} \right.$

β = Elasticité de la production intérieure brute réelle par rapport au facteur capital.

Le modèle de référence, qui décrit l'impact de l'innovation technologique sur le développement, représente une extension des travaux antérieurs de Levin et Raut (1992), d'Edwards (1992) et de Coe, Helpman et Hoffmaister (1997). Il est représenté par la fonction non linéaire suivante :

$$\exp(PGF_t) = A(RD)_t^\delta (EFS)_t^\gamma \exp(OUV)_t^\theta (IDE)_t^\phi \exp(\varepsilon_t)$$

exp : exponentielle

Avant d'utiliser l'approche multivariée de Johansen & Juselius (1990), il s'avère nécessaire de linéariser notre modèle de référence tout en intégrant la spécification log-log, sachant que log A désigne l'effet moyen des variables omises, c'est-à-dire la moyenne des effets, positifs ou négatifs, des variables non explicatives, et que ε_t correspond aux variables cachées ou omises.

3.3 L'approche multivariée de Johansen & Juselius (1990)

Nous utiliserons le test de Perron (1997) pour vérifier l'absence ou la présence d'une racine unitaire avec des coupures des tendances sous l'hypothèse nulle et son alternative pour chaque variable de notre modèle de base. Pour ce test, les dates de changement des tendances sont fixées d'une façon endogène. Les résultats de ce test sont présentés dans le tableau 1¹⁴. Malgré la coupure de la tendance pour chaque composante de la PGF, toutes les variables de notre modèle de base contiennent des racines unitaires et l'effet de filtrage demeure nécessaire pour stabiliser ces variables. D'où, ces dernières sont intégrées d'ordre 1.

L'approche multivariée de Johansen & Juselius (1990) est basée sur la détermination du nombre optimal des retards de vecteur autorégressif (VAR). Ce nombre optimal est présenté dans le

¹⁴ Voir annexe 1.

tableau 2¹⁵. A partir de ce tableau, nous pouvons constater que le nombre optimal des retards est égal à 4, tout en se référant aux deux critères d'information AIC & SC, et que le test de rapport de vraisemblance donne un nombre optimal des retards égal à 1¹⁶.

La technique de reparamétrisation du processus vectoriel autorégressif nous donnera le vecteur à correction d'erreur (VECM). Pour mieux spécifier ce VECM, nous utiliserons le test du rapport de vraisemblance. Ce test permet de détecter la présence ou l'absence de tendance linéaire (ou quadratique) dans les relations de cointégration et dans les ajustements à court terme. L'hypothèse nulle de ce test et son alternative sont présentées comme suit :

- H_0 : Absence de tendance linéaire dans les relations de cointégration et dans les ajustements à court terme
- H_1 : Présence de tendance linéaire dans les relations de cointégration et dans les ajustements à court terme

La statistique du rapport de vraisemblance sous l'hypothèse nulle est définie comme suit :

$$\chi^2 = -T \sum_{i=r+1}^5 \log \left(\frac{1 - \hat{\lambda}_i}{1 - \hat{\lambda}_i''} \right) \sim \chi^2 (5-r) ;$$

avec : $\left\{ \begin{array}{l} 5 = \text{Nombre de variables} \\ r = \text{Nombre de vecteurs cointégrants} \end{array} \right.$

La statistique du rapport de vraisemblance est définie sous l'hypothèse nulle par un khi-deux à (5- r) degrés de liberté. Si la réalisation de cette statistique dépasse la valeur critique de khi-deux, nous accepterons l'existence d'une tendance linéaire dans les relations de cointégration ou dans les ajustements à court terme. Pour

¹⁵ Voir annexe 1.

¹⁶ Le test du rapport de vraisemblance permet de déterminer le nombre optimal des retards des processus vectoriels autorégressifs. Ce test suit une loi de chi-deux à k degrés de liberté.

mieux identifier cette tendance linéaire, nous testerons dans une première étape l'absence de tendance linéaire dans les relations de cointégration sous l'hypothèse nulle contre la présence de celle-ci sous l'hypothèse alternative. Les deux hypothèses se présentent alors comme suit :

- H_0^1 : Absence de tendance linéaire dans les relations de cointégration
- H_1^1 : Présence de tendance linéaire dans les relations de cointégration

Nous pouvons aussi distinguer l'existence d'une constante ou d'un trend, linéaire ou quadratique, dans la relation de cointégration :

- H_0^{11} : Absence de constante dans les relations de cointégration
- H_1^{11} : Présence de constante dans les relations de cointégration
- H_0^{12} : Absence de trend dans les relations de cointégration
- H_1^{12} : Présence de trend dans les relations de cointégration

Dans une première étape, nous testerons l'existence d'une constante si la statistique du rapport de vraisemblance est supérieure à la valeur critique à (5-r) degrés de liberté. Nous passerons dans une seconde étape à la vérification de l'existence ou de l'absence d'un trend linéaire (ou quadratique). Nous utiliserons également les hypothèses suivantes dans la spécification des dynamiques à court terme :

- H_0^{21} : Absence de constante dans les ajustements à court terme
- H_1^{21} : Présence de constante dans les ajustements à court terme
- H_0^{22} : Absence de trend dans les ajustements à court terme
- H_1^{22} : Présence de trend dans les ajustements à court terme

Le test de spécification du VECM pour la PGF est présenté dans le tableau 1¹⁷. En nous référant à ce tableau, nous pouvons conclure par la présence de constante et l'absence de trend linéaire au niveau des relations à long terme. Mais, dans les dynamiques à court-terme, les constantes sont identifiées et les trends sont absents.

¹⁷ Voir annexe 2.

Pour déterminer le nombre de relations de cointégration, Johansen (1988) a proposé deux statistiques de tests, qui sont des rapports de vraisemblance, à savoir les tests de la trace et de la valeur propre maximale. Le premier test permet de tester l'existence de plus de r vecteurs cointégrants, alors que le second permet de tester l'hypothèse de la présence de $(r+1)$ vecteurs cointégrants. La détermination du nombre de vecteurs cointégrants par les tests de la trace et de la valeur propre maximale est représentée dans le tableau 2¹⁸. La statistique du rapport de vraisemblance et des tests de la trace et de la valeur propre maximale énonce l'existence d'un unique vecteur cointégrant pour la PGF.

3.4 Test d'exogénéité faible

Le test d'exogénéité faible de Hendry (1995) consiste à s'interroger sur le fait que certaines variables de notre modèle peuvent être considérées comme faiblement exogènes pour les paramètres de ces relations de cointégration trouvées précédemment. Si tel est le cas, ces paramètres peuvent être estimés sans perte d'information à partir du modèle conditionnel, plus facilement gérable, puisqu'il est extrait des modèles VECM complet. Cette hypothèse d'exogénéité faible s'exprime par la nullité d'un certain nombre de coefficients de la matrice des vitesses d'ajustement à long terme (α). L'hypothèse nulle de la faible exogénéité et son alternative se présenteront comme suit :

$$\begin{cases} H_0 : \alpha_{5r} = 0 \\ H_1 : \alpha_{5r} \neq 0 \end{cases}$$

Sous l'hypothèse nulle, le test d'exogénéité faible suit un khi-deux à r degrés de liberté. Dans le cas où la réalisation de la statistique du rapport de vraisemblance est supérieure à la valeur critique de khi-deux, nous affirmons que la variable de l'intérêt est non faiblement exogène, c'est-à-dire

que cette variable subit un phénomène de correction d'erreur.

Le tableau 1¹⁹ récapitule le test d'exogénéité pour l'ensemble des variables de la PGF. Les résultats peuvent être synthétisés comme suit : au seuil de 5%, nous rejetons la faible exogénéité de la PGF. Par ailleurs, l'hypothèse jointe de faible exogénéité pour les autres variables est largement acceptée au seuil de 5%. Nous choisissons d'estimer la relation de cointégration qui décrit la PGF au sein d'un modèle VECM composé de cinq variables (PGF_t , $LEFS_t$, LRD_t , OUV_t , $LIDE_t$), dont quatre sont faiblement exogènes ($LEFS_t$, LRD_t , OUV_t , $LIDE_t$). Il n'est donc pas nécessaire de modéliser explicitement ces variables à long terme, même si elles pourront exercer une influence sur la PGF.

3.5 Test d'exclusion

Le test d'exclusion des variables à long terme indique si un seul groupe de variables, et non l'ensemble des variables, est nécessaire dans l'espace de cointégration. La statistique du test d'exclusion des variables à long-terme suit une loi $\chi^2(r)$. Contrairement au test d'exogénéité, l'hypothèse nulle et son alternative sont appliquées sur le vecteur cointégrant :

$$\begin{cases} H_0 : \beta_{r5} = 0 \\ H_1 : \beta_{r5} \neq 0 \end{cases}$$

Comme pour le test d'exogénéité faible, lorsque la réalisation du rapport de vraisemblance dépasse la valeur tabulée de khi-deux à r degrés de liberté, nous affirmons que la variable d'intérêt appartient à l'espace cointégrant. Le tableau 2²⁰ retrace le test d'exclusion pour la PGF tunisienne. Les résultats ont montré que toutes les variables, à l'exception de l'IDE, sont incluses dans l'espace de cointégration. Donc, ces variables sont très

¹⁸ Voir annexe 2.

¹⁹ Voir annexe 3.

²⁰ Voir annexe 3.

importantes dans l'équilibre à long terme. La PGF est non faiblement exogène et appartient à l'espace de cointégration. Pour cela, la relation de long terme, estimée par la technique du maximum de vraisemblance, converge partiellement vers une situation stable à long terme.

Ensuite, il est intéressant de se demander s'il n'existe pas de variables figurant dans l'espace cointégrant, qui constituent à elles-seules une relation de cointégration. Pour ce faire, le tableau 3²¹ présente les résultats du test de stationnarité des différentes variables du système autour d'une tendance déterministe fixée. Les résultats de ce test sont catégoriques, puisque nous rejetons à chaque fois l'hypothèse de stationnarité autour de la constante pour ces cinq variables appartenant à l'espace cointégrant de la PGF.

Le dernier tableau (tableau 4²²), qui récapitule les vecteurs cointégrants et les vitesses d'ajustement de la relation de long terme, décrit la PGF en fonction des variables explicatives. Le déséquilibre de la PGF est corrigé de 18,1507% par les mécanismes du marché. Tous les coefficients associés avec les variables explicatives sont non statistiquement significatifs (absence d'effets sur la PGF), à l'exception de celui associé avec l'effectif de l'enseignement secondaire (LEFS). Tout d'abord, ces résultats montrent que la Tunisie n'a pas pu bénéficier de sa propre R&D. Cela s'explique par la faiblesse de l'investissement en R&D de la Tunisie, en tant que PED, en comparaison avec celui des pays développés. D'ailleurs, la Tunisie manque cruellement d'innovations. Ensuite, et parallèlement à l'absence de contribution directe de la R&D à la croissance de la PGF nationale, notre pays a pu bénéficier de la R&D étrangère, mais pas via l'ouverture (les importations) et les IDE, qui ne semblent pas être un vecteur

de diffusion technologique. A ce niveau, le principal facteur explicatif de ce résultat demeure la faiblesse des capacités d'absorption nationales, expliquée par l'inefficacité des systèmes éducatifs tunisiens, justifiée à son tour par un désengagement partiel de l'Etat du système éducatif (en particulier sur le plan financier). De ce fait, il y a certes des efforts consentis par l'Etat tunisien pour améliorer la qualité des systèmes éducatifs, conjugués avec une amélioration soutenue de l'effectif de l'enseignement secondaire, mais sans pour autant stimuler la capacité d'absorption nationale, ce qui aura comme conséquence des répercussions négatives sur la PGF nationale. Statistiquement parlant, cela est confirmé par un coefficient négatif et statistiquement significatif associé avec la variable (LEFS) ; de plus et économiquement parlant, l'output des systèmes éducatifs tunisiens consiste en des compétences tunisiennes non conformes aux exigences du marché du travail²³. En d'autres termes, il y a une inadéquation des qualifications des offreurs de travail aux besoins des entreprises. Ces résultats ont été déjà confirmés pendant la même période au niveau du secteur manufacturier tunisien, considéré comme le secteur à travers lequel se fait le plus de transfert de technologie (Samet et Chaabane, 2010). La solution demeure alors un engagement financier plus important de l'Etat dans l'éducation, en investissant plus particulièrement dans les compétences à haute valeur ajoutée et très sollicitées sur le marché du travail. Par conséquent, une partie du chômage structurel sera résorbée, et les entreprises seront dotées de capacités d'absorption capables de tirer profit de la technologie étrangère avancée et pourquoi non de participer dans l'innovation et donc dans l'amélioration de la PGF nationale. Comme on observe ces dernières décennies en Tunisie une fuite des cerveaux de plus en plus importante, il a été démontré que le

²¹ Voir annexe 3.

²² Voir annexe 3.

²³ Le chômage structurel est le type de chômage qui nous préoccupe le plus en Tunisie.

gain de cerveaux (option retour et option diaspora incluses), via les enseignants & chercheurs et les autres cadres, pourra constituer un substitut au commerce international et à l'IDE en tant que vecteur de diffusion de la technologie pour la Tunisie. Une amélioration de ces résultats, dans le sens d'une implication de plus de catégories dans le développement de leur pays d'origine, serait attendue si on tient compte de la période post-révolutionnaire, et en particulier du long terme, avec une amélioration attendue de la situation économique et politique du pays dans le cadre d'un nouvel environnement démocratique (Samet, 2014). Parallèlement, la Tunisie doit avoir une certaine autonomie en R&D, dans le sens que notre pays doit arriver un jour à se baser sur sa propre R&D, en investissant davantage dans ce domaine.

4. Conclusion

Le domaine des sciences et technologies a été partout reconnu comme un élément important du développement futur. En effet, grâce à un progrès technologique continu, une économie peut atteindre une croissance économique à long terme. Ce taux de croissance est positivement influencé par les dépenses en R&D, elles-mêmes dépendantes de la disponibilité d'une main-d'œuvre possédant un niveau d'instruction élevé, montrant ainsi l'importance du capital humain dans la croissance économique. Cela se manifeste dans les pays développés, qui peuvent améliorer leur PGF et donc leur économie aussi bien en se basant sur leur propre R&D qu'en se basant sur la R&D menée par d'autres pays développés, conformément avec la théorie de la croissance endogène. Toutefois, ces observations ne sont pas valables dans le cas de la Tunisie, en tant que PED. En effet, d'une part, la Tunisie ne peut bénéficier encore de sa propre R&D ; d'autre part, notre pays peut tirer profit de la R&D menée dans des pays développés,

mais pas à travers le commerce international et les IDE qui ne semblent pas être un vecteur de diffusion technologique, en raison de la faiblesse des capacités d'absorption nationales et donc de l'inefficacité des systèmes éducatifs. Une amélioration soutenue de l'investissement en R&D conjuguée au gain de cerveaux pourront constituer des solutions adéquates pour notre pays dans ses efforts de développement durable.

Bibliographie

- ABRAMOVITZ M. (1986) Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind, *The Journal of Economic History*, vol. 46, n°2, 385-406.
- AGHION P. et HOWITT P. (1992) A Model of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica*, vol. 60, n°2, 323-351.
- ARROW K. (1962) Uncertainty and the welfare economics of medical care, *American Economic Review*, vol. 53, n° 5, 941-973.
- BENHABIB J. et SPIEGEL M. (1994) The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence From Aggregate Cross-Country Data, *Journal of Monetary Economics*, n°34, 143-173.
- BISHOP J.H. (1990a) The Productivity Consequences of What is Learned in High School, *Journal of Curriculum Studies*, vol. 22, 101-126.
- BRECHER R.A., CHOUDHRI E.U. et SCHEMBRI L.L. (1996) International Spillovers of Knowledge and Sectoral Productivity Growth: Some Evidence for Canada and the United States, *Journal of International Economics*, vol. 40, n°3-4, 299-321.
- CANTNER P. et PYKA A. (1998) Absorbing technological spillovers:

- simulations in an evolutionary framework, *Industrial and Corporate Change*, n°7, 369-397.
- COE D.T., HELPMAN E. et HOFFMAISTER A. (1997) North-South R&D Spillovers, *Economic Journal*, vol.107, n°440, 134-149.
 - COE D.T. et HELPMAN E. (1995) International R&D spillovers, *European Economic Review*, vol.39, n°5, 859-887.
 - COE D.T. et MOGHADAM R. (1993) Capital and Trade As Engines of Growth in France: An Application of Johansen's Cointegration Methodology, *IMF Staff Papers*, vol.40, n°3, 542-566.
 - COHEN W.M. et LEVINTHAL D.A. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n°1, 128-152.
 - COHEN W.M. et LEVINTHAL D.A. (1989) Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, *Economic Journal*, vol. 99, n°397, 569-596.
 - DAHLMAN C.J. et NELSON R. (1995) Social Absorption Capability, National Innovation Systems and Economic Development, in B.H. Koo et D.H. Perkins *Social Capability and Long-Term Economic Growth*, London, Macmillan, 82-122.
 - DECAROLIS D. et DEEDS D. (1999) The Impact of stocks and flows of Organizational Knowledge on Firm Performance: An Empirical Evaluation of the Biotechnology Industry, *Strategic Management Journal*, n°20, 953-968.
 - EDWARDS S. (1998) Openness, Productivity and Growth: What do We Really Know? *The Economic Journal*, vol.108, n°447, 383-398.
 - EDWARDS S. (1992) Trade Orientation, Distortions and Growth in Developing Countries, *Journal of Development Economics*, vol. 39, n°1, 31-57.
 - ESCRIBANO A. et al. (2005) *Managing knowledge spillovers: The impact of absorptive capacity on innovation performance*. [http://www.fep.up.pt/conferences/earie2005/cd_rom/Session%20V/V.M/ESCRIBAN.pdf], 5.6.2006.
 - GEORGE G., ZAHRA S.A., WHEATLEY K.K. et KHAN R. (2001) The effects of alliance portfolio characteristics and absorptive capacity on performance: A study of biotechnology firms, *Journal of High Technology Management Research*, n°12, 205-226.
 - GRANGER C.W.J. (1988) Some recent development in a concept of causality, *Journal of Econometrics*, vol.39, n°1/2, 199-211.
 - GRIFFITH R. et al. (2000) Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries, *CEPR Discussion Paper*2457.
 - GROSSMAN G.M. et HELPMAN E. (1991) Endogenous Innovation in the Theory of Growth, *NBER Working Paper*4527.
 - GRÜNFELD L.A. (2004) *The Multiple Faces of R&D: Absorptive Capacity Effects and Different Sources of Spillovers*, Oslo, Norwegian Institute of International Affairs.
 - HENDRY D.F. (1995) *Dynamic Econometrics*, Oxford, Oxford University Press, 869 p.
 - JANSEN J.J.P., VAN DEN BOSCH F.A.J. et VOLBERDA H.W. (2005) Managing potential and realized absorptive capacity: How do organizational antecedents matter? *Academy of Management Journal*, vol. 48, n°6, 999-1015.

- JOHANSEN S. et JUSELIUS K. (1990) Maximum Likelihood Estimation and Inference On Cointegration - With Applications To The Demand for Money, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol.52, n°2, 169-210.
- JOHANSEN S. (1988) Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol.12, n°2-3, 231-254.
- JONES O. et CRAVEN M. (2001) Absorptive Capacity and New Organisational Capabilities: A TCS Case Stud, *Manchester Metropolitan University Business School Working Paper Series 01/02*.
- KAMIEN M.I. et ZANG I. (2000) Meet me halfway: research joint ventures and absorptive capacity, *International Journal of Industrial Organisation*, vol.18, n°2, 995-1012.
- KNELLER R. et STEVENS P.A. (2002) Absorptive Capacity and Frontier Technology: Evidence from OECD Manufacturing Industries, *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, vol.68, n°1, 1-21.
- KNUDSEN M.P. et al. (2001) *Two Faces of Absorptive Capacity Creation: Access and Utilisation of Knowledge*, Aalborg, Druid.
- LANE P.J., KOKA B. et PATHAK S. (2006) The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct, *Academy of Management Review*, vol. 31, n°4, 833-863.
- LANE P.J. et al. (2002) *A thematic analysis and critical assessment of absorptive capacity research*, Boston, Academy of Management Proceedings.
- LANE P.J., SALK J.E. et LYLES A. (2001) Absorptive capacity, learning and performance in international joint ventures, *Strategic Management Journal*, vol. 22, n°12, 1139-1161.
- LEVIN A. et RAUT L.K. (1992) Complementarities Between Exports and Human Capital in Economic Growth: Evidence from the Semi-Industrialized Countries, University of California, *San Diego Department of Economics Working Paper 92/14*, 33 p.
- LEVINE R. et RENELT D. (1992) A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions, *American Economic Review*, vol. 82, n°4, 942-963.
- LUCAS R.E. (1988) On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, vol.22, n°1, 3-42.
- MANCUSI M.L. (2004) *International Spillovers and Absorptive Capacity: A cross-country, cross-sector analysis based on European patents and citations*, Japan, The Toyota Center
- MANGEMATIN V. et NESTA L. (1999) What kind of knowledge can a firm absorb? *International Journal of Technology Management*, vol.18, n°3/4, 149-172.
- MAZOYER M. et ROUDART L. (2005) *La fracture agricole et alimentaire mondiale : nourrir l'humanité aujourd'hui et demain*, Paris, Editions Universalis.
- PERRON P. (1997) Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables, *Journal of Econometrics*, vol.80, n°2, 355-385.
- ROCHA F. (1999) Inter-firm technological cooperation: Effects of absorptive capacity, firm-size and specialization, *Economics of Innovation & New Technology*, vol. 8, n°3, 253-271.
- ROMER P.M. (1990) Endogenous Technological Change, *NBER Working Paper 3210*.

- ROMER P.M. (1989b) Human Capital and Growth: Theory and Evidence, *NBER Working Paper* 3173.
- ROMER P.M. (1986) Increasing Returns and Long Run Growth, *Journal of Political Economy*, vol. 94, n°5, 1002-1037.
- SAMET K. (2014) Brain gain, technology transfer and economic growth: case of Tunisia, *International Journal of Economics and Finance*, vol.6, n°9, 57-72.
- SAMET K. et CHAABANE A. (2010) Recherche et développement, diffusion, adoption et croissance de la productivité : cas du secteur manufacturier tunisien, *Mondes en développement*, vol.38, n°151, 99-112.
- SCHMIDT T. (2005) *What Determines Absorptive Capacity?* Mannheim, Centre for European Economic Research (ZEW).
- SCHUMPETER J.A. (1950) *Capitalism, Socialism and Democracy*, 3rd edition, New York, Harper and Brothers.
- SCHUMPETER J.A. (1942) *Capitalism, Socialism and Democracy*, 1st edition, London, George Allen and Unwin.
- SEGERSTROM P., ANANT T. et DINOPOULOS E. (1990) A Schumpeterian Model of the Product Life Cycle, *American Economic Review*, n°80, 1077-1092.
- SEN A. (1981) *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*, Oxford, Clarendon Press, 266 p.
- TSAI W. (2001) Knowledge Transfer in Intra-organizational Networks: Effects of Network Position and Absorptive Capacity on Business Unit Innovation and Performance, *Academy of Management Journal*, n°44, 996-1004.
- VEBLEN T. (1970) *Théorie de la classe de loisir*, Paris, Editions Gallimard, 279 p.
- VINDING L.A. (2006) Absorptive Capacity And Innovative Performance: A Human Capital Approach, *The Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15, n°4/5, 507-517.
- ZAHRA S.A. et GEORGE G. (2002) Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension, *The Academy of Management Review*, vol. 27, n°2, 185-203.

Annexe 1

Tableau 1: Test de Perron (1997)

Modèle avec changement de la constante et de la pente ²⁴				
	T-Statistiques	Dates de rupture	Valeurs critiques	Nombre de retards
PGF	-4.06837	2000	-5.59 (5%)	1
LIDE	-6.14269	1987	-6.32 (1%)	2
LEFS	-3.47641	1998	-5.59 (5%)	2
OUV	-6.12835	1996	-6.32 (1%)	3

Tableau 2: Nombre optimal des retards de VAR

Retards	1	2	3	4
$X_{1t} = (PGF_t, LEFS_t, LRD_t, OUV_t, LIDE_t)$				
AIC	-26.8440	-27.1536	-27.3544	-30.5484*
Schwartz	-25.4972	-24.6344	-23.6178	-25.5526*
LR	34.5979 (0.0957)	30.0949 (0.2208 ²⁵)	113.1026 (0.0000)	

Annexe 2

Tableau 1: Spécification du vecteur à correction d'erreur (VECM)

Spécifications des relations de cointégration	
Absence ou présence de constante	
LR= 16,16502	$\chi^2(5-1)= 9,49$
Absence ou présence de trend linéaire	
LR=1,44634	$\chi^2(5-1)=9,49$
Spécification des ajustements à court-terme	
Absence ou présence de constante	
LR=-21,26484	$\chi^2(5-1)=9,49$
Absence ou présence de trend linéaire	
LR=2,41324	$\chi^2(5-1)=9,49$

²⁴ Le test a été écrit en langage RATS; source : Estima.

²⁵ Le chiffre entre parenthèses indique le niveau asymptotique marginal, c'est-à-dire la probabilité que la valeur de la statistique calculée dépasse la valeur tabulée. Ainsi, un niveau asymptotique marginal de 99,7% ou de 89,78% signifie que pour un seuil α inférieur à 99,7% et à 89,78%, l'hypothèse H_0 , d'un seul retard, est acceptée.

Tableau 2: Tests du nombre de vecteurs cointégrants

	Test λ_{trace}				Test λ_{max}			
	$r=0$	$r \leq 1$	$r \leq 2$	$r \leq 3$	$r=0$	$r=1$	$r=2$	$r=3$
$X_{1t} = (PGF_t, LEFS_t, LRD_t, OUV_t, LIDE_t)$								
Hypothèse nulle	$r=0$	$r \leq 1$	$r \leq 2$	$r \leq 3$	$r=0$	$r=1$	$r=2$	$r=3$
Hypothèse alternative	$r \geq 1$	$r \geq 2$	$r \geq 3$	$r=4$	$r=1$	$r=2$	$r=3$	$r=4$
Valeur statistique	69.68912	33.7006	14.20759	6.852304	35.98853	19.49300	7.355288	6.713073
Valeur critique à 5%	68.52	47.21	29.68	15.41	33.46	27.07	20.97	14.07
			PGF	LEFS	LRD	OUV	LIDE	
Vecteur cointégrant normalisé par Lm1r			1	-0.053095	0.007898	-0.060095	0.002843	

Annexe 3

Tableau 1: Test d'exogénéité faible ou test de causalité à long-terme de Granger (1988)

$X_{1t} = (PGF_t, LEFS_t, LRD_t, OUV_t, LIDE_t)$					
Variables	PGF _t	LEFS _t	LRD _t	OUV _t	LIDE _t
$\chi^{2C}(1)$	5.235473	0.251363	4.960470	2.443875	0.700235
Significativités	0.022131	0.616117	0.025933	0.117984	0.402705

Tableau 2: Test d'exclusion

$X_{1t} = (PGF_t, LEFS_t, LRD_t, OUV_t, LIDE_t)$					
Variables	PGF _t	LEFS _t	LRD _t	OUV _t	LIDE _t
$\chi^{2C}(1)$	4.285639	7.131032	6.057688	6.458087	0.946710
Significativités	0.038436	0.007576	0.013846	0.011045	0.330558

Tableau 3: Test de stationnarité autour de la constante

$X_{1t} = (PGF_t, LEFS_t, LRD_t, OUV_t, LIDE_t)$					
Variables	PGF _t	LEFS _t	LRD _t	OUV _t	LIDE _t
$\chi^{2C}(4)$	27.88418	28.35155	27.25611	24.37065	28.07346
Significativités	0.000013	0.000011	0.000018	0.000067	0.000012

Tableau 4: Estimation par le maximum de vraisemblance des vecteurs de cointégration normalisés et des coefficients à correction d'erreur

Variables	Vecteurs cointégrants normalisés (matrice β)	Coefficients à correction d'erreur (matrice α)
PGF	1.000000	-0.181507
LEFS	-0.053095	-0.616609
LRD	0.007898	-72.42059
OUV	-0.060095	4.931058
LIDE	0.002843	20.71799