

**Lab.RII**

**UNIVERSITÉ DU LITTORAL CÔTE D'OPALE**  
**Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation**

**CAHIERS DU LAB.RII**  
**– DOCUMENTS DE TRAVAIL –**

**Janvier 2009**

**N°206**



**INNOVATIONS  
TECHNOLOGIQUES,  
MOBILITE ET DEMANDE DE  
MAIN-D'ŒUVRE QUALIFIEE  
UNE ANALYSE DES INDUSTRIES  
TUNISIENNES**

**Sami SAAFI**

# INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES, MOBILITE ET DEMANDE DE LA MAIN-D'ŒUVRE QUALIFIEE : UNE ANALYSE DES INDUSTRIES TUNISIENNES

## TECHNOLOGICAL INNOVATIONS, MOBILITY AND SKILLED-LABOUR DEMAND: AN ANALYSIS OF TUNISIAN INDUSTRIES

**Sami SAAFI**

**Résumé :** L'objectif de cet article est de déterminer les effets de la diffusion des innovations technologiques sur la demande de la main d'œuvre qualifiée pour le cas d'un pays en développement (en l'occurrence la Tunisie). Cette étude présente trois originalités. La première tient à la prise en compte des coûts d'ajustement. La deuxième originalité tient à la mesure de l'innovation. La troisième originalité tient à la nature de données utilisées. L'étude économétrique montre l'existence d'un biais technologique, qui favorise la demande des cadres -supposés la main-d'œuvre la plus qualifiée- par les industries. A cet effet s'ajoute un second effet favorable à la main d'œuvre qualifiée: cette dernière est plus fortement complémentaire au capital que les ouvriers, qui sont supposés la main-d'œuvre non qualifiée.

**Abstract:** The aim of this article is to discover the effect of technological innovations diffusion on skilled-labour demand in the case of developing countries (especially in Tunisia). This research presents three originalities. The first takes into considerations the adjustment costs. The second originality depends on the innovation measurement. The third originality is due to the nature of used data. The econometric research shows the existence of skill-biased technical change that favour the industries demand of managers. These later are supposed the most skilled-labour. In addition to this effect, they complement the capital rather than the manual workers, who are supposed unskilled-labour.

**INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES, MOBILITE ET DEMANDE DE LA MAIN-  
D'ŒUVRE QUALIFIEE : UNE ANALYSE DES INDUSTRIES TUNISIENNES**

**TECHNOLOGICAL INNOVATIONS, MOBILITY AND SKILLED-LABOUR  
DEMAND: AN ANALYSIS OF TUNISIAN INDUSTRIES**

**Sami SAAFI**

**TABLE DES MATIERES**

<b>INTRODUCTION</b>	4
<b>1. EVALUATION DES DIFFERENTES CATEGORIES D'EMPLOIS SUR LA PERIODE 1997-2006</b>	6
1.1. Une réorientation vers la demande de main d'œuvre qualifiée	6
1.2. L'augmentation de la part de la main d'œuvre qualifiée : mouvements intra ou inter-sectoriels ?	8
<b>2. THESE DU BIAIS TECHNOLOGIQUE : FONDEMENT THEORIQUE ET TESTS EMPIRIQUES</b>	9
<b>3. METHODOLOGIE : LE MODELE</b>	11
<b>4. DONNEES ET CONSTRUCTION DES VARIABLES</b>	13
4.1. Sources des données utilisées	13
4.2. Mesures des variables	13
<i>Valeur de technologies importées</i>	13
<i>Brevets</i>	14
<i>Les dépenses en R&amp;D</i>	15
<b>5. RESULTATS D'ESTIMATION ET INTERPRETATION</b>	16
6.1. Méthodes d'estimation	16
6.2. Résultats	17
<b>CONCLUSION</b>	20
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	21

## INTRODUCTION

Depuis le milieu des années 1980, la Tunisie a poursuivi une libéralisation graduelle du commerce et des mouvements de capitaux, qui a eu pour résultat une intégration croissante dans l'économie mondiale. Ainsi, dès 1994, la Tunisie a adhéré au GATT et, par la suite, a signé un accord de partenariat avec l'Union Européenne en 1995. Dans ce cadre, l'analyse de l'emploi requiert une importance très particulière. Les analyses d'Edward (1988) donnent à penser que, dans les pays en développement (en l'occurrence la Tunisie) où la main d'œuvre non-qualifiée est le facteur abondant, l'ouverture commerciale contribue à une augmentation de la demande de la main d'œuvre non-qualifiée relativement à la main d'œuvre qualifiée.

Cependant, l'observation empirique montre que dans un ensemble des pays en développement (PVD), en particulier la Tunisie, la part des travailleurs qualifiés dans l'emploi aurait progressé plutôt que diminué malgré la croissance de leur salaire relatif (Wood, 1997; Hanson et Harisson., 1999; Mouelhi, 2005). En examinant l'effet de la libéralisation commerciale sur la demande de la main d'œuvre aux niveaux des entreprises tunisiennes, Mouelhi (2005) montre que les entreprises ne s'ajustent pas toutes de la même manière aux variations de la protection commerciale, et que la manière et le degré d'ajustement de l'emploi dans les entreprises sont largement tributaires des caractéristiques de ces dernières. En effet, les estimations faites montrent que la réponse des firmes, suite à la libéralisation varie entre les entreprises exportatrices et celles orientées vers le marché local. L'auteur avance que la thèse de biais technologique pourrait être donnée comme une explication de l'augmentation de la demande de la main d'œuvre qualifiée au niveau des firmes exportatrices. La réduction des tarifs douaniers, ainsi que la concurrence étrangère stipule ces dernières à importer les nouvelles technologies, et donc pourrait augmenter la demande du travail qualifié.

En partant de ce constat, l'objectif de cette étude, principalement empirique, est de tester l'hypothèse de «biais technologique» au niveau du secteur industriel Tunisien. Une telle étude nous semble nécessaire, vu qu'il y a relativement peu d'études concernant les effets que pourrait induire le progrès technologique sur la composition de la demande interindustrielle d'emploi et sur le niveau des salaires des PVD. Ainsi, on ne dispose à ce jour d'aucune étude économétrique explorant la relation entre l'innovation technologique et la demande de la main d'œuvre qualifiée pour la Tunisie. Cette dernière constitue, donc, un objet d'étude intéressant. Ceci est évidemment particulièrement important aujourd'hui, où une nouvelle catégorie de chômeurs est apparue. Il s'agit du chômage des diplômés de l'enseignement supérieur, pour lesquels le pays a consenti des sacrifices en termes d'investissement dans le capital humain. Dès lors, il s'agit de voir, si la diffusion des innovations technologiques pourrait contribuer à la création d'emplois qualifiés. Si on émet l'hypothèse que l'innovation augmente la demande de travailleurs hautement qualifiés dans les PVD (Berman et Machin, 2000; Conte et Vivarelli (2007), et comme on savait que la Tunisie a toujours choisi de développer l'aspect actif plutôt que passif en matière de politiques d'emploi, il pourrait donc être profitable de subventionner et encourager les entreprises à investir en innovation.

La politique d'emploi en Tunisie, si elle a évolué dans sa forme, dans son contenu et dans ses modalités d'application a peu changé dans sa conception et ses orientations. La Tunisie a toujours eu une orientation interventionniste à l'égard de la réglementation du marché du travail, y compris la protection de l'emploi. La logique a traditionnellement été de protéger les travailleurs des chocs provoqués par le changement économique par le biais de strictes règles de sécurité d'emploi. Le cadre réglementaire du marché du travail est principalement fixé dans le code du travail amendé récemment en 1994 et 1996 et dans les conventions collectives

négociées tous les trois ans par les comités tripartites. En dépit des récentes réformes envisagés par les pouvoirs publics, qui visent à introduire une certaine souplesse dans la législation sociale, à atténuer son caractère protecteur et à développer son aspect promotionnel des emplois et des revenus, les réglementations du travail (en particulier les procédures de licenciement) sont toujours rigides et trop protectrices (Banque mondiale, 2004). En revanche, Azaiez T.L. (2000) montre que la flexibilité, la vraie existe; les dernières modifications apportées au code du travail au début des années 1990 l'ont rendue plus palpable encore. La législation tunisienne du travail est très libérale dans son inspiration et très souple dans son interprétation, mais ce sont les comportements illogiques et les pratiques douteuses des partenaires sociaux qui font croire l'existence de ces rigidités. Un tel système, fortement réglementé, peut être associé à des coûts d'ajustement trop élevés. Dans cet article nous prenons compte de ce phénomène en introduisant un processus d'ajustement dynamique.

Par rapport aux précédentes études, notre approche présente trois originalités. La première tient à la prise en compte des coûts d'ajustement. Les coûts d'ajustement sont d'autant faibles que les marchés sont efficaces, flexibles, c'est-à-dire que les prix s'adaptent et que les barrières de mobilités sont réduites. La souplesse du fonctionnement du marché du travail pourrait offrir aux entreprises la possibilité d'ajuster leurs effectifs en fonction des marchés et des changements technologiques ou d'organisation du travail. En revanche, selon de nombreux avis, dans la plupart des PVD, en particulier la Tunisie, les règles actuelles en matière de recrutement et de licenciement restent, malgré les modifications apportées, trop restrictives, nuisibles à l'emploi et entravent la mobilité de l'emploi.. Par conséquent, l'ignorance des coûts d'ajustement pourrait fausser les résultats d'un tel test empirique, surtout pour le cas des PVD, de la thèse de biais technologique.

La deuxième originalité tient à la mesure de l'innovation. La plupart des études antérieures utilisent les données de brevets ou des innovations (innovations de produit et de procédé) pour mesurer l'innovation. En Tunisie, comme dans la plupart des pays en développement, pour mesurer l'innovation il semble préférable d'utiliser la valeur de technologies (essentiellement) importées. En fait, le phénomène de création reste rare et ne concerne qu'un très petit nombre des entreprises tunisiennes, la notion de diffusion, quel que soit son objet (innovation, technologies d'information et de communication TIC, savoir, etc.) nous semble, donc, centrale pour l'étude des effets des innovations technologiques sur la demande de la main d'œuvre qualifiée. La troisième originalité tient à la nature de données utilisées. Une base de données originale, rassemblée par quatre sources différentes (Institut National de Statistique, Agence de Promotion de l'Industrie et l'Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle et le Ministère de la recherche scientifique, de la Technologie et du Développement des compétences) est explorée, en utilisant les modèles de panel dynamiques, pour étudier les effets de l'innovation technologique sur la demande de main d'œuvre qualifiée dans le secteur industriel Tunisien

L'article est organisé comme suit : la section 2 présente une analyse de l'évolution de différentes catégories d'emploi au niveau de secteur industriel tunisien. Au niveau de la troisième section nous développons les fondements théoriques de l'article et les relient aux principaux résultats de la littérature empirique. Dans une dernière section, à travers les résultats d'estimation, nous discutons les effets de la diffusion des innovations technologiques sur la demande de différentes catégories d'emploi.

## **1. EVOLUTION DE DIFFERENTES CATEGORIES D'EMPLOIS SUR LA PERIODE 1997-2006**

Notre champ d'analyse est le secteur industriel tunisien sur la période 1997-2006. En fait, ce secteur occupe, aujourd'hui, une place centrale dans l'économie tunisienne. La part des industries manufacturières dans le PIB a évolué de 6% pendant les années 1961-1963 à près de 21% durant la période 2000-2004. La valeur de la production des industries manufacturières a atteint, en 2006, 29,2 milliards de dinars contre 19,6 milliards de dinars en 2000; soit un taux de croissance annuel moyen de 7%. La valeur ajoutée a représenté, en 2006, 31% de la valeur de la production. En 2005, le tissu industriel de la Tunisie compte 5468 entreprises ayant un effectif supérieur ou égal à 10 dont 2 360 sont totalement exportatrices. Le secteur de textile et habillement représente 38% de l'ensemble des industries manufacturières suivi du secteur d'agroalimentaire avec 17%.

### **1.1. Une réorientation vers la demande de la main d'œuvre qualifiée**

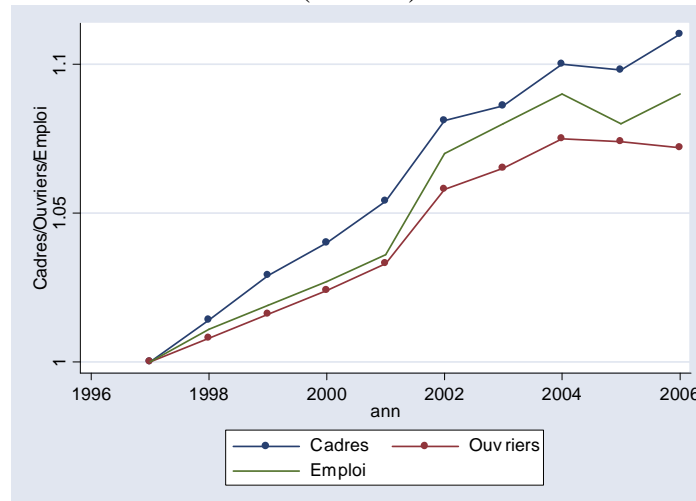
S'inspirant de la théorie du capital humain de Becker (1964), Lucas (1988) montre que l'éducation est l'une des principales sources d'accumulation du capital humain (ou d'acquisition des qualifications). Par ailleurs Mincer (1993) avance que, l'école n'est pas plus une méthode exclusive qu'une méthode suffisante pour former la main-d'œuvre. Elle représente la fin d'une première étape d'acquisition d'un savoir global et le début d'une période d'acquisition d'un savoir plus spécialisé, de compétences techniques, après l'entrée dans la vie active. Cette seconde étape, la formation dans la production, prend plusieurs formes : processus d'apprentissage informels liés à l'expérience dans la production («learning-by-doing» à la Arrow, 1962), processus d'apprentissage formels tels les programmes ponctuels de formation mis en place au sein des entreprises soit par l'entreprise elle-même soit par un organisme privé sur demande de l'entreprise, les programmes de formation continue au sein de l'appareil productif.

D'une manière traditionnelle, la qualité de la main d'œuvre ou qualification dépend du capital humain, qui est fonction de la formation reçue et de l'expérience professionnelle (Duguet et Greenan, 1997). Nous ne disposons pas de mesure directe de ces deux dimensions de capital humain. En revanche, les données disponibles sur la structure d'emplois en apportent une mesure synthétique puisqu'elle ventile les effectifs selon 4 catégories socioprofessionnelles: cadres supérieurs, cadres moyens, ouvriers techniques et ouvriers administratifs. Bien qu'encore assez simple, cette classification permet de passer l'opposition traditionnelle entre «cols blancs/cols bleus» (ou «production worker/non production worker»). Derrière cette ventilation, on distingue implicitement deux regroupements de niveau hiérarchique : les cadres et les ouvriers. Nous considérons ces deux catégories comme étant équivalentes à une subdivision entre travailleurs qualifiés et non qualifiés.

La figure 1 montre que l'emploi total n'a cessé d'augmenter durant la période 1997-2006. L'augmentation de l'emploi s'explique par deux raisons ; le rôle dominant du secteur de textile et de l'habillement, un secteur qui occupe une place importante dans l'économie tunisienne en termes de création d'emploi. . La création d'emplois de ce secteur était en moyenne de l'ordre de 9562 par an entre 1997 et 2006. Il représente 39% de l'emploi industriel en 2006. La deuxième raison est liée à l'augmentation de l'activité féminine, où sa part dans l'emploi est passé de 28% en 1997 à environ 47% en 2006. Deux facteurs fondamentaux, à savoir la maîtrise de leur fécondité et leur accès au même titre que les hommes à l'éducation, d'une part, ont fait que la part des femmes dans la population active

totale augmente et que leur accès au marché de travail devient plus important. D'autre part, la pression des besoins sur les ménages entraîne une accélération de la progression du taux d'activité des femmes. Ces besoins dus à un profond bouleversement des normes de consommation, alimentaires ou autres, sont de plus en plus difficiles à satisfaire au sein d'un ménage avec un seul revenu.

Graphique 1 : Evolution de différentes catégories d'emplois sur la période 1997-2006 (1997=1)

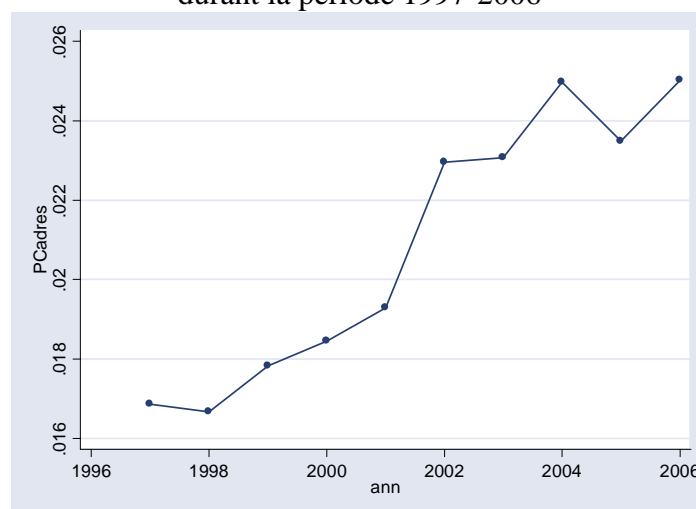


Source : auteur sur la base de données de l'Agence de Promotion de l'Industrie.

\* les chiffres sont en différences logarithmiques (1997=1)

En revanche, c'est le contingent de cadres qui croit le plus fortement (+10%). Tans disque l'évolution des ouvriers est de l'ordre de (+5%). D'une manière générale, une substitution progressive de la main d'œuvre qualifiée à celle peu qualifiée a eu lieu dans presque toutes les branches du secteur industriel. Le graphe 2 illustre que la part de la main d'oeuvre qualifiée dans l'emploi total a enregistré une augmentation en passant de 1,6% à environ 2,5%.

Graphique 2 : Evolution de la part de la main qualifiée dans l'emploi total durant la période 1997-2006



Source : auteur sur la base de données de l'Agence de Promotion de l'Industrie.

Par ailleurs, la part des cadres restait encore faible. Elle ne présente que 2,5% de l'effectif du secteur industriel en 2006. Il est important de signaler que, ce sont justement les secteurs exportateurs à savoir, les industries agroalimentaires, les industries chimiques et les industries électriques, électronique et de l'électroménager qui ont été les plus créateurs de la main d'œuvre qualifiée. Les industries de textile et l'habillement sont par nature peu utilisatrices de la main d'œuvre qualifiée. En ce qui concerne les industries travaillant pour le marché local, faisant face à la pénurie et profitant d'un système protecteur et d'une situation de monopole, elles avancent le critère de la quantité sur celui de la qualité et, par suite, elles ne demandent qu'en une moindre mesure de la main d'œuvre qualifiée. Aussi, la taille de ces entreprises n'est pas assez grande pour recruter des ingénieurs et des cadres supérieurs.

## 1.2. L'augmentation de la part de la main d'œuvre qualifiée : mouvements intra ou inter-sectorielles ?

Berman et al. (1994) proposent une décomposition du changement global dans la proportion de la main d'œuvre qualifiée. La méthode proposée par les auteurs cherche à savoir si les changements dans la structure de l'emploi en faveur des travailleurs qualifiés sont attribués à des mouvements intra-sectorielles ou bien à des mouvements inter-sectorielles. Formellement, le changement dans la proportion de la main d'œuvre qualifiée,  $\Delta P$ , pour une période de temps donnée s'écrit comme :

$$\Delta P = \sum_i \Delta S_i \bar{P}_i + \sum_i \Delta P_i \bar{S}_i$$

où  $P_i = L_q/L_i$  est la proportion des employés qualifiés dans l'industrie  $i$  et  $S_i = L_i/L$  est la part de l'emploi de l'industrie  $i$  dans l'emploi total.  $\bar{P}_i$  et  $\bar{S}_i$  désignent respectivement la moyenne de  $P_i$  et  $S_i$ . Le premier terme de la formule reflète le changement de la proportion de la main d'œuvre qualifiée attribué à des mouvements inter-branches. Le deuxième terme reflète le changement de la proportion de la main d'œuvre qualifiée attribué à des mouvements intra-branches.

Tableau 1: changement dans la part de la main d'œuvre qualifiée entre 1997 et 2006

	Changement Intra-sectorielles	Changement Inter-sectorielles
Hommes	0,009	-0,0023
Femmes	0,006	-0,0022
Total	0,015	-0,0045

Si le théorème de Stolper-Samuelson prévoit que l'ouverture au commerce international conduit à des changements dans la structure de l'emploi entre les branches Il ressort de ce tableau, les changements dans la structure de l'emploi en faveur des travailleurs qualifiés, pour les hommes aussi bien que pour les femmes, sont dominés par des mouvements intra-branches plutôt que par des mouvements inter-branches.

Pour conclure, notre analyse de l'évolution de différentes catégories d'emplois durant la période 1997-2006 fait ressortir deux constats. Premièrement, nous remarquons, que le rapport entre le nombre de travailleurs qualifiés et le nombre de travailleurs sans qualifications avait augmenté. Deuxièmement, nous montrons que les changements dans la structure de l'emploi en faveur des travailleurs qualifiés sont dominés par une mobilité intra-sectorielle plutôt que par une mobilité inter-sectorielle. Sur la base de ce double constat, une



hypothèse alternative à l'idée du commerce international peut être conçue : celle du progrès technologique biaisé en faveur des travailleurs qualifiés.

## **2. THESE DE BIAIS TECHNOLOGIQUE : FONDEMENT THEORIQUE ET TESTS EMPIRIQUES**

Sur le plan théorique, plusieurs étapes scandent l'évolution de la réflexion économique sur la notion de biais ou de neutralité du changement technologique. Cette notion trouve ses fondements dans les travaux de Hicks (1932) et se prolonge dans ceux de Harrod (1948) et Solow (1956). Selon la définition donnée par Hicks, le progrès technologique est neutre lorsqu'il ne modifie pas le rapport entre les productivités marginales des facteurs employés. Il est «labor saving» lorsqu'il accroît la productivité marginale du capital plus que proportionnellement à celle du travail. Il est «capital saving» lorsqu'il accroît la productivité marginale du travail que celle du capital (Vivarelli, 1995). Notons que dans ce cadre d'analyse, les facteurs de production sont supposés parfaitement homogènes.

Si la réflexion sur les effets biaisés du progrès technique sur l'emploi est ancienne dans l'analyse économique, un renouvellement profond a d'abord été opéré à partir de la prise en compte de l'hétérogénéité de la main d'œuvre. Au concept de biais technologique, s'ajoute celui de complémentarité entre capital et travail qualifié. Afin d'expliquer le maintien de la croissance du salaire relatif des qualifiés aux Etats-Unis en dépit de la croissance de l'offre de cette catégorie de main d'œuvre, Griliches (1969) avait soutenu la thèse d'une plus grande complémentarité du travail qualifié, relativement au travail non qualifié, avec le capital. Le test empirique réalisé par Griliches (1969) sur une coupe de secteurs pour l'année 1954 confirme l'hypothèse de complémentarité entre capital et main d'œuvre qualifiée. Par la suite, ce même résultat a été confirmé par Berndt et Christensen (1974) sur données américaines et par Bergstrom et Panas (1992) sur données suédoises.

Au début des années 1990, vu la dégradation de la situation des salariés non qualifiés sur le marché du travail des pays développés, concernant le revenu ou l'accès à l'emploi, un certain nombre d'études ont attiré l'attention sur le progrès technologique comme une source de l'augmentation de la demande de la main d'œuvre qualifiée. Le progrès technique serait intrinsèquement biaisé en faveur du travail qualifié. Les travaux de Bound et Johnson (1992) et Katz et Murphy (1992) sont considérés le point de départ de recherches sur la nature de la relation entre le progrès technologique et niveau de qualification des travailleurs. Bound et Johnson (1992) montrent, depuis la fin des années soixante-dix, la tendance au rééquilibrage des revenus du travail a été inversée pour laisser place à un accroissement des inégalités dans les salaires par niveau de qualification. Les analyses de Katz et Murphy (1992) donnent à penser que l'origine de cette augmentation des inégalités se situe du côté de la demande de facteur travail. L'offre de la main d'œuvre n'a en effet pas cessé de croître. Par conséquent, la pression à la hausse sur les salaires des travailleurs qualifiés doit résulter plutôt d'une accélération soudaine du rythme de croissance de la demande pour cette catégorie de travailleurs. Plusieurs auteurs ont depuis testé l'effet direct du progrès technique sur la dispersion des salaires ou la structure de main-d'œuvre.

Johnson (1997) relie la thèse de biais technologique en faveur la main d'œuvre qualifiée à différentes formes d'innovations et distingue entre trois types du changement technologique : intensive, extensive ou neutre. Un changement technologique intensif biaisé en faveur de la main d'œuvre qualifiée est défini comme un changement technologique qui rend les

travailleurs qualifiés plus productifs (exemple : la diffusion des ordinateurs). Un biais technologique extensif biaisé en main d'œuvre qualifiée est celui qui mène à l'emploi des travailleurs qualifiés dans des postes qui ont été auparavant occupés par des employés non-qualifiés (exemple : l'automatisation dans les industries). Un changement technologique est neutre en main d'œuvre qualifiée s'il augmente la productivité de travailleurs qualifiés et celle de travailleurs non-qualifiés dans les mêmes proportions.

Les études empiriques récentes, qui se réfèrent essentiellement à l'économie américaine soutiennent la thèse de biais technologique. En effet, Berman et al. (1994), à partir des informations recueillies dans les enquêtes «Annual survey of Manufactures (ASM)» et pour 450 secteurs industriels, trouvent que l'augmentation de la part de la main d'œuvre qualifiée est positivement corrélée avec les dépenses en R&D aux Etats Unis. Les auteurs montrent, aussi, que les changements dans la structure de l'emploi en faveur des travailleurs qualifiés sont dominés par des mouvements intra-sectorielles plutôt par des mouvements inter-sectorielles. Au cours de la période 1979-87 environ deux tiers de l'augmentation de la part des travailleurs qualifiés dans le secteur manufacturier américain a été due à des changements à l'intérieurs des secteurs respectives. Le tiers restant est la conséquence de l'accroissement du poids relatif des secteurs qui utilisent ces travailleurs qualifiés avec plus d'intensité.

Doms et al. (1997), à partir de données appariées d'établissement industriels et de salariés, mettent en évidence, en coupe, une corrélation positive entre nouvelles technologies et qualification : les établissements utilisateurs de nombreuses technologies de fabrication avancées se caractérisent par un part supérieure de la main d'œuvre qualifiée. Ainsi, Goldin et Katz (1998,1996) étudient les conséquences des nouvelles technologies et des nouveaux processus de production au cours de la première moitié du siècle, dans la période qui a suivi l'introduction de l'énergie électrique. Ils constatent l'existence d'une complémentarité entre nouvelles technologies et travailleurs qualifiés. En particulier, la diffusion des techniques de production liées à l'emploi de moteurs électriques dans la première décennie du siècle a favorisé une augmentation de la demande relative de travailleurs qualifiés dans le secteur manufacturier aux Etats-Unis.

Pour la France, Duguet et Gennan (1997), en prenant un échantillon de 4954 entreprises pour la période 1996-1991, montrent l'existence d'un biais technologique qui favorise la main d'œuvre de conception de l'entreprise, qui est supposée la main d'œuvre la plus qualifiée. En revanche, Goux et Maurin (1997), en appliquant une méthodologie proche de celle de Berman et al. (1994), trouvent des résultats différents. Tout d'abord, les réallocations intra-sectorielles d'emploi ne représentent qu'une part modeste de l'ensemble des réallocations. Ensuite, l'étude de Goux et Maurin indique que l'effet du progrès technique sur la structure de qualification est ambigu. L'introduction des ordinateurs contribue à élever la part des cadres dans l'effectif. A l'inverse, l'utilisation de robots ou de machines à commande numérique réduit le besoin d'encadrement. L'effet net des nouvelles technologies sur les structures de l'emploi semble assez faible. Greenan (2003), lui aussi, parvient à des conclusions similaires. En mobilisant les données de déclarations de bénéfices industriels et commerciaux (données BIC), l'enquête sur la structure des emplois (ESE) et l'enquête sur le changement organisationnel réalisée par le Service de Statistiques Industrielles (SEEI) l'auteur conclue que le changement dans la structure des emplois est étroitement plus lié aux changements organisationnels qu'aux changements technologiques.

Au Canada, pour une analyse qui réunit le secteur industriel et celui de services, Gera et al. (2001) trouvent que les indicateurs de niveau technologique (le stock de brevets, l'âge du

stock du capital) sont positivement corrélés avec le degré d'intensité d'utilisation des compétences- ce qui s'arrime bien avec l'hypothèse du changement technologique lié à une amélioration du niveau des compétences. Cet étude confirme le résultat de Betts (1997), qui a montré que, sur la période 1962-1986, le progrès technique est défavorable à la main d'œuvre non qualifiée pour la plupart des secteurs de l'industrie canadienne.

Pour le cas de pays en voie de développement, les estimations des effets du progrès technique sur l'emploi ou les salaires sont restées longtemps rudimentaires. Ainsi, Berman et Machin (2000), en utilisant les données des Nations-Unis, «General Industrial Statistics», mettent en évidence une augmentation nette de la demande de la main d'œuvre qualifiée dans les pays en développement au cours des années 1980. Cette augmentation est généralement due à l'évolution du nombre des employés qualifiés dans les secteurs plutôt qu'à une redistribution de l'emploi des secteurs plus intenses en travail qualifié aux secteurs moins intenses en travail qualifié et qui n'a pas résulté d'une complémentarité entre le travail et le capital. Les nouvelles technologies importées auraient bien donc contribué à l'accroissement des employés qualifiés.

Plus récemment, Conte et Vivarelli (2007) étudient, pour un échantillon de 32 pays et sur la période 1980-1991, les conséquences de l'importation de technologies fabriquées par les pays développés sur la structure de la main d'œuvre dans les PVD et les pays moins avancés. Ils remarquent l'existence d'une complémentarité entre le capital et le facteur travail (travail qualifié ainsi que le travail non qualifié). Alors que l'importation de technologies contribue à élever la main d'œuvre qualifiée et réduit le nombre des employés non qualifiés.

A partir de données rassemblées des sources de statistiques nationales, Esposito et Stehrer (2008) a évalué l'hypothèse de biais technologique pour la République Tchèque, la Hongrie et la Pologne pour la période 1995-2003. L'auteur conclue que le changement technique est biaisé en faveur la main qualifiée en Hongrie et la Pologne, cependant, cet effet est non significatif pour la République Tchèque. Esposito (2008) et Stehrer expliquent ceci par le fait que la restructuration de l'économie tchèque était trop retardée.

### 3. METHODOLOGIE : LE MODELE

L'analyse économétrique adoptée dans ce travail reprend le cadre des travaux utilisant des modèles statiques simples de maximisation de profit par les firmes.

Dans ces modèles on suppose une fonction de production de type Cobb-Douglas de la forme :

$$Y_{it} = A^{\gamma} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta}$$

Où  $Y$  est la production réelle,  $K$  est le stock de capital,  $L$  est l'unité de travail utilisé.  $\alpha$  et  $\beta$  représentent la part de facteurs de production;  $\gamma$  tient compte des facteurs qui affectent l'efficacité de procédé de fabrication (Milner et Wright, 1998). Les facteurs considérés ici sont liés au progrès technologique. Ces facteurs varient au cours du temps, dans les mêmes secteurs, de la manière suivante :

$$A_{it} = \exp\left(\sum \gamma_t D_t\right) inno_{it}^{\delta}$$

Où  $inno$  est une mesure de l'innovation technologique.  $D_t$  sont des variables Dummy associées aux années (dans le cadre de ce travail, la période d'étude est dix ans de 1997 à 2006

dont on associe 10 variables Dummy) et où  $\gamma_t$  sont des paramètres à estimer. Cependant l'hypothèse de l'homogénéité de la main d'œuvre est trop restreinte. En particulier, les industries emploient souvent des employés qualifiés et non qualifiés. La dispositions de données concernant les différents catégories d'employés rend l'estimation des modèles désagrégé de la demande de travail possible (Bresson et al., 1992).

La fonction de production peut s'écrire sous la forme:

$$Y_{it} = f(K_{it}, L_{it}^q, L_{it}^{nq})$$

$L_{it}^q$  est le nombre des employés qualifiés,  $L_{it}^{nq}$  est le nombre des employés non-qualifiés.

Afin de maximiser leurs profits, les industries déterminent les niveaux optimums d'emplois qualifiés et autres non qualifié. Dans notre cas, ils dépendent, de la production, du stock du capital, des salaires relatifs ( $w_{it}^q/w_{it}^{nq}$ ) de deux catégories d'emplois et de l'effet progrès technologique. Notons que, les salaires relatifs par catégories ne sont pas disponibles dans notre base de données. A cet effet, à la manière de Berman et al. (1994), nous supposons que les salaires relatifs sont constants au cours du temps et changent seulement entre les secteurs. L'absence de données sur les salaires par qualification pose une limite à notre analyse. Néanmoins, nous comptons sur les effets spécifiques des secteurs, représenté par le terme  $\alpha_i$ , et des effets spécifiques du temps (variables dummy) pour capter les variations des salaires relatifs.

Les fonctions de demande de travail pour les deux catégories de qualification sont de la forme suivante :

$$L_{it}^q = f(Y_{it}, K_{it}, inno_{it}, D_t, \alpha_i)$$

$$L_{it}^{nq} = f(Y_{it}, K_{it}, inno_{it}, D_t, \alpha_i)$$

Cependant, les industries, lorsqu'elles s'affrontent à un changement dans leur environnement, en particulier, le progrès technologique, n'ajustent pas nécessairement immédiatement leurs niveaux d'emplois à cause de la présence des coûts d'ajustement (Borrego, 1998). Pour tenir compte de ce phénomène, nous utilisons un processus d'ajustement dynamique qui peut être représenté pour les deux catégories d'emplois comme :

$$L_{it}^q - L_{it-1}^q = \lambda^q (L_{it}^{q*} - L_{it-1}^q)$$

$$L_{it}^{nq} - L_{it-1}^{nq} = \lambda^{nq} (L_{it}^{nq*} - L_{it-1}^{nq})$$

$L_{it}^q$  et  $L_{it}^{nq}$  sont respectivement le nombre d'emplois observés des employés qualifiés et non-qualifiés.  $L_{it}^{q*}$  et  $L_{it}^{nq*}$  sont les niveaux d'emplois optimum de deux catégories de la main d'œuvre.  $\lambda^q$  et  $\lambda^{nq}$  représentent les paramètres d'ajustement. Pour raisons de simplicité, à la manière de Bresson et al. (1992) nous supposons que les coûts d'ajustement sont symétriques et quadratiques.

Ainsi, les équations d'emplois de deux catégories de la main d'oeuvre estimées sur données de panel sont de la forme :

$$\ln L_{it}^q = (1 - \lambda^q) L_{it-1}^q + \lambda^q \beta_1^q \ln Y_{it} + \lambda^q \beta_2^q \ln K_{it} + \lambda^q \beta_3^q \ln inno_{it} + \lambda^q \beta_4^q D_t + \alpha_i^q + \varepsilon_{it}$$

(1)

$$\ln L_{it}^{nq} = (1 - \lambda^{nq}) L_{it-1}^{nq} + \lambda^{nq} \beta_1^{nq} \ln Y_{it} + \lambda^{nq} \beta_2^{nq} \ln K_{it} + \lambda^{nq} \beta_3^{nq} \ln inno_{it} + \lambda^{nq} \beta_4^{nq} D_{it} + \alpha_i^{nq} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

## 4. DONNEES ET CONSTRUCTION DES VARIABLES

### 4.1. Sources de données utilisées

Cette contribution s'appuie sur des données statistiques provenant de quatre sources différentes. Les données sur les industries tunisiennes (valeur ajoutée, formation brute de capital fixe, importations des produits par groupement sectoriel, etc.) sont issues de l'Institut National de Statistique (INS). Ainsi, les statistiques concernant les importations des principaux produits par groupement sectoriel d'activité constitue la base de calcul de la valeur de technologies importées. Les données sur l'emploi proviennent de l'Agence de Promotion de l'Industrie (API). Concernant les brevets, la banque de données utilisée est celle de l'Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle (INNORPI) dépositaire des normes, brevets, marques de fabrique ou de commerce et dessins et modèles industriels protégés en Tunisie. Les dépenses en R&D sont issues du Ministère de la recherche scientifique, de la Technologie et du Développement des compétences. Le but est de construire une base de données industrielle, de marché du travail et des indicateurs de l'innovation technologique. Le panel porte sur 9 industries de 1997 à 2006. Le tableau (6) représente un ensemble des statistiques descriptives du tissu industriel tunisien en 2006.

Tableau 1 : Statistiques descriptives des industries tunisiennes en 2006

Secteurs d'activité	Nombre d'entreprises	pourcentage
Industries agro-alimentaires ( <b>IAA</b> )	993	18
Industries du bois, du liège et de l'ameublement ( <b>IBLA</b> )	193	4
Industries du cuir et de la chaussure ( <b>ICCH</b> )	276	5
Industries chimiques ( <b>ICH</b> )	474	9
Industries diverses ( <b>ID</b> )	295	5
Industries électriques, électronique et de l'électroménager ( <b>IEEE</b> )	324	6
Industries des matériaux de construction céramique et verre ( <b>IMCCV</b> )	440	8
Industries mécaniques et métallurgiques ( <b>IMM</b> )	520	10
Industries textiles et habillement ( <b>ITH</b> )	1955	36
Total	5470	100

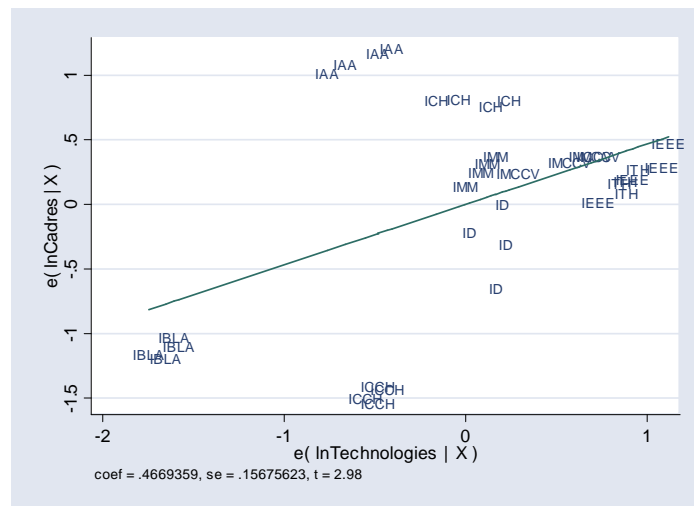
Source : l'Agence de promotion de l'industrie (API).

### 4.2. Mesures des variables

#### *Valeur de technologies importées*

Les biens d'investissement importés constituent un mode de transfert de technologie non négligeable pour les PVD, étant donné qu'ils incorporent les dernières avancées technologiques des économies occidentales. La maîtrise de ces technologies, moyennant leur adaptation aux conditions locales, peut entraîner des activités technologiques dans les entreprises des PVD. La consultation de données de l'ensemble de produits importés nous a

permis de ressortir les importations des équipements, de machineries et outillage, matériel informatique, etc. pour chaque secteur. Durant la période 1997-2006, le total de l'ensemble de technologies a enregistré une croissance annuelle de l'ordre de 8,28%. Les importations du secteur des Industries mécaniques et métallurgiques ont enregistré une croissance rapide de l'ordre de 14,4% suivi des Industries chimiques avec un taux de croissance de l'ordre de 11.6%. De même la croissance des importations de technologies est relativement importante dans les secteurs des Industries diverses, qui était de l'ordre de 11,1%, et Industries électriques, électronique et de l'électroménager, avec un taux de croissance de l'ordre de 9,5%. Cette croissance s'explique essentiellement par les caractéristiques des dits secteurs. Il s'agit des secteurs intensifs en technologie et pour lesquels la plupart des inputs sont importés.

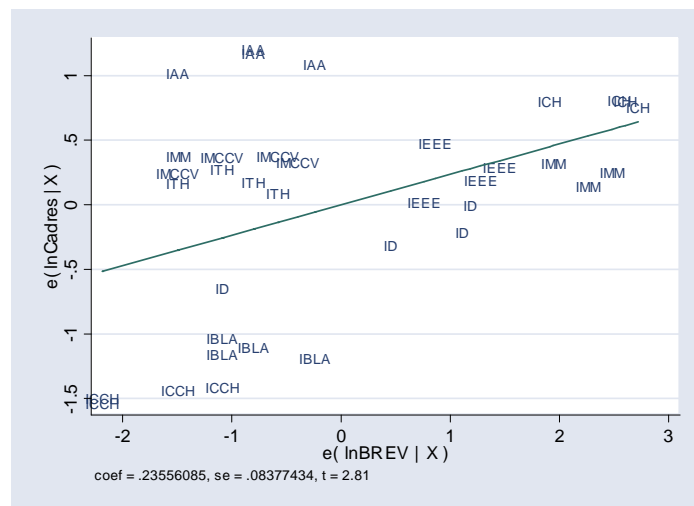


Graphique 3 : Corrélation entre la valeur de technologies importées et la main d'œuvre qualifiée

### Brevets

Contrairement à ce qui existait aux Etats-Unis, au Canada et dans l'Union-Européenne, on ne dispose pas d'une classification technologique des brevets dans l'Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle. En revanche un premier essai de classification de brevets, déposés durant la période 1984-1994, a été fait par Ghali S. (2001). A la lumière du titre de l'invention et de sa description, l'auteur a procédé, sur la base de mots clés (Lanjouw et Cockburn, 2000), à une classification sectorielle de chaque brevet. Comme Ghali S. (2001), nous procédons à une classification de brevets, déposés en Tunisie mais durant la période 1997-2007, par secteurs. En effet, pour chaque brevet déposé nous avons un numéro de dépôt conforme aux normes de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) ; un abrégé descriptif de l'invention ; la date de dépôt, le ou les noms des inventeurs; le pays. A la lumière du titre de l'invention et de sa description, nous avons procédé à une classification sectorielle de chaque brevet basée sur le critère « fonction de l'invention » conformément à la classification internationale de l'OMPI. L'examen des données sur la répartition de brevets par secteurs révèle que ces brevets sont principalement concentrés, en moyenne par an, dans le secteur Industries chimiques (101,6) et le secteur Industries mécaniques et électriques (63,3). Le reste est éparpillé entre les secteurs Industries électriques, électronique et de l'électroménager (23,6), le secteur Industries manufacturières diverses (16,3), le secteur Industries agricoles et alimentaires (4,5), le secteur Industries des matériaux de construction, céramiques et verre (6), le secteur Industries du textile et habillement (3,6), le secteur Industries du bois, du liège et de l'ameublement (3,8), le secteur Industries du cuir et de la

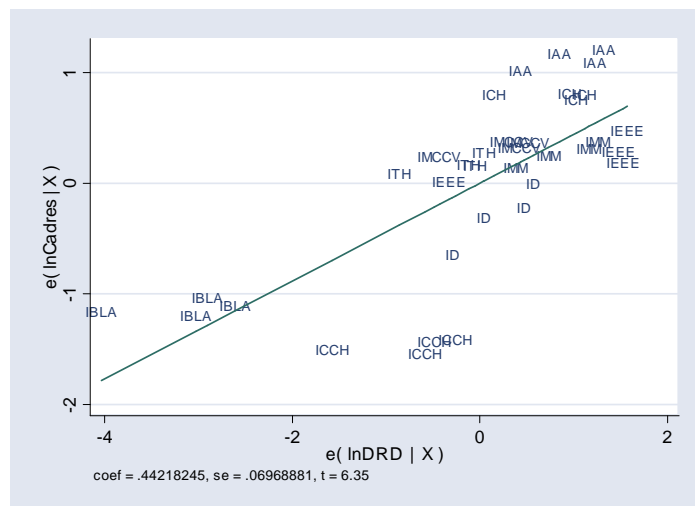
chaussure (2,2). Il convient de signaler que, la répartition par secteur, des brevets, montre que, ces brevets se concentrent essentiellement dans les secteurs Industries chimiques et Industries mécaniques et électriques, ce sont les secteurs où la valeur de technologies importées a enregistré une croissance rapide. Ce ci s'explique par le fait que la majorité (environ 80%) de brevets déposés à l'Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle (INNORPI) sont d'origine étrangère, et donc le principal déterminant qui pousse en général ces entreprises à déposer des brevets en Tunisie est celui de la protection de leurs technologies, importées par les industries tunisiennes.



Graphique 4 : Corrélation entre les brevets et la main d'œuvre qualifiée

### *Les dépenses en R&D*

Etant donné les problèmes rencontrés dans la collecte des données relatives aux dépenses sectorielles en Recherche et Développement (R&D), nous avons pensé de combiner les données agrégées des dépenses en R&D et les résultats de l'enquête, "Les dépenses de R&D et d'innovation des entreprises en Tunisie". Cette enquête a été menée par le Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétences. Elle concerne les entreprises manufacturières qui, durant au moins l'une des trois années (2002–2003–2004), ont entrepris des activités de R&D ou d'innovation. L'information essentielle retenue dans cette enquête est celle de la distribution du pourcentage de la dépense de R&D par secteur entre 2002 et 2004. La répartition des dépenses globales de R&D par secteur montre que le secteur Industries électriques, électronique et de l'électroménager présente la part la plus grande (22,79%) suivi du secteur agroalimentaire (17,79) et Industries mécaniques et métallurgiques (16,61). Par ailleurs, en appariant la distribution du pourcentage de la dépense de R&D par secteur et les données agrégées de R&D, nous avons pu calculer les dépenses de R&D par secteur pour les années 2002,2003 et 2004. Pour les autres années nous avons retenu la moyenne du pourcentage de chaque secteur durant les trois années.



Graphique 5 : Corrélation entre les dépenses en R&D et la main d'œuvre qualifiée

Les graphiques 3,4 et 5 montrent que la corrélation entre la main d'œuvre qualifiée et les différents indicateurs de l'innovation technologique est forte. Comme indique la thèse de biais technologique, cette corrélation est positive. La diffusion des innovations technologiques fait augmenter la demande de la main d'œuvre qualifiée. Pour l'ensemble des indicateurs cette corrélation est statistiquement significative au niveau de 5%.

Nous supposons que le stock de capital, pour l'année 1997 est égal à la formation brute de capital fixe (FBCF). Par conséquent la détermination du stock de capital pour la période 1997-2006 a été évaluée en faisant l'hypothèse que :

$$K_{it+1} = (1 - \eta)K_{it} + FBCF_{it+1}$$

où  $\eta$  représente le taux de dépréciation du stock de capital, qui est généralement admis égale à 8%.

## 5. RESULTATS D'ESTIMATION ET INTERPRETATION

### 5.1. Méthodes d'estimation

La fonction de demande de l'emploi est caractérisée par la présence de la variable dépendante retardée. L'estimation d'un tel modèle comporte des difficultés importantes. Cette complication provient de la corrélation entre le retard de la variable dépendante et la perturbation, même si  $\varepsilon_{it}$  est supposée non corrélée (Greene, 2003). L'approche générale, développée à différences époques dans la littérature, repose sur les estimateurs des variables instrumentales et plus récemment sur un estimateur par la méthode de moments généralisés (MMG) développé par Arellano et Bond (1991). La méthode d'Arellano et Bond (1991) se présente comme une estimation du panel dynamique en deux étapes. Ce qui consiste d'abord à réécrire le modèle en différence première afin d'éliminer les effets spécifiques individuels et temporels. Les valeurs en niveau retardées de deux ou plusieurs périodes sont ensuite utilisées comme des instruments des variables explicatives en différences premières, avec l'hypothèse que les erreurs de l'équation en niveau ne soient pas corrélées en série. Cependant, cette technique d'instrumentation peut être relativement peu efficace, sachant que les variables en



niveau retardées constituent de faibles instruments pour les premières différences. C'est pourquoi Blundell et Bond (1998) ont proposé un modèle des GMM en système, qui se compose d'une équation du modèle en différence première et d'une équation du modèle initial en niveau. Les instruments pour la première équation en différence première sont les mêmes que ceux discutés plus haut. Quant à l'équation en niveau, les variables prédéterminées et endogènes en niveau sont instrumentées par leurs propres différences premières d'une part, et les variables strictement exogènes sont instrumentées en niveau, d'autre part. La convergence de l'estimateur de la MMG est conditionnée par la validité des instruments donnés par les valeurs retardées des variables explicatives. Nous traitons cette question en appliquant deux tests de spécification définis par Arellano et Bond (1991). En effet, la validité d'ensemble des instruments peut être vérifiée à l'aide du test de sur-identification standard de Sargan qui s'appuie sur l'estimateur de la MMG en deux étapes et est corrigé pour l'hétéroscédasticité. Nous testons également l'absence d'autocorrélation du premier et du second ordre des résidus en différences premières. Dès lors, si le test ne peut rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation du second ordre, nous concluons que les  $\varepsilon_{it}$  sont non corrélés et que la condition sur les moments est correctement spécifiée.

## 5.2 Résultats

Les résultats empiriques sont basés sur les estimations des équations d'emplois discutés précédemment. Les variables dépendantes sont le nombre des employés qualifiés et des employés non qualifiés. Les variables indépendantes incluent le stock du capital, la valeur ajoutée et les indicateurs de l'innovation technologique. Tous les variables sont exprimés en logarithme. Nous présentons, ainsi, quatre séries d'estimation : 1) nous utilisons la valeur de technologies importées comme indicateur de l'innovation, 2) l'innovation est approximée par les brevets ; 3) la troisième spécification utilise les dépenses en R&D, 4) les trois indicateurs sont prises dans la même équation. Les principaux résultats des estimations de l'équation (1) sont résumés dans le tableau ci-dessous.

D'après les résultats présentés dans le tableau (2), il est facile de remarquer que, quelle que soit la spécification retenue, le test de sur-identification de Sargan n'indique aucun problème en ce qui concerne la validité des variables instrumentales. De plus le non-rejet de l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation de second ordre attesté par une statistique non significative apporte une nouvelle justification à la spécification du modèle. Le coefficient de la variable dépendante retardée est positif et significatif au seuil de 1%. La vitesse d'ajustement est de l'ordre de 0,41 ce qui signifie que les industries ajustent 41 % de leurs déviations de l'optimalité en un an. Cette valeur est supérieure à celle trouvée par Mouelhi (2005) qui était de l'ordre de 0,12 pour la période (1983-1994). Par conséquent, il paraît, probablement, que la modération, introduite dans les réformes du Code du travail en 1994 et 1996 a élargi la marge d'ajustement des entreprises.

Les signes des coefficients  $\ln Tech_t$  et  $\ln Y_t$  sont conformes à nos attentes. Nous avons obtenu un effet positif et statistiquement significatif de la valeur ajoutée et de la valeur de technologies importées sur la demande de la main d'oeuvre qualifiée de l'industrie manufacturière Tunisienne. En fait, une augmentation de 1% de la valeur ajoutée et de la valeur de technologies importées s'accompagne d'une augmentation de la demande de la main d'oeuvre qualifiée respectivement de 0,27% et 0,16%. La variable  $\ln K_t$  présente un coefficient positif dans les trois dernières spécifications. Ce qui confirme la thèse de complémentarité du travail qualifié avec le capital de Griliches (1969).

Les dépenses de R&D et les brevets ont un effet positif mais statistiquement non significatif. Ceci s'explique, probablement, par le fait que, premièrement, les activités de R&D des entreprises tunisiennes sont non structurées, la R&D est entreprises d'une manière occasionnelle (MRSTDC, 2005). Deuxièmement, la majorité des brevets déposés à l'Institut national de la normalisation et de la propriété industrielle (INORPI) sont d'origine étrangère. Les entreprises non-nationales qui brevettent en Tunisie peuvent avoir deux objectifs qui conditionnent leurs stratégies : d'une part, protéger les produits qu'elles cherchent à exporter en Tunisie et d'autre part, protéger les procédés qu'elles cherchent à implanter lors de la mise en place d'unités de production (investissements directs étrangers).

Tableau 2 : Résultats d'estimation  
Variable dépendante : logarithme de la main d'œuvre qualifiée\*

	(1)	(2)	(3)	(4)
C	-0,038 (-0,38)	-0,097 (-1,00)	-0,086 (-0,88)	-0,047 (-0,46)
$\ln L_{it-1}^q$	0,591 (7,54)	0,569 (7,26)	0,579 (7,38)	0,582 (7,47)
$\ln Tech_t$	0,161 (1,82)			0,140 (1,66)
$\ln BREV_t$		0,015 (1,01)		0,015 (0,98)
$\ln R\&D_t$			0,065 (1,46)	0,057 (1,28)
$\ln Y_t$	0,275 (2,83)	0,300 (3,07)	0,297 (3,05)	0,285 (2,93)
$\ln K_t$	0,05 (2,01)	0,051 (2,33)	0,065 (2,46)	0,053 (2,05)
Années Dummies	oui	oui	oui	oui
Test de Sargan	57,72 (0,009)	59,55 (0,005)	57,57 (0,009)	55,45 (0,0015)
Test AR(1)	-2,54 (0,011)	-2,36 (0,018)	-2,77 (0,005)	-2,55 (0,010)
Test AR(2)	-0,02 (0,985)	-0,51 (0,610)	0,14 (0,88)	0,11 (0,915)

\*Les valeurs entre parenthèses sont les statistiques de Student.

On trouvera, dans le tableau 3, les résultats d'estimation de l'équation d'emploi relative à la main d'œuvre non qualifiée. Il en ressort que les résultats sont similaires de celle de l'équation de la main d'œuvre qualifiée. L'augmentation de la valeur ajoutée exerce un effet positif sur les deux catégories d'emplois. Ceci est dit que, l'augmentation de la valeur ajoutée implique un revenu plus élevé et par conséquent une consommation plus importante. Cette augmentation de la demande favorise l'augmentation de l'emploi (Antonuci et Pianta, 2002). En revanche, la variable relative à la valeur de technologies importées présente un coefficient négatif et statistiquement significatif au seuil de 1%.

Comme dans la première équation, le coefficient de la variable relative au stock de capital est positif et statistiquement significatif au seuil de 1%. Mais la valeur de ce coefficient est inférieure à celle trouvée dans la première spécification. Ce résultat rejoint les travaux de recherche qui relient l'emploi des qualifications dans les PVD à l'hypothèse de complémentarité capital-main d'œuvre qualifiée (Goldin et Katz, 1998; Flug et Hercowitz, 2000).

Tableau 3: Résultats d'estimation  
Variable dépendante : logarithme de la main d'œuvre non qualifiée\*

	(1)	(2)	(3)	(4)
C	0,045 (0,53)	0,009 (0,12)	0,029 (0,37)	0,035 (0,44)
$\ln L_{it-1}^{nq}$	0,500 (5,17)	0,509 (5,30)	0,504 (5,46)	0,501 (5,45)
$\ln Tech_t$	-0,083 (-2,32)			-0,086 (-2,41)
$\ln BREV_t$		0,016 (1,22)		0,014 (1,09)
$\ln R\&D_t$			-0,036 (-1,50)	-0,066 (-0,97)
$\ln Y_t$	0,117 (1,66)	0,147 (1,86)	0,112 (1,77)	0,126 (1,70)
$\ln K_t$	0,032 (2,07)	0,029 (2,99)	0,038 (2,30)	0,036 (2,27)
Années Dummies	oui	oui	oui	oui
Test de Sargan	54,37 (0,019)	56,15 (0,013)	57,57 (0,009)	55,45 (0,0015)
Test AR(1)	-2,43 (0,015)	-2,06 (0,039)	-2,77 (0,005)	-2,55 (0,010)
Test AR(2)	0,14 (0,891)	-0,50 (0,616)	0,14 (0,88)	0,11 (0,915)

\*Les valeurs entre parenthèses sont les statistiques de Student.

Par ailleurs, pour consolider nos résultats, nous avons pensé d'estimer les effets de la diffusion des innovations sur la demande relative de la main d'œuvre qualifiée (rapport entre le nombre d'employés qualifié et les employés non qualifié). Les résultats d'estimation, consignés dans le tableau 4, confirment le biais technologique. La diffusion des innovations technologiques conduit à une modification permanente de la structure de l'emploi en faveur des travailleurs qualifiés.

Tableau 3: Résultats d'estimation  
Variable dépendante : le rapport main d'œuvre qualifiée/ la main d'œuvre non qualifiée\*

	(1)	(2)	(3)	(4)
C	0,037 (0,45)	0,032 (0,32)	0,028 (0,17)	0,036 (0,35)
$(L_{it-1}^q / L_{it-1}^{nq})$	0,322 (3,29)	0,263 (2,52)	0,293 (2,90)	0,367 (3,51)
$\ln Tech_t$	0,113 (1,66)			0,231 (2,51)
$\ln BREV_t$		0,011 (1,53)		0,017 (1,24)
$\ln R\&D_t$			0,026 (1,25)	0,022 (1,55)
$\ln Y_t$	0,383 (2,16)	0,415 (3,42)	0,379 (3,26)	0,597 (2,87)
$\ln K_t$	0,031 (3,44)	0,051 (3,11)	0,038 (3,26)	0,049 (2,87)
Années Dummies	oui	oui	oui	oui
Test de Sargan	51,42 (0,036)	46,45 (0,093)	52,09 (0,031)	53,24 (0,024)
Test AR(1)	-2,96 (0,003)	-2,81 (0,005)	-2,51 (0,011)	-3,57 (0,001)
Test AR(2)	-0,27 (0,790)	-0,23 (0,819)	-1,01 (0,311)	-0,48 (0,632)

\*Les valeurs entre parenthèses sont les statistiques de Student.

## CONCLUSION

Cet article se proposait de tester la thèse de biais technologique sur données tunisiennes, au moyen de l'utilisation de modèles de panel dynamiques. Ainsi, l'étude économétrique montre l'existence d'un biais technologique, qui favorise la demande des cadres -supposées la main-d'œuvre la plus qualifiée- par les industries. A cet effet s'ajoute un second effet favorable à la main d'œuvre qualifiée: cette dernière est plus fortement complémentaire au capital que les ouvriers, qui sont supposés la main-d'œuvre non qualifiée.

Néanmoins, la prise en compte de différentes mesures de l'innovation montre que ce résultat général doit être nuancé. Toutes les innovations ne défavorisent pas la main-d'œuvre non qualifiée. Le seul indicateur de l'innovation qui la défavorise est celui de la valeur de technologies importées. Celle-ci est même favorisée par les brevets, même si cet effet est statistiquement non significatif. Ceci peut être expliqué par le fait que, en Tunisie, les brevets portent essentiellement sur des adaptations et des améliorations des procédés de fabrication importées. Ces améliorations permettent d'une part, aux entreprises de mettre leurs technologies à niveau. D'autre part, elles peuvent aboutir à la production de technologies similaires. Ce qui peut entraîner la création de nouveaux unités de production et donc de nouveaux emplois sont créés. Mais, le résultat général dépend en large partie de la nature de technologies importées. Les choix technologiques qui ne tiennent aucun compte des alternatives possibles au niveau de l'emploi et de la productivité et qui sont conditionnés par une tradition industrielle limitée, par les conditions et les nouvelles modalités d'utilisation de certains crédits fournisseurs ou bilatéraux liés également par l'importance des commissions servies par les fournisseurs d'équipement, vont augmenter le coût de création et de fonctionnement des projets industriels ainsi que le renchérissement des coûts de création d'emplois.

En Tunisie, comme dans plusieurs pays en développement et certains pays industrialisés, les gens vivaient avec l'idée que trouver des emplois pour les diplômés relève du seul ressort de l'Etat. Seulement, les nouvelles politiques économiques fondées sur des politiques budgétaires restrictives aussi bien que les besoins en qualifications qu'elles ont engendrés, d'une part, et l'accroissement spectaculaire du nombre des intéressés, d'autre part, ont fait qu'on ne peut plus compter sur l'appareil de l'Etat seulement pour assurer l'emploi des diplômés. En dépit, des efforts remarquables déployés par les décideurs politiques, qui consacrent environ 1,5% de PIB aux programmes d'emplois, la Tunisie connaît un taux élevé de chômage de la main d'œuvre éduquée. Par conséquent, les industries tunisiennes sont appelées à jouer un rôle majeur dans la création des emplois qualifiés. La thèse de biais technologique vérifiée dans cette étude montre que les entreprises sont appelées à s'impliquer dans le processus de la R&D et de l'innovation par l'intermédiaire du financement de certains projets de recherche qui sont liées à leurs activités.

Par ailleurs, notre résultat général sur le biais technologique au niveau du secteur industriel ne peut pas être transposé tel quel au niveau macroéconomique. Une vision globale doit prendre en compte le secteur des services. A cet effet, un premier développement de ce travail peut être, tout d'abord, par l'élargissement de notre étude au secteur tertiaire. Ensuite, nous pourrions aller plus avant dans la décomposition des catégories de la main d'œuvre en distinguant les deux sexes (hommes et femmes). Le biais technologique, montré dans cette étude, peut-il expliquer la féminisation de l'emploi, observée au cours de la dernière décennie dans le marché du travail tunisien? La femme, vu l'amélioration de son niveau éducatif,

semble être "avantagée" et prend une part beaucoup plus importante dans l'emploi total et surtout dans les emplois nouvellement créés.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- ANTONNUCI T., PIANTA M. (2002), The employment effects of product and process innovations in Europe. *International Review of Applied Economics*, 16, 3, 295-308.
- ARELLANO M. et BOND S. (1991), Some Tests of Specification for Panel Data : Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations , *Review of Economic Studies*, no 58, p.277-297.
- ARROW K. (1962), The Economic Implications of Learning by Doing», *Review of Economic Studies*, vol. 80, pp. 155-173.
- AZAIEZ T.L. (2000), TUNISIE : changements politiques et emploi (1956-1996), L'Harmattan, Paris.
- BANQUE MONDIALE (2004), République Tunisienne : Stratégie d'Emploi. Vol 1 et 2.
- BERGSTROM V. et PANAS E. (1992), How Robust is the Capital-Skill Complementarity Hypothesis, *Review of Economics and Statistics*, vol. 74.
- BERMAN E., BOUND J. et GRILICHES Z. (1994), Changes in the Demand for Skilled Labor within US Manufacturing: Evidence from the Annual Survey of Manufactures. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 109(No. 2), pp. 367-397.
- BERMAN E. et MACHIN S. (2000), Skill-Biased Technology Transfer around the World. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 16(No. 3), pp. 12-22.
- BERNDT E. R. et CHRISTENSEN L. R. (1974), Testing for Existence of a Consistent Aggregate Index of Labor Input, *American Economic Review*, vol. 64, 3, pp. 391-404.
- BETTS J. (1997), The skill bias of technological change in Canadian manufacturing industries. *Review of Economics and Statistics* 79, 46-50.
- BLUNDELL R. et BOND S. (1998), Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. *Journal of Econometrics*, Vol. 87(No. 1), pp. 115-143.
- BORREGO CA. (1998), Demand for labour inputs and adjustment costs: evidence from Spanish manufacturing firms. *Labour Economics* 5, 475-497.
- BRESSON G., KRAMARZ F. et SEVESTRE P. (1992), Dynamic labor demand models. In: Matyas, L., Sevestre, P. (Eds.), *The Econometrics of Panel Data*. Kluwer Academic Publishers, pp. 360-387.
- BOUND J. et JOHNSON G (1992), Changes in the structure of Wages During the 1980s: An Evaluation of Alternative Explanations, *American Economic Review*, LXXXII (1992), 371-392.
- CONTE A. et VIVARELLI M. (2007), Globalization and Employment: Imported Skill Biased Technological Change in Developing Countries, Working paper IZA DP No. 2797.
- DOMS M., DUNNE T. et TROSKE K. R. (1997) "Workers, Wages and Technology," *Quarterly Journal of Economics*, 253-290.
- DUGUET E. et GREENAN N. (1997), Le biais technologique : une analyse économétrique sur données individuelles, *Revue économique*, 48: 5, 1061-1089.
- EDWARDS S. (1988), Terms of trade, Tariffs, and labor market adjustment in developing countries. the World Bank.
- ESPOSITO P. et STEHRER R. (2008), The sector bias of skill-biased technical change and the rising skill premium in transition economies, Working Paper no. 07/08.

- FLUG K. et HERCOWITZ Z. (2000), Equipment Investment and the Relative Demand for Skilled Labor: International Evidence. *Review of Economic Dynamics*, Vol. 3(No.3), pp. 461-485.
- GERA S., GU W. et LIN Z. (2001), Technology and the demand for skills in Canada: an industry level analysis. *Canadian Journal of Economics* 34, 132–148.
- GHALI S. (2001), Une évaluation de la capacité innovatrice des entreprises tunisiennes, *Revue Finance & développement de Maghreb*, n°26.
- GREENE W.P. (2003), *Econometric Analysis – Fifth Edition*, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- GREENAN N. (2003), Organisational change, technology, employment and skills: an empirical study of French manufacturing. *Cambridge Journal of Economics* 27, 287–316.
- GRILICHES Z. (1969), "Capital-Skill Complementarity," *Review of Economics and Statistics*, 51, 465-468.
- GOLDIN C. et KATZ L. F. (1996), Technology, Skill and the Wage Structure: Insights from the Past," *American Economic Review*, 252-257.
- GOLDIN C. et KATZ L. F. (1998), The Origins of Technology-Skill Complementarity, *Quarterly Journal of Economics*, 693-732.
- GOUX D. et MAURIN E. (1997), Le déclin de la demande de travail non qualifié. Une méthode d'analyse empirique et son application au cas de la France, vol. 48 n°5, pp. 1091-114.
- HANSON G. et HARISSON A. E. (1999), Trade Liberalization and Wage Inequality in Mexico. *Industrial and Labor Relations Review*, Vol. 52(No. 2), pp. 271.288.
- HARROD R. F. (1939), *An Essay in Dynamic Theory*. *Economic Journal*, Vol. 49(No. 193), pp. 14.33.
- HICKS J.R. (1932), *The Theory of Wages*, Macmillan, London.
- JOHNSON G. E. (1997), Changes in Earnings Inequality : The Role of Demand shifts, *Journal of Economic Perspectives*, 11, 2, 41-54.
- KATZ L. F. et MURPHY K. M., Changes in Relative Wages, 1963-1987: Supply and Demand Factors, *Quarterly Journal of Economics*, 35-78.
- LANJOUW J.O. et COCKBURN I. (2000), Do patents matter? Empirical evidence after GATT, N.B.E.R., working paper 7497, January.
- MILNER C. et WRIGHT P. (1998), Modeling labour market adjustment to trade liberalization in an industrialising economy. *The Economic Journal* 108, 509– 528.
- MINCER J. (1993), *Studies in Human Capital: Collected Essays of Jacob Mincer*. Edward Elgar, Cambridge.
- MOUELHI R. (2005), Impact of trade liberalization on firm's labour demand by skill: The case of Tunisian manufacturing, *Labour Economics*.
- MRSTDC (2005), *Les Dépenses de R&D et d'Innovation des Entreprises en Tunisie, rapport de ministère de la recherche scientifique, technique et développement des compétences*.
- SOLOW R. (1957), A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, pp. 65-94.
- VIVARELLI M. (1995), *The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence*, Elgar, Aldershot.
- WOOD A. (1997). *North-South Trade: Employment and Inequality. Changing Fortunes in a Skill-Driven World*. Oxford: Clarendon Press.