



## Conséquences de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi industriel en Tunisie : Une analyse par les données de panel

SAAFI Sami

Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation (Université de Littoral Côte d'Opale)

Unité de Recherche d'Analyses Quantitatives Appliquées (Université de Tunis)

Adresse : Saafet, Chebba 5170, Mahdia, Tunisie.

Email : [samisaafi@yahoo.fr](mailto:samisaafi@yahoo.fr)

**Résumé-** L'objectif de cet article est, en s'inspirant de la théorie de compensation, de déterminer les effets, de court et de long terme, de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi pour le cas d'un pays en développement (en l'occurrence la Tunisie). Nos résultats montrent que, si l'effet à court terme des innovations technologiques importées et des brevets sur l'emploi est positif, cet effet est négatif à moyen et long terme. Ce résultat contredit les prédictions théoriques. Cette contradiction peut être expliquée par le fait que l'économie tunisienne demeure fondamentalement consommatrice et encore très peu productrice des innovations technologiques. La complémentarité entre capital et travail explique ainsi l'augmentation de court terme de l'emploi suite à l'augmentation des importations de technologies. Néanmoins, à moyen et long terme les entreprises tunisiennes semblent ne pas pouvoir mettre leur technologie à niveau. Dans la plupart des entreprises, la majorité des inputs sont importés employant des machines souvent déjà obsolètes et une main d'œuvre très peu qualifiée. Le processus n'implique donc pas l'apprentissage, ni la formation massive de cadres ou de techniciens, ni la production de technologies similaires. Quand les firmes peuvent tirer parti des nouvelles technologies, les investisseurs sont encouragés à créer des entreprises et des emplois nouveaux. S'ajoute l'existence de contraintes à la mobilité de la main-d'œuvre. Ces contraintes semblent avoir empêché le bon fonctionnement des mécanismes de compensation

**Abstract-** The subject of this article, inspired by the compensation theory, is to discover the short and long term effect of technological innovations diffusion on employment in the case of developing countries, especially in Tunisia. Our results show that, even if in the short term, the effect of imported technological innovation and patents on employment is positive; this effect is negative in the medium and the long term. This result contradicts the theoretical predictions. This can be explained by the fact that Tunisian economy remains basically consumer and little productive of technological innovation. The complementarities between capital and job explain the increase of job opportunities with the increase of the imported technologies in short term. However, in medium and long term, Tunisian firms seem unable to put their technology in level. In most firms, the majority of inputs are imported and the use of obsolete machines and not much qualified employees is frequent. The process therefore does not implicate learning, nor massive training of technicians and engineers, and nor the production of similar technologies. When firms take advantage of the new technologies, the investors are encouraged to create more firms and new jobs. Moreover, the existence of the constraints of employees' mobility seems to prevent the functioning of the compensation mechanisms.

## I.- INTRODUCTION

Depuis le milieu des années 1980, l'État Tunisien a adopté une politique d'ajustement libérale et d'ouverture économique impliquant une insertion dans le mouvement de globalisation et de compétition internationale. 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 contexte, avec le démantèlement l'Arrangement multifibres (AMF), il devient de plus en plus évident que les industries tunisiennes feront face à une concurrence accrue qui remettra en cause les parts de marché déjà acquises et limitera les possibilités d'expansion si ces dernières ne disposent pas d'une base technologique assez avancée pour s'adapter rapidement à un environnement international en pleines mutations. A cet égard, la technologie constitue ainsi, un choix stratégique et l'un des facteurs les plus décisifs pour la compétitivité des industries tunisiennes. La politique industrielle en Tunisie s'est orientée, à partir de la fin des années 90, vers le soutien de la R&D et de l'innovation technologique.

Dans ce contexte, la question se pose alors de savoir si la diffusion des innovations technologiques a contribué à la création d'emplois ou bien a aggravé la situation, d'autant que la Tunisie connaît un taux du chômage relativement élevé. En effet, la Tunisie connaît un chômage structurel, avec un taux de chômage relativement élevé variant entre 15 pour cent et 16 pour cent environ. En dépit des mesures prises par l'Etat<sup>1</sup>, force est de constater que, le chômage persiste, malgré la baisse continue du taux de croissance démographique d'une moyenne annuelle de 2,2 pour cent durant les années 60 à 1,6 pour cent pendant les années 90, et d'environ 1 pour cent durant les années 2000. Par ailleurs, durant les dernières années (1997-2001), on a enregistré une baisse du contenu emploi de la croissance : l'élasticité de l'emploi par rapport à la valeur ajoutée a baissé de 0,7 à 0,5 (Banque mondiale, 2004).

Certes, l'innovation technologique<sup>2</sup> a souvent été synonyme de chômage pour l'opinion publique. Cette opinion est fondée sur l'idée de substitution du capital au travail. En revanche, depuis la première moitié du XIX siècle, les économistes proposent une théorie dite « théorie de compensation » : le progrès technologique détruit des emplois à court terme (effet de remplacement), mais en crée à moyen et à long terme (effet de compensation) (Vivareli, 1995). Dans cette optique, l'objectif de cet article, est d'examiner les effets de court et de long terme des innovations technologiques sur l'emploi. En fait, plusieurs études (Layard et Nickell, 1985 ; Layard et al., 1991, 1994 ; Vivareli, 1995, Simonetti et al., 2000) ont essayé d'évaluer empiriquement la pertinence des mécanismes de compensation au niveau macro-économique. Dans ce travail, nous suivons non plus, une perspective macro-économique, mais plutôt nous procédons une analyse sectorielle. Tandis que, la perspective macro-économique est la plus complète et satisfaisante pour expliquer l'impact global du changement

---

<sup>1</sup> L'emploi est toujours considéré en Tunisie comme une priorité parmi les objectifs du décideur de politique économique. En effet, le code d'investissement de 1974 lie les avantages accordés au nombre d'emplois créé et non à l'apport en capital comme fut le cas du code de 1969. A partir de 1987, les pouvoirs publics tunisiens ont préconisé une double action pour affronter le problème de l'emploi. Une action de long terme tendant à assurer une baisse significative de la fécondité et une maîtrise rapide de la démographie, et une action de court terme visant à accélérer les créations d'emplois à travers, d'une part, la réorientation de l'activité économique vers les secteurs à fort contenu de main d'œuvre et, d'autre part, la mise en œuvre d'un programme complémentaire de soutien à l'emploi permettant de stabiliser le taux en attendant que les mesures à long terme en permettent la résorption complète (Ghorbel A., 1993).

<sup>2</sup>L'innovation technologique dont il est question ici est l'innovation technologique de procédés qui affecte le processus de production.

technologique sur l'emploi, la complexité de la construction des modèles et le manque de données limitent l'utilisation de cette approche. A cet effet, le niveau sectoriel peut être le niveau le plus satisfaisant de l'analyse, car d'une part, il peut différencier entre la variété des régimes technologiques des entreprises et d'autre part, il tient compte des différences entre les pays de point de vue structure économique (Pianta, 2003). Au niveau sectoriel, la plupart des études (Pianta, 2000, 2001; Antonuci et Pianta, 2002) se sont basées sur les enquêtes communautaires de l'innovation (CIS) en Europe. Ces travaux antérieurs soulèvent, toutefois, un certain nombre de questions, dont deux sont à la base de ce travail.

La première question porte sur la mesure de l'innovation. En Tunisie, comme dans la plupart des pays en développement (PED), 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 l'emploi. A cet effet; nous utilisons la valeur de technologies importées comme un indicateur de l'innovation. La deuxième question porte sur la nature de données utilisées. A notre connaissance, la majorité des études économétriques qui examinent l'impact de l'innovation technologique sur le marché du travail se sont basées sur des données des pays industriels. L'une des originalités de ce travail est d'étudier la relation entre l'innovation technologique et l'emploi pour le cas d'un pays émergent: la Tunisie.

L'article est organisé comme suit : la section 2 présente les fondements théoriques de l'article et les relie aux principaux résultats de la littérature empirique. Au niveau de la troisième section, nous analysons l'évolution de l'emploi au niveau de secteur industriel tunisien, il s'agit d'identifier les secteurs dynamiques d'emploi. En se référant aux travaux empiriques et sans pourtant oublier l'environnement socio-économique tunisien, on procédera à l'identification des variables susceptibles d'expliquer l'évolution de l'emploi industriel. Dans une dernière section, à travers les résultats des estimations, nous discutons les effets de court et de long terme des innovations technologiques sur l'emploi.

## **II.- THEORIE DE COMPENSATION : DES FONDEMENTS THEORIQUES AUX PROPOSITIONS EMPIRIQUES VERIFIABLES**

Si le progrès technique est souvent accusé de créer du chômage, c'est que du fait des gains de productivité qu'il permet, son premier effet visible est suppression d'un certain nombre d'emplois. La première correction que les économistes apportaient à l'opinion populaire est la démonstration qu'il existait un certain nombre d'effets compensateurs :

### **A. -Le mécanisme de compensation « via les nouvelles machines »**

Il est plus fréquent que les emplois détruits dans le secteur innovant (le secteur utilisateur des innovations de procédés) soient remplacés par des emplois créés dans d'autres secteurs (les secteurs où les innovations sont produites). Il va y avoir une « compensation » d'un secteur à un autre de l'économie (Say, 1964, première édition 1803). Comme rappelle Sauvy (1980), trois arguments ont été donnés par les économistes classiques. Premièrement, il faut des ouvriers pour produire des machines. Deuxièmement, il y a extension du marché et la consommation du produit ainsi fabriqué dans des conditions plus efficaces s'élève parce qu'il y a baisse des prix. Troisièmement, il y a apparition de nouvelles activités répondant à des besoins nouveaux. Au niveau empirique, Simonetti et al. (2000) ont testé la validité de ce mécanisme de compensation pour le cas d'un panel de 4 pays (Etats-Unis, Italie, Japon et la

France), pour la période 1965-1993. Les résultats dégagés sont ambigus. En fait, le mécanisme « via les nouvelles machines » semble fonctionner en France, mais cet effet compensatoire est non significatif pour les autres pays.

### **B.- Le mécanisme de compensation « via la diminution des prix »**

D'une part l'utilisation des innovations de procédés fait réduire le nombre d'employés, d'autre part, ces innovations eux-mêmes devraient réduire le coût unitaire de production. Dans un marché compétitif, cet effet se traduit par une diminution des prix. Les prix décroissants stimulent une nouvelle demande adressée à l'entreprise innovante ou à d'autres entreprises et donc une augmentation de la production et des nouveaux emplois sont créés. Ce mécanisme de compensation a été reproposé plusieurs fois dans l'histoire de la pensée économique. IL a été proposé par les économistes néoclassiques (Clark, 1907 ; Pigou, 1962) et ensuite développé par les théoriciens (Neary, 1981; Stoneman, 1983). De sa part, Vivareli (1995), a développé un modèle pour examiner les mécanismes de compensation aux Etats-Unis et en Italie. En considérant les heures totales de travail dans le système économique comme variable pour l'emploi, il a constaté le bon fonctionnement de mécanisme « via la diminution de prix » aux Etats-Unis. En revanche, Tancioni et Simonetti (2002), en procédant à une étude comparative entre l'Italie et le Royaume-Uni, montrent que le manque d'une structure concurrentielle du marché, en Italie, a entraîné le dysfonctionnement de ce mécanisme de compensation dans ce pays.

### **C.- Le mécanisme de compensation « via la diminution des salaires »**

Ce mécanisme a été proposé par Hicks (1932). L'effet direct (destruction d'emplois) de l'innovation peut être compensé par un ajustement des salaires dans le marché du travail. Une réduction des salaires favorise l'augmentation de la demande d'employés. Plus tard, cet argument a été développé dans les modèles d'équilibre partiel (Neary, 1981 ; Sinclair, 1981). Un certain nombre d'essais empiriques (Layard et Nickell, 1985; Nickell et Kong, 1989; Layard et al., 1991, 1994) ont montré que, parmi les mécanismes, qui ont éliminé la possibilité de l'existence d'un chômage technologique dans l'Angleterre, est le mécanisme de compensation « via la diminution des salaires ». Un résultat similaire a été trouvé par Simonetti et al. (2000) pour le cas des Etats-Unis.

### **D.- Le mécanisme de compensation « via les nouveaux investissements »**

Proposée par Ricardo (1951, première édition 1821), le mécanisme de compensation « via les nouveaux investissements » est discuté par les néoclassiques (Marshall, 1961 ; Douglas, 1930) et par les modèles dynamiques relativement récents (Hicks, 1973; Stoneman, 1983). L'une des conséquences du changement technologique est la diminution des coûts. Cette diminution engendre une chute dans les prix et par la suite un profit supplémentaire qui peut être accumulé par les entrepreneurs innovateurs. Ces bénéfices peuvent être réinvestis, donc là encore, d'augmenter la production, donc plus d'emplois. Les études empiriques (Simonetti et al., 2000 ; Tancioni et Simonetti (2002) ont cependant conclu que l'effet global de ce mécanisme de compensation reste difficile à appréhender.

### **E.- Le mécanisme de compensation « via l'augmentation des revenus »**

L'augmentation de la productivité favorise la diminution de coût de production. Les consommateurs bénéficient, ainsi, d'une réduction de prix, qui augmente leur revenu réel. Cela a alors pour effet logique d'augmenter la consommation, donc la production. Cette augmentation de la demande favorise une augmentation de l'emploi et qui peut compenser les pertes initiales d'emplois dus aux innovations de procédés (Pasinetti, 1981). Ce problème de compensation a été, mais avec une autre approche, parfaitement représenté par Sauvy (1980), dont le fameux effet de déversement synthétise à merveille ces effets de compensation. Le progrès technique crée un revenu supplémentaire qui se répartit entre les salariés, l'Etat, l'entrepreneur et le capitaliste. La notion de déversement signifie le transfert d'utilisation de revenu. Le nombre d'emplois créés va dépendre de l'utilisation qui est faite de la somme ainsi obtenue. Plus récemment, le mécanisme de compensation « via l'augmentation des revenus » a été confirmé empiriquement par Simonetti et al. (2000).

### **F.- Le mécanisme de compensation « via les nouveaux produits »**

L'effet des innovations de produits sur l'emploi ne fait pas l'objet d'un consensus. Selon Katsoulakos (1984), si l'innovation de procédés réduit l'emploi, l'innovation de produit a un effet inverse : les produits nouveaux suscitent une demande nouvelle, qui amène les entreprises à produire davantage et donc à embaucher. Dans ce cadre, les périodes dominées par les innovations de procédés (comme la période actuelle avec l'informatique par exemple) engendrent du chômage, tandis que celles où dominent les innovations de produit (les « trente glorieuses » avec l'automobile, l'électroménager) engendrent de l'emploi. Plus récemment, Entorf et Pohlmeir (1991), en utilisant les équations simultanées (en reliant l'innovation, les exportations et l'emploi) montrent que les innovations de produit ont un effet positif sur l'emploi. Ce même résultat a été confirmé par Van Reenen (1997) et Antonucci et Pianta (2002). Tout différent, Jaumandreu (2003), Peters (2004) et Harrison et al. (2005) ont estimé l'effet de la part du chiffre d'affaires relatif aux produits nouveaux (ou significativement améliorés) sur la demande d'emploi. Ils ont trouvé que la commercialisation de produits nouveaux (ou significativement améliorés) a un effet positif sur le marché du travail. Les entreprises embauchent plus des employés.

A l'instar de ces résultats, il s'avère que l'effet des innovations technologique sur l'emploi dépend étroitement de plusieurs facteurs et les interactions qui entrent en jeu sont multiples. Le premier facteur est la flexibilité du marché du travail (absence de contraintes de mobilités mobilité, flexibilité des salaires, etc.). Le second est la croissance de la demande sur le marché des biens et services. Cette condition est nécessaire pour le fonctionnement des mécanismes de compensation. Enfin, les relations entre les facteurs de production, et particulièrement le degré de substituabilité des facteurs influence la relation innovation-emploi. A cet égard, nous envisageons de tenir compte de toutes ces interactions afin de pouvoir expliquer l'évolution de l'emploi industriel en Tunisie durant la période 1997-2006.

### III.- EVOLUTION DE L'EMPLOI INDUSTRIEL EN TUNISIE : QUELLES SONT LES EXPLICATIONS POSSIBLES?

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%.

Depuis les années 60, le secteur manufacturier n'a cessé de contribuer à la création d'emplois dans l'économie tunisienne. Les taux de croissance annuelle pour l'ensemble de l'industrie manufacturière entre 1963-1996 ont été estimés à 6,66% dont environ la moitié des emplois créés étaient dans le secteur de textiles et de l'habillement (UNIDO, 1997). En 1996, le nombre d'emplois créés a été de 6 200 pour le secteur de textiles et habillements contre 17 700 pour les industries manufacturières, ce qui représente 35 pour cent du volume total. Durant les dix dernières années, le secteur des Industries de textiles et habillement (ITH), un secteur qui occupe une place importante dans l'économie tunisienne en termes de création d'emploi, continue d'être le principal pourvoyeur de nouveaux emplois dans le secteur industriel en Tunisie. La création d'emplois était en moyenne de l'ordre de 9562 par an entre 1997 et 2006.

Tableau 1 : Création annuelle d'emplois

Secteurs d'activité	Moyenne	Ecart type	Min	Max
Industries agro-alimentaires (IAA)	2272	549,08	1569	3324
Industries textiles et habillement (ITH)	9562	1992,6	363	2046
Industries mécaniques et métallurgiques (IMM)	1052	516	363	2046
Industries chimiques (ICH)	1081	500,8	459	1843
Industries des matériaux de construction céramique et verre (IMCCV)	619	233,29	247	980
Industries du cuir et de la chaussure (ICCH)	1636	601,2	868	2409
Industries électriques, électronique et de l'électroménager (IEEE)	3264	1443,5	950	5821
Industries du bois, du liège et de l'ameublement (IBLA)	193	49,6	126	262
Industries diverses (ID)	404	155,3	122	584

Source : calcul de l'auteur sur la base de données l'Agence de Promotion de l'Industrie (API).

Viennent ensuite, les Industries électriques, électroniques et de l'électroménager (IEEE) avec une contribution à l'emploi de 3264 par an pour la même période. La participation massive des entreprises étrangères semble avoir un effet positif sur l'augmentation de l'emploi dans ce secteur. En 2006, le secteur des Industries électriques, électroniques et de l'électroménager compte 324 entreprises employant 10 personnes et plus dont 192 à participation étrangère. Les entreprises de ce secteur emploient 53855 personnes. La part des entreprises totalement exportatrices est de 84%. La contribution, en termes de création d'emplois, des Industries agro-alimentaires est aussi relativement importante. En effet, la création était en moyenne de

l'ordre de 2272 par an entre 1997 et 2006. En 2006, les entreprises de ce secteur emploient 62154 personnes, représentant 13% de l'ensemble des emplois du secteur manufacturier, dont 12944 relèvent des entreprises totalement exportatrices et 49210 des entreprises partiellement exportatrices.

## A. - La demande

Comme l'atteste les travaux de (Pianta, 2001 ; Antonuci et Pianta, 2002), il existe une relation positive entre la demande des biens et des services et l'emploi. Une croissance rapide de la demande peut également stimuler la rentabilité des entreprises et favoriser les investissements et donc, se traduire par une plus forte croissance de l'emploi. Cette relation positive est très nette dans le cas du secteur industriel tunisien. Ainsi, d'une façon générale, comme le montre le tableau (2), la croissance de l'emploi se situant principalement dans les secteurs, qui ont enregistré une croissance de la demande locale (approchée par la valeur ajoutée) et de la demande sur le marché international (mesurée par les exportations).

Tableau 2 : Croissance annuelle de l'emploi, de la valeur ajoutée et des exportations, 1997-2006 (en pourcentage)

Secteurs d'activité	Croissance de la valeur ajoutée*	Croissance des exportations*	Croissance de l'emploi**
IAA	4,48	14,75	7,67
IBLA	2,26	2,79	7,31
ICCH	8,33	9,35	7
ICH	3,69	6,52	7,22
ID	1,11	11,64	6,99
IIEE	7,87	17,74	15,7
IMCCV	2,58	11,15	7,92
IMM	7,86	14,06	9,16
ITH	6,91	6,84	2,32

\* Ces valeurs sont calculées sur la base de données de l'institut national de statistique (INS).

\*\* Ces valeurs sont calculées sur la base de données de l'API.

Du point de vue sectoriel, la valeur ajoutée des industries électriques, électronique et de l'électroménager a augmenté de 7,87% par an durant la période allant de 1997 à 2006. De même les exportations de dit secteur ont enregistré une croissance relativement importante, qui était de l'ordre de 17,74. Parallèlement, à l'accroissement de la valeur ajoutée et des exportations, les emplois dans le même secteur ont largement augmenté, pour s'élever à 15,7%. Dans la même lignée, les industries mécaniques et métallurgiques ont enregistré une croissance relativement importante de l'ordre de 9,16 parallèle à l'accroissement de sa valeur ajoutée qui s'était de l'ordre de 7,86 et des exportations, qui était de l'ordre de 14,06. Ces constats nous conduisent à formuler les deux premières hypothèses :

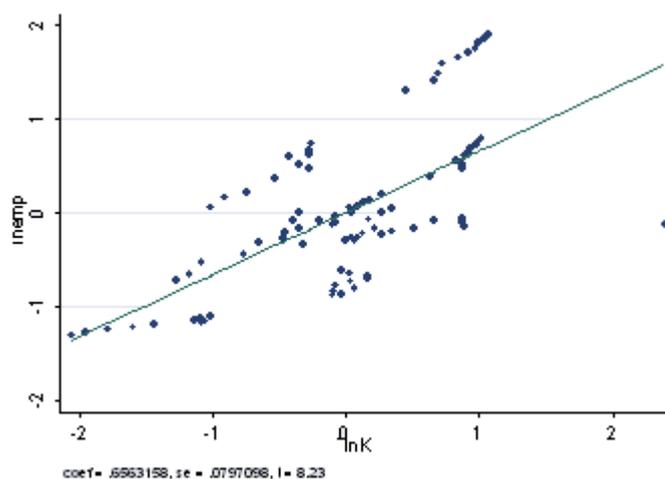
**H<sub>1</sub>** : L'augmentation de la demande locale des biens et des services favorise la création de nouveaux emplois.

**H<sub>2</sub>** : La croissance de la demande sur le marché international- et donc la prospection des marchés étrangers- exercent un effet positif sur l'emploi.

## B. - Capital physique : y a-t-il une substitution du capital à l'emploi ?

À la fin des années 90 et au début des années 2000, on a assisté à une croissance de l'investissement dans le secteur industriel tunisien. Cette augmentation de l'investissement peut être expliquée, entre autres, par une multiplicité des mesures fiscales et réglementaires promulgué par l'Etat afin d'encourager l'investissement, ainsi que les subventions à l'investissement accordés dans le programme de « mise à niveau » des entreprises tunisiennes. En effet, en 1993, la Tunisie a adopté un nouveau code d'incitation aux investissements<sup>3</sup> conçu pour unifier les codes sectoriels existants, mettre à jour la législation de l'investissement et stimuler l'investissement dans des domaines prioritaires, y compris la haute technologie et les industries à vocation exportatrices. A la fin de 1996, le gouvernement tunisien a adopté un programme de mise à niveau de l'économie tunisienne. Ce programme s'adresse aux entreprises du secteur privé qui ont une marge de croissance, un marché en expansion et surtout celles qui ont l'intention d'évolution. Les subventions prévues dans le programme de mise à niveau semblent avoir encouragé les investissements. Parallèlement, le rythme création d'emplois a connu une accélération. Néanmoins, Compte tenu du ralentissement de l'économie mondiale qui a suivi les événements du 11 septembre 2001, notamment au sein de l'Union européenne, principal partenaire de la Tunisie, les investissements, réalisés dans les industries manufacturières, ont connu durant la période 2001-2004 une baisse de l'ordre de 0,5%. Ce repli est imputable, surtout, à la contraction enregistrée dans les industries du textile et de l'habillement, avec une baisse de l'ordre de 1,6%.

Graphique 1 : Corrélation entre le stock de capital et emploi industriel



Cependant, à partir de l'année 2002, le rythme de création d'emplois est demeuré stable indépendamment des fluctuations de la formation brute de capital fixe. Ainsi, même si notre analyse à ce stade ne nous permet pas d'être sûrs en ce qui concerne les effets de stock du capital sur l'emploi, il y a lieu de penser que ces effets n'étaient pas aussi néfastes qu'on aurait pu le supposer.

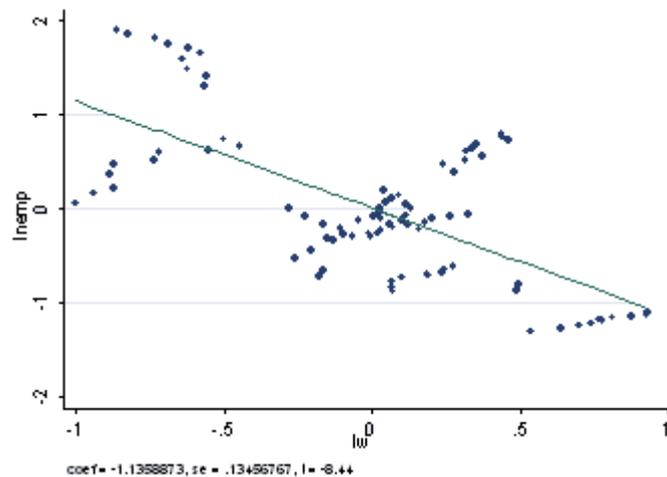
<sup>3</sup> La principale incitation financière commune est la déduction de l'impôt sur les bénéfices réinvestis à hauteur de 35% des revenus personnels imposables et les bénéfices des sociétés. Les entreprises ont aussi l'option d'amortir leur capital sur une durée de vie de plus de sept ans selon une formule de solde décroissant plutôt que selon la formule de l'amortissement linéaire. Tout équipement importé, pour lequel un équipement similaire n'est pas disponible localement, est imposé au taux de 10%. La taxe sur la valeur ajoutée et la taxe sur les ventes sont suspendues sur l'équipement importé non fabriqué en Tunisie et sur l'équipement acheté localement.

**H<sub>3</sub>** : L'investissement exerce un effet positif sur l'emploi.

### C. - Salaire réel

La théorie de compensation postule qu'il existe une relation inverse entre le taux de croissance du salaire réel et celui de l'emploi. Cette relation, comme la montre le graphique suivant, est très nette dans le cas de la Tunisie durant la période 1997-2006.

Graphique 2 : corrélation entre salaire réel et de l'emploi dans le secteur industriel



Du point de vue sectoriel, la corrélation est fortement négative entre le salaire réel et la croissance d'emploi. Autrement dit dans les secteurs où la croissance d'emploi a été élevée, notamment les industries électriques, électroniques et l'électroménager, les salaires ont augmenté à une cadence modérée (une augmentation de l'ordre de 1%). Les secteurs, tels le textile et habillement, où les salaires ont augmenté rapidement, avec un taux de croissance qui était de l'ordre de 2% n'ont pas créé un grand nombre d'emplois. À partir de l'année 2001, la croissance modérée des salaires semble stabiliser le rythme de création d'emplois.

**H<sub>4</sub>** : La corrélation entre le salaire réel et l'emploi est fortement négative.

### D. - Diffusion des innovations technologiques

Dans le cadre de ce travail, nous utilisons deux indicateurs de l'innovation technologique à savoir : la valeur de technologies importées et les brevets.

#### *Valeur de technologies importées*

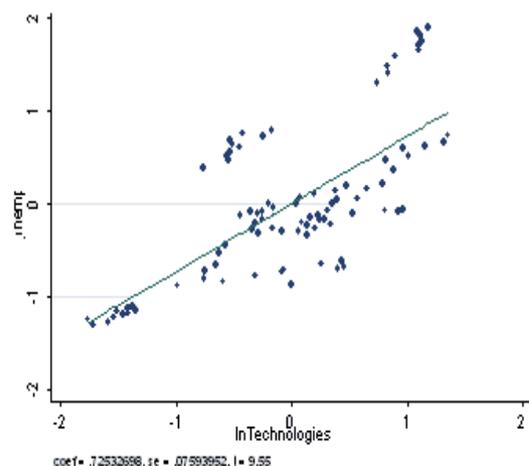
Les biens d'investissement importés constituent un mode de transfert de technologie non négligeable pour les PED, étant donné qu'ils incorporent les dernières avancées technologiques des économies occidentales. La maîtrise de ces technologies, moyennant leur adaptation aux conditions locales, peut entraîner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

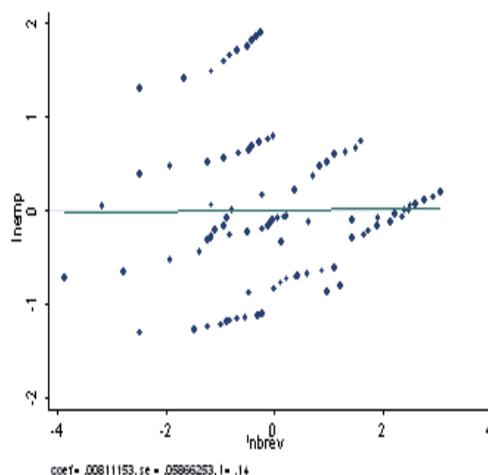
### Brevets

Contrairement à ce qui existait aux Etats-Unis, au Canada et dans l'Union-Européenne, dans l'Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle on ne dispose pas d'une classification technologique des brevets. 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. En utilisant la même méthodologie, nous avons pu procéder à une classification de brevets, déposés en Tunisie 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), 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 3 : Corrélation entre la valeur de technologies importées et l'emploi



Graphique 4 : Corrélation entre le stock de brevets et l'emploi



La corrélation entre la valeur de technologies importées et le niveau de l'emploi est positive et

statistiquement significative. Alors que, la corrélation entre le niveau d'emploi et le nombre de brevets est faible et non significative.

À ce stade encore incomplet de l'analyse, même s'il faut rester très prudent dans l'interprétation de résultats, on peut penser que les technologies importées peuvent contribuer, à court terme, à l'accélération de rythme de création d'emplois. Néanmoins, un simple examen de la corrélation simple ne permet cependant pas d'identifier les effets de court terme de l'innovation sur l'emploi. A cet égard, le traitement de ce point fait l'objet de la première partie de l'illustration économétrique.

**H<sub>5</sub>**: L'effet de court terme de la diffusion des innovations technologiques importées sur l'emploi industriel en Tunisie est positif.

#### IV.- DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE

##### A. - Sources de données

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, indice de prix, 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 données sur les salaires sont issues de l'Institut d'Etudes Quantitatives (IEQ). 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 3 : Statistiques descriptives des industries tunisiennes en 2006

Secteurs d'activité	Nombre d'entreprises	pourcentage	emploi	Pourcentage
IAA	993	18	61822	15
IBLA	193	4	24501	6
ICCH	276	5	8977	7
ICH	474	9	34290	13
ID	295	5	15267	8
IIEE	324	6	57172	39
IMCCV	440	8	26973	2
IMM	520	10	31599	6
ITH	1955	36	164541	4
Total	5470	100	425162	100

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

##### B.- Modélisation de l'impact de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi industriel en Tunisie : une illustration économétrique

D'un point de vue méthodologique, en s'inspirant de la théorie de compensation, nous avons choisi de mesurer, tout d'abord, les effets de court terme de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi. Nous proposerons, par la suite, une nouvelle approche dynamique de modélisation qui aura pour objectif l'estimation de l'impact des innovations technologiques sur l'emploi à moyen et long terme.

### a. - Analyse statique : effets de court terme

Afin de mesurer l'effet de court terme de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi, tout tenant compte des interactions qui entrent en jeu, nous supposons que la fonction de demande de travail est de la forme suivante :

$$L_{it} = f(K_{it}, D_{inter_{it}}, D_{exter_{it}}, W_{it}, TECH_{it}, BREV_{it})$$

où :

$L_{it}$  : emploi total dans l'industrie  $i$  à la date  $t$ ,

$D_{inter_{it}}$  : demande, sur le marché local, de biens et de services dans l'industrie  $i$  à la date  $t$  (approchée par la valeur ajoutée, calculées au prix de 1990),

$D_{exter_{it}}$  : demande, sur le marché international, de biens et de services dans l'industrie  $i$  à la date  $t$  (mesurée par les exportations),

$K_{it}$  : stock de capital dans l'industrie  $i$  à la date  $t$ . Ainsi, nous avons supposé 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%.

$TECH_{it}$  : valeurs de technologies importées dans l'industrie  $i$  à la date  $t$ .

$BREV_{it}$  : nombre de brevets dans l'industrie  $i$  à la date  $t$ .

Nous supposons ainsi que la spécification de notre modèle sous la forme logarithmique est:

$$l_{it} = \alpha_i + \beta_i' x_{it} + \varepsilon_{it}$$

Où  $\beta_i = (\beta_1, \dots, \beta_6)$  est un vecteur de dimension (6,1). On considère ainsi un vecteur de 6 variables explicatives<sup>4</sup> :

$$x_{it} = (d_{inter_{it}}, d_{exter_{it}}, kit, wit, dinno, brev)'$$

Lorsqu'on a un échantillon de données de panel, la première chose qu'il faut vérifier c'est la spécification homogène ou hétérogène des données. Cela revient donc à tester si on a le droit de supposer que la fonction de demande d'emploi est parfaitement identique pour tous les secteurs ( $H_0 : \sigma_\alpha^2 = 0$ ) ou bien il existe des spécificités propres à chaque secteur ( $H_1 : \sigma_\alpha^2 \neq 0$ ). Le test LM amène à accepter l'hypothèse d'existence des effets spécifiques (rejet de  $H_0 : \sigma_\alpha^2 = 0$ ) pour les trois spécifications estimées<sup>5</sup>. Quand au test d'Hausman, il nous renseigne sur la nature de ces effets qui peuvent être aléatoires ( $H_0 : E(\alpha_i/x_i) = 0$ ), ou fixes ( $H_1 : E(\alpha_i/x_i) \neq 0$ ). Les résultats de test montrent que les effets individuels sont déterministes (rejet de  $H_0 : E(\alpha_i/x_i) = 0$ ), et non aléatoires.

L'équation d'emploi estimée sur données de panel peut s'écrire donc sous la forme :

$$l_{it} = D\alpha + \beta_1 d_{inter_{it}} + \beta_2 d_{exter_{it}} + \beta_3 k_{it} + \beta_4 w_{it} + \beta_5 tech_{it} + \beta_6 brev_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

<sup>4</sup> Les variables en minuscules désignent le logarithme des variables.

<sup>5</sup> Dans le modèle à effets fixes 9 indicatrices pour les secteurs d'activités sont considérées dans la spécification.

avec  $D = (d_1, d_9)$  où  $d_i$  est une variable Dummy indicatrice du  $i$ -ième secteur d'activité. Comme  $n$  (le nombre de secteurs, est égale à 9) est petit, ce modèle, dit « Least Squares Dummy Variable Model » (LSDV) peut être estimé par la méthode de moindres carrés ordinaires (Green, 2003). Les résultats des estimations de notre modèle sont présentés dans le tableau ci-après. Nous présentons, ainsi, trois 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) les deux indicateurs sont prises dans la même équation. Les principaux résultats des estimations du modèle (1), sont résumés comme suit. Premièrement, d'une façon générale, l'effet à court terme de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi est statistiquement significatif. Cet effet est positif, ce qui contredit les prédictions théoriques. Ceci peut s'expliquer par le fait que la Tunisie est un importateur des biens d'équipements. La complémentarité entre capital et travail explique ainsi l'augmentation de l'emploi suite à l'augmentation des importations de technologies. Le coefficient du nombre de brevets est aussi significatif et de signe positif. Ceci peut être expliqué par le fait que, en Tunisie, les brevets portent essentiellement sur des adaptations et des améliorations des procédés de fabrication importés.

Deuxièmement, la relation positive entre la demande sur le marché local de produits et l'emploi est vérifiée. En effet, 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. Les résultats auxquels nous aboutissons sont semblables à ceux trouvés par Pianta (2001) et Antonuci et Pianta (2002). De même la croissance de la demande externe (exportations) exerce un effet positif sur l'emploi. Troisièmement, comme prévu, l'interaction est fortement négative entre le salaire réel et l'emploi. L'élasticité de l'emploi par rapport au salaire est de l'ordre de 0,8. Une diminution des salaires favorise l'augmentation de la demande d'employés (Hicks, 1932).

Tableau 4 : Résultats d'estimation  
Variable dépendante : logarithme de niveau d'emploi

	(1)	(2)	(3)
lnTECH	0,012 (0,048)		0,011 (0,065)
lnBREV		0,015 (0,046)	0,014 (0,061)
lnD_inter	0,639 (0,000)	0,663 (0,000)	0,645 (0,000)
lnD_ext	0,087 (0,001)	0,112 (0,000)	0,093 (0,000)
lnK	0,052 (0,004)	0,052 (0,000)	0,053 (0,003)
lnW	-0,838 (0,000)	-0,845 (0,000)	-0,850 (0,000)
Secteurs dummies	oui	oui	oui
R-squared	0,94	0,93	0,95
Test LM	59,92	59,41	60,45
Test de Hausman	129,81	123,83	137,65
Nombre d'observations	90	90	90

## b. - Analyse dynamique : Effets à moyen et long terme

En s'inspirant de l'approche de Van Reenen (1997), nous estimons une forme auto-régressive du modèle (1) pour mesurer les effets des innovations technologiques sur l'emploi à moyen et long terme. Dès lors nous proposons d'estimer la spécification :

$$l_{it} = \theta_0 l_{it-1} + \theta_1 d\_exter_{it} + \theta_2 d\_exter_{it} + \theta_3 k_{it} + \theta_4 w_{it} + \theta_5 w_{it-1} + \theta_6 w_{it-2} + \theta_7 tech_{it} + \theta_8 tech_{it-1} + \theta_9 tech_{it-2} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Le terme d'erreur est composé d'un effet inobservable par secteur qui est constant dans le temps,  $\gamma_i$  d'un effet inobservable par période qui est commun à tous les secteurs,  $\delta_t$  et d'un terme qui varie selon les secteurs et les périodes et que l'on suppose non corrélé dans le temps,  $\varepsilon_{it}$ .

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 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.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après. La première colonne inclut les dépenses de technologie comme indicateur de l'innovation. Dans la deuxième colonne l'innovation technologique est approchée par les brevets. Enfin les deux indicateurs sont pris dans la même spécification dans la troisième colonne. 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.

D'après les résultats présentés dans le tableau précédant, il est facile de remarquer, que dans les trois colonnes, les coefficients estimés sont très significatifs et en accord avec les prédictions théoriques. Les coefficients de la variable salaire ( $\ln W_t$ ) sont statistiquement significatifs à un niveau de 1%, avec un signe négatif, ce qui implique que l'augmentation des salaires entraîne une diminution de l'emploi. Le coefficient négatif de la variable dépendante retardée indique qu'il y a un effet de persistance négatif du salaire sur le niveau d'emploi. Cet effet de persistance est plus important dans le cas de la première régression. Pour la période 1997-2006, il y'a un effet multiplicateur de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi dans le sens où cet effet augmente au cours du temps.

Tableau 5 : Résultats d'estimation  
Variable dépendante : logarithme de niveau d'emploi

	(1)	(2)	(3)
C	0,025 (0,000)	0,013 (0,000)	0,021 (0,000)
$\ln\text{empl}_{t-1}$	0,219 (0,000)	0,242 (0,000)	0,253 (0,000)
$\ln\text{TECH}_t$	0,007 (0,793)		0,031 (0,413)
$\ln\text{TECH}_{t-1}$	-0,004 (0,849)		-0,012 (0,019)
$\ln\text{TECH}_{t-2}$	-0,051 (0,066)		-0,027 (0,032)
$\ln\text{BREV}_t$		0,007 (0,124)	0,008 (0,060)
$\ln\text{BREV}_{t-1}$		-0,205 (0,350)	-0,035 (0,131)
$\ln\text{BREV}_{t-2}$		0,045 (0,001)	0,045 (0,001)
$\ln W_t$	-0,328 (0,000)	-0,304 (0,000)	-0,304 (0,000)
$\ln W_{t-1}$	0,064 (0,120)	0,117 (0,190)	0,117 (0,019)
$\ln W_{t-2}$	-0,087 (0,007)	-0,127 (0,000)	-0,127 (0,000)
$\ln D_{\text{inter}}$	0,183 (0,000)	0,168 (0,000)	0,168 (0,000)
$\ln D_{\text{exter}}$	0,048 (0,021)	0,034 (0,084)	0,033 (0,094)
$\ln K_t$	0,008 (0,437)	-0,004 (0,666)	-0,033 (0,717)
Test de Sargan	69,42 (0,0003)	68,91 (0,0004)	64,56 (0,0012)
Test AR(1)	-2,40 (0,016)	-2,36 (0,018)	-2,38 (0,017)
Test AR(2)	1,44 (0,150)	0,89 (0,372)	1,02 (0,306)

Pour consolider les résultats, nous avons estimé les effets, de moyen et long terme, des salaires et des innovations technologiques sur l'emploi. Ces effets regroupent tout le processus d'ajustement c'est à dire la somme des valeurs des périodes (t, t-1 et t-2).

Tableau 6 : Effets à moyen et long terme

	(1)	(2)	(3)
salaires	-0,351	-0,314	-0,314
Technologies importées	-0,048		-0,008
brevets		-0,153	0,018

Les résultats d'estimation montrent que l'effet, de moyen et long terme des innovations technologiques importées est négatif. En revanche, la brevetabilité semble avoir un effet positif sur l'emploi. Si les résultats d'estimation indiquent que l'effet de la diffusion des technologies importées est positif à court terme, les résultats présentés dans le tableau précédant montrent que cet effet est négatif à moyen et long terme. Ce résultat contredit la théorie de compensation.

## V. – RETOUR SUR LES MÉCANISMES DE LA THÉORIE DE COMPENSATION

Si les conclusions relatives au lien entre innovation et emploi ont été largement discutées dans le cadre de pays industrialisés, elles nous paraissent revêtir une grande importance pour les pays en développement (PED), où généralement la technologie est importée. L'examen et l'estimation des effets de court et de long terme de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi industriel tunisien, nous offrent un cadre d'analyse pertinent pour discuter les mécanismes de compensation soulignés dans la première section.

### A. - L'effet compensateur de nouvelles machines non perceptible

Pour que l'effet de compensation d'un secteur à un autre fonctionne, il faut que certaines conditions soient réunies. Ces conditions concernent, d'une part, le marché du travail, d'autre part, les marchés des biens et des capitaux. Ce mécanisme requiert un transfert fluide de la main d'œuvre, du capital et de la demande entre les différentes activités. Un tel transfert s'opère d'autant mieux que les marchés sont efficaces, flexibles, c'est-à-dire que les prix s'adaptent et que les barrières de mobilités sont réduites (Guellec, 1999). Une économie dynamique et en croissance devrait autoriser un transfert des ressources - y compris au niveau de l'emploi - des secteurs de faible productivité vers des secteurs plus productifs. Le processus de destruction créatrice de Schumpeter implique que les employés changent d'emploi au gré de la concurrence entre les entreprises. Donc, les firmes doivent avoir une certaine marge pour embaucher ou licencier lorsque la nécessité s'en présente. Tel n'a cependant pas été le cas pour la Tunisie. La Tunisie connaît un retard dans la mise en place des premières normes destinées à réguler les nouvelles formes des contrats de travail plus flexibles (Abdennadher et al., 1994). En dépit des récentes réformes envisagées 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)

## **B. - Un effet du mécanisme « via la diminution des prix » limité**

Une hausse de productivité, du à la diffusion des innovations, peut permettre de produire à un coût inférieur et donc entraîner une baisse des prix. Dans une économie ouverte, cette diminution des prix devrait se traduire par une augmentation de la compétitivité-prix de pays en matière des exportations. Cependant, d'une façon général, le taux de croissance des exportations a connu une décélération durant la période (1997-2006). D'un point de vue sectoriel, le secteur de textiles et de l'habillement, principal créateur d'emplois, a perdu une grande partie de sa compétitivité sur le marché international. La part des exportations des industries de textiles et de l'habillement, ainsi que la part des exportations de ce secteur dans les exportations totales ont enregistré une baisse durant les dernières années (voir Annexe 1). Ce ci peut expliquer, entre autres, la faible croissance d'emplois enregistrée dans ce secteur, qui était de l'ordre de 2,32%. De même la contribution des industries chimiques dans le PIB et les exportations totales a connu une décélération. De sa part les exportations des industries agro-alimentaires ont été marquées par une baisse durant la période (1997-2002) et la reprise n'était qu'en 2002. Seuls les exportations des industries de électriques, électronique et de l'électroménager ont enregistré une croissance relativement importante de l'ordre de 17,4%. Parallèlement, à l'accroissement des exportations, les emplois dans le même secteur ont largement augmenté, pour s'élever à 15,7%.

## **C. - L'incompatibilité du mécanisme « via la diminution des salaires » dans le contexte des PED.**

Les économistes partisans de la théorie de compensation soutiennent que pour remédier à une situation de chômage, du à la diffusion des innovations technologiques, il est nécessaire de procéder à un abaissement des salaires dont il résulte un accroissement de l'emploi et une disparition du chômage. Mais ce mécanisme peut-il s'appliquer aux pays en voie de développement ? Si le mécanisme de compensation via la diminution des salaires, semble avoir des effets sur l'emploi dans les pays développés, ce mécanisme n'a que peu de signification dans les PVD où les salaires sont déjà bas (Karaomerlioglu et Ansal, 2000). Une réduction des salaires s'accompagne presque toujours d'une réduction de la demande globale ; par conséquent toute baisse de la demande entraîne *ipso facto* une baisse des ventes des produits fabriqués qui provoque à son tour une baisse de l'activité économique et par la suite de l'investissement, de la croissance et de la capacité de l'économie à créer des emplois. L'expérience tunisienne peut être une bonne illustration entre les politiques des salaires et emploi dans un PVD. En effet, la politique salariale adoptée depuis la fin des années 1980 semble avoir réussi à maintenir l'augmentation des salaires dans des proportions jusqu'à maintenant compatibles avec le maintien des grands équilibres macro-économiques (Azaiez T.L., 2000). La politique des salaires pratiquées en Tunisie soutenait l'idée que chaque augmentation des salaires, qui n'est point compensée par un réel gain de productivité, alourdit les charges d'entreprises, favorise la régression des exportations qui se traduiront par une dégradation des revenus salariaux et de la capacité des entreprises à créer de nouveaux emplois.

## D. - Le mécanisme « via les nouveaux investissements » non pleinement utilisé

Parmi les mesures économiques générales de promotion de l'emploi, qui visent à mettre en place un environnement économique et sociale sain, capable d'assurer la relance de l'économie et de la promotion de l'emploi, est celles relatives à l'encouragement et l'incitation à l'investissement. Néanmoins, d'une part, en dépit, des importantes mesures d'encouragements préconisées par le code d'investissement, les incitations fiscales, parafiscales et financières décidées par le gouvernement tunisien, les investissements ont marqué durant les dernières années par un essoufflement. Azaiez T.L. (2000) explique ce repli par trois raisons : la baisse de la demande intérieure et l'étroitesse du marché, les anticipations défavorables des investisseurs depuis l'ouverture des frontières et de la libéralisation des prix, enfin le coût de capital de plus en plus élevé. D'autre part, bien que ce code de l'investissement contienne des incitations pour encourager la création d'emplois, leur portée est minimale en comparaison aux incitations financières. Il s'avère que la majorité des mesures d'incitations élaborées lors des dernières années visent particulièrement à réduire le coût d'utilisation du capital par la réduction de la valeur d'achat d'équipements, la diminution du coût de financement des projets et de l'augmentation du taux de rentabilité de capital. En revanche très peu de mesures sont prises en faveur de la promotion de l'emploi qui n'ont d'ailleurs que peu d'impact sur les choix technologiques arrêtés par les nouveaux promoteurs.

## E. - Un bon fonctionnement du mécanisme « via l'augmentation des revenus »

Le mécanisme de compensation « via l'augmentation des revenus » présuppose que la diffusion des innovations technologiques favorise l'augmentation de revenu des consommateurs. Certes le salaire constitue une part importante du revenu et de la dépense des individus dans les PED. A cet égard, nous envisageons de mesurer les effets des innovations technologiques sur les salaires. Nous supposons que l'équation de salaire est de la forme :

$$w_{it} = \theta_0 w_{it-1} + \theta_1 d_{exter_{it}} + \theta_2 d_{exter_{it}} + \theta_3 k_{it} + \theta_4 l_{it} + \theta_5 l_{it-1} + \theta_6 l_{it-2} + \theta_7 inno_{it} + \theta_8 inno_{it-1} + \theta_9 inno_{it-2} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Les colonnes 1, 2 et 3 du tableau 4 présentent les résultats de l'équation de salaire durant la période 1997-2006. Les coefficients estimés indiquent que l'accroissement de demande de biens et des services provoque une augmentation des salaires puisque les firmes embauchent plus de salariés pour satisfaire la nouvelle demande. Toutefois, l'augmentation de l'emploi indépendamment de l'accroissement de la demande diminue le salaire. A partir de ces résultats, nous constatons que la diffusion des innovations technologiques et l'adoption de nouvelles technologies contribuent significativement à l'amélioration des salaires en Tunisie. Cet effet positif a été confirmé dans la plupart des études empiriques. Ainsi, à partir de données sur les firmes américaines obtenues en coupes transversales pour les années 1984 et 1989, Krueger (1993) a mis en évidence l'existence d'une prime salariale pour les utilisateurs d'ordinateur. Krueger trouve une prime liée à l'innovation de l'ordre de 18% en 1984 et 21% en 1989. Doms, Dunne et Troske (1997) montre une prime de 15% pour « les salariés de production » dans les entreprises « les plus utilisatrices de nouvelles technologies » en Etats-Unis.

Tableau 7 : Résultats d'estimation  
Variable dépendante : logarithme de salaire

	(1)	(2)	(3)
C	0,008 (0,286)	0,003 (0,628)	0,005 (0,468)
LnW <sub>t-1</sub>	-0,050 (0,579)	-0,012 (0,885)	-0,050 (0,563)
lnTECH <sub>t</sub>	0,0002 (0,014)		0,0002 (0,033)
lnTECH <sub>t-1</sub>	0,00001 (0,868)		-0,00003 (0,795)
lnTECH <sub>t-2</sub>	-0,0001 (0,173)		-0,0001 (0,125)
lnBREV <sub>t</sub>		0,022 (0,017)	0,022 (0,017)
lnBREV <sub>t-1</sub>		0,004 (0,706)	0,009 (0,399)
lnBREV <sub>t-2</sub>		-0,001 (0,901)	0,004 (0,708)
lnL <sub>t</sub>	-1,032 (0,000)	-1,067 (0,000)	-1,008 (0,000)
lnL <sub>t-1</sub>	0,037 (0,761)	0,129 (0,289)	0,071 (0,548)
lnL <sub>t-2</sub>	0,129 (0,180)	0,141 (0,147)	0,155 (0,102)
lnD_inter	0,545 (0,000)	0,552 (0,000)	0,553 (0,000)
lnD_exter	0,048 (0,237)	0,090 (0,017)	0,0061 (0,117)
lnK <sub>t</sub>	0,106 (0,609)	0,003 (0,880)	0,015 (0,456)
Test de Sargan	33,94 (0,470)	36,31 (0,361)	37,84 (0,298)
Test AR(1)	-2,38 (0,017)	-2,47 (0,013)	-2,39 (0,016)
Test AR(2)	-0,55 (0,584)	-0,37 (0,713)	-0,37 (0,714)

## **F. - Le mécanisme de compensation « via les nouveaux produits » est très limité**

L'effet positif des innovations de produits, dernier mécanisme de compensation, ne s'applique pas nécessairement aux PVD où la principale source de technologies est l'étranger. La Tunisie, comme la plupart des PVD, suit de façon successive un ensemble de séquences dans le processus de diffusion technologique qui commence par l'importation de technologies standardisées, l'imitation, l'adaptation, la transformation et enfin à l'exportation de la technologie intermédiaire. C'est la raison pour laquelle les processus d'apprentissage deviennent si importants puisque c'est grâce à eux que des nouvelles connaissances apparaissent et les connaissances existantes sont transmises. Par ailleurs, l'apprentissage peut être individuel. Il a pour référence les analyses traditionnelles de « l'apprentissage par la pratique » (Nelson, 1959). Au niveau des entreprises, l'apprentissage peut résulter de connaissances internes ou externes aux entreprises : apprentissage interne, apprentissage externe (Dogson, 1991). Ce dernier type d'apprentissage renvoie à la capacité d'absorption de la firme (Cohen et Levinthal, 1990). L'apprentissage est un composant critique nécessaire pour « expédier » la diffusion et l'adoption de nouvelles technologies, pour apporter des adaptations et des améliorations locales et pour augmenter plus généralement la conscience et la capacité de tirer profit des occasions technologiques. Dans ce cas, les investisseurs sont encouragés à créer des entreprises et des emplois nouveaux par la perspective de bénéficier des avancées technologiques futures (Aghion et Howitt, 2000). Néanmoins, les entreprises tunisiennes semblent ne pas pouvoir mettre leur technologie à niveau. En effet, force est de constater, que la plupart des entreprises en Tunisie sont des filiales ou sous-traitantes pour les grandes entreprises étrangères, l'apport de la partie tunisienne se réduit souvent aux opérations d'assemblage et le processus n'implique donc pas l'apprentissage et la production de technologies similaires. Ce qui explique, entre autres, l'effet négatif de moyen et long terme de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi.

## **VI. - CONCLUSION**

Les résultats économétriques que nous obtenons à partir des données sur les industries tunisiennes s'opposent en partie aux conclusions théoriques de la littérature de la compensation. Tout d'abord, à court terme, nous trouvons que l'effet, de la diffusion des innovations technologiques importées ainsi que de la brevetabilité sur l'emploi est positif. La complémentarité entre capital et travail peut expliquer cette corrélation positive. Tout d'abord, nous trouvons une relation positive significative entre la demande sur le marché des produits et l'emploi. En revanche l'interaction entre l'emploi et les salaires est négative. Mais, nous trouvons, en utilisant les modèles de panel dynamiques, surtout, que l'effet de moyen et long terme des innovations importées sur l'emploi est négatif. Cet effet négatif a été vérifié dans la plupart des travaux empiriques qui se sont intéressés à l'étude de la relation entre transfert technologique et croissance en Tunisie. En effet, Rezgui et Salah (1999) ont montré, sur une période de vingt ans (1976-1995), que les importations des équipements exercent un effet négatif sur la productivité globale des facteurs en Tunisie. Les auteurs expliquent ce résultat par le fait que le stock étranger de connaissance contenu dans un dinar d'importation a été insuffisant pour que l'importation ait un effet positif. Ils estiment que le stock minimal, permettant un effet direct positif, soit 1,5 fois le stock étranger moyen de connaissances captées par la Tunisie. Plutôt que de parler d'effet seuil, Dhaoui (1996) insiste sur l'importance de l'existence de compétences hautement qualifiées afin d'assimiler les technologies importées. Les travailleurs qualifiés seraient plus aptes à mettre en place les nouvelles technologies.

En guise de conclusion, nous pouvons estimer que la Tunisie ne semble pas profiter pleinement, en termes de croissance et d'emplois, des technologies importées. A cet effet, faut-il freiner l'importation des innovations technologiques ? La réponse est évidemment non. En effet, l'expérience internationale montre que la diffusion des innovations technologiques- et donc une croissance rapide de la productivité du travail- peut stimuler la rentabilité des entreprises et favoriser les investissements et donc, se traduire par une plus forte croissance de l'emploi. A titre d'exemple, en Irlande, en Corée et aux Etats-Unis, vers la fin des années 90, la forte croissance de la productivité du travail s'est accompagnée de niveaux spectaculaires de croissance de l'emploi. Alors que dans les pays (France, Italie et Finlande) où l'emploi a peu augmenté, la croissance de la production est généralement restée très modeste (Banque mondiale, 2004). Historiquement, l'introduction des innovations technologiques a créé plus d'emplois qu'il en a détruit. Les pays qui ont su maintenir un rythme élevé d'innovation technologique sont également ceux qui ont connu les meilleures performances en termes d'emplois.

Cela implique que le problème tient souvent, non pas aux technologies importées elles mêmes, mais plutôt à l'adaptation et l'appropriation de ces technologies. En d'autres termes, les entreprises tunisiennes semblent ne pas pouvoir mettre leurs technologies à niveau. Dans la plupart des entreprises, la majorité des inputs sont importés et où l'apport de la partie tunisienne se réduit souvent à des opérations d'assemblage employant des machines souvent déjà obsolètes en Europe et une main d'œuvre très peu qualifiée (très peu éduquée dans le secteur des industries de textile et de l'habillement). Le processus n'implique donc pas l'apprentissage, ni la formation massive de cadres ou de techniciens susceptibles de s'approprier voire d'améliorer les technologies importées. Néanmoins, l'entreprise n'est pas isolée dans un « espace à cloisons » ou dans une sorte de « terra incognita ». Son émergence et son développement sont bien enracinés dans un système d'économies nationales (Uzunidis, 2004). Dans ce cadre, le problème tient souvent, non pas à l'entreprise elle-même, mais à l'économie dans son ensemble. Par ailleurs, nous pensons que le développement d'un système national de recherche scientifique et d'innovation technologique constitue le meilleur gage en vue d'adapter et d'approprier les technologies importées. Néanmoins, force est de constater que le système tunisien d'innovation souffre de beaucoup de défaillances. L'un des problèmes majeurs est l'insuffisante articulation entre les différents éléments du système d'innovation, notamment la faible coordination entre le système éducatif et la politique industrielle (Saafi, 2007). L'importation de technologies serait valorisante en terme d'emplois si la politique industrielle visait l'orientation du potentiel scientifique et technique du pays vers l'organisation d'un espace relationnel entre les institutions publiques d'enseignement et de recherche et les entreprises nationales.

Par ailleurs, notre résultat général sur les effets de l'innovation sur l'emploi 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 de la main d'œuvre en distinguant la main d'œuvre qualifiée et la main-d'œuvre non qualifiée. Il serait intéressant de déterminer les effets de la diffusion des innovations technologiques sur la demande locale de la main d'œuvre qualifiée

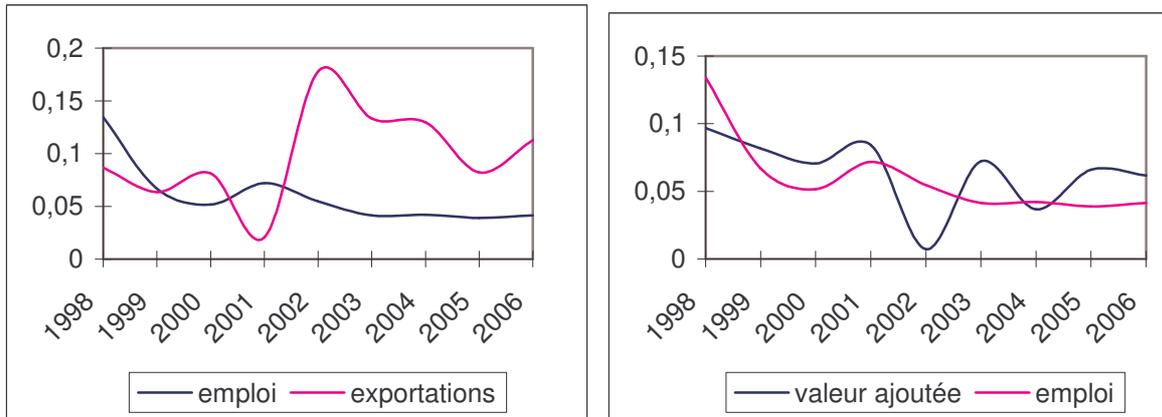
## BIBLIOGRAPHIE

- ABDENNADHER C., KARAA A. et PLASSARD J.-M. (1994), Tester la dualité du marché du travail: l'exemple de la Tunisie, *Revue d'économie du développement*, 2, pp. 39-63.
- AGHION P. et HOWITT P. (2000), Théorie de la croissance endogène, Dunod, Paris.
- 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.
- 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.
- CLARK J.B. (1907), Essentials of Economic Theory, Macmillan, New York.
- COHEN W., LEVINTHALL D. (1990), Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and innovation, *Administrative Science Quarterly*, pp. 1288-152.
- DHAOUI M.L. (1996), Mise à niveau et Compétitivité de l'Entreprise Industrielle en Tunisie, Editions Arabesques, Tunis.
- DOGSON M. (1991), The management of Technological Learning: Lessons from a Biotechnology Company, Berlin, Walter & Gruyter.
- DOMS M., DUNNE T. et TROTSKE K. (1997), Workers, Wages, and Technology, *Quarterly journal of Economics*, vol. 112, pp. 253-89.
- DOUGLAS P.H. (1930), Technological unemployment. *American Federationist* 37(8): 923-50.
- ENTORF H. et POHLMEIR W. (1991), Employment, innovation and export activity, in Florens, J. et al. (eds) *Microeconometrics : surveys and applications*. Oxford, Basil Blackwell.
- GHORBEL A. (1993), La Méditerranée occidentale face au défi de la démographie et de l'emploi : l'exemple du cas tunisien ", Université de Granada, Espagne.
- GREENE W.P. (2003), *Econometric Analysis – Fifth Edition*, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- GUELLEC D. (1999), *Economie de l'innovation, édition La découverte*.
- HARISSON R., JAUMANDREU J., MAIRESSE J. et PETERS B. (2005), Does innovation stimulate employment ? A firm-level analysis using comparable micro data from four European countries, research project : Innovation and employment in European firms, *Microeconomic Evidence (IEEF)*.
- HICKS J.R. (1932), *The Theory of Wages*, Macmillan, London.
- HICKS J.R. J.R. (1973), *Capital and Time*, Oxford, Oxford University Press.
- JAUMENDREU J. (2003), Does Innovation Spur Employment ? A Firm-Level Analysis Using Spanish CIS Data. mimeo.
- KATSOULACOS Y.S. (1984), Product Innovation and Employment, *European Economic Review*, 26, 83-108.
- KARAOMERLIOGLU D.C. et ANSAL H.K. (2000), Innovation and employment in developing countries, in VIVARELLI M. et PIANTA M. (eds). *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, London, Routledge, 164-181.
- Krueger A. B. (1993), How computer have changed the wage structure: evidence from micro data, *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp.33-60.
- LAYARD R. et NICKELL S. (1985), The Causes of British Unemployment, *National Institute Economic Review*, 111, 62-85.
- LAYARD R., NICKELL S. et JACKMAN R. (1991), *Unemployment : Macroeconomic Performance and the Labour Market*, Oxford University Press, Oxford.;

- LAYARD R., NICKELL S. et JACKMAN R. (1994), *The Unemployment Crisis*, Oxford University Press, Oxford.
- MARSCHALL A. (1961), *Principles of Economics*, Cambridge, Macmillan, first edn 1890
- NEARY J.P. (1981), On the Short-run Effects of Technological Progress, *Oxford Economic Papers*, 32, 224-33.
- Nelson R. R. (1959), The Simple economics of basic scientific research, *Journal of Political Economy*, 1959, vol. 67.
- NICKELL S. et KONG P. (1989), *Technical Progress and Jobs*, Centre for Labour Economics, London School of Economics, Discussion Paper n°366, London.
- OCDE (2002), Manuel de Frascati, Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental.
- PASINETTI L. (1981), *Structural Change and Economic Growth*, Cambridge, Cambridge University Press.
- PETERS B. (2004), Employment effects of different innovation activities : Microeconomic evidence, ZEW Discussion Paper 04-73, ZEW.
- PIANTA M. (2000), The employment impact of product and process innovation, in Vivarelli and Pianta (eds).
- PIANTA M. (2001), Innovation, Demand and Employment, in Petit and Soete (eds.).  
Technology and the Future of European Employment, p. 142- 165, Edward Elgar, UK and US.
- PIANTA M. (2003), Innovation and Employment, in Fagerberg J., Mowery D. et Nelson R. (eds), *Handbook of Innovation*, Oxford University Press (forth.)
- PIGOU A. (1962), *The Economics of Welfare*, Macmillan, London, first edn 1920.
- REZQUI S. et SALAH H. (1999), y'-a-t-il des effets de Report de Technologies liées au commerce International et à l'IDE.
- RICARDO D. (1951), *The Principles of Political Economy and Taxation*, The Works and Correspondence of David Ricardo, ed. by P. Sraffa with the collaboration of M.H. Dobb, 11 vols. (Cambridge: Cambridge University Press).
- SAAFI S. (2007), Caractéristiques notables du système tunisien d'innovation, Cahiers du Labo RII, n° 155, juin.
- SAUVY A. (1980), *La machine et le chômage: le progrès technique et l'emploi*, Dunod, Collection l'Oeil Economique.
- SAY J.B. (1964), *A Treatise on Political Economy or the Production, Distribution and Consumption of Wealth*, M. Kelley, New York, first edn 1803.
- SCHUMPETER J.A. (1911), *The theory of economic development, an inquiry into profits, capital, credit, interest and business cycles*, Harvard University Press, Ed. française 1935.
- SCHUMPETER J.A. (1942), *Capitalism Socialism and Democracy*, New York, Harper.
- SINCLAIR P.J.N (1981), Will technical Progress Destroy jobs, *Oxford Economic Papers*, New Series, vol. 33, no 1, pp. 1-18.
- SIMONETTI R., Taylor K. et VIVARELLI M.(2000), Modelling the employment impact of innovation, Do compensation mechanisms work?, in VIVARELLI M. et PIANTA M. (eds).  
*The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, London, Routledge, 27-43.
- STONEMAN P. (1983), New Technology, Demand and Employment, in Bosworth, D.L., *The Employment Consequences of Technological Change*, Macmillan, London.82-96.
- STONEMAN P. (1983), *The Economic Analysis of Technological Change*, Oxford University Press, Oxford.
- TANCIONI M. et SIMONETTI R.(2002), A macroeconomic model for the analysis of the impact of technological change and trade on employment. *Journal of Interdisciplinary Economics*, 13 :185-221.
- UNIDO (1997), Spécificités et Possibilités de Groupement d'Entreprises en Tunisie, May 1997.

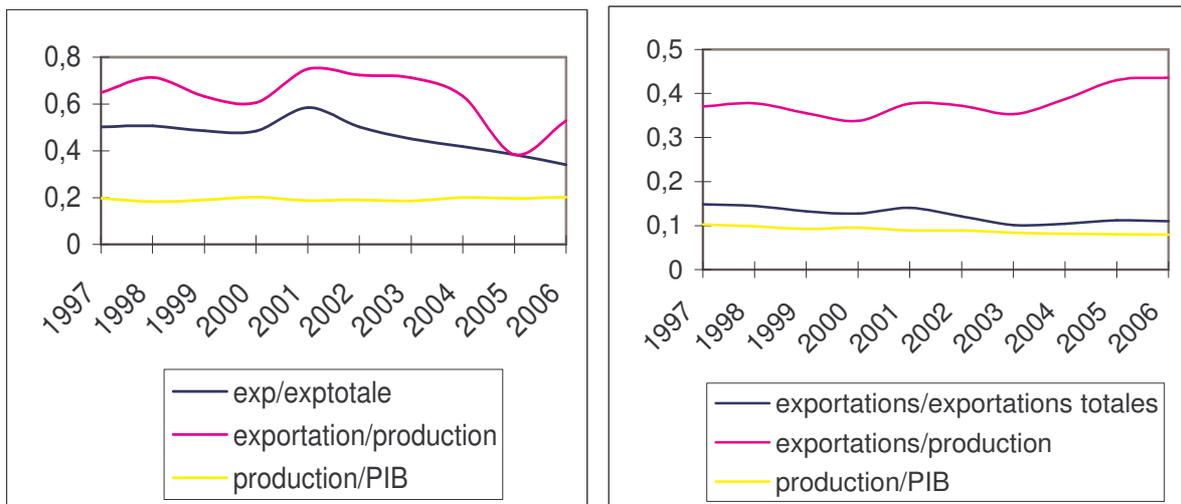
- UZUNIDIS D. (sous la direction de) (2004), L'innovation et l'économie contemporaine, Espaces cognitifs et territoriaux, De Boeck.
- VAN REENEN J. (1997), Employment and Technological Innovation : Evidence from U.K. Manufacturing Firms, Journal of Labor Economics, vol. 15, 255-84.
- VIVARELLI M. (1995), The Economics of Technology and Employment : Theory and Empirical Evidence, Elgar, Aldershot.

**Annexe 1: Evolution de la valeur ajoutée, des exportations et de l'emploi dans le secteur industriel en Tunisie\***



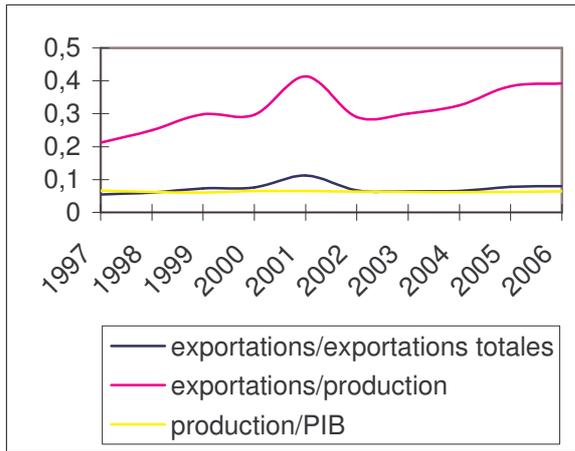
\* Les valeurs sont en différence logarithmique

**Annexe 2 : Evolution de la part des exportations des industries tunisiennes dans la production, exportations totales et le PIB\***

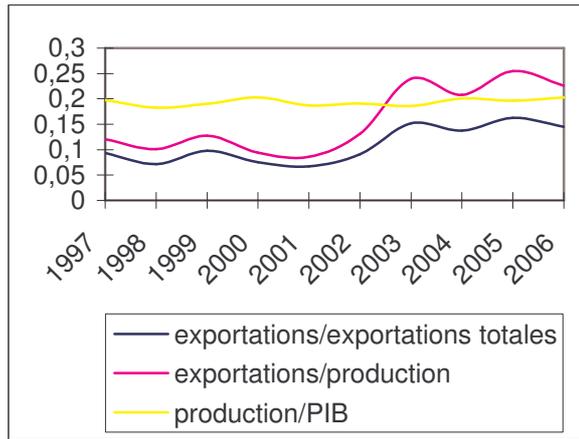


Industries de textiles et de l'habillement

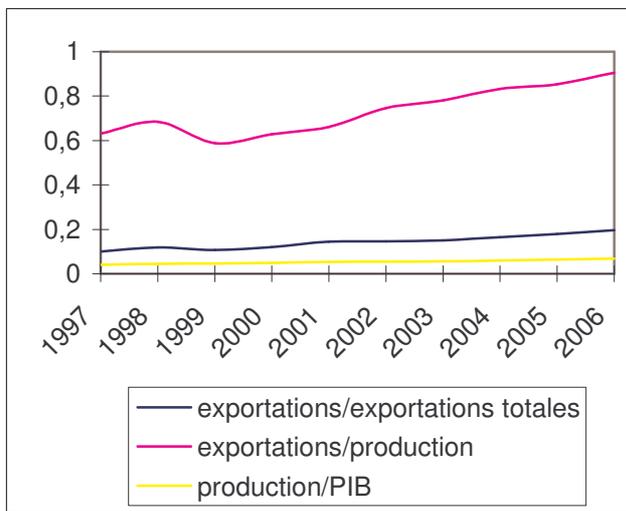
Industries chimiques



Industries mécaniques et métallurgiques



Industries agro-alimentaires



Industries électriques, électronique et de l'électroménager

\* Les valeurs de la valeur ajoutée et de l'emploi sont en différence logarithmique