

**ANALYSIS OF THE RELATION INNOVATION-EMPLOYMENT BY THE
ECONOMETRICS OF PANEL DATA, THE CASE OF ALGERIA**

**ANALYSE DE LA RELATION INNOVATION-EMPLOI PAR
L'ECONOMETRIE DES DONNEES DE PANEL, LE CAS DE L'ALGERIE**

Younes FERDJ *

Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement (CRAED)
ferdjyounes@gmail.com

Hocine BELLHIMER

École Supérieure de Comptabilité et de Finance -Constantine-
hocibell@hotmail.com

Reçu le 2018-03-06 Accepté le 2018-05-02 Publié en ligne le 2018-06-01

ABSTRACT: The main objective of this article is to determine from an econometric study by panel data the effects, short and long term, of the diffusion technological innovations on industrial employment in Algeria. We used the generalized moment's method (MMG) (Arellano and Bond, 1991) to estimate the employment demand equation with respect the different explanatory variables in a panel of the industrial sector in Algeria. Our results show that the short-term effect of innovations on employment is positive, and this effect is negative in the medium and long term. This result contradicts the compensation theory which states that technological innovation destroys employment in the short term is the replacement effect, but in the medium and long term creates jobs it is the compensation effect (Vivareli, 1995 ; Saafi, 2011).

Keywords: Innovations, Employment, Econometrics, Panel Data, Algeria

RESUME : L'objectif principal de cet article est de déterminer à partir d'une étude économétrique par les données de panel les effets, de court et de long terme, de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi industriel en Algérie. Nous avons utilisé la méthode de moments généralisés (MMG) (Arellano et Bond, 1991) afin d'estimer l'équation de la demande d'emploi par rapport au différentes variables explicatives dans un panel du secteur d'activité industriel en Algérie. Nos résultats montrent que, l'effet à court terme des innovations sur l'emploi est positif, et cet effet est négatif à moyen et long terme. Ce résultat contredit la théorie de compensation qui stipule que, l'innovation technologique détruit des emplois à court terme c'est l'effet de remplacement, mais à moyen et à long terme en crée des emplois c'est l'effet de compensation (Vivareli, 1995 ; Saafi, 2011).

Mots clés : Innovations, Emploi, Econométrie, Données de Panel, Algérie.

* Auteur correspondant

1. INTRODUCTION

En Algérie, les premiers changements ont commencé au début des années quatre-vingt. Une première batterie de réformes économiques appliquées à la stratégie des industries industrialisantes qui a caractérisé le modèle de développement algérien (Benabdellah, 2008). Le prétexte de mise en place d'une économie de marché est avancé par le gouvernement afin d'acquérir rapidement les moyens de financement. En effet, l'Algérie accepte l'accord stand-by de mars 1994 puis un programme d'ajustement structurel en avril 1995. Ces programmes de stabilisation économique marquent la fin de toutes les hésitations des gouvernements successifs et confirme le début d'une transition vers l'économie de marché en Algérie. En réponse aux exigences de la libéralisation du commerce extérieur, progressivement, l'Algérie a signé à Valence (Espagne) en avril 2002, L'Accord d'Association (AA) avec l'Union Européenne (UE), qui prévoit un démantèlement tarifaire graduel entre l'Algérie et l'UE pour aboutir à une zone de libre échange. Dans ce contexte, il devient de plus en plus évident que les industries algérienne feront face à une concurrence accrue qui remettra en cause les parts de marché 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. Ainsi, à cet égard, la technologie constitue un choix stratégique pour l'Etat et l'un des facteurs les plus décisifs pour la compétitivité des industries algériennes. Cependant, la politique industrielle en Algérie s'est orientée, à partir de la fin des années 90, vers le soutien de la recherche et développement (R&D) et de l'innovation technologique à travers :

- La mise en place d'un Prix National De L'innovation, organisé chaque année ;
- La récompense des trois (03) meilleures PME ayant introduit une innovation de produit ou de processus, de production ou de management par des encouragements financiers variant de 600.000 DA à 1000.000 DA. De même, un Prix pour les meilleures inventions est discerné chaque année par l'Institut National de la Propriété Industrielle ;
- Des forums PME/Universités sont également organisés chaque année pour favoriser l'établissement de passerelles opérationnelles entre les chercheurs universitaire et les PME ;
- Le Programme National de Mise à Niveau des PME prend en charge les activités relatives au développement de l'innovation et l'usage des TIC ;
- La Mise en place des Centres Techniques Industriels (CTI) véritables garants de la réussite de tout programme de mise à niveau et d'appui à l'innovation.

Dans ce contexte, et autant que l'Algérie connaît un taux du chômage relativement élevé, durant ces dernières années, la question qui va interpeler est de savoir si la diffusion des innovations technologiques a contribué à la création plus d'emplois ou bien a aggravé la situation (Saafi, 2008). En effet, le pays connaît un chômage structurel, avec un taux de chômage relativement élevé variant entre 11% et 12% (ONS, 2014). Cependant, l'emploi est toujours considéré en Algérie comme une priorité parmi les objectifs du décideur de politique Économique, comme on peut le constater à travers les mesures qui viennent conforter les dispositifs déjà opérationnels visant la promotion de l'emploi comme les contrats d'insertion des diplômés, le dispositif ANSEJ pour la création de micro entreprises, la formule CNAC, le micro crédit (ANGEM) , les 100 locaux par commune...etc. Dans cette optique, l'objectif de cet article, est d'examiner à partir d'un modèle économétrique par les données de panel les effets de court et de long terme des innovations technologiques

sur l'emploi industriel en Algérie sur la période (2000- 2011). Pour cela on pose la question suivante : *est-ce-que la diffusion de l'innovation technologique va augmenter l'emploi industriel en Algérie ? Comment l'innovation technologique contribuent-ils à l'emploi en Algérie ?* Notre article est organisé en trois temps. Premièrement, une présentation sur le concept de l'innovation, ainsi que d'une revue de littérature théorique. Deuxièmement, nous analysons l'évolution de l'emploi par une analyse statistique descriptive sur la situation en Algérie. Ensuite, nous détaillons notre méthodologie de recherche qui celle de l'économétrie des donnée de panel. Enfin, nous exposons les résultats empiriques de notre analyse économétrique de la relation innovation-emploi.

2. REVUE DE LITTÉRATURE D'UN CONCEPT AMBIGU L' « INNOVATION »

Dans un point essentiel de cet article qui montre la relation entre l'innovation et l'emploi, tout d'abord, passant par une revue de littérature d'un concept ambigu « l'innovation » et ensuite connaître les origines de l'innovation et les déterminants technologiques de l'innovation ainsi les différents types d'innovation.

2.1. Fondements théoriques de l'innovation

Selon Ricardo, il existe plusieurs configurations d'innovations que J. Schumpeter reprendra après : il s'agit de la production d'un nouveau bien, l'introduction ou la mise en place d'une méthode de fabrication inédite, l'installation d'une nouvelle organisation, l'ouverture d'un nouveau débouché...etc. Tout d'abord, dans son ouvrage de 1912 intitulée « *The Theory of Economic Development* » qui relève de la sphère de Schumpeter, il marque l'importance et le rôle de l'entrepreneur qui exécute de nouvelles combinaisons ; comme il le disait déjà au début du XXème siècle, l'innovation ne passe que par les entrepreneurs. Dans l'analyse schumpétérienne phase deux (« *Capitalisme, Socialisme et Démocratie* ». 1942), Schumpeter souligne que l'activité économique est liée à un processus capitaliste « *créateur des habitudes d'esprit qui donnent naissance aux inventions* » (1963. p157). Selon lui, l'innovation consiste en l'introduction de nouvelles fonctions de fabrication (plus grande quantité ou plus grande valeur de biens produits à coût inchangé). Puis Schumpeter distinguait cinq types d'innovations :

- La fabrication d'un bien nouveau ;
- Des nouvelles méthodes de fabrication ;
- De nouveaux débouchés ;
- L'utilisation de nouvelles matières premières ;
- La réalisation d'une nouvelle organisation du travail.

En effet, la théorie en économie de l'innovation, on retient que l'innovation est la source d'une « *destruction créatrice* », concept dû à Schumpeter qui signifie le bouleversement qu'entraîne à long ternie l'innovation et qui se traduit par un mouvement parallèle de création de nouvelles activités et la destruction d'activités dépassées, où en général le nouveau remplace l'ancien.

2.2. La notion et les formes de l'innovation

La notion de l'innovation est une notion riche et complexe qui comprend plusieurs et différentes significations dans le domaine des sciences humaines et sociales. Pour Schumpeter « *l'innovation correspond au premier usage commercial d'un produit ou d'un procédé qui n'avait jamais été exploité auparavant* » (Schumpeter, 1940. cité par Groff Arnaud, 2009. p 9). Donc, on peut constater que l'innovation est une action à travers laquelle on peut arriver et atteindre un résultat qui peut être appelé innovation. D'après d'autres spécialistes, l'innovation n'est rien d'autre qu'un processus. Ainsi, Rochet affirme que, « *...des systèmes nationaux d'innovation à l'organisation des projets, l'innovation est le produit de conditions tant macro que microéconomiques* » (Groff A, 2009). Pour Alain Rondeau, « *l'innovation est un processus d'émulation visant la reconfiguration du savoir existant* ». D'après Alberti. « *L'innovation comme étant le résultat d'un processus permettant la transformation d'une idée en produit ou service commercialisable...* » (Groff A, 2009). Donc l'innovation ici ne peut être qu'une action qui se fonde sur un processus qui est le processus d'innovation. Une définition revenant à celle du manuel d'Oslo de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) qui adopte la définition suivante : « *L'innovation consiste à gérer le savoir de manière créative en réponse aux demandes formulées par le marché et à d'autres besoins sociaux* » (OCDE, 1999 ; in Khattabi, 2012). Selon toujours cette organisation, l'innovation peut être vue dans tous les secteurs d'activités de l'économie, aussi bien les traditionnels que les nouveaux, ainsi que dans le tangible que dans l'intangible, de même que dans les « Low-tech », « Med-tech » que dans les « High- tech » (Khattabi, 2012). Ainsi. en 1996. l'OCDE encore avait défini l'innovation, tout en expliquant deux sortes d'innovations à l'époque : « *Les innovations technologiques de produits et de procédé (TPP) couvrent les produits et les procédés technologiquement nouveaux ainsi que les améliorations technologiques importantes de produits et de procédés qui ont été accomplies. Une innovation TPP a été accomplie dès lors qu'elle a été introduite sur le marché (innovation de produit) ou utilisée dans un procédé de production (innovation de procédé)* » (OCDE, 1996. p.31). En effet, l'innovation prend plusieurs formes (Djefflat, 2012), elle peut concerner les produits (bien ou service), les procédés, les méthodes organisationnelles, le marketing, le design...etc. Ainsi, cette innovation peut aussi être une innovation radicale (de rupture, de bouleversement ou majeure) ou elle peut être incrémentale (innovation d'amélioration de l'existant) (Khattabi, 2012).

2.3. La théorie de la « COMPENSATION »

Depuis les années 90, les économistes comme Alfred Sauvy et Vivareli, proposent une théorie dite « *théorie de compensation* ». Cette théorie stipule que, le progrès technologique détruit des emplois à court terme c'est un effet de « *remplacement* » c'est-à-dire la machine remplace l'homme, mais en créé à moyen et à long terme c'est l'effet de « *compensation* » (Alfred Sauvy, 1990) et (Vivareli, 1995 ; in Saafi, 2008). Donc, 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. 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). Lorenzi et Bourlès (1995) donnés une interprétation de la manière dont « *la mécanisation pouvait conduire à*

un chômage temporaire, compensé dans le long terme par la croissance de l'emploi liée à la fois aux secteurs de production des machines et à l'effet de compensation dû à la croissance de la production liée à la baisse des prix » (cité par Saafi, 2008). Cependant l'utilisation des innovations de procédés fait réduire le nombre d'employés (Saafi, 2008), d'autre part, ces innovations eux-mêmes devraient réduire le coût unitaire de production. 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 (Saafi, 2008). 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, in Saafi, 2008). Cependant, il s'avère que l'effet des innovations technologique sur l'emploi dépend étroitement de deux facteurs (Saafi, 2008). Le premier facteur est la flexibilité du marché du travail, le second est la croissance de la demande sur le marché des biens et services. D'après Saafi (2008) cette condition est nécessaire pour le fonctionnement des mécanismes de compensation.

3. EVOLUTION DE L'EMPLOI EN ALGERIE : ETUDE STATISTIQUE DESCRIPTIVE

La situation du marché de travail en 2015 se caractérise essentiellement par une augmentation du volume de la population active, qui atteint 11 932 000 personnes, avec un taux d'activité¹ de 41,8% soit une augmentation de 2,63% par rapport à l'année 2014. Cette augmentation est imputée à une augmentation aussi bien du volume de la population occupée que celle de la population à la recherche d'un emploi, par rapport à la même période d'après les données motionnées dans le tableau (n°1).

Table 1 : Evolution du taux de l'emploi et de chômage de 2005 à 2015

(En Milliers)

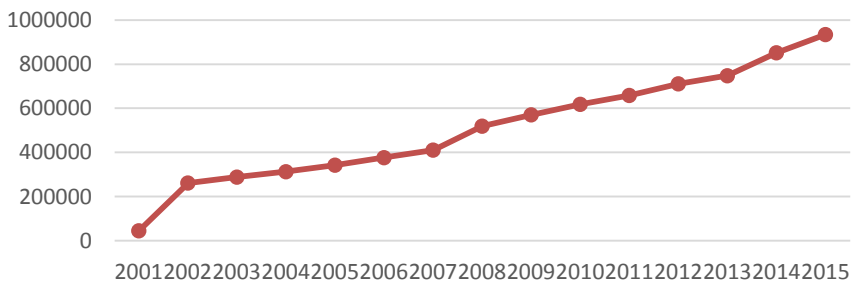
Année	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Population Active	9493	10110	9969	10315	10544	10812	10661	11423	11964	11453	11932
Taux d'activité (%)	41,0	42,5	40,9	41,7	41,4	41,7	40,0	42,0	43,2	40,7	41,8
Population occupée	8044	8869	8594	9145	9472	9735	9599	10170	10788	10239	10594
Taux d'emploi (%)	34,7	37,2	35,3	37,0	37,2	37,6	36,0	37,4	39,0	36,4	37,1
Population en chômage	1448	1241	1375	1170	1072	1076	1062	1253	1175	1214	1337
Taux de chômage (%)	15,3	12,3	13,8	11,3	10,2	10,0	10,0	11,0	9,8	10,6	11,2

Source : ONS, 2015

¹ Le taux d'activité est le rapport de la population active à la population en âge d'activité (15 ans et plus).

Et selon l'enquête de l'ONS², en 2015, le taux d'emploi³ est de 37,1% au niveau national avec une population occupée qui atteinte 10594000 personnes, ayant enregistré une hausse de 0,7% comparativement en 2014 soit une population occupée atteinte 10239000 personnes (Table1). Cette performance est imputée essentiellement à une augmentation significative de nombre des PME sur la période 2000- 2015, avec une tendance à la hausse depuis l'année 2002 comme indique le graphe suivant :

Figure 1 : Evolution des PME durant la période (2001- 2015)



Source : réalisé à partir des données des bulletins d'informations statistiques de la PME.

Cependant, la croissance du nombre de PME créés est en augmentation à partir de 2002. Cette dynamique dans la création de PME est liée principalement à la politique publique initiée par l'Etat de promotion du secteur privé qui est concrétisée par la mise en place des différents organismes d'aide à la création d'entreprise tels que la CNAC, l'ANSEJ, et l'ANGEM... Concernant, la population en Chômage, est estimée à 1337000 personnes, (Table1) atteignant un taux de chômage⁴ de 11,2% au niveau national, soit une hausse de 0,6% par rapport à l'année 2014 atteignant 10,6%. Notons que cette hausse résulte essentiellement de la situation conjecturale qui a touchée l'Algérie après l'effondrement du prix de pétrole depuis la fin de l'année 2014.

Table 2 : Evolution de l'emploi par secteur juridique (2005-2015)

(En Milliers)

Secteur juridique	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Public	2964	2746	2987	3149	3235	3346	3843	4354	4440	4100	4455
Privé	5080	6123	5607	5996	6238	6390	5756	5816	6349	6139	6139
Total (Emploi)	10049	10875	10601	11153	11482	11746	11610	12182	12802	12253	12609

Source : ONS, 2015

² L'enquête sur « l'Activité, l'emploi et chômage », septembre 2015, ONS, N° 726.

³ Le taux de l'emploi (ou ratio emploi population), défini comme étant le rapport de la population occupée à la population âgée de travail (de 15 ans et plus).

⁴ Taux de chômage c'est le rapport de la population en chômage sur la population active.

La répartition selon le secteur juridique fait ressortir que l'emploi dans le secteur privé forme 58,0% de l'emploi total, avec un volume de 6139000 personnes, soit une stagnation par rapport à l'année 2014. Cependant, on remarque un recul dans l'emploi au sein des entreprises publiques est enregistré, qu'on peut expliquer par, la difficulté financière de certaines petites entreprises publiques, et le mouvement de restructuration et la réorganisation du secteur public dont la privatisation est l'élément majeur de cette diminution (Kadi, 2017). Ainsi que l'ouverture économique sur l'extérieur qui a pour impact déjà observé depuis quelques années, la disparition de nombreuses entreprises publiques et la difficile confrontation de beaucoup d'autres à la concurrence des produits étrangers (Kadi, 2017).

Table 3 : Evolution de l'emploi par secteur d'active (2005-2015)

(En Milliers)

Secteur d'activité	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agriculture	1381	1610	1171	1252	1242	1136	1034	912	1141	899	917
Industrie	1059	1264	1028	1141	1194	1337	1367	1335	1407	1290	1377
B.T.P	1212	1258	1524	1575	1718	1886	1595	1663	1791	1826	1776
Services	4393	4738	4872	5178	5318	5377	5603	6260	6449	6224	6524
Total (Emploi)	10050	10876	10602	11154	11481	11746	11610	12182	12801	12253	12609

Source : ONS, 2015

La structure de l'emploi selon le secteur d'activité fait ressortir que le secteur des services marchands et non marchands absorbe 61,6% de la main d'œuvre totale en 2015 soit une augmentation de 4,5% par rapport à l'année 2014, suivi par le BTP (16,8%), l'industrie (13,0%) et enfin l'agriculture (8,7%).

3.1. Création annuelle d'emplois par secteur d'activité

D'après les résultats de l'enquête ONS (2015), montrent que l'emploi dans le secteur de l'industrie aurait augmenté de 23% entre 2005 et 2015 ce qui est une performance, corroborée par le taux de croissance du secteur industriel qui a atteint 4,3% en 2015. Cependant notre analyse par secteur d'activité (NSA) sera déroulée sur la période 2000-2011 (le manque de données au niveau du secteur d'activité industriel (NSA) nous a permis de prendre cette période). En effet d'après le tableau (n°4), le nombre d'emplois créés, en 2011, a été de 73552 pour le secteur des Industries Sidérurgiques Métalliques Mécaniques, Electriques et Electroniques (ISMME) contre 245948 pour les industries manufacturières, ce qui représente 29,91% du volume total. Le secteur ISMME, occupe une place importante dans l'économie algérienne en termes de création d'emploi durant cette période, continue d'être le principal pourvoyeur de nouveaux emplois dans le secteur industriel en Algérie. Ainsi, les Industries Agroalimentaires (IAA) avec une contribution à l'emploi de 62132 par an pour la même période, ce secteur compte 19172 PME en 2011.

Table 4: Création annuelle d'emplois par secteur d'activité (2000-2011)

NSA	Moyenne	Ecart type	Min	Max
Industries Sidérurgiques Métalliques Mécaniques, Electriques et Electroniques (ISMMEE)	66960	5584,08	59022	73552
Matériaux de Construction Céramique Verre	38945	781,27	37010	39721
Chimie Caoutchouc Plastiques	28922	1070,02	26069	29568
Industrie Agroalimentaire Tabacs, Allumettes	62132	1839,96	57693	63252
Industrie Textile, Bonneterie et Confection	12561	742,17	11013	13607
Industries des Cuirs et Chaussures	3048	75,37	2899	3099
Industries des Bois, Liège et Papier	12478	416,42	11630	12788
Industrie diverses	10056	361,19	9404	10361

Source : Calculé par l'auteur à partir des données de l'ONS.

Cependant, comme le montre le tableau (n°5), 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).

Table 5 : Croissance annuelle moyenne de l'emploi, de la valeur ajoutée et des exportations, 2000-2011 (en %)

Secteurs d'activité	Croissance de la valeur ajoutée	Croissance des exportations	Croissance de l'emploi
Industries Sidérurgiques Métalliques Mécaniques, Electriques et Electroniques (ISMMEE)	9,80%	4,68%	2,08%
Matériaux de Construction Céramique Verre	10,28%	70,05%	6,38%
Chimie Caoutchouc Plastiques	8,07%	16,07%	5,94%
Industrie Agroalimentaire Tabacs, Allumettes	9,56%	65,42%	7,53%
Industrie Textile, Bonneterie et Confection	2,87%	29,62%	6,77%
Industries des Cuirs et Chaussures	2,96%	26,41%	3,22%
Industries des Bois, Liège et Papier	5,21%	5,91%	4,52%
Industries diverses	5,76%	62,84%	3,01%

Source : Calculé par l'auteur à partir des données de l'ONS.

La valeur ajoutée des industries Matériaux de Construction Céramique Verre a augmenté de 10.28% par an durant la période allant de 2000 à 2011. De même les exportations de ce secteur ont enregistré une croissance relativement importante, qui était de l'ordre de 70,05% durant la même période. Parallèlement, à l'accroissement de la valeur ajoutée et des exportations, les emplois dans le même secteur ont largement augmenté, pour s'élever à 6,38%. Les industries Agroalimentaire ont enregistré une

croissance relativement importante de l'ordre de 7,53 parallèle à l'accroissement de sa valeur ajoutée qui s'était de l'ordre de 9,56 et des exportations, qui était de l'ordre de 65,42.

3.2. Diffusion des innovations technologiques

Dans notre travail, nous allons utiliser deux indicateurs de l'innovation technologique à savoir : *la valeur de technologies importées (en volume) et les brevets (en nombre enregistré par secteur)*.

3.2.1. Valeur de technologies importées

Les biens d'investissement importés constituent un mode de transfert de technologie non négligeable pour les pays en développement (PED), étant donné qu'ils incorporent les dernières avancées technologiques des économies occidentales (Saafi, 2011). 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 industriel. Durant la période 2000-2011, le total de l'ensemble de technologies a enregistré une croissance annuelle moyenne de l'ordre de 16,39%⁵. Les importations du secteur des Industries du Sidérurgiques Métalliques Mécaniques, Electriques et Electroniques (ISMME) ont enregistré une croissance rapide de l'ordre de 18% suivi par des Industries diverses, qui était de l'ordre de 17%, et l'Industries de Chimie, Caoutchouc et Plastiques avec un taux de croissance de l'ordre de 15,12%⁶. Cette croissance s'explique essentiellement par les caractéristiques des ces secteurs. Il s'agit de secteurs intensifs en technologie et pour lesquels la plupart des inputs sont importés.

3.2.2. Les Brevets

En Algérie, la R&D et l'innovation dans l'industrie sont relativement nouveaux et restent relativement limités. Le nombre de brevets enregistrés reste relativement bas comparé à celui des pays asiatiques, et à Israël en méditerranée. Il n'y a pas eu beaucoup d'innovation enregistrées dans l'Institut National Algérien de la Propriété Industrielle (INAPI) durant les dix dernières années, les chiffres montrent que le nombre moyen de brevets enregistrés chaque année reste relativement faible, le nombre de brevets domestiques enregistrés dans le secteur industriel par l'Algérie ne dépassait 70 brevets par an (Djefflat, 2010). L'examen des données sur la répartition de brevets par secteurs industriels durant la période 2000-2011 révèle que ces brevets sont principalement concentrés, en moyenne par an, dans le secteur Industries du Sidérurgiques Métalliques Mécaniques, Electriques et Electroniques (40) et le secteur Industrie diverses qui enregistre (8), ainsi que le secteur Industries de chimie (1) 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 Algérien de la Propriété Industrielle (INAPI) sont d'origine étrangère, et donc le principal déterminant qui pousse en général ces entreprises à déposer des brevets en Algérie est celui de la protection de leurs technologies, importées par les industries Algériennes.

⁵ Source de données l'ONS (2011).

⁶ ONS, (2011).

4. ETUDE ECONOMETRIQUE DE LA RELATION INNOVATION-EMPLOI

4.1. Données et méthodologie de recherche

Cet article s'appuie sur des données statistiques provenant de quatre sources différentes. Les données sur les industries algériennes (valeur ajoutée, formation brute de capital fixe, les importations et les exportations des produits par groupement sectoriel, indice de prix, salaire réel...etc.) sont issues de l'Office National des Statistiques (ONS). Les statistiques concernant les importations des principaux produits par groupement sectoriel d'activité constitue la base de calcul de la valeur de technologies importées sont issues du Centre National de l'Informatique et des Statistiques (CNIS). Les données sur l'emploi et les PME's proviennent de Ministère de l'Industrie et des Mines. Concernant les brevets, la banque de données utilisée est celle de l'Institut National Algérie de la Propriété Industrielle (INAPI) dépositaire des normes, brevets, marques de fabrique ou de commerce et dessins et modèles industriels protégés en Algérie. Le panel porte sur 8 secteurs industriels de 2000 à 2011, (manque de données pour les années 2012 jusqu'à 2015).

4.2. Modélisation de l'impact de l'innovation sur l'emploi

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

4.2.1. 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 (Saafi, 2011):

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

Où:

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

W_{it} : Salaire réel 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 1989),

$D_{exter_{it}}$: 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 2000 est égal à la formation brute de capital fixe (FBCF). Par conséquent la détermination du stock de capital pour la période 2000-2011 a été évaluée en faisant l'hypothèse que : $K_{it+1} = (1 - \delta)K_{it} + FBCF_{it+1}$ où δ représente le taux de dépréciation du stock de capital. Le stock de capital est donc compris comme

l'accumulation des investissements des périodes antérieures dépréciées à chaque année à un taux constant (δ). Cette méthode suppose être connue le stock de capital initial et le taux de dépréciation (Zakane A., 2003). Nous avons choisi un taux de dépréciation constant égale à 5%. Ce choix repose sur certaines études faites par le centre de développement de l'OCDE sur plusieurs pays en développant dont les économies ressemblent à la notre⁷,

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 explicatives⁸ :

$$x_{it} = (k_{it}, d_{inter_{it}}, d_{exter_{it}}, w_{it}, tech_{it}, brev_{it})$$

Dans les études de données de panel, il est nécessaire de s'assurer de la spécification homogène ou hétérogène du processus générateur des données (Doucouré, 2008). 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 ($H_1: \sigma_\alpha^2 \neq 0$). D'après le test LM on accepte l'hypothèse d'existence des effets spécifiques donc on rejette ($H_0: \sigma_\alpha^2 = 0$) pour les trois spécifications estimées (Dans le modèle à effets fixes 8 indicatrices pour les secteurs d'activités sont considérées dans la spécification). Pour les tests de spécification, de Fisher et 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 donc on rejette ($H_0: E(\alpha_i/x_i) = 0$), et non aléatoires. L'équation d'emploi estimée sur données de panel peut s'écrire sous la forme suivante :

$$l_{it} = D_\alpha + \beta_1 K_{it} + \beta_2 W_{it} + \beta_3 D_{inter_{it}} + \beta_4 D_{exter_{it}} + \beta_5 TECH_{it} + \beta_6 BREV_{it} + \varepsilon_{it}$$

Avec : $D = (d_1, d_8)$, où : d_i est une variable Dummy indicatrice du i-ième secteur d'activité. On a $n = 8$ (le nombre de secteurs) est petit, donc ce modèle est dit «*Least Squares Dummy Variable Model*» (LSDV) peut être estimé par la méthode de moindres carrés ordinaires (MCO) (Green, 2005). 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.

⁷ Voir à cet effet les publications de l'OCDE « Série croissance à log terme », OCDE, 2003.

⁸ Les variables en minuscules désignent le logarithme des variables.

D'après les résultats des estimations des trois modèles, on peut constater que, l'effet à court terme de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi est positif et statistiquement significatif ($prob < 0,05$) dans les deux modèles, ce qui contredit les prédictions théoriques (théorie de compensation). Ceci peut s'expliquer par le fait que l'Algérie et comme la plupart des pays en développement est un pays importateur des biens d'équipements technologiques. Donc la complémentarité entre capital et travail explique l'augmentation de l'emploi suite à l'augmentation des importations de technologies. Le coefficient du nombre de brevets déposé au niveau de l'INAPI est de signe positif et aussi significatif ($prob < 0,05$) dans les deux modèles. On peut expliquer par le fait que, en Algérie, les brevets sont très peu déposés et ne sont pas présentés dans tous les secteurs d'activité ainsi la plupart de ces brevets portent sur des améliorations et des adaptations des procédés de fabrication importée. Concernant la relation de la demande sur le marché local approchée par la valeur ajoutée dans chaque secteur d'activité et l'emploi est positive et statistiquement significative ($prob < 0,05$). En effet, l'augmentation de la demande sur le marché local favorise l'augmentation de l'emploi, donc implique un revenu plus élevé et par conséquent une consommation plus importante. De même la croissance de la demande externe approchée par les exportations exerce un effet positif sur l'emploi. L'élasticité de l'emploi par rapport au salaire est non significative dans les trois modèles et elle est négative. Les résultats auxquels nous avons trouvé sont semblables à ceux trouvés par Pianta (2001), Antonuci et Pianta (2002) et même pour l'étude de Saafi (2011) dans le cas de la Tunisie.

Table 6 : Résultat d'estimation effets de court terme

	Modèle (1)		Modèle (2)		Modèle (3)	
	coefficient	Effet	coefficient	effet	coefficient	effet
LogK	0.0077	(+) /	0.009	(+) /	0.002	(+) /
	(0.01)		(0.0018)		(0.57)	
LogW	0.0048	(+) /	0.0089	(-) /	0.025	(-) /
	(0.88)		(0.33)		(0.46)	
LogD_inter	0.06	(+) /	0.128	(+) /	0.076	(+) /
	(0.004)		(0.03)		(0.03)	
LogD_exter	0.007	(+) /	0.0089	(+) /	0.006	(+) /
	(0.05)		(0.034)		(0.01)	
Logtech	0.048	(+) /	/	/	0.041	(+) /
	(0.001)		(0.006)			
Logbrev	/	/	0.025	(+) /	0.017	(+) /
			(0.003)		(0.034)	
R2 within	0.68		0,65		0,69	
R2	0.85		0,60		0,75	
N	84		84		96	

Source : Elaborer par l'auteur à partir de logiciel Stata SE, v11.2

4.2.2. Analyse dynamique : Effets à moyen et long terme

Nous allons estimer une forme autorégressive du modèle (1) pour mesurer les effets des innovations technologiques ainsi que les brevets sur l'emploi à moyen et long terme, en s'inspirant de l'approche de Van Reenen (1997), l'équation suivante (Saafi, 2011):

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

Le terme d'erreur est composé d'un effet inobservable par secteur qui est constant dans le temps, γ_i d'un effet inobservable par période qui est commun à tous les secteurs, δ_t et d'un terme qui varie selon les secteurs et les périodes et que l'on suppose non corrélé dans le temps ε_{it} . Des difficultés importantes comportent à l'estimation d'un tel modèle. Cette complication provient de la corrélation entre le retard de la variable dépendante et la perturbation, même si ε_{it} est supposée non corrélée (Greene, 2005). 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 (Saffi, 2011). Nous allons traiter 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 ε_{it} sont non corrélés et que la condition sur les moments est correctement spécifiée. Les résultats des trois modèles sont présentés dans le tableau 7.

Les résultats mentionnées dans le tableau 7, ci-dessous, qui représente : dans la première colonne les dépenses de technologie comme indicateur de l'innovation, dans la deuxième colonne les brevets comme indicateur de l'innovation technologique et dans la troisième colonne les deux indicateurs sont pris dans la même spécification. D'après les résultats présentés dans les modèles précédents, 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 confirmé par une statistique non significative dans les trois modèles. Cependant 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 (n°7) montrent que cet effet est négatif à moyen et long terme. Pour cela, on peut dire que ce résultat contredire la théorie de compensation appliquée au niveau des pays développés. Pour la période 2000-2011, Les principaux résultats d'estimation montrent que l'effet, de moyen et long terme des innovations technologiques importées est non significatif avec un effet négatif dans les deux modèles. Ainsi que la variable de la brevetabilité qu'elle est statistiquement non significative est avoir un effet positif sur l'emploi

Table 7 : Résultat d'estimation effets de moyen et long terme

	Modèle (1)		Modèle (2)		Modèle (3)	
	coefficient	Effet	coefficient	effet	coefficient	effet
C	2.97	(+) (0.002)	3.56	(+) (0.003)	3.72	(+) (0.009)
	(0.002)		(0.003)		(0.009)	
Logl_{t-1}	0.68	(+) (0.002)	0.69	(+) (0.004)	0.61	(+) (0.001)
	(0.002)		(0.004)		(0.001)	
Logk	0.001	(+) (0.55)	0.002	(+) (0.35)	0.001	(+) (0.64)
	(0.55)		(0.35)		(0.64)	
LogW	0.03	(+) (0.27)	0.01	(+) (0.79)	0.003	(+) (0.94)
	(0.27)		(0.79)		(0.94)	
LogD_{inter}	0.0013	(-) (0.96)	0.015	(-) (0.68)	0.02	(+) (0.59)
	(0.96)		(0.68)		(0.59)	
LogD_{exter}	0.007	(+) (0.05)	0.0089	(+) (0.034)	0.006	(+) (0.01)
	(0.05)		(0.034)		(0.01)	
Logtech	0.008	(+) (0.55)	/	/	0.01	(+) (0.31)
	(0.55)		/		(0.31)	
Logtech_{t-1}	0.01	(-) (0.49)	/	/	0.006	(-) (0.72)
	(0.49)		/		(0.72)	
Logtech_{t-2}	0.0013	(+) (0.81)	/	/	0.007	(-) (0.60)
	(0.81)		/		(0.60)	
Logbrevev	/	/	0.007	(+) (0.28)	0.01	(+) (0.16)
	/		(0.28)		(0.16)	
Logbrevev_{t-1}	/	/	0.01	(+) (0.21)	0.001	(+) (0.15)
	/		(0.21)		(0.15)	
Logbrevev_{t-2}	/	/	0.003	(-) (0.67)	0.002	(-) (0.78)
	/		(0.67)		(0.78)	
Test de Sargan	56.76 (0.0002)		54.76 (0.0005)		51.76 (0.0001)	
Test AR(1)	2.29 (0.031)	(-) (0.031)	2.23 (0.011)	(-) (0.011)	2.18 (0.014)	(-) (0.014)
Test AR(2)	2.54 (0.123)	(+) (0.123)	1.88 (0.175)	(-) (0.175)	1.05 (0.213)	(+) (0.213)

Source : Elaborer par l'auteur à partir de logiciel Stata SE, v11.2

5. CONCLUSION

En conclusion, notre article porte principalement sur l'étude de la relation entre l'innovation technologique et l'emploi industriel en Algérie. Donc objectif principale est d'examiner à partir d'un modèle économétrique par les données de panel les effets de court et de long terme des innovations technologiques sur l'emploi industriel en Algérie sur la période (2000-2011). Les résultats économétriques que nous obtenons à partir des données sur les industries algériennes s'opposent aux conclusions théoriques de la littérature qui stipule que, l'innovation technologique détruit des emplois à court terme c'est l'effet de remplacement, (remplacer l'homme par la machine) mais à moyen et à long terme en crée des emplois c'est l'effet de compensation. En effet, Nous trouvons que

l'effet de la diffusion des innovations technologique importées ainsi que de la brevetabilité déposée sur l'emploi est positif à court terme. Une relation positive significative entre la demande sur le marché des produits (approchée par la valeur ajoutée dans chaque secteur d'activité) et l'emploi, et entre la demande extérieure (approchée par les exportations dans chaque secteur d'activité) et l'emploi. Ainsi que, l'interaction entre l'emploi et les salaires est positif à court terme. Mais, nous trouvons, en utilisant les modèles de panel dynamiques avec une estimation par la méthode des GMM, 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 dans les pays du Maghreb et celle de l'étude de Saafi (2011) dans le cas de la Tunisie. 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 qui va se traduire par une plus forte croissance de l'emploi (Saafi, 2011). Cependant on peut dire que l'Algérie ne semble pas profiter pleinement en termes des technologies importées et de croissance 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.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] **ANTONNUCI T. ET PIANTA M., (2002)**, «The employment effects of product and process innovations in Europe». International Review of Applied Economics, PP, 295-308.
- [2] **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.
- [3] **BENABDELLAH Y., (2008)**, «L'Algérie face à la mondialisation », la Fondation Friedrich Ebert.
- [4] **BOUYACOUB A., (2004)**, « Emploi et croissance en Algérie 1990-2003 », Actes du colloque international sur La question de l'emploi en Afrique du Nord organisé par le CREAD, 26-28 juin, Alger.
- [5] **DJEFLAT A., (2012)**, « L'Algérie, du transfert de technologie à l'économie du savoir et de l'innovation : trajectoire et perspectives », les cahiers du CREAD n°100-2012.
- [6] **DJEFLAT A., (2010)**, « Innovation Support Systems for SMEs : the Algerian case» in Djeflat, A. «Building Science Technology and Innovation Systems in Africa: experiences from the Maghreb» Adonis Abbey, Londres, P 312.
- [7] **DOUCOURE F.B., (2008)**, « Méthodes économétriques » : cours et travaux pratiques, 5^{ème} édition, Université Cheikh AntaDiop de Dakar.
- [8] **GUELLEC D., (1999)**, « Economie de l'innovation », édition la découverte.
- [9] **GREENE W., (2005)**, « Econométrie » traduction française par Schlachter D., Azomahou T., Monjon S. et Nguyen Van P., 5^{ème} édition, Pearson Education France.
- [10] **GROFF A., (2009)**, « Manager l'innovation », Afnor Editions.
- [11] **KADI M., (2017)**, « Le processus d'internationalisation des PME exportatrices algériennes », thèse de Doctorat, ENSSEA.

- [12] **KHATTABI, M A., (2012)**, « Les clusters, innovation et développement territorial », thèse de Doctorat en Sciences Economiques, Université de Lille 1.
- [13] **LORENZI J.H., et BOURLES J. (1995)**, « Le choc du progrès technique », Economica, Paris.
- [14] **ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE (OCDE) (1999)**, « Gérer les systèmes nationaux d'innovation », Paris.
- [15] **OCDE (1997)**, Manuel d'Oslo, 2^{ème} édition.
- [16] **Pasinetti L., (1981)**, «Structural Change and Economic Growth», Cambridge, Cambridge University Press.
- [17] **PETERS B., (2004)**, «Employment effects of different innovation activities: Microeconomic evidence», ZEW Discussion Paper 04-73, ZEW.
- [18] **PIANTA M., (2001)**, «Innovation, Demand and Employment», in Petit and Soete (eds.). Technology and the Future of European Employment, p. 142- 165,
- [19] **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).
- [20] **SAAFI S., (2007)**, «Caractéristiques notables du système tunisien d'innovation », Cahiers du Labo RII, n° 155, juin.
- [21] **SAAFI S., (2008)**, « Diffusion des innovations technologiques, emploi et théorie de compensation », Cahiers du Labo RII, n° 184, Mai.
- [22] **SAAFI S. ET SABOUI F., (2011)**, « Conséquences de la diffusion des innovations technologiques sur l'emploi industriel en Tunisie : une analyse par les données de panel », du Labo RII, université de Tunis.
- [23] **SAUVY A., (1990)**, «La machine et le chômage: le progrès technique et l'emploi », Dunod, Collection l'Oeil Economique.
- [24] **SAY J.B., (1964)**, «A Treatise on Political Economy or the Production», Distribution and Consumption of Wealth, M. Kelley, New York, .rst edn 1803.
- [25] **SCHUMPETER J.A., (1912)**, «Théorie de l'évolution économique», traduction française (1935), Dalloz, Paris.
- [26] **SCHUMPETER J.A., (1940)**, «Capitalism Socialism and Democracy», New York, Harper.
- [27] **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.
- [28] **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.
- [29] **VAN REENEN J., (1997)**, «Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms», Journal of Labor Economics, vol. 15, 255-84.
- [30] **VIVARELI M., (1995)**, «The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence», Elgar, Aldershot.
- [31] **ZAKANE A., (2003)**, « Dépenses publiques productives, croissance à long terme et politique économique, essai d'analyse économétrique appliquée au cas de l'Algérie », thèse de Doctorat, INPS.