

# L'innovation et l'emploi en Algérie : étude économétrique

Younes FERDJ<sup>#1</sup>, Abdelkader HAMADI<sup>\*2</sup>

<sup>#</sup>Centre de Recherche en Économie Appliquée pour le Développement (CREAD)

Alger, Algérie

<sup>1</sup>ferdjyounes@gmail.com

<sup>\*</sup>CLERSE, Université Lille 1,  
France

<sup>2</sup>abdelkader.hammadi@gmail.com

**Résumé**— L'innovation est devenue une préoccupation majeure, pour tous les pays. Dans un contexte marqué par une accélération des mutations technologiques et un environnement ouvert sur le monde. 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 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. Ces résultats contredisent la théorie de compensation (Vivareli, 1995 ; Saafi, 2011). Les entreprises algériennes sont confrontées à la nécessité de maîtriser l'innovation, qui leur permettrait à la fois de détenir des avantages compétitifs à l'exportation (innovation produits) ainsi que d'améliorer les niveaux de productivité (innovation process).

**Mots clés** — Innovation, Emploi, Économétrie, Données de Panel, Algérie.

## I. INTRODUCTION

Aujourd'hui il est convenablement reconnu que l'innovation constitue le principal biais à la compétitivité des entreprises et des nations. L'innovation est devenue une préoccupation majeure, pour tous les pays. Dans un contexte marqué par une accélération des mutations technologiques et un environnement ouvert sur le monde où la concurrence se fait de plus en plus vive, l'innovation technologique devient une variable-clé de la compétitivité des économies locales (Niosi et al 1993 ; Saafi, 2008 ; 2011). Cependant, cette accélération du changement technologique s'est accompagnée, par une montée d'un chômage massif et un sous-emploi dans plusieurs pays dont l'Algérie. D'où, l'idée selon laquelle l'innovation est à l'origine de destruction d'emplois (Schumpeter, 1911), et donc du chômage. Au cours des vingt dernières années, l'économie algérienne a fait l'objet de plusieurs réformes

structurelles et institutionnelles visant l'identification de nouvelles pistes de gestion du développement en dehors du secteur des hydrocarbures. A cet effet, la technologie constitue un choix stratégique pour l'Etat et l'un des facteurs les plus décisifs pour la compétitivité des industries algériennes. 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. Par ailleurs, et autant que l'Algérie connaît un taux du chômage relativement élevé, durant ces dernières années, variant entre 11,7% et 12% (ONS, 2018). L'emploi est 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 en Algérie. Pour cela on pose la question suivante : *est-ce-que la diffusion de l'innovation technologique va augmenter l'emploi en Algérie ? Comment l'innovation technologique contribuera-t-elle à impacter l'emploi en Algérie ?* Notre article est

organisé en trois temps. Premièrement, une revue de la littérature sur le concept de l'innovation. Deuxièmement, nous analysons l'évolution de marché du travail en Algérie par une analyse statistique descriptive. Ensuite, nous détaillons notre méthodologie de recherche qui celle de l'économétrie des donnée de panel et enfin, nous exposons les résultats empiriques de notre analyse.

## II. REVUE DE LITTÉRATURE : LE COUPLE INNOVATION-EMPLOI

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). Donc 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. Alain Rondeau affirme que «*l'innovation est un processus d'émulation visant la reconfiguration du savoir existant*». Et 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). 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. l'OCDE encore avait défini l'innovation, tout en expliquant deux sortes d'innovations : «*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). L'innovation est souvent définie par le marché d'une nouvelle technologie offrant aux consommateurs des services objectivement nouveaux ou améliorés. Joseph Schumpeter définit l'innovation comme l'exécution de nouvelles combinaisons de moyens de production. Schumpeter distingue cinq types d'innovation : 1) La création de nouveaux produits. 2) L'introduction de nouvelles méthodes de production. 3) La création de nouvelles formes d'organisation industrielle. 4) Le développement de nouvelles ressources. 5) L'ouverture de nouveaux marchés (Schumpeter, 1911, p.95). Cette définition conduit Schumpeter à établir une distinction entre invention et innovation : «*La réalisation d'une invention et la mise en pratique de l'innovation correspondante sont, économiquement et sociologiquement, deux choses entièrement différentes*» (Schumpeter, 1939). L'innovation, c'est la mise en exploitation d'une invention. Elle ne peut donc se confondre avec celle-ci. Elle s'intègre dans un processus qualifié en 1942 de «*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. Bien que toujours intéressantes, les classes d'innovations de Schumpeter, impliquent une dimension d'analyse très large. C'est pourquoi, une distinction est habituellement opérée entre les innovations des produits et les innovations des procédés. Selon les définitions proposées par le Manuel d'Oslo OCDE (1997) : «*On entend par innovation technologique de produit la mise au point/commercialisation d'un produit plus performant dans le but de fournir au consommateur des services objectivement nouveaux ou améliorés. Par innovation technologique de procédé, on entend la mise au point/adoption de méthodes de production ou de distribution nouvelles ou notablement améliorées. Elle peut faire intervenir des changements affectant – séparément ou simultanément – les matériels, les ressources humaines ou les méthodes de travail*». par ailleurs Gaffard (1990), constate qu'une innovation de produit au niveau de la firme peut

constituer une innovation de processus au niveau du secteur, de même qu'une innovation de processus pour la firme peut être une innovation de produit à l'échelle du secteur. Dans la littérature économique, On trouve également une classification alternative des innovations : celle des innovations radicales (ou majeures) et innovations incrémentales (mineures). Cette distinction est déjà présente dans les écrits de Schumpeter (1939) : « *we observe that major innovation and also minor on essential construction of new plant (and equipment) – or the rebuilding of old plant* ». Une innovation est dite radicale lorsque caractéristiques technologiques ou les utilisations prévues présentent des différences significatives par rapport à ceux produits antérieurement. De telles innovations peuvent reposer sur des technologies nouvelles, ou sur l'association de technologies existantes dans de nouvelles applications. Par contre une innovation est dite incrémentale lorsqu'il s'agit d'une amélioration des performances d'un produit ou procédé déjà existant (OCDE, 1997).

#### A. L'émergence de la théorie de compensation

Depuis les années 90, les économistes comme Alfred Sauvy et Vivareli, proposent une théorie dite « *théorie de la compensation* ». Cette théorie stipule que, le progrès technologique détruit des emplois à court terme créant 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 a toujours été pensé comme un destructeur d'emploi à cause des gains de productivité générés. Son premier effet visible est la 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) ont donné 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. Cela est 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.

À contrario, les nouvelles approches évolutionnistes du changement technique (Nelson et Winter, 1982 ; Dosi, 1982 ; Dosi et al., 1988 ; Djeflat, 2007), élaborés comme une alternative au courant néoclassique, ont le mérite d'offrir une vision beaucoup plus ouverte des formes de processus innovatifs (Saafi, 2011), vision qui semble approfondir la réflexion sur les mécanismes de destruction et de création d'emploi liés aux progrès techniques.

### III. L'EVOLUTION DU MARCHE DE TRAVAIL EN ALGERIE

L'Algérie est le plus grand pays d'Afrique en termes de superficie avec plus de 2,3 millions de km<sup>2</sup> dont 85% de désert. La population algérienne dépasse les 40 millions d'habitant en janvier 2016<sup>1</sup>, avec 16 habitant/km<sup>2</sup>, l'Algérie enregistre un taux de densité varie entre le nord du pays, où se concentre plus de 80% de la population, et le sud qui est déserté, où ce taux n'atteint même pas 1 habitant /km<sup>2</sup>. Par ailleurs, d'après les données de l'Office National des Statistiques (ONS)<sup>2</sup>, le taux de chômage en Algérie a atteint 11,1% en avril 2018 contre 11,7% en septembre 2017, soit un recul

<sup>1</sup> Estimation de l'ONS (Office National des statistiques en Algérie), [http://www.ons.dz/IMG/pdf/Demographie\\_algerienne\\_2014.pdf](http://www.ons.dz/IMG/pdf/Demographie_algerienne_2014.pdf)

<sup>2</sup> [www.ons.dz](http://www.ons.dz)

de 0,6 point, et après avoir atteint son minimum en 2013 en enregistrant un niveau égal à 9,8%. En matière d'emploi, la légère progression de la croissance hors hydrocarbures ne s'est pas accompagnée d'une amélioration du taux de chômage qui augmente à 11,7 % de la population active, soit 1,44 million de chômeurs, contre 10,5 % en 2016. De même, le taux de chômage des jeunes (16-24 ans) a progressé à 28,3 % en 2017 contre 26,7 % en 2016. En plus, le taux de chômage a atteint 9% auprès des hommes et 19,5% chez les femmes. Concernant la répartition de la population occupée par secteur d'activité, l'enquête de l'ONS montre que les plus gros employeurs sont le secteur de la construction avec 1,9 million de travailleurs (17,2% de l'ensemble de la population occupée), suivie de l'administration publique (hors secteur sanitaire) avec 1,73 million d'employés (15,7%), du commerce avec 1,71 million (15,5%), de la santé et l'action sociale avec 1,56 million (14,1%), des industries manufacturières avec 1,33 million (12%) et de l'agriculture avec 1,14 million (10,4%), alors que les travailleurs des autres services sont au nombre de 819.000 (7,4%). La situation du marché de travail en 2018 se caractérise essentiellement par une augmentation du volume de la population active, qui atteint 12,426 millions de personnes dont 2,453 millions de femmes (19,7%). Cette augmentation est due à une augmentation aussi bien au volume de la population occupée qu'à celle de la population à la recherche d'un emploi, par rapport à la même période d'après les données de l'enquête de l'ONS. Cette performance est attribuée essentiellement à une augmentation significative de nombre des PME sur la période 2001- 2016, comme indique la figure suivante :

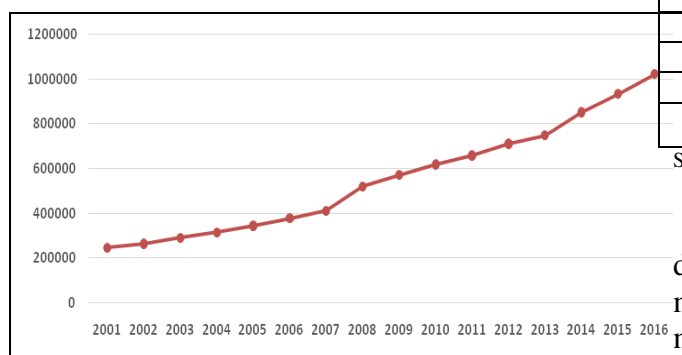


Fig. 1 Évolution des PME en Algérie.

Cependant, la croissance du nombre de PME créées 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 pour la promotion du secteur privé qui est concrétisée par la mise en place des différents organismes d'aide à la création d'entreprise tels que l'ANDI, CNAC, l'ANSEJ, et l'ANGEM...

A. *Le secteur privé en Algérie, un maillon déterminant dans la diversification de l'économie*

Le secteur privé emploie 6,95 millions de travailleurs, soit 63% de l'emploi total en Algérie, selon les statistiques de l'Office national des statistiques (ONS). Quant au secteur public, il absorbe près de 4,09 millions de travailleurs, soit 37% de la population occupée qui est de 11,048 millions de travailleurs, indique l'enquête réalisée en avril 2018 par cet office sur la situation du marché du travail. Les 11,048 millions de travailleurs se composent de 9,073 millions d'hommes (82,1%) et de 1,975 million de femmes (17,9%). 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, 2016). 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, 2016).

TABLEAU I  
ÉVOLUTION DE L'EMPLOI PAR SECTEUR D'ACTIVE (EN MILLIERS)

Secteur d'activité	2005	2006	2009	2010	2011	2012	2014	2015
Agriculture	1381	1610	1242	1136	1034	912	899	917
Industrie	1059	1264	1194	1337	1367	1335	1290	1377
B.T.P	1212	1258	1718	1886	1595	1663	1826	1776
Services	4393	4738	5318	5377	5603	6260	6224	6524
Total (Emploi)	10050	10876	11481	11746	11610	12182	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%).

#### IV. ÉTUDE ECONOMETRIQUE DE LA RELATION INNOVATION-EMPLOI

##### A. 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 2015. 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)*.

##### B. 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.

###### 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)<sup>3</sup>. 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  $\delta$  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 ( $\delta$ ). Cette méthode suppose être connue le stock de capital initial et le taux de dépréciation (Zakane 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 développement dont les économies ressemblent à la notre<sup>4</sup>,

$TECH_{it}$  : 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>5</sup>:

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

<sup>3</sup>La FBCF, ou formation brute de capital fixe, est l'agrégat qui mesure, en comptabilité nationale, l'investissement (acquisition de biens de production) en capital fixe des différents agents économiques résidents.

<sup>4</sup> Voir à cet effet les publications de l'OCDE « Série croissance à long terme », OCDE, 2003.

<sup>5</sup> Les variables en minuscules désignent le logarithme des variables.

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, 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.

TABLEAU II  
RESULTAT 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	

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

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.

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) :

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

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,  $\varepsilon_{it}$ . 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  $\varepsilon_{it}$  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 (Saafi, 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  $\varepsilon_{it}$  sont non corrélés et que la condition sur les moments est correctement spécifiée. Les résultats des trois modèles sont présentés dans le tableau suivant :

TABLEAU III  
RESULTAT 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)	(+)
LogL <sub>t-1</sub>	0.68 (0.002)	(+)	0.69 (0.004)	(+)	0.61 (0.001)	(+)
Logk	0.001 (0.55)	(+)	0.002 (0.35)	(+)	0.001 (0.64)	(+)
LogW	0.03 (0.27)	(+)	0.01 (0.79)	(+)	0.003 (0.94)	(+)
LogD_inter	0.0013 (0.96)	(-)	0.015 (0.68)	(-)	0.02 (0.59)	(+)
LogD_exter	0.007 (0.05)	(+)	0.0089 (0.034)	(+)	0.006 (0.01)	(+)
Logtech	0.008 (0.55)	(+)	/	/	0.01 (0.31)	(+)
Logtech <sub>t-1</sub>	0.01 (0.49)	(-)	/	/	0.006 (0.72)	(-)
Logtech <sub>t-2</sub>	0.0013 (0.81)	(+)	/	/	0.007 (0.60)	(-)
Logbrev	/	/	0.007 (0.28)	(+)	0.01 (0.16)	(+)
Logbrev <sub>t-1</sub>	/	/	0.01 (0.21)	(+)	0.001 (0.15)	(+)
Logbrev <sub>t-2</sub>	/	/	0.003 (0.67)	(-)	0.002 (0.78)	(-)
Test de Sargan	56.76 (0.0002)		54.76 (0.0005)		51.76 (0.0001)	
Test AR(1)	2.29 (0.031)	(-)	2.23 (0.011)	(-)	2.18 (0.014)	(-)
Test AR(2)	2.54 (0.123)	(+)	1.88 (0.175)	(-)	1.05 (0.213)	(+)

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

Les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus 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 montrent que cet effet est négatif à moyen et long terme. Pour cela, on peut dire que ce résultat contredit la théorie de compensation appliquée au niveau des pays développés. Pour la période 2000-2015, 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.

#### V. CONCLUSIONS

La technologie étant devenue le principal armement de compétitivité des nations. En Algérie, le secteur primaire (hydrocarbures en occurrence pour l'Algérie) demeure le seul biais à l'exportation. L'ancien système technique élaboré, découlant des modèles de substitution à l'importation, par essence fortement protectionniste, a prouvé ses limites. Les entreprises ont fonctionné, jusqu'à maintenant, sans maîtrise adéquate du facteur technologique et sans activités d'innovations. L'Algérie est aujourd'hui confrontée à une situation d'obsolescence technologique des systèmes productifs. Le défi des politiques de développement est celui de renouvellement du parc technologique. Ce renouvellement est contrarié d'une part, par l'absence de transfert international de technologie, et d'autre part, par la faiblesse des capacités locales d'apprentissage et d'innovation. Les entreprises algériennes plus particulièrement les PME se caractérisent souvent par une insuffisance des capacités d'innovation. En effet, plusieurs obstacles entravent le développement des projets d'innovation dans ces entreprises. La plupart des entreprises de petite taille ont des ressources financières limitées. Pour financer les efforts de recherche et développement ou les investissements

liés à l'innovation, ces entreprises se trouvent confrontées à l'obstacle de l'accès au financement externe. En conclusion, notre article porte principalement sur l'étude de la relation entre l'innovation technologique et l'emploi industriel en Algérie. Donc l'objectif principal 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 (2000-2015). 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 technologiques 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. Pour remédier à cette situation, les entreprises



algériennes sont confrontées à la nécessité de maîtriser l'innovation, qui leur permettrait à la fois de détenir des avantages compétitifs à l'exportation (innovation produits) ainsi que d'améliorer les niveaux de productivité (innovation process).

#### REFERENCES

- [1] A. Bouyacoub, 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, 2004.
- [2] A. Djeflat, L'Algérie, du transfert de technologie à l'économie du savoir et de l'innovation : trajectoire et perspectives, 2007.
- [3] A. Groff (), Manager l'innovation, Afnor Editions, 2009.
- [4] A. Sauvy, La machine et le chômage: le progrès technique et l'emploi, Dunod, Collection l'Oeil Economique, 1980.
- [5] A. Zakane, Dépenses publiques productives, croissance à long terme et politique économique, essai d'analyse économétrique appliquée au cas de l'Algérie, thèse de Doctorat, INPS, 2003.
- [6] B. Peters, Employment effects of different innovation activities : Microeconomic evidence, ZEW Discussion Paper 04-73, ZEW, 2004.
- [7] C. Abdennadher, A. Karaa et J.-M. Plassard, Tester la dualité du marché du travail: l'exemple de la Tunisie, Revue d'économie du développement, PP 39-6, 1994.
- [8] D. Guellec, Economie de l'innovation, édition la découverte, 1999.
- [9] D. Ricardo, 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), 1951.
- [10] J. Van Reenen, Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms, Journal of Labor Economics, vol. 15, 255-84, 1997.
- [11] J.A. Schumpeter, Capitalism Socialism and Democracy, New York, Harper, 1940.
- [12] J.A. Schumpeter, Théorie de l'évolution économique, traduction française (1935), Dalloz, Paris 1912.
- [13] J.B. Say, A Treatise on Political Economy or the Production, Distribution and Consumption of Wealth, M. Kelley, New York, .rstedn 1803, 1964.
- [14] K. Bouadam et H. Méliani, Entre chômage, précarité et dépermanisation, quelle politique à mettre en œuvre par les pouvoirs publics algériens, université de Sétif, 2009.
- [15] L. Addi, Réformes économiques et obstacles politiques, Quotidien d'Oran, 26-27 juin, Algérie, 2004.
- [16] L. Pasinetti, Structural Change and Economic Growth, Cambridge, Cambridge University Press, 1981.
- [17] M. A. Khattabi, Les clusters, innovation et développement territorial, thèse de Doctorat en Sciences Economiques, Université de Lille 1, 2012.
- [18] M. Arellano et S. Bond, 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, 1991.
- [19] M. Kadi, Le processus d'internationalisation des PME exportatrices algériennes, thèse de Doctorat, ENSSEA, 2016.
- [20] M. Pianta, Innovation, Demand and Employment, in Petit and Soete (eds.). Technology and the Future of European Employment, p. 142-165, 2001.
- [21] M. Tancioni et R. Simonetti, A Macroeconometric model for the analysis of the impact of technological change and trade on employment. Journal of Interdisciplinary Economics, 13 :185-221, 2002.
- [22] M. Vivarelli, The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence, Elgar, Aldershot, 1995.
- [23] OCDE, Manuel d'Oslo, 2ème édition, 1997.
- [24] Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), Gérer les systèmes nationaux d'innovation, Paris, 1999.
- [25] P. Broudic et J.M. Espinasse, Les politiques de gestion de la main-d'œuvre, Revue Travail et emploi, N° 6, octobre, France, 1980.
- [26] P. Aghion et P. Howitt, Théorie de la croissance endogène, Dunod, Paris, 2000.
- [27] R. Simonetti, K. Taylor et M. Vivarelli, 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, 2000.
- [28] S. Saafi et F. Saboui, 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, 2011.
- [29] S. Saafi, Caractéristiques notables du système tunisien d'innovation, Cahiers du Labo RII, no 155, juin, 2007.
- [30] S. Saafi, Diffusion des innovations technologiques, emploi et théorie de compensation, Cahiers du Labo RII, no 184, Mai 2008.
- [31] S. Zerkak et S. Mekhmouckh, La question du chômage et de la promotion de l'emploi en Algérie, 2011.
- [32] S. Annane, L'emploi et l'insertion en Algérie, Actes du colloque international sur la question de l'emploi en Afrique du Nord organisé par le CREAD, 26-28 juin, Alger, 2004.
- [33] T. Antonucci, et M. Pianta, The employment effects of product and process innovations in Europe, International Review of Applied Economics, PP, 295-308, 2002.
- [34] Y. Benabdellah, L'Algérie face à la mondialisation, la Fondation Friedrich Ebert, 2008.