

**Technologies de l'information et de la communication (TIC) et le  
paradoxe de productivité en Algérie : Etude Empirique**  
**Information and Communication Technologies (ICT) and The  
Paradox Productivity in Algeria: Empirical Study**

**Ghellab Saliha** <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> université 08 Mai 1945 Guelma, Email, [saliha.ghellab@gmail.com](mailto:saliha.ghellab@gmail.com)  
[ghellab.saliha@univ-guelma.dz](mailto:ghellab.saliha@univ-guelma.dz)

Date de reception:02/10/2019 Date de révision:09/11/2020 Date d'acceptation:23/11/2020

**Résumé**

Les TIC sont devenus aujourd'hui un véritable enjeu de développement, elles sont présentées comme des outils capables de stimuler la croissance économique et la productivité des entreprises, Suite à un support théorique soumis à l'analyse, nous avons essayé dans ce travail d'estimer l'impact des TIC sur la productivité en Algérie. Nos résultats soulignent que les TIC ne contribuent pas à la productivité et la variable du travail qui est négativement significative, et elle contribue à la productivité en Algérie. Nous proposer dans notre étude d'accompagner l'adoption des TIC par un changement organisationnel selon les prédictions théoriques de la résolution du paradoxe de Solow.

**Mots clés :** TIC, Productivité, Paradoxe de Solow, Algérie, Changement organisationnel.

**Abstract**

ICTs have now become a real development challenge, they are presented as tools capable of stimulating economic growth and business productivity. Following a theoretical support submitted for analysis, we have tried in this work to estimate the impact of ICTs on productivity in Algeria. Our results underline that ICT does not contribute to productivity and the labour variable which is negatively significant, and it contributes to productivity in Algeria. In our study, we propose to support the adoption of ICTs through organizational change according to the theoretical predictions of the resolution of the Solow paradox.

**Keywords:** ICT, Productivity, Solow Paradox, Algeria, Organizational Change.

\* Ghellab Saliha, [saliha.ghellab@gmail.com](mailto:saliha.ghellab@gmail.com)

---

**Introduction**

Certaines des raisons de la faible croissance de la productivité sont de nature cyclique, mais le ralentissement est en cours depuis longtemps pour être expliqué par les hauts et les bas, à court terme, d'une économie. La tendance à la baisse de la croissance de la productivité est attribuable à des facteurs qui ne sont pas cycliques, mais qui s'inscrivent dans une structure évolutive de l'économie et aux incitatifs auxquels les entreprises sont confrontées lorsqu'elles prennent des décisions d'investissement, d'embauche, de réorganisation du travail et, en définitive, de production.

Malgré toute la productivité que nous voyons autour de nous, la plupart des économistes croient (Solow, 1987) que nous sommes à l'ère de la faible croissance de la productivité, ce qui reflète les chiffres de productivité déclarés. C'est un problème pour l'argument de la Grande Désorganisation, parce que si la croissance de la productivité est faible, alors, au mieux, on parle de perturbation de façon exagérée (Gaster, 2018).

Dans ce sens, il est très intuitif de penser que l'investissement en informatique doit conduire à des performances solides, mais les résultats empiriques n'ont pas encore fourni de réponse définitive. Au cours des deux dernières décennies, de nombreuses études empiriques ont confirmé l'effet positif des investissements en Technologies de l'information et de communication (TIC) en sur le rendement des entreprises (Bharadwaj et al, 1999 ; Kudyba & Diwan, 2002). Mais de nombreuses études montrent également que les investissements informatiques ne conduisent pas à des performances fermes, ou que la relation est en fait insignifiante (Hu, Q., & Plant, R. 2001). Les chercheurs ont qualifié ce phénomène de "paradoxe de la productivité informatique" (Barua, & Lee, 1997 ; Pinsonneault & Rivard, 1998).

En Algérie, l'évolution technologique et la diversification des relations et de l'organisation du travail engendreront pour les salariés une mobilité interne et externe à l'entreprise. Pour suivre le rythme des changements continus, ces employés auront besoin en d'entretenir et d'améliorer leurs niveaux de compétences et de qualifications, parce que ces technologies exigent un recyclage continu des connaissances du personnel avec une bonne maîtrise du savoir et du savoir faire. La problématique à étudier dans ce travail réside à examiner le lien entre les TIC et la productivité. Notre travail en deux sections théorique, une étude empirique puis en fin on va terminer par une discussion et conclusion, où nous soulignerons un ensemble de recommandations.

---

**1. Innovation technologique et productivité : Revue de littérature**

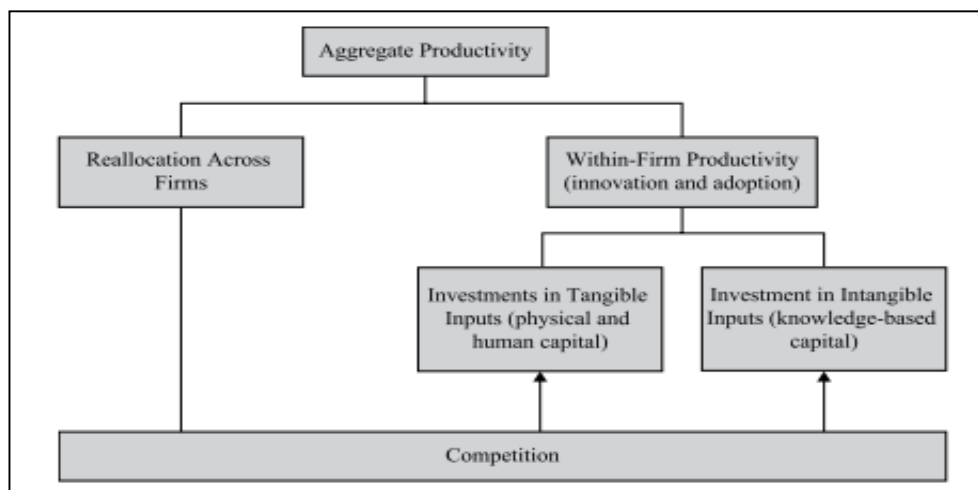
Ces dernières années, de nombreuses économies avancées ont connu un sérieux ralentissement de la productivité (Calligaris, 2018). Le paradoxe d'une évolution technologique apparemment rapide et d'une croissance lente de la productivité n'a pas une explication unique et maîtresse, mais les examens attentifs de certains développements clés dans les économies avancées et les grandes économies émergentes révèlent des explications cohérentes. Nombre de ces évolutions sont également liées à de fortes inégalités dans de nombreuses économies, par exemple entre riches et pauvres ou entre instruits et moins instruits, entre productivité et désorganisation.

A cet effet, l'explication la plus évidente du ralentissement possible de l'innovation technologique est qu'il n'y a tout simplement plus d'innovations majeures à trouver. L'historien de l'économie Robert Gordon (2016), dans son ouvrage *The Rise and Fall of American Growth*, affirme que l'impact des percées technologiques transformatrices de la deuxième révolution industrielle ne peut être ni répété ni égalé. Après l'introduction des voitures et des avions, par exemple, les innovations ultérieures qui améliorent la vitesse, l'efficacité et la sécurité n'ont pas eu autant d'impact que la transformation initiale des chevaux et des chemins de fer en roues et en ailes. Lorsque la croissance de la productivité s'est ralentie dans les années 1970, la grande majorité des usines des économies avancées avaient été électrifiées, les réfrigérateurs et les téléviseurs dont les maisons étaient déjà équipées et les percées médicales avaient augmenté l'espérance de vie plus rapidement qu'elles ne le seront probablement dans l'avenir. Tyler Cowen (2011), de l'Université George Mason, suggère que nous avons cueilli les fruits faciles de l'innovation et que nous stagnons maintenant dans un plateau technologique. Bien que la diffusion des TIC aux États-Unis entre 1996 et 2004, qui a permis d'accroître la productivité, ait eu un impact, la vague a été de courte durée et elle est maintenant terminée.

Mais il y a une vision totalement différente de l'innovation qui se prête à la conclusion opposée - que nous sommes au milieu de progrès technologiques rapides qui ne feront que s'accélérer. Elle ne considère pas l'innovation comme des idées qui "s'épuisent", mais plutôt comme des blocs d'idées qui se combinent avec d'autres blocs pour produire encore plus d'innovation. Cette vision combinatoire ou recombinante de l'innovation remet en question l'idée que les idées sont de plus en plus difficiles à trouver en suggérant le contraire, à savoir que le nombre d'idées disponibles ne fait qu'augmenter avec le temps à mesure qu'elles se combinent et se recombinent les unes aux autres.

Erik Brynjolffson et Andrew McAfee (2014), économistes du MIT, soutiennent que les propriétés uniques de la technologie numérique ainsi que son rôle en tant que technologie à usage général - une technologie qui peut être appliquée dans un large éventail de secteurs et d'activités - entraîneront une augmentation exponentielle des idées. Dans leur livre, *The Second Machine Age*, ils écrivent : *Digital innovation is recombinant innovation in its purest form. . . . Moore's Law makes computing devices and sensors exponentially cheaper over time, enabling them to be built economically into more and more gear, from doorknobs to greeting cards. Digitization makes massive bodies of data relevant to almost any situation, and this information can be infinitely reproduced and reused because it is non-rival. As a result of these two forces, the number of potentially valuable building blocks is exploding around the world, and the possibilities are multiplying as never before*" (Brynjolffson, McAfee, 2014, p. 81)

Selon une enquête réalisée en 2015 par *The Fortune Magazine*, auprès des 500 plus grandes entreprises du monde, a révélé que 72 % d'entre eux considèrent que le rythme rapide des innovations technologiques est le plus grand défi de leur entreprise, et 94 % pensent que leur entreprise va changer davantage au cours des cinq prochaines années qu'au cours des cinq dernières années. Alors que ces grandes entreprises sont aux prises avec la frontière technologique en expansion, le reste de l'économie semble être à la traîne. Comme le montre Bahar (2018), les entreprises à la frontière de la croissance de la productivité dans chaque secteur étroitement défini ont continué à progresser à un rythme soutenu, ce qui indique que l'activité d'innovation demeure robuste. L'élargissement de l'écart de productivité entre les entreprises frontalières et les entreprises en retard de développement suggère un affaiblissement de la diffusion des nouvelles technologies dans le vaste paysage des petites, moyennes et autres grandes entreprises. Pour que le progrès technologique ait un impact sur la croissance globale et la productivité, son adoption par un large éventail d'entreprises et d'industries dans l'ensemble de l'économie est cruciale.

**Figure 1. Cadre explicatif de la productivité**

**Source** : BAHAR dany and FODA KARIM, (2019), The Technology- Productivity Paradox :Why Has Productivity Growth Slowed? In Productive equity: The twin challenges of reviving productivity and reducing inequality”, Brookings and Chumir Foundation for ethics and leadership, p, 107.

La première composante de la figure (1) la réaffectation, est directement affectée par une sous-composante : la concurrence, c'est-à-dire le processus darwinien de sélection par lequel les entreprises moins productives quittent le marché et se départissent des ressources (travail, capital) qui sont - idéalement - réaffectées à des entreprises plus productives. Sur le plan conceptuel, une économie peut accroître sa productivité globale sans un degré significatif de progrès technologique en redistribuant constamment les ressources là où elles peuvent être les plus productives, car les entreprises qui meurent sont remplacées par de nouvelles entreprises plus productives.

Le type de concurrence qui anime la dynamique de survie darwinienne peut prendre de nombreuses formes au-delà de l'entrée et de la sortie pure et simple des entreprises (Calligaris, 2015). Par exemple, l'inégalité d'accès au capital pourrait entraver l'allocation de capitaux aux petites entreprises très productives qui ont besoin de plus d'intrants pour poursuivre leur croissance. Par ailleurs, les subventions sur les intrants qui profitent aux entreprises prospères à faible productivité auraient tendance à faire glisser les machines des entreprises qui n'en bénéficient pas et qui pourraient les utiliser beaucoup plus efficacement. Pour certains pays en développement, comme la Chine et l'Inde, l'élimination de ces inefficacités pourrait entraîner une

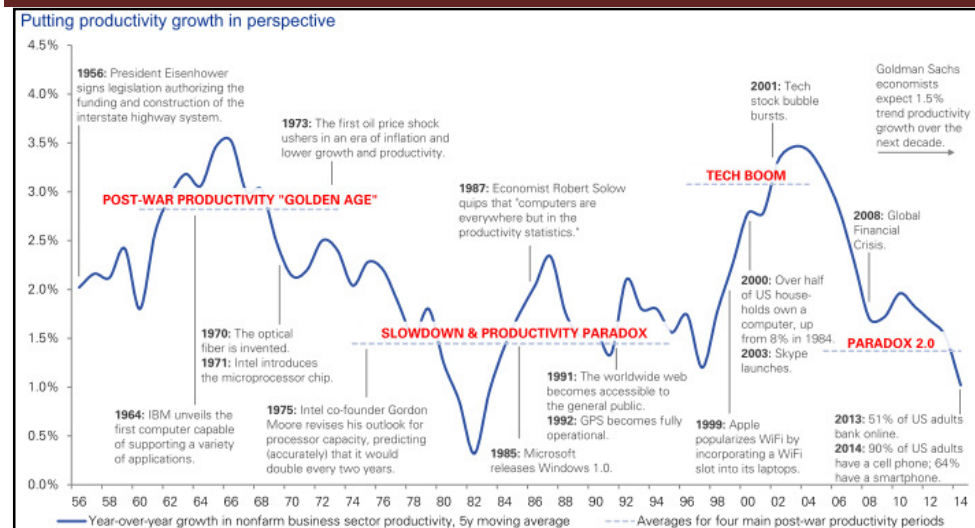
augmentation de la productivité globale pouvant atteindre 60 % (Hsieh, Klenow, 2009)

La deuxième composante de la figure 1 établit un lien direct entre le processus de croissance de la productivité et la capacité des entreprises individuelles à croître principalement en innovant et en adoptant de nouvelles technologies ou innovations. En plus de la dynamique d'entrée et de sortie, le degré de concurrence dans un secteur d'activité très concurrentiel influence à la fois la capacité et la volonté des entreprises d'investir dans des intrants tangibles et intangibles qui améliorent la productivité et permettent une adoption plus rapide des technologies. Face à une concurrence féroce, les entreprises doivent souvent investir pour accroître leur productivité et conserver leur part de marché, ou de survivre du tout.

## 2. Paradoxe de productivité

Chaque jour, nous rencontrons de nouvelles applications, plates-formes et outils. Chaque jour, nous voyons des changements extraordinaires dans la technologie qui nous entoure et seulement un peu plus lentement dans l'économie qui nous entoure. (Gaster, 2018) souligne que l'innovation, alignée sur la mondialisation et l'évolution de l'économie des entreprises, est un élément essentiel qui changera fondamentalement notre travail et donc notre vie au cours de la prochaine décennie. Mais si c'est le cas, pourquoi n'y a-t-il aucun signe d'innovation dans les données de productivité. Le premier endroit où les économistes chercheraient à les trouver ? Robert Solow (1987), lauréat du prix Nobel, faisait remarquer que "*vous voyez la révolution informatique partout sauf dans les données de productivité*". C'est là le "paradoxe de la productivité" : malgré toute cette apparente innovation, la productivité - en tant que mesurée à l'aide de données fédérales - est relativement faible depuis 2005.

### Figure 2. Tendence de la productivité au Etats-Unis (1956-2015)



**Source:** Goldman Sachs Global Investment Research, 2015, Global Macro Research Top of Mind, Issue, 39, P. 3.

Selon le figure (2), on constate que depuis la seconde guerre mondiale, il y a eu quatre périodes distinctes de croissance de la productivité : une forte croissance pendant le boom de l'après-guerre 1947-1973 (2,7 %) ; une faible croissance de 1974 à 1994 après le choc pétrolier et la stagflation ; une forte croissance de nouveau 1995-2004 (2,8 %) et enfin une très faible croissance depuis 2005 (1,3 %).

Le paradoxe de Solow a été résolu au cours de la décennie suivante grâce à un retour de la croissance mesurée de la productivité à son niveau d'avant 1970 et une forte augmentation de la contribution des technologies de l'information. Mais maintenant le paradoxe semble être de retour. Depuis 2005, la productivité du travail - c'est-à-dire le PIB réel par heure travaillée dans le secteur non agricole n'a augmenté que de 1,3 % à un taux annuel, la plupart des émissions de le nouveau ralentissement dû à une forte baisse de l'activité mesurée dans la zone euro contribution de l'informatique. Sur une période pouvant aller jusqu'à dix ans, nous avons ne peut probablement pas blâmer une grande partie de la faiblesse de l'activité cyclique (Hatzius, 2015).

Selon Hatzius, (2015) la faiblesse de la productivité semble incompatible non seulement avec l'expérience quotidienne, comme le dit Solow, mais aussi avec plusieurs aspects de la situation macroéconomique comme une faible inflation et un marché boursier vigoureux. Il existe une autre hypothèse plausible qui pourrait expliquer ce décalage : une part importante du ralentissement reflète une erreur de mesure croissante dans le

secteur des TIC. En théorie, la contribution des technologies de l'information à la croissance pourrait être sous-estimée soit parce qu'il est impossible de saisir le PIB nominal - par exemple, en raison des déplacements des canaux de distribution de détail des centres commerciaux vers Internet qui ne sont intégrés dans les enquêtes officielles qu'avec un certain décalage - soit parce que les variations des prix des technologies de l'information sont surestimées. Dans la pratique, la mesure des prix est probablement la question la plus importante. Plus précisément, nous nous inquiétons de trois erreurs potentielles :

- i. **Un ralentissement fallacieux de la déflation du matériel informatique** : Une étude récente importante soutient qu'une grande partie du ralentissement de la déflation mesurée des semi-conducteurs depuis le début des années 2000 peut refléter des changements dans la structure de l'industrie et non un véritable ralentissement du progrès technologique ; des problèmes similaires peuvent affecter la mesure des prix des ordinateurs (Byrne et al, 2015). En outre, le glissement de la production technologique américaine de produits à usage général comme les semi-conducteurs et les ordinateurs vers des produits spéciaux plus difficiles à mesurer comme les instruments de navigation, les instruments de mesure et de contrôle peuvent aussi avoir accru les erreurs de mesure (Byrne et al, 2015).
- ii. **Augmentation de la part des logiciels informatiques et numérique en contenus dans le PIB.** Selon " Hatzius " (2015), les prix mesurés dans l'industrie des logiciels et des produits numériques sont globalement stables depuis de nombreuses années. L'accès à Internet en est un exemple frappant. L'indice des prix officiel est fondamentalement stable, simplement parce que l'utilisateur moyen paie encore à peu près le même montant mensuel en dollars pour l'accès à Internet à domicile. Il n'y a pas d'ajustement pour les augmentations importantes des vitesses de connexion et cela donne à penser que le prix réel, corrigé en fonction de la qualité, du l'accès à Internet est en forte baisse.
- iii. **Une augmentation du "biais des nouveaux produits" en raison de la prolifération des produits numériques gratuits.** Hatzius (2015) soutient l'idée selon laquelle, les indices des prix ne sont pas toujours saisir pleinement les baisses de prix au début de la phase de démarrage et le bien-être les gains associés aux nouveaux produits. Dans des conditions normales ce "biais du nouveau produit" peut être minimisé



---

par l'inclusion de nouveaux produits dans l'indice des prix dès que possible.

### **3. Analyse empirique de l'impact des TIC sur la Productivité**

Nous proposons dans cette section l'élaboration d'un modèle d'estimation de la productivité par les TIC. A cet effet, nous présenterons la source des données et la méthodologie de la régression qui réside dans l'analyse des séries temporelles. Pour atteindre un tel objectif, nous avons utilisé l'approche des moindres carrés ordinaires (MCO) pour une série de données annuelles pour chaque variable (PROD, KTIC, KHTIC, LL, OUV et KH). Le recours à cette technique nous permet d'analyser les résultats obtenus, et terminer par la discussion et l'interprétation des résultats du modèle dans le but de proposer des politiques alternatives.

#### **3.1 Méthodologie et données**

Il s'agit dans cette section de présenter l'outil d'analyse de notre étude empirique. A cet effet, notre méthodologie de la régression est basée sur l'économétrie des séries-temporelles. Premièrement, nous présenterons les sources de nos données annuelles pour chaque variable. Deuxièmement, nous parlerons brièvement de la démarche d'analyse des-séries temporelles. Puis troisièmement, nous présenterons, la notion de la stationnarité (base des séries temporelles), les différents types qui causent la non stationnarité des séries puis le-test et les mécanismes de stationnarisation des séries temporelles.

Les données utilisées dans notre étude empirique proviennent de la base de données de la Banque mondiale , La disponibilité des données pour chaque année nous a permis de couvrir une période d'étude allant de 1980 à 2018, ce qui convient à 90 observations. Le choix de cette période est motivé par plusieurs raisons : d'une part, pour pouvoir capter l'impact des TIC sur la productivité. D'autre part, cette période a vue et ressentie une intégration des TIC dans les institutions et entreprises national après que le pays s'est ouvert sur le marché mondial.

#### **3.2 L'écriture du modèle**

D'un point de vue méthodologique, nous avons choisi d'évaluer la contribution du secteur des TIC à la croissance économique en Algérie à partir du modèle de Solow qui s'appuie sur la fonction de production (ou

technologie) de type Cobb Douglass homogène à progrès technique neutre<sup>1</sup> :

$$Y = F(A, K, L) = AK^\alpha L^\beta$$

Dans cette expression A représente la productivité globale des facteurs (PTF) : le progrès technique qui représente la partie de la croissance de la production non expliquée par les montants de capital et de travail. Les coefficients  $\alpha$  et  $\beta$  représentent respectivement les élasticités de production du travail, et du capital. Pour une entreprise qui cherche à réduire au minimum les coûts et dans des conditions de concurrence sur les marchés des facteurs, ces coefficients correspondent aux parts respectives des différents facteurs de production dans les coûts. Toutefois, afin d'évaluer la contribution du secteur des TIC, nous avons décomposé le stock de capital en deux parties selon qu'il s'agisse du secteur des TIC (KTIC) ou non (KHTIC). Cette distinction est adoptée dans la littérature économique consacrée (Jorgenson, 2005 ; Greenan et L'Horty, 2002).

La variable KTIC peut faire apparaître une élasticité spécifique et se caractérise en général par des taux de dépréciation du capital différents et par des salaires qui sont, dans le domaine des TIC, plus élevés que dans les autres secteurs. L'absence de données statistiques sur les investissements dans le secteur TIC pour toute la période de notre étude (1980 à 2018) nous amène à limiter notre étude à l'examen du secteur des télécommunications comme indicateur de l'évolution du stock de capital dans le secteur des TIC.

Suite à la démarche présentée en dessus, nous avons opté pour la formule suivante :

$$Productivité = KTIC^{\alpha_1} KHTIC^{\alpha_2} L^\beta \dots \dots \dots (1)$$

On remarque que l'équation (1) est une fonction non linéaire, dont nous devons la rendre linéaire, en introduisant le logarithme, en ce sens la formule (1) prend la forme suivante :

$$\begin{aligned} \text{LogProductivité}_t & \\ &= \text{Log}C + \alpha_1 \text{Log}KTIC_t + \alpha_2 \text{Log}KHTIC_t \\ &+ \beta \text{Log}L_t \dots \dots (2) \end{aligned}$$

<sup>1</sup> Le progrès technique A est neutre dans le sens où il affecte le capital et le travail dans les mêmes proportions.

D'après, un examen de littérature sur les déterminants de la productivité<sup>2</sup>, on peut ajouter certaines variables comme : l'ouverture commerciale et le capital humain. Suite a cette procédure, l'équation (2) prend la forme suivante.

### **LogProductivité**

$$= \text{Log}C + \alpha_1 \text{Log}KTIC_t + \alpha_2 \text{Log}KHTIC_t + \beta_1 \text{Log}L_t + \beta_2 \text{Log}OUV_t + \beta_3 \text{Log}KH_t + \varepsilon$$

Avec :

- ✓ **LogProductivité<sub>t</sub>** : logarithme au niveaux de la productivité de l'économie ;
- ✓ **C** : constante du modèle ;
- ✓ **LogKTIC<sub>t</sub>** : logarithme du capital investi dans le secteur des télécommunications (c'est un proxy) ;
- ✓ **LogKHTIC<sub>t</sub>** : logarithme du capital investi sans le capital des télécommunications ;
- ✓ **LogL<sub>t</sub>** : force du travail, population active ;
- ✓ **LogOUV<sub>t</sub>** : l'ouverture commerciale calculé par la forme suivante :  $OUV = \frac{X*M}{PIB}$  ; avec : X : exportations ; M : importations ; PIB : Produit intérieur brut ;
- ✓ **LogKH<sub>t</sub>** : est donné par le taux de scolarisation au niveau secondaire a des recommandations théoriques des modèles de croissance par le rattrapage ;
- ✓  **$\alpha_1$ ;  $\alpha_2$ ;  $\beta_1$ ;  $\beta_2$ ;  $\beta_3$**  sont des paramètres du modèles, ou en d'autres termes ce sont les coefficients des variables ou les élasticités.

### **3.3 Le test de stationnarité**

Les tests de Dickey-Fuller simple (1979) noté (DF) et Dickey-Fuller Augmenté (1981) (ADF) ont été les plus utilisés pour tester la stationnarité d'une série temporelle. Dans ce travail, nous utilisons ces tests en raison de leur simplicité. Ainsi, l'avantage du test (ADF), est non seulement de mettre en évidence la particularité stationnaire ou non de la série chronologique étudiée, par la détermination du type de processus TS ou DS, mais aussi de dicter la bonne méthode de stationnariser cette série chronologique.

<sup>2</sup> Notamment , les travaux de Helpman (1991)

L'idée de base de ces tests, est de chercher s'il existe des racines unitaires, le mécanisme d'une telle recherche réside dans le test des trois modèles de bases, à savoir (Bourbonnais, 2005, P 232):

- i)  $\Delta \chi_t = \emptyset \chi_{t-1} + \varepsilon_t$                       Modèle (1) sans tendance et sans constante
- ii)  $\Delta \chi_t = \emptyset \chi_{t-1} + c + \varepsilon_t$                       Modèle (2) sans tendance et avec constante
- iii)  $\Delta \chi_t = \emptyset \chi_{t-1} + c + \beta t + \varepsilon_t$                       Modèle (3) avec tendance et avec constante

L'hypothèse centrale du test ADF est l'hypothèse nulle de racine unitaire, il s'agit, dans ce cas, de tester la nullité du paramètre( $\emptyset$ ), c'est-à-dire le coefficient de  $\chi_{t-1}$ . L'hypothèse nulle  $H_0: \emptyset = 0$  ; contre l'hypothèse alternative  $H_1: \emptyset < 0$

En effet, si l'hypothèse nulle est rejetée, la série chronologique est stationnaire, mais si l'hypothèse  $H_0$  est acceptée, la série n'est alors pas stationnaire et elle doit être stationnariser. Le mécanisme général de test d'ADF est le suivant : dans la première étape, il s'agit d'estimer le modèle global par la méthode des MCO, c'est-à-dire le modèle (3) avec tendance et constante, et de vérifier par le test de Student, la validité du modèle choisi. Si le modèle (3) est bon, on accepte l'hypothèse selon laquelle, la tendance est significativement différente de zéro, dans ce cas, ce processus est un TS. Cependant, si la valeur ADF calculé est supérieure à la valeur critique (*Critical-Value*)  $ADF_{tal}$  à 5%, le processus TS n'est pas stationnaire, il faut donc passer à l'étape de la stationnarisation d'un processus TS par la méthode des (MCO) dont, le test des racines unitaires sera appliqué à la série des résidus. Dans le cas contraire, où la valeur  $ADF_{cal} < ADF_{tal}$  le processus est stationnaire au niveau (*Level*). En effet, si le modèle (3) n'est bon, il convient de recommencer le test d'ADF sur le modèle (2), avec constante et sans tendance. Ainsi, si la constante est significative (on rejette l'hypothèse nulle ( $\beta = 0$ )) le processus est un DS avec dérive, et s'il n'est pas stationnaire, il faut le stationnariser par un filtre aux différences. Mais si le modèle (2) n'est pas bon, il est judicieux de passer au modèle (1), sans tendance et sans dérive, puis de vérifier l'hypothèse nulle de non stationnarité. Si cette hypothèse nulle est rejetée la série est stationnaire, intégré d'ordre zéro  $I(0)$ . Cependant, dans le cas contraire, il convient de recommencer le test des racines-unitaire sur la série différenciée (*First Difference*).

Les résultats du test de stationnarité sont illustrés dans le tableau suivant. On remarque les séries chronologique de la productivité et de la force du travail exprimé en logarithme sont stationnaires au niveau car les

valeurs de statistiques ADF calculées sont inférieurs aux valeurs critiques à titre d'exemple : pour la série Lproductivité on remarque que,  $ADF_{cal} = -3.91 < ADF_{tal} = 3.82$  sachant que le modèle d'estimation retenu est le modèle 3, avec trend et avec constante car la  $P - value = 0.0037 < 0.05$ . Ainsi, on remarque que les autres variables (KHTIC ; KTIC ; OUV ; KH) sont intégrés d'ordre 1, en d'autre terme, elles sont stationnaires après un filtre.

**Tableau 3.7. Les résultats du test de stationnarité sur les séries.**

Série	Type de modèle		Prob	ADF cal	ADF tal	résultat
LProductivité	Modèle (3)	Level	0,0037	-3,91	-3,82	<b>I(0)</b>
LKHTIC	Modèle (2)	1st-Difference	0,0069	-4,2558	-3,1199	<b>I(1)</b>
LKTIC	Modèle (1)	1st-Difference	0,0016	-4,037	0,0007	<b>I(1)</b>
LL	Modèle (3)	Level	0,0003	-4,917	-3,098	<b>I(0)</b>
LOUV	Modèle (3)	1st-Difference	0,026	-3,969	-3,828	<b>I(1)</b>
KH	Modèle (1)	série des résidus	/	-2,934	-1,97	<b>I(1)</b>

Source : Réalisé par l'auteur en utilisant Eviews 10.

### 3.4 Le résultat et validation

D'après les résultats de teste de la stationnarité d'ADF, on constate que les séries sont pas intégré du même ordre ce qui nous permet d'écarter le teste cointegration. On obtient l'équation suivante :

$$\begin{aligned}
 lproductivité = & 21.479577074 - 0,469122 * DLKHTIC + 0,00305 \\
 & * DLKHTIC - 1,09479 * LL - 0,166675 * DLOUV \\
 & - 0,222540 * KH
 \end{aligned}$$

D'après l'estimation du modèle de la régression multiple nous pouvons dire que la variable travail (LL) a un impact sur la productivité car la probabilité associée à cette variable est largement inférieure à la valeur de la probabilité au seuil de 5% ( $0.0001 < 0.05$ ). Par contre les

autres variables n'ont aucun impact sur la productivité. Les résultats obtenus dans l'estimation de ce modèle soulignent que la qualité d'ajustement de ce modèle est globalement significative car  $R^2 = 93.88\%$  ceci peut s'expliquer par le fait que la variation totale de la productivité est due aux variables exogènes (DLKHTIC, DLKTIC, LL, DLOUV, RKH).

La qualité du modèle est bonne car  $R^2$  est proche de 1 ainsi que la probabilité de Fischer calculer est largement inférieure à la probabilité au seuil de 5%, où la valeur de la  $P - Value = 0.000117 < 0.05$ . D'après les résultats d'estimation du modèle on constate que la variable *lproductivité* dépend de la variable travail par contre elle n'est pas affectée par les autres variables sélectionnées dans ce modèle, ce qui implique que la variable *ll* affecte la productivité d'une manière négativement significative.

D'après les résultats on constate que le travail contribue à la productivité de manière négative ce qui implique que les TIC ne contribuent pas à la productivité et cela confirme le paradoxe de la productivité, chose qui explique la nécessité d'accompagner l'adoption des TIC avec un changement organisationnel pour que les TIC puissent contribuer à la productivité.

#### 4. Conclusion

Au terme de notre étude on constate que la productivité est tiré essentiellement par le facteur travail qui contribue d'une manière négative, et on déduit que les TIC ne contribuent pas à la productivité en Algérie et son effet reste faible et non significatif, ce qui nous mène à confirmer le paradoxe de Solow (1987) « *On voit des ordinateurs partout, sauf dans les statistique de productivité* », le développement des TIC en Algérie est une expérience raté, il s'agit plus d'un effet d'amusement que d'une politique pour le rattrapage économique, en plus on peut souligner que les TIC et le savoir sont limités à quelques secteur.

De ce fait, pour que les TIC arrivent à contribuer d'une manière positif sur la productivité, nous proposant d'accompagner l'adoption des technologies de l'information et de la communication par un changement organisationnel selon les secteurs approprier car ils forment une relation interdépendante et complémentaire et d'investir d'une manière efficace et plus importante sur la connaissance, le savoir et la formation des usagers à ces technologies afin d'avoir un effets positif et un retour d'investissement des TIC.

#### Liste Bibliographique

1. Bahar Dany, **The Middle Productivity Trap: Dynamics of Productivity Dispersion**, Economic Letters, vol. 167, 2018, PP. 60–66;
2. Bahar Dany and Foda Karim, **The Technology- Productivity Paradox: Why Has Productivity Growth Slowed?** In Productive equity: The twin challenges of reviving productivity and reducing inequality”, Brookings and Chumir Foundation for ethics and leadership,2019, PP. 101-140;
3. Barua, A & Lee, B, **The Information Technology Productivity Paradox Revisited: A theoretical and Empirical Investigation in The Manufacturing Sector**, International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 9(2), 1997, PP. 145-166;
4. Bharadwaj A-S., Bharadwaj S-G & Konsynski B-R, **Information Technology Effects on Firm Performance As Measured by Tobin's**, Management Science, 45(7),1999, PP. 1008-1024;
5. Bourbonnais Régis, **Économétrie : manuel et exercices corrigés**, DUNOD, 6e édition, (Paris :DUNOD,2005) ;
6. Brynjolfsson, Erik, and Andrew McAfee, **The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies**, (New York: W.W. Norton and Co.,2014);
7. Byrne David, **Domestic Electronics Manufacturing: Medical, Military, and Aerospace Equipment and What We Don't Know about High-Tech Productivity**, FEDS Notes, 2015;
8. Calligaris, Sara (2015), **Misallocation and Total Factor Productivity in Italy: Evidence from Firm- Level Data**, CEIS Working Paper 357, SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2674157> or [http:// dx.doi.org/10.2139/ssrn. 2674157](http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2674157), (consulté le 14/02/2015);
9. Calligaris Sara, **The Productivity Puzzle and Misallocation: An Italian Perspective**, Economy Policy, 2018;
10. Cowen Tyler, **The Great Stagnation: How America Ate All the Low-Hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will (Eventually) Feel Better** (New York: Dutton, 2011);
11. David Byrne., Stephen Oliner & Daniel Sichel, **How Fast Are Semiconductor Prices Falling?** NBER Working Paper No. 21074, 2015;

12. Gaster Robin, (2018), **Solving The Productivity Paradox : Why Innovation Really is Accelerating, and Why The Data Don't Reflect That**, <https://greatdisruption2018.com/wp-content/uploads/2018/02/Solving-the-paradox-feb-2018.pdf>, (consulté le 14/03/2018);
13. Goldman Sachs Global Investment Research, **Global Macro Research Top of Mind**, Issue, 39, 2015;
14. Gordon Robert, **The Rise and Fall of American Growth: The U.S. Standard of Living Since the Civil War**, Princeton University Press, 2016;
15. Greenan Nathalie & L'Horty Yannick, **Le Paradoxe de la Productivité**, Travail et Emploi n° 91 , 2002;
16. Hatzius, Jan (2015), **Picking Apart the Productivity Paradox**, Goldman-Sachs, <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/macroeconomic-insights-folder/the-productivity-paradox/report.pdf> , (consulté le 10/01/2015) ;
17. Hu Q & Plant R, **An Empirical Study of The Casual Relationship Between IT Investment and Firm Performance**, Information Resources Management Journal, 14(3), 2001, PP. 15-26;
18. Hsieh Chang-Tai & Klenow Peter, **Misallocation and Manufacturing TFP in China and India**, Quarterly Journal of Economics, 124 (4),2009, PP. 1403–48 ;
19. Jorgenson Dale W, **Les Technologies de l'Information et Les Economies du G7**, L'Actualité économique, Revue d'analyse économiques, Vol.81, n°1-2, 2005 ;
20. Kudyba S & Diwan R, **Research Report: Increasing Returns to Information Technology**, Information Systems Research, 13(1), 2002, PP. 104-111;
1. Pinsonneault A & Rivard S, **Information Technology and The Nature of Managerial Work: From the Productivity Paradox to The Icarus Paradox?** MIS Quarterly, 22(3), 1998, PP. 287-311;
2. Solow R., **La théorie de la Croissance et Son Evolution**, RFE,1987, PP. 3-27.