

## LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

**API** : Application Programming Interface

**ARPANET** : Advanced Research Project Agency NETwork

**BD** : Bases de Données

**CERN** : Centre Européen de la Recherche Nucléaire

**CGSP** : Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective

**CNRS** : Centre National de Recherche Scientifique

**GPS** : Global Positioning System (Système de Localisation Globale)

**HTML** : Hypertexte Mark-up Language

**HTTP** : Hyper Text Transfer Protocole

**IA** : Intelligence Artificielle

**IP** : Internet Protocol

**Internet** : INTERconnected NETworks

**IT** : Information Technology

**IUT** : International Union of Telecommunications

**MEDEF** : Mouvement des Entreprises de France

**NTIC** : Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

**OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement Économique

**OST** : Organisation Scientifique du Travail de Taylor

**PAO** : Production Assistée par Ordinateur

**PC** : Personal Computer (Ordinateur Personnel)

**PGF** : Productivité Globale des Facteurs

**PTF** : Productivité Totale des Facteurs

**PIB** : Produit Intérieur Brut

**PNB** : Produit National Brut

**R&D** : Recherche-Développement

**R.I** : Révolution Industrielle

**SMSI** : Sommet Mondial de la Société de l'Information

**SSII** : Sociétés de Services et d'ingénierie Informatique

**TCP** : Transmission Control Protocol

**TIC:** Technologies de l'Information et de la Communication

**TI :** Technologie de l'Information

**UIT :** Union Internationale des Télécommunications

**URL :** Uniform Resource Locator

**WWW :** World Wide Web

*Rapport-gratuit.com*   
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b> Décomposition de la part de l'économie numérique en parts de la valeur ajoutée	39
<b>Tableau 2 :</b> Part des investissements dans le numérique.....	40
<b>Tableau 3 :</b> Parts de marché mondial des exportations de matériel numérique de 2000 à 2008 (en %) .....	40
<b>Tableau 4:</b> Décomposition de la croissance sur longue période pour la France .....	45
<b>Tableau 5:</b> Décomposition de la croissance pour la France par sous périodes .....	47
<b>Tableau 6:</b> Décomposition de la croissance sur longue période pour l'Etats-Unis.....	48
<b>Tableau 7:</b> Décomposition de la croissance par sous période pour l'Etats-Unis .....	50
<b>Tableau 8:</b> Comparaison générale pour la France et les Etats-Unis.....	52
<b>Tableau 9:</b> Teste de stationnarité pour l'Etats-Unis .....	55
<b>Tableau 10:</b> Teste de stationnarité pour la France .....	56
<b>Tableau 11:</b> Résultat de l'estimation des paramètres du modèle pour l'Etats-Unis .....	57
<b>Tableau 12:</b> Résultat de l'estimation des paramètres du modèle pour la France .....	59

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1 :</b> Etapes de la Révolution Industrielle .....	25
<b>Figure 2 :</b> Résumé de la théorie de la croissance endogène .....	34
<b>Figure 3:</b> Contribution des facteurs et de la PTF à la croissance de la France.....	45
<b>Figure 4:</b> Contribution des facteurs et de la PTF à la croissance des Etats-Unis.....	49

# **SOMMAIRE**

## **INTRODUCTION**

## **PARTIE I : CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUELLE DE L'ECONOMIE NUMERIQUE ET LA CROISSANCE ECONOMIQUE**

### **CHAPITRE I : CONCEPT THEORIQUE RELATIF A LA NOTION DE L'ECONOMIE NUMERIQUE**

**Section 1.** Revue théorique de l'économie numérique

**Section 2.** Les Révolutions Industrielles et le progrès technique

### **CHAPITRE II : CONCEPT THEORIQUE DE LA CROISSANCE ECONOMIQUE**

**Section 1.** Théorie de la croissance exogène

**Section 2.** Théorie de la croissance endogène

## **PARTIE II : ANALYSES EMPIRIQUES DE LA CONTRIBUTION DE L'ECONOMIE NUMERIQUE A LA CROISSANCE ECONOMIQUE DANS LE PAYS DEVELOPPE**

### **CHAPITRE I : ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'ECONOMIE NUMERIQUE DANS LE PAYS DEVELOPPE**

**Section 1.** Situation actuelle de l'économie numérique dans le pays développé

**Section 2.** Contribution de l'économie numérique à la croissance des pays  
développés

### **CHAPITRE 2. ETUDE DE CAS EN UTILISANT LE MODELE DE CROISSANCE DE SOLOW**

**Section 1.** Modèle de croissance de Solow

**Section 2.** Approche de la comptabilité de la croissance

**Section 3.** Analyse économétrique de la contribution de l'économie numérique  
à la croissance

## **CONCLUSION GENERALE**

## INTRODUCTION

Au cours des deux dernières décennies, la révolution technologique qui s'est produite dans le monde a contribué à faire émerger à l'échelle planétaire une nouvelle économie dite numérique qui est aujourd'hui au cœur de la croissance et de la compétitivité des pays et des entreprises. C'est une ère spécialement caractérisée par l'avènement de ce que nous appelons l'économie numérique. L'avènement de l'économie numérique a engendré de profonds changements dans la société surtout sur le plan économique. Cette évolution rapide de la technologie rend le monde plus prospère et plus solidaire. D'ailleurs, la diffusion massive et rapide de l'internet et du téléphone mobile qui font partie des technologies numériques constitue une révolution majeure. En effet, l'évolution de la filière de la Technologie de l'Information et de la Communication et du numérique est un fort vecteur de croissance et d'innovation qui stimule l'économie numérique.

L'émergence de l'économie numérique, qui a connu des développements considérables, constitue un levier de la croissance économique, du développement d'un pays, des gains de productivité et l'élévation des niveaux de vie. Ainsi, cette nouvelle économie a entraîné une nouvelle organisation de l'activité économique en transformant les processus de production, de distribution et de consommation, mais aussi les relations sociales ainsi que de mode de vie des citoyens. L'utilisation de ces technologies permet une plus grande efficacité dans la réalisation des nombreuses tâches comme la recherche, collecte et traitement de l'information. Pareillement, l'économie numérique contribue énormément à l'amélioration des conditions de travail dans le quotidien des agents économiques et l'accès accru aux technologies numériques offre aujourd'hui plus de choix et de commodité. Les technologies numériques comme l'internet, les téléphones mobiles et tous les autres outils servant à recueillir, stocker, analyser et partager des informations sous une forme numérique se sont répandues rapidement. Ainsi, l'économie numérique englobe le secteur des télécommunications, de l'informatique et de l'électronique, mais aussi le commerce et les médias numériques.

L'ouverture à la communauté mondiale de ces dites « économie numérique » a modifié dans sa totalité la structure même du pays du monde notamment : social, économique et politique. En effet, la numérisation de l'économie pouvait avoir une incidence positive sur les gains de productivité et elle constitue un levier puissant de transformation des économies, des métiers et des usages. C'est certainement le cas aux États-Unis, où la numérisation a été

menée de manière plus effective que dans la plupart des pays européens, le processus de numérisation a contribué entre 1995 et 2005 à une forte croissance de la productivité.

La méthode la mieux adaptée pour l'élaboration de ce mémoire serait celle dite « *méthodes positive* »<sup>1</sup> étant donné que nous cherchons à comprendre l'apport de l'économie numérique dans l'économie des pays du monde et surtout sa contribution sur la croissance économique. De plus, le recours aux observations préétablies à l'issue d'études et d'enquêtes menées par divers organismes compétents habilités à produire des données d'ordre statistique a été nécessaire.

Compte tenu des transformations apportées par l'économie numérique sur la vie, les affaires et l'économie mondiale, une question se pose : En quoi l'économie numérique constitue-t-elle un facteur de la croissance économique dans les pays développés ?

L'objet de la présente étude est de répondre à ces questions en apportant une contribution à l'évaluation des effets de l'économie numérique. Pour ce faire, nous avons rassemblé les éléments quantitatifs pour évaluer à la fois le poids de l'économie numérique dans le PIB et la contribution de l'économie numérique à la croissance du PIB. La contribution de l'économie numérique sur la croissance est à la fois directe et indirecte. La contribution directe est constituée par l'accumulation du capital numérique dans l'économie et la contribution repose sur les gains de productivité.

Le fait d'avoir choisi comme thème de recherche « **La contribution de l'économie numérique à la croissance économique** » relève précisément du cadre des enjeux économiques contemporains du développement.

Cette mémoire vise à montrer les résultats des études menées par la contribution de l'économie numérique à la croissance économique en utilisant des ouvrages relatifs à l'économie numérique, des rapports, des revues, des données statistiques, et des documents utiles. Dans une première partie, nous présentons les revues théoriques de l'économie numérique et de la croissance économique. Dans une seconde partie, l'étude se consacre sur la mesure de la contribution du capital numérique à la croissance du PIB à l'aide de la décomposition de croissance et du modèle économétrique qui s'appuie sur le modèle de croissance de Solow.

---

<sup>1</sup>**Méthode positive**: une méthode de recherche d'informations en science sociale essayant de comprendre les faits économiques en cherchant à établir des théories permettant de fournir des explications et de formuler une prévision sur les conséquences probables d'une modification des variables économiques dont ces théories doivent impérativement être à la fois attestées et vérifiées par rapport à la réalité.

# **PARTIE I: CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUELLE DE L'ECONOMIE NUMERIQUE ET LA CROISSANCE ECONOMIQUE**



# **CHAPITRE 1. CONCEPT THEORIQUE RELATIF A LA NOTION DE L'ECONOMIE NUMERIQUE**

## **Section 1. Revue théorique de l'économie numérique**

L'économie numérique est un concept très en vogue depuis quelques temps dans le monde surtout dans ces dernières années. Elle anime aujourd'hui beaucoup de débats et de discussions dans les Pays développés. Après la mécanisation, l'électricité et l'informatique, l'économie numérique représente la quatrième phase de la révolution industrielle. Elle joue un rôle fondamental pour assurer notre croissance économique et est devenue un puissant levier de développement économique et social des pays et territoires.

### **A. LES MOTS DU NUMÉRIQUE**

Pour comprendre le fonctionnement de l'économie numérique, il est nécessaire de préciser techniquement et lexicalement les mots : internet, web, applications ainsi que les plates-formes afin de clarifier la notion numérique.

#### **1. L'Internet**

L'internet est un réseau de télécommunication internationale reliant des ordinateurs à l'aide des protocoles TCP (Transmission Control Protocol) et IP (Internet Protocol) élaborés par Vinton Cerf et Robert Khan. Il sert de support à la transmission de nombreuses données comme les fichiers informatiques, le courrier électronique et le Web. De même, c'est le réseau informatique mondial accessible au public. Le réseau internet est un réseau dont l'intelligence est située aux extrémités, dans les machines qui y sont connectées<sup>2</sup>.

L'Internet naît d'un programme militaire dans les laboratoires des Universités Américaines. Le premier réseau reposant sur le routage de paquets, qui est l'ancêtre de l'Internet, apparaît en 1969. Le développement de l'Internet intéresse donc avant tout la communauté scientifique, qui découvre peu à peu les nouvelles possibilités de communication et d'échanges d'informations offertes par la mise en réseaux des ordinateurs. L'évolution de l'internet a pour ambition initiale de relier tous les ordinateurs du monde. Aujourd'hui,

---

<sup>2</sup> ERHEL C., RAUDIERE L., (2011). *Rapport d'information sur la neutralité l'internet et des réseaux*, n° 3336. pp.13 et 17. <http://www.assembleenationale.fr/13/pdf/rap-info/i33336>. (Consulté le 13.09.2016)

Internet connecte plus de 2,5 milliards d'individus, alors qu'il n'y avait que quelques centaines de milliers d'internautes il y a moins de vingt ans.<sup>3</sup>

## 2. Le World Wide Web

Le Web<sup>4</sup> est un système hypermédia public fonctionnant sur Internet et qui permet de consulter des pages mises en ligne dans des sites. Le Web a initialement été développé au sein de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) par les équipes de Tim Berners-Lee et Robert Cailliau. Le Web est l'interface graphique de l'Internet, un hypermédia permettant de diffuser des informations sous forme de texte, d'image, de son sur le réseau Internet. Le web permet aussi de consulter des pages accessibles sur des sites avec un navigateur.

L'accès au Web se fait par l'intermédiaire d'un logiciel notamment le navigateur comme Microsoft Internet Explorer, Firefox, Google Chrome, Opera. L'identification d'un site web nécessite de connaître son URL (Uniform Resource Locator) ou adresse web, qui détermine sa localisation sur le réseau. Chaque page web est établie dans un langage informatique spécifique, appelé HTML (Hypertexte Mark-up Language), qui permet de décrire le contenu d'un document et d'y intégrer des hyperliens. Enfin, le dialogue entre le client, par exemple un navigateur, et le serveur web est assuré par le protocole de communication HTTP (Hypertext Transfer Protocole).

L'apparition des moteurs de recherche, comme Yahoo ou Google, indexant des milliards de pages, a facilité l'appropriation du Web à la fin de l'année 1990. Le développement de l'ADSL au début des années 2000, puis l'essor des haut et très haut débits conjugués à la multiplication des supports personnels ont permis le déploiement du Web 2.0 qui « repose sur un ensemble de modèles de conception : des systèmes architecturaux plus intelligents qui permettent aux gens de les utiliser, des modèles d'affaires légers qui rendent possibles la syndication et la coopération des données et des services. Le web 2.0 c'est le moment où les gens réalisent que ce n'est pas le logiciel qui fait le web, mais les services » selon la définition proposée par Tim O'Reilly<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> Internet propose aujourd'hui trois types de service fondamentaux : le courrier électronique, l'échange de Fichiers via le protocole FTP (File Transfer Protocol) et le Web.

<sup>4</sup> ERHEL C., RAUDIÈRE L., 2014, *Rapport d'information sur le développement de l'économie numérique française*, n°1936. pp 14 et 15

<sup>5</sup> Tim O.R, "What is web 2.0", 30 septembre 2005.

Le Web 2.0 a profondément transformé l'attitude des internautes via les blogs ou les wikis<sup>6</sup>, ces pages pouvant être modifiées par les utilisateurs successifs, dont l'exemple le plus célèbre est Wikipédia, créé en 2001. L'une des conséquences essentielles de l'essor du Web 2.0 est la décision, par ces entreprises, d'abandonner une partie de la production de contenu aux utilisateurs, ceux-ci devenant ainsi co-développeurs des sites.

### **3. Les applications**

L'application<sup>7</sup> est un ensemble de logiciel utilisé par les utilisateurs pour effectuer une ou plusieurs tâches dans le domaine informatique. On distingue les applications informatiques, les applications web et les applications mobiles.

Tout d'abord, les applications informatiques les plus courantes et les plus populaires sont le traitement de texte (Word), le tableur (Excel), les outils graphiques (Photoshop, Publisher), les jeux vidéo, navigateur web, lecteur multimédia etc.

Ensuite, les applications web, qui se différencient des sites web, sont utilisées par le biais d'un navigateur web notamment des applications de messageries électroniques (Gmail, Hotmail), des moteurs de recherche (Google, Yahoo), des applications de commerce électronique (l'application Amazon, l'application PriceMinister), les jeux en ligne ou les réseaux sociaux (Facebook, Instagram).

Enfin les applications mobiles constituent un troisième type d'application s'apparentant à un logiciel installé sur un terminal mobile connecté, tels que Smartphones ou tablettes. Il peut s'agir d'applications basiques (calendrier) installées automatiquement sur l'appareil, ou, depuis 2008, d'applications téléchargées par chaque utilisateur depuis une plate-forme de distribution gérée directement par l'entreprise assurant le système d'exploitation du terminal concerné (App store, Google Play, Windows Phone store, BlackBerry, App world, etc.) contrairement aux applications web.

---

<sup>6</sup> Le mot « wiki » trouve son étymologie dans l'expression hawaïenne wiki wiki, qui signifie « rapide ».

<sup>7</sup> ERHEL C., RAUDIÈRE L., *Le développement de l'économie numérique française*, Rapport d'information déposé par la commission des affaires économiques

#### 4. Les plates-formes

Les plates-formes sont les infrastructures de l'économie numérique. La notion de plate-forme est centrale dans la constitution de l'économie numérique. On connaît le fameux couple Wintel (Windows-Intel) qui a cadencé l'innovation de la micro-informatique dans les années 1980-1990. Le PC a formé la plate-forme d'applicatifs permettant à ses utilisateurs d'assurer un nombre croissant de tâches. Puis le navigateur- moteur de recherche lui a succédé dans un environnement de plus en plus connecté à cette première plate-forme. Donc, les plates-formes logicielles constituent un élément essentiel du numérique, en ce qu'elles sont la condition du développement d'une application.

Une plate-forme fournit aux développeurs les ressources leur permettant de concevoir leur application. Le développeur accède à ces ressources (données, algorithmes, outils logiciels, système d'exploitation, etc.), par le biais d'une interface de programmation, l'API<sup>8</sup>. Une plate-forme se distingue également d'une application par le fait que ses concepteurs n'ont aucune idée de l'usage qui sera fait de leur produit. Comme le soulignent Henri Verdier et Nicolas Colin<sup>9</sup>, « opérer une plate-forme et opérer une application sont deux métiers très différents. Une plate-forme exige une parfaite maîtrise des enjeux d'architecture logicielle, une API documentée, l'effort d'animation d'une communauté de développeurs, la capacité à tenir la charge et à garantir la disponibilité, l'intégrité et la sécurité des ressources. Une application exige des efforts considérables de compréhension d'un marché cible ». Prenons l'exemple de la société Gartner qui a annoncé que le nombre de téléchargements d'applications dépasserait 100 milliards d'applications en 2013, et atteindrait 268 milliards en 2017, générant un revenu de 77 milliards de dollars<sup>10</sup>.

La plate-forme est donc au cœur des stratégies de croissance, en se situant au fondement de nouveaux services et de nouveaux produits. C'est pourquoi l'un des enjeux du numérique est, pour les entrepreneurs, de parvenir à constituer les plates-formes du futur et, pour les entreprises traditionnelles, de se muer en plates-formes. L'un des enjeux principaux pour nos économies est d'identifier et de construire les plates-formes de demain.

---

<sup>8</sup> Application Programming Interface.

<sup>9</sup> Ouvrage précité.

<sup>10</sup> <http://www.gartner.com/newsroom/id/2592315>. Consulté le 15.09.2016  
<http://www.gartner.com/newsroom/id/2654115>. Consulté le 15.09.2016

## **B. L'ECONOMIE NUMERIQUE**

L'émergence de l'économie numérique entraîne un bouleversement de la vie économique dans le monde. L'application du numérique qui se caractérise par l'apparition de la technologie et de l'informatique occupe une place très importante dans le cadre de la production et ainsi que la consommation d'un bien. L'accès sur la numérique facilite alors le processus de production et améliore la circulation des fruits de production. A partir des années 90, l'économie numérique est un concept très en vogue en ce moment-là, beaucoup de débats et discussions sont animés par cette nouvelle approche, suite à l'utilisation des divers usagers et suite à l'évolution des appellations des différents auteurs<sup>11</sup>.

### **1. Contexte historique**

L'« Economie numérique » est une évolution de la « Nouvelle Economie » des années 90<sup>12</sup>. L'économie numérique contemporaine n'a que vingt ans, elle est née de la décision des pouvoirs publics américains d'ouvrir Internet à des applications civiles, alors que les ordinateurs personnels se multipliaient dans les entreprises et les foyers. Internet et, plus tard, le Smartphone ont donné naissance à de nouvelles manières de produire et de consommer, qui gagnent progressivement tous les secteurs.

En fait, le concept « Economie numérique » est le résultat d'un long processus qui a débuté dans les années 90. Ce concept a progressivement mué pendant presque trois (3) décennies pour enfin prendre sa dimension ainsi que son aspect tel que nous le connaissons prendre actuellement. Trois grandes phases ont marqué cette évolution dont successivement : en premier lieu, la « Nouvelle Economie » au début des années 1990, puis le concept s'est transformé en « Economie de l'information et du savoir » et enfin la dernière transformation telle qu'elle se présente de nos jours l'« Economie numérique ».

Pour mieux apprécier l'évolution dans le temps du champ d'application ainsi que de son importance dans ce monde contemporain globalisé, il est nécessaire de passer en revue ces trois concepts précédemment cités ci-dessus.

---

<sup>11</sup> Nicolas Colin et al. « Economie numérique », Notes du conseil d'analyse économique 2015/7 (n° 26)

<sup>12</sup> Avocat français, auteur de l'ouvrage « Le Nouvel Ordre Numérique » - Odile Jacob 1999

## a. La Nouvelle Economie

Le terme «Nouvelle Economie », lié intimement à l'informatique que l'on a appelé la « bulle internet » pendant plusieurs années, était apparu dans les années 1990. Le contexte de l'époque était surtout marqué par le développement fulgurant de nombreuses sociétés de services en informatique, appelées SSII (Sociétés de Services et d'ingénierie Informatique)

Ces entreprises parviennent quasiment en phase de démarrage, contre toute logique du management des organisations, à s'introduire en bourse. Ce fut le début du phénomène des « start-up » et des « stock-options »<sup>13</sup>. C'était l'époque où le lancement d'une entreprise ne nécessitait quasiment aucun apport en capital du fait que d'importants moyens financiers ont été mis à leur disposition sans véritable contrôle ni contrepartie exigée en retour. C'était ce qui caractérisait ce concept dit de « Nouvelle Economie ».

Cette appellation « nouvelle économie » n'était pas sortie de nulle part, elle avait commencée avec l'avènement des réseaux numériques sous le terme « autoroutes de l'information ». Ils avaient commencé leur essor dans les années 1950 et 1960 avec la cybernétique ; puis dans les années 1970 et 1980, des embryons de réseaux entre universités ou entre sites militaires s'étaient développés. C'est dans les années 1990 que tout bascula. En 1993, sortit Netscape Navigator, le premier navigateur internet grand public, qui ouvrait les portes d'un monde virtuel.

A commencé par le code « http » qui ne comptait que 130 sites, très rapidement, en quatre ans, le nombre de sites explosa très rapidement dont Amazon en 1995, Google en 1998, et bientôt eut lieu la bataille autour des « portails d'information », on parla alors de « nouvelle économie », de Vivendi et de Jean-Marie Messier<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> **Start-up** (ou jeune pousse au sens littéral) : signifie une jeune entreprise (une société qui démarre) innovante présentant une forte potentialité en termes de croissance, faisant souvent l'objet de levée de fonds, signifie également des entreprises encore en construction et plus précisément non encore lancées au niveau du marché commercial du fait de son état encore en phase dite « expérimentale ». Cette phase plus ou moins longue correspond entre autres au développement du produit, du test, de l'idée, voire de la validation de la technologie ou du modèle économique mis en œuvre.

Cf. lien descriptif : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Startup> Consulté le 05.07.2016

**Stock-option** (ou option sur titres) : c'est une forme de rémunération variable allouée par une entreprise, entrant dans les composantes de la rémunération globale dans le sens d'une rétribution incitative à moyen terme. S'agissant souvent d'une option d'achat dont l'actif sous-jacent est l'action de l'entreprise employant. C'est un système permettant à des dirigeants ainsi qu'à des salariés d'une entreprise donnée de pouvoir acheter des actions de celle-ci à une date déterminée et à un prix fixé et connu à l'avance. Il présente l'avantage de stimuler et d'inciter des employés dans le sens à agir pour faire monter le cours de l'action de leur entreprise.

Cf. lien descriptif : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Stock-option> Consulté le 05.07.2016

<sup>14</sup> Cette historique sur l'apparition du terme « la nouvelle économie » est issue de l'introduction dans l'ouvrage de FABRICE F., MICHELLE D., MARION M., « *la face cachée du numérique* », éditions l'échappée, 2013

## **b. L'Economie de l'information et du savoir**

Concernant « l'Economie de l'information et du savoir », son origine remonte au Sommet Mondial de la Société de l'Information (SMSI) qui s'est réalisé en deux phases dont à Genève en 2003 et Tunis à 2005. Ce sommet, organisé par les Nations Unies par le biais de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT), a jeté les bases d'une Economie de l'information et du savoir.

Le fait est que dans la déclaration de principe de 2003, il a déjà été fait mention d'une aspiration des peuples du monde de *« développer une société de l'information dans laquelle chacun a la possibilité de créer, d'obtenir, d'utiliser, et de partager l'information et le savoir et dans laquelle les individus, les communautés et les peuples puissent ainsi mettre en œuvre toutes leurs potentialités en favorisant leur développement durable et en améliorant leur qualité de vie, conformément aux buts et aux principes de la charte des Nations Unies ainsi qu'en respectant pleinement et en mettant en œuvre la Déclaration universelle des droits de l'homme »*<sup>15</sup>.

À partir de 2003, en s'appuyant sur le SMSI, toutes les Nations avec des fortunes diverses se sont lancées dans la course pour construire leur Economie de l'information et du savoir. Des investissements colossaux ainsi que des plans d'actions nationaux cohérents avec les objectifs déclinés dans l'« Agenda de Tunis », autrement dit, la feuille de route issue lors de la seconde étape du SMSI.

En relation avec les actions menées, le bon comportement du secteur des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), même pendant la crise financière et économique mondiale après 2008, a permis d'élargir de nouveau le concept pour ainsi donner cette appellation actuellement d'« Economie numérique ».

## **2. L'Economie numérique**

Le développement de l'économie numérique est crucial parce que l'économie numérique entraîne le développement et la croissance des autres secteurs d'activités. Autrement dit, le secteur de l'économie numérique représente le secteur le plus dynamique de l'économie mondiale surtout dans la plupart des pays développés. De ce fait, l'essor de l'économie numérique constitue un moteur de croissance, d'innovation et d'augmentation de la productivité dans le monde. En plus l'évolution sans cesse des nouvelles technologies

---

<sup>15</sup> SMSI, *Déclaration de principes – Construire la société de l'information: un défi mondial pour le nouveau millénaire*, Genève, 2003.

transforme les activités quotidiennes d'échange d'information et de consommation des individus.

En vérité, l'économie numérique est une expression qui couvre des réalités très différentes selon les auteurs et cette appellation a évolué au cours des années. D'ailleurs, le terme économie numérique renvoie d'une manière réductrice au commerce électronique laissant de côté d'autres composantes telles que les services, les infrastructures et la technologie et le marché numérique regroupe les technologies de l'informatiques (ordinateurs, téléphones, lecteurs, GPS,...) et les services de communication (réseaux sociaux, ventes en ligne,...)<sup>16</sup>.

L'économie numérique ne se limite pas au secteur des produits ou services en lien avec les technologies de l'information et de la communication parce que le numérique constitue l'une des composantes fondamentales de la troisième révolution industrielle, touchant tous les secteurs de l'économie. Ce dernier devient numérisé d'où le terme d'« économie numérique » qui serait plus approprié.

#### **a. Définition de l'économie numérique**

Les définitions de l'économie numérique sont abondantes et souvent imprécises. Dans tous les cas, elles font référence aux entreprises et aux personnes utilisatrices du contenu et des technologies numériques omniprésents dans leurs activités quotidiennes, de même qu'au secteur des TIC. Elles font aussi référence aux tendances mondiales actuelles qui facilitent la compréhension de l'économie numérique.

Selon **Laurent Cohen Tanugi** : *« la nouvelle économie de l'information et de la communication, qui regroupe les télécommunications, l'audiovisuel et les industries de l'information, tous secteurs qui sont recomposés par le phénomène de la convergence numérique et par les normes IP »*.

L'**INSEE** assimile l'économie numérique aux technologies de l'information et de la communication (TIC), et en particulier aux secteurs producteurs. Selon l'INSEE, le secteur des TIC regroupe les entreprises qui produisent des biens et services supportant le processus de numérisation de l'économie, c'est-à-dire la transformation des informations utilisées ou fournies en informations numériques (informatique, télécommunications, électronique).

---

<sup>16</sup> BROUSSEAU E., CURIEN N., « Introduction : économie d'internet, économie du numérique », 2001.



Le **MEDEF**<sup>17</sup> (Mouvement des Entreprises de France) propose une définition plus large étant donné que l'ensemble des secteurs d'activités en dépendent, à savoir : l'économie numérique est « *l'ensemble des secteurs basés sur les technologies de l'information et des télécommunications, que ce soit en production ou en usage* ».

Selon la définition de l'**ACSEL** : « *l'économie numérique comprend le secteur des télécommunications, de l'audiovisuel, du logiciel, de l'Internet et les secteurs qui les utilisent en tant que cœur ou support de leur activité. Toutes les activités qui utilisent un support numérique sont donc concernées. L'économie numérique résulte de l'interaction d'un grand nombre d'intervenants* »<sup>18</sup>

On trouve la définition du Secrétariat d'Etat à l'économie numérique, l'économie numérique est composée des secteurs suivants : télécommunications, audiovisuel, logiciel, services informatiques, services en ligne.

Pour l'**OCDE**<sup>19</sup> (Organisation pour le Coopération et le Développement en Europe), l'économie numérique englobe le secteur des « *télécommunications, notamment l'internet, le haut débit et les mobiles, ainsi que la convergence entre les secteurs de radio-télédiffusion et du câble, et les services de télécommunications plus traditionnels* ».

En effet, ces différentes définitions embrassent des réalités à la fois diverses et variées selon le point de vue des auteurs auxquels nous y faisons référence; d'autant plus que cette dénomination a énormément évolué au fil des années. C'est un concept qui prend en compte l'ensemble des secteurs d'activités s'appuyant sur les TIC, producteurs comme utilisateurs avec des objectifs pouvant être beaucoup plus élargis que le seul fait d'accroître leur productivité.

De ce fait, l'économie numérique est l'ensemble des biens et services qui sont fournis ou échangés sur les réseaux électroniques et les technologies numériques. Ainsi, en parlant de l'économie numérique, c'est de s'intéresser au secteur de la télécommunication, de l'informatique, de l'électronique, des services sur internet, des médias numériques et de leurs offres. En bref, d'une manière très simple, l'économie numérique par analogie à l'économie

---

<sup>17</sup> MEDEF: une organisation patronale créée en 1998, représentant des dirigeants des entreprises françaises dont le siège se trouve au « 55 avenue Bosquet 75007 à Paris »

<sup>18</sup> ACSEL (Association de l'économie numérique), *Les Indicateurs de l'Economie Numérique*, Edition 2009, Bilan 2008, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Association-pour-le-commerce-et-les-services-en-ligne>

<sup>19</sup> OCDE. (2005). *Mettre les TIC à profit dans l'économie numérique*, Politiques de l'information et des communications, nov. 2005.

ordinaire est celle qui se déroule sur internet. Sa naissance est consécutive à certaines mutations sociales, technologiques, politiques. Puis le secteur du numérique désigne le secteur d'activité économique relatif aux TIC et à la production et à la vente de produits et services numériques<sup>20</sup>.

### **b. Caractéristiques de l'économie numérique**

En tant qu'économie spécifique et singulière, l'économie numérique présente plusieurs caractéristiques<sup>21</sup>. Tout d'abord, elle connaît une concurrence sans précédent et devient monopoleur comme le Microsoft qui reste le leader mondial des éditeurs de logiciels. Ainsi, compte tenu de la place occupée par l'économie numérique, la domination de ce dernier rend difficile l'entrée de nouveaux concurrents sur le marché.

En plus, l'économie numérique est aussi caractérisée par la coproduction et la coconception. C'est ce qui complique la limite entre les producteurs et les consommateurs qui contribuent indéniablement à la production de nouveaux services et à la consommation des services numériques

En outre, l'économie numérique se singularise aussi par des marchés organisés autour des plates-formes multi faces qui présentent trois caractéristiques majeures selon Rochet et Tirole : la plate-forme d'échange (place de marché électronique comme EBay, Amazon,...) ; la plate-forme d'audience qui sert à attirer les internautes afin de vendre cette audience aux potentiels annonceurs comme Yahoo, Google, Figaro, Messenger,... ainsi que la plate-forme d'exploitation qui fournit à l'utilisateur l'accès à des applications diverses: système d'exploitation, Windows,...

## **3. La numérisation de l'économie et le travail**

Le concept de « numérisation de l'économie » renvoie à différentes significations, évoluant dans le temps, au rythme des avancées technologiques. Dans les années 1990, les experts parlaient des Nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC). Aujourd'hui, la numérisation désigne les transformations qui s'annoncent avec le développement des technologies reposant sur l'exploitation d'une masse considérable, et sans cesse croissante, de données informatisées (Big Data), qu'il s'agisse de textes, de sons,

---

<sup>20</sup> LEMOINE., ZAJAC M., « *L'impact de l'économie numérique* », Sociétal n°71, 1<sup>er</sup> trimestre 2011.

<sup>21</sup> Agence des initiatives numériques (AEC), *Numérisation de l'économie et économie numérique: Entre destruction et création de valeurs*, première édition, vendredi 4 décembre 2009.

d'images, etc. Ces technologies ont déjà des effets perceptibles dans nos vies, via les logiciels et autres applications que nous utilisons quotidiennement sur nos ordinateurs ou nos téléphones pour nous aider dans de nombreuses tâches.

#### **a. La numérisation de l'économie**

La numérisation de l'économie<sup>22</sup>, c'est la transformation des informations utilisées ou fournies en informations numériques (Informatique, télécommunications, électronique). La numérisation de l'économie n'est pas un phénomène nouveau. Elle est en cours depuis plusieurs décennies. De plus, la révolution apportée par la numérisation de l'économie remplacera aussi les cerveaux de l'être humain ainsi que de remplacer beaucoup de mains et de bras.

De nombreux emplois consacrés à des tâches routinières ont été presque remplacés par le secteur de la haute technologie: les transactions bancaires deviennent informatisées, les chèques sont traités par la lecture optique, et les centres d'appel utilisent des logiciels pour raccourcir la durée de conversation entre client et employé. Les librairies et disquaires ont disparu dans des nombreuses villes.

Aujourd'hui grâce à la numérisation de l'économie, les administrations publiques peuvent diffuser des appels d'offres sous forme électronique pour lesquelles les entreprises intéressées pourront télécharger un dossier de « candidature » et répondre par la même voie en toute sécurité, et en respectant la procédure légale. D'ailleurs, la numérisation donne aussi plusieurs avantages comme le gain de temps, coût moindre (papier,...), pas de déplacement et permet d'élargir l'offre à un plus grand nombre d'entreprises.

D'ailleurs, la réalisation des achats en ligne est de plus en plus fréquent aujourd'hui, l'achat en ligne devient primordial que les paiements soient sécurisés afin d'acquérir la confiance des consommateurs. Le moyen de paiement en ligne, c'est la carte bancaire en s'assurant de l'identité de l'e-commerçant comme de donner son nom, le numéro de la carte bancaire. Lors du paiement en ligne, le consommateur doit s'assurer que l'URL dans la barre d'adresse commence par HTTPS et qu'un cadenas fermé s'affiche dans la barre du navigateur. En 2001, un nouveau moyen de paiement apparaît. Il s'agit de l'e-carte bleue pour que le consommateur qui aura téléchargé le logiciel de sa banque puisse effectuer une seule

---

<sup>22</sup> Christophe DEGRYSE (2016), *Les impacts sociaux de la digitalisation de l'économie*, working paper 2016.02

opération bancaire en ligne. Aujourd'hui, il existe un nouveau mode de paiement en ligne mis en place par Paypal. Les internautes créent un compte Paypal ce qui leur permet ensuite d'effectuer des achats en ligne sans divulguer leur numéro de carte bancaire pour chaque opération.

## **b. Transformation numérique du travail**

La révolution numérique implique un changement considérable dans le monde du travail. Elle marque l'arrivée de méthodes de conception, de production, de collaboration, qui est aussi des méthodes de pensée, de travail, d'organisation dans l'entreprise. De plus, l'essor récent des plateformes numériques tend à modifier les formes de travail et plusieurs emplois sont menacés par la numérisation de l'économie qui peut être conduire vers un chômage massif.

La diminue évidemment le nombre d'emplois de ceux qui peuvent être remplacées par les ordinateurs et robots. L'ordinateur remplace aisément l'homme pour certaines tâches notamment les tâches routinières qui ont un risque très fort d'être remplacées. Les difficultés ne sont donc pas les mêmes pour un ordinateur et un humain. L'ordinateur est beaucoup plus rapide et plus fiable dans les tâches logiques et prévisibles. Il arrive aujourd'hui grâce à la Machine Learning à gérer des situations imprévues, pourvu qu'il ait suffisamment de données lui permettent de reconnaître la structure du problème. En revanche, moins flexible que le cerveau humain, il ne sait pas toujours résoudre des problèmes auxquels un enfant de cinq ans aurait la réponse<sup>23</sup>. Le mariage entre le Big Data et la robotisation annonce désormais une nouvelle économie et un nouveau monde du travail.

La numérisation réduit la demande de tâches manuelles et répétitives. Dans le même temps, elle augmente la demande de certaines tâches peu qualifiées et qualifiées ainsi que celle de compétences interpersonnelles et en résolution de problèmes. La numérisation soulève des interrogations sur la capacité qu'a la technologie de remplacer les emplois. Des estimations basées sur l'évaluation des compétences des adultes montrent que 9 % des emplois en moyenne présentent un risque élevé d'automatisation alors que pour 25 % d'autres emplois, 50 % des tâches seront considérablement modifiées par l'automatisation. La numérisation ouvre la voie à de nouvelles formes d'organisation du travail en facilitant l'adéquation entre les travailleurs et les tâches. La numérisation donnera de nouvelles

---

<sup>23</sup>TIROLE J., « *Economie du bien commun* », édition Presses Universitaires de France, mai 2016.

opportunités à beaucoup, mais elle posera des défis à d'autres, avec le risque d'accroissement des inégalités pour l'accès aux emplois, leur qualité et les perspectives de carrière<sup>24</sup>.

La numérisation change le monde du travail, les nouvelles technologies changent la nature du travail et les parcours professionnels. La numérisation est vue comme un facteur clé qui influencera l'avenir du travail au cours des prochaines décennies. La puissance informatique toujours croissante, le Big Data, la pénétration de l'Internet, l'intelligence artificielle (IA), l'Internet des objets et les plateformes en ligne font partie des développements qui changent radicalement les perspectives des types d'emplois nécessaires dans le futur. Cela a nourri un débat sur le risque d'une plus grande précarité du travail, d'une inégalité croissante et même d'un « chômage technologique » de masse<sup>25</sup>. L'automatisation a conduit au remplacement d'une part considérable des emplois répétitifs, quel que soit le niveau de compétences (OCDE, 2013). En plus, la demande de main-d'œuvre pour les emplois hautement qualifiés non répétitifs a considérablement augmenté. Ces emplois nécessitent souvent de travailler sur la base d'informations nouvelles, et impliquent des compétences interpersonnelles et la résolution de problèmes non structurés.

L'idée de « chômage technologique » a déjà été mise en avant par Keynes dans son essai sur les « Perspectives économiques pour nos petits-enfants » (Keynes, 1931). Les progrès technologiques risquent non seulement d'entraîner la suppression de certains types spécifiques d'emplois, mais pourraient également entraîner une baisse de l'emploi global. Non seulement les tâches répétitives continueront d'être automatisées, mais aussi des tâches cognitives qui étaient considérées comme non automatisables. Certaines estimations fondées sur les tâches caractéristiques de chaque profession suggèrent que près de la moitié de tous les emplois pourraient être remplacés par des ordinateurs ou des algorithmes au cours des 10 à 20 prochaines années aux États-Unis et dans d'autres pays avancés<sup>26</sup>. Une grande part des emplois ont un faible risque d'automatisation complète, mais ils comportent une proportion importante entre 50 % et 70 % de tâches automatisables selon l'OCDE. Ces emplois ne disparaîtront pas totalement, mais une large part de ces tâches pourrait transformer radicalement la façon dont ces emplois sont effectués.

Mais, en revanche, le risque de chômage technologique massif peut être éloigné pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le nombre de nouveaux emplois directement créés par le

---

<sup>24</sup> OCDE, « Automatisation et travail indépendant dans une économie numérique », SYNTHÈSES SUR L'AVENIR DU TRAVAIL, Mai 2016

<sup>25</sup> [www.oecd.org/employment/futur-of-work.html](http://www.oecd.org/employment/futur-of-work.html) Consulté le 20.09.2016

<sup>26</sup> Frey et Osborne, 2013

secteur de la haute technologie ne permette pas forcément de compenser complètement les emplois supprimés, de nouveaux emplois sont susceptibles d'apparaître parallèlement au développement des applications technologiques et à l'expansion d'autres secteurs<sup>27</sup>. Ensuite, les estimations relatives à l'automatisation des emplois s'appuient généralement sur la possibilité théorique que la technologie entraîne la suppression des emplois existants. Enfin, même si le besoin de main-d'œuvre est moindre dans un pays en particulier, cela peut se traduire par une réduction du nombre d'heures travaillées, et pas nécessairement par une baisse du nombre d'emplois, comme l'ont constaté de nombreux pays européens au cours des dernières décennies<sup>28</sup>. Même si le risque de chômage technologique peut être écarté, des suppressions d'emploi et des modifications de la structure des professions auront lieu et variera d'un pays à l'autre. Ces changements peuvent avoir un impact négatif sur les travailleurs qui ne sont pas en mesure de faire la transition vers les nouveaux emplois.

## **Section 2. Les révolutions industrielles et le progrès technique**

Les siècles des grandes découvertes ont commencé entre le XVIII<sup>e</sup> siècle et le XIX<sup>e</sup> siècle, ce sont les siècles qui marquaient le début de l'ère moderne en rapportant de la connaissance des phénomènes qui indiquait des tournants dans l'existence de l'homme et aussi un siècle charnière dans l'histoire mondiale qui marque l'ère de l'industrialisation et de la croissance économique: c'est le début de la révolution industrielle. La révolution industrielle gagne tout le continent Européen en commençant par l'Angleterre. La révolution industrielle est le passage d'une économie traditionnelle, de faible croissance, fragile, à une économie moderne.

Cette évolution n'a été possible que par la continuation et le renforcement des progrès technique engagés au niveau de la production agricole et industrielle. En d'autre terme, la révolution industrielle représente une profonde transformation des sociétés sous l'effet des progrès techniques qui concernent tout d'abord le domaine de l'agriculture puis dans le domaine industrielle et après dans l'économie globale. Il n'y a pas de révolution industrielle sans changements techniques, c'est-à-dire il y a une relation étroite entre la révolution industrielle et le progrès technique.

---

<sup>27</sup> Berger et Frey, 2016, OCDE, 2015b

<sup>28</sup> Spiezia et Vivarelli, 2000

## **A. REVOLUTION INDUSTRIELLE VERS LA REVOLUTION NUMERIQUE**

Actuellement, nous vivons une révolution numérique, où Internet et les technologies de l'information et de la communication transforment tous les champs de l'activité humaine. L'explosion de l'innovation via les TIC est un facteur de prospérité et de progrès social partout. Tous nos modèles d'innovation, de production et de distribution qui remontent à l'ère industrielle ont changé par l'arrivée du numérique, alors que la révolution numérique domine l'activité économique et bouleverse l'économie mondiale. La séquence historique qui se produit dans tous les pays du monde devient alors évidente. Alors, la première grande révolution est la révolution machinique de la Renaissance et la révolution mécanique de l'ère industrielle qui représente la révolution industrielle. Et la deuxième grande révolution, c'est la révolution numérique que nous sommes en train de vivre aujourd'hui. Ce que toutes ces révolutions ont en commun, c'est qu'elles opèrent un changement complet de système technique, c'est-à-dire le passage d'un système technique ancien à un système technique nouveau.

### **1. La révolution industrielle**

Depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle, la révolution industrielle, qui s'est produite et débuté en Grande Bretagne, désigne une longue période de transformation de mode de production et entraîne divers bouleversements dans le domaine de l'industrie et de l'économie. Ces changements survenus brusquement ont changé la vie économique et sociale des pays qui sont maintenant devenus des pays développés. La révolution industrielle se caractérise par le passage d'une société à dominance agraire à une société industrielle. Le terme « révolution industrielle » désigne la transformation du système productif de la société principalement agraire et artisanale vers une société industrielle dont les conséquences affectèrent profondément l'agriculture, l'économie, la politique, la société et l'environnement.

Pour mieux comprendre la révolution industrielle qui s'est produite dans le monde, il est nécessaire d'expliquer tout d'abord la première révolution industrielle apparaît à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, ensuite la deuxième à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle aux Etats-Unis et en Allemagne et enfin la troisième révolution industrielle.

#### **a. La première révolution industrielle**

L'invention de la machine-outil vers le milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle au Grande-Bretagne, où une révolution technique a fait naître la première révolution industrielle. Autrement dit,

l'extraction massive du charbon permet l'invention de la machine à vapeur et fait émerger de nouvelles industries, notamment textiles. En d'autre terme, l'utilisation de la machine à vapeur et la fabrication du fer a entraîné des progrès dans le domaine de l'industrie métallurgique et des changements spectaculaires dans le domaine du transport avec la construction des chemins de fer. Par ailleurs, le travail de la fonte progresse, des métaux nouveaux apparaissent, l'industrie métallurgique puis sidérurgique favorise la construction des ponts puis, au milieu du XIXe siècle, le développement du chemin de fer.

Bref, la première révolution industrielle se caractérise par l'emploi du charbon consommé par les machines à vapeur, par la prépondérance des industries textiles et sidérurgiques.

### **Révolution de la vapeur :**

- **Energie dominante:** la vapeur
- **Pôles de croissance:** textile, chemin de fer
- **Principales découvertes:**
  - Machine à vapeur (1769)
  - Locomotive à vapeur (1814)
  - Machine à filer (1779)
  - Derrick de pétrole (1859)

### **b. La deuxième révolution industrielle**

A la fin du XIXe, une deuxième révolution industrielle apparaît en Allemagne et sur la côte Est des Etats-Unis. La deuxième révolution est marquée par la révolution technique et scientifique. Elle repose sur l'emploi du charbon complété par d'autres sources ou formes d'énergie comme la houille blanche puis électricité thermique, produits pétroliers. Par ailleurs, l'extraction du pétrole puis l'invention de l'électricité permettent d'adapter les matériaux en vogue tels que l'acier et l'aluminium à des industries de pointe. De plus, le secteur automobile explose en Europe et dans quelques Etats de l'Est des Etats-Unis. Les industries motrices de cette seconde révolution sont les industries métallurgiques, mécaniques et chimiques.

### **Révolution de l'électricité :**

- **Energie dominante:** électricité, pétrole
- **Pôles de croissance:** électricité, automobile, électroménager,...
- **Principales découvertes:**
  - Dynamo (1871)
  - Réfrigérateur (1922)



- Téléphone (1876)
- Automobile (1881)
- Avion (1903)
- Machine à laver (1930)
- Télévision (1936),...

### c. La troisième révolution industrielle

L'expression troisième révolution industrielle<sup>29</sup> est popularisée par Jeremy REFKIN. Au cours du XXe siècle, aux Etats-Unis et au Japon, la troisième révolution industrielle explosait et marquait par l'utilisation généralisée des nouvelles technologies de l'information et des communications dans les secteurs économiques. De plus, l'électricité d'origine nucléaire motive la recherche et fait émergé des matériaux révolutionnaires et participe à la diffusion mondiale de nouveaux moyens de transmission comme l'internet. En plus, la troisième révolution industrielle se caractérise par l'utilisation accrue d'énergies nouvelles, c'est-à-dire l'électricité et nucléaire, par le développement de l'électronique et de l'informatique qui produisent des matériels de plus en plus performants et miniaturisés (Silicon Valley en Californie).

#### Révolution informatique :

- **Energie dominante:** nucléaire
- **Pôles de croissance:** NTIC : informatique, télécommunication, robotique, multimédia,...
- **Principales découvertes:**
  - Ordinateur (fin des années 40)
  - Transistor (1941)
  - Laser (1954)
  - Satellite commercial (1962)
  - Microprocesseur Intel (1971)
  - CD-Audio (1979)
  - Logiciel multimédia (1995),...

Bref, une révolution industrielle signifie une amélioration de l'industrialisation et chaque fois qu'il y avait révolution industrielle dans un pays, il y a toujours une croissance économique forte et une amélioration du bien-être des individus. Elle amène aussi le progrès technique et les technologies pour améliorer le processus de production.

---

<sup>29</sup> Conseil d'Analyse Économique(CAE), *La société de l'information*, CURIENET N., PIERRE-ALAIN M.

## **2. La révolution numérique**

La révolution numérique ouvre une nouvelle révolution industrielle. La révolution numérique comporte de nouvelles usines intelligentes caractérisées par une communication continue et instantanée entre les différents outils et postes de travail intégrés dans les chaînes de production et d'approvisionnement et capables d'une adaptabilité accrue dans la production et d'une affectation plus efficace des ressources. Les technologies de l'information et des communications et les technologies numériques contribuent à accélérer, à l'échelle planétaire, le rythme de l'innovation et la diffusion de nouveaux biens et services. Entre autres, elles transforment les façons de faire, concourent à l'émergence d'une économie numérique et conduisent à de nouvelles activités économiques. Aujourd'hui, elles sont au cœur de la croissance et de la compétitivité des entreprises et des organisations<sup>30</sup>.

### **2-1. La quatrième révolution industrielle**

Aujourd'hui, nous traversons la quatrième révolution industrielle qui modifie radicalement de notre vie tous les jours. Après l'introduction de l'électronique et des technologies de l'information (TI) associées à la troisième révolution industrielle, la révolution numérique évoque l'entrée rapide et massive des technologies numériques dans tous les domaines et dans la vie quotidienne. La révolution numérique est essentiellement associée à l'industrie 4.0 ou à la quatrième révolution industrielle, par laquelle les technologies numériques s'intègrent au cœur des processus industriels et des modèles d'affaires.

La quatrième révolution industrielle se définit comme la convergence des technologies du « numériques », des biotechnologies, et de la physique de l'infiniment petit<sup>31</sup>. Ainsi, la quatrième révolution industrielle désigne une nouvelle façon d'organiser les lieux de production caractérisée par une interconnexion des machines entre elles via internet mais aussi entre elles et l'extérieur comme les clients, partenaires, autres sites de productions.

En plus, elle désigne aussi le recours de plus en plus courant aux imprimantes 3D, découpe laser, machine-outil à commande numérique. Il y a une crainte de la perte d'emplois, remplacés par ces nouvelles machines-outils. C'est la vague technologique qui faite de

---

<sup>30</sup> OLIVIER MOREAU, *La révolution industrielle*, septembre 2014.

<sup>31</sup> C'est la définition donné dans le rapport 2016-2017 du World Economic Forum, page 52.

numérique, mais aussi de robotique, d'internet industriel, d'automatisation, d'ordinateurs surpuissants, de biotechnologies déferle sur l'économie du monde<sup>32</sup>.

## **2-2. Les principales découvertes marquants cette période**

Après la première révolution industrielle, qui est l'avènement de la machine à vapeur, et la deuxième révolution: l'électricité, chaîne de montage, ainsi que la troisième révolution qui est l'électronique et robotique, arrive la quatrième révolution industrielle qui combinera plusieurs facteurs à l'œuvre. Ainsi, la quatrième révolution industrielle est la révolution digitale (Kowalski 2015) faite des développements des technologies de l'information, couplées avec l'intelligence artificielle, le big data, l'internet des objets, l'impression 3D et la robotique ainsi que les biotechnologies.

### **a. Internet des objets**

L'internet des objets est «un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et sans fil, d'identifier et de communiquer numériquement avec des objets physiques afin de pouvoir mesurer et échanger des données entre les mondes physiques et virtuels »<sup>33</sup>.

### **b. Big data**

Selon le CGSP (Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective), le Big Data se définit comme la capacité de traitement de masses de données, et regroupe l'ensemble des technologies, infrastructures et services permettant la transformation des données en informations et des informations en connaissances. Au cœur de ce domaine se trouvent l'analyse et le traitement automatisé des données et informations, et donc l'intelligence artificielle.

Le Big Data<sup>34</sup> se caractérise par la problématique des 3V :

- Vitesse : la vitesse à laquelle les données sont traitées simultanément
- Variété : l'origine variée des sources de données qui arrivent non structurées (formats, codes, langages différents...)
- Volume : le poids total des données collectées.

---

<sup>32</sup> SOPHIE EUSTACHE, *L'usine 4.0 : la révolution numérique*, mars 2014.

<sup>33</sup> Pierre Jean BENGHOZI, *L'internet des objets*, <http://books.openedition.org/editionsmsm/84> Consulté le 13.12.2016

<sup>34</sup> Big data. Disponible sur [www.axiodis.com](http://www.axiodis.com) Consulté le 13.12.2016

### **c. Impression 3D**

L'impression 3D ou impression tridimensionnelle ou fabrication par addition: est un procédé de fabrication d'un objet solide en trois dimensions de pratiquement n'importe quelle forme à partir d'un modèle numérique. Elle est obtenue à l'aide d'un processus additif, où les couches successives de matériaux sont fixées dans des formes différentes<sup>35</sup>.

### **d. Intelligence artificielle**

L'Intelligence Artificielle (IA) est la science dont le but est de faire par une machine des tâches que l'homme accomplit en utilisant son intelligence. L'Intelligence Artificielle est apparue en 1956<sup>36</sup>.

### **e. Robotique**

La robotique est l'ensemble des techniques permettant la conception et la réalisation de machines automatiques ou de robots. L'ATILF définit le robot comme: « appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, un tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique et domestique »<sup>37</sup>.

Bref, la révolution numérique apporterait alors plus de liberté aux uns, plus d'asservissement aux autres; plus de collaboration aux uns, plus de concurrence aux autres; plus de partage aux uns, plus de précarisation aux autres. Éviter ce risque est au cœur des enjeux syndicaux de la révolution numérique et des batailles sociales à venir.

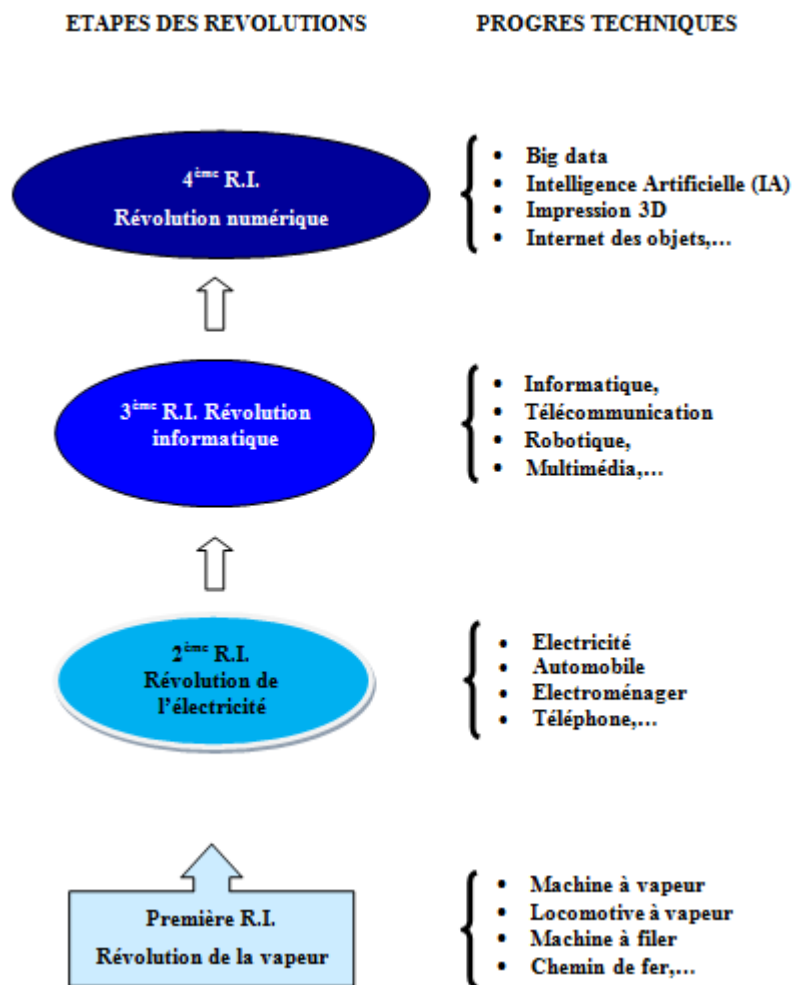
---

<sup>35</sup> Disponible sur [https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_printing](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing) Consulté le 13.12.2016

<sup>36</sup> Disponible sur <http://www.normalesup.org/pastre/IA.pdf> Consulté le 13.12.2016

<sup>37</sup> Définition de robotique sur le site de l'ATILF, [www.atilf.fr](http://www.atilf.fr).

**Figure 1 : Etapes de la Révolution Industrielle**



Source : Tiré du magazine de la RTS GEOPOLITIS : la quatrième révolution industrielle

## **B. LES PROGRES TECHNIQUES**

A la lumière de ces théories de la croissance, le progrès technique s'avère nécessaire pour avoir une croissance élevée et durable. Les progrès techniques résultent de l'application des découvertes scientifiques dans l'industrie et donc dans le système productif. Ils représentent une nouvelle manière de produire qui conduit vers l'accroissement de la production bien que les facteurs de production restent inchangés. Il se manifeste soit sous forme d'innovation technique, soit sous forme d'apparition de nouvelle industrie. De plus, le progrès technique serait en réalité à la fois une cause et une conséquence de la croissance. Autrement dit, la croissance provoque l'accumulation du progrès technique qui elle-même entraîne la croissance. Mais d'où vient ce progrès technique et en quoi ce progrès technique peut être un

facteur de croissance économique en présentant le lien entre productivité globale des facteurs et progrès technique ?

### **1. Origine du progrès technique**

Le progrès technique<sup>38</sup> est la principale source de la croissance économique. Il se traduit par des innovations dans les activités économiques qui ont avoir des effets cumulatifs traduisant par des gains de productivité diffusant leurs effets sur la croissance économique et sur l'ensemble de circuit économique par plusieurs canaux comme une baisse du prix de vente pour les producteurs, augmentation des salaires et accroissement du profit de l'entreprise qui conduit vers la hausse du pouvoir d'achat des ménages et stimulation de la demande. En plus, le progrès technique représente l'amélioration des techniques qui sont utilisées dans un processus de fabrication, ou qui concernent l'informatique. Il peut être aussi défini l'ensemble des éléments qui permettent d'améliorer les méthodes de production et d'accroître la productivité et correspond à l'ensemble des découvertes scientifiques et techniques qui permettent d'améliorer l'efficacité global des facteurs de production.

Le progrès technique va trouver ses origines dans les découvertes: identification des substances, d'un fait ou d'un phénomène ignoré jusque-là et la mise à jour de relations inconnues entre des phénomènes. Cette découverte permettra l'invention de nouveau produit ou de nouveau procédé. L'émergence d'une application industrielle ou commerciale de l'invention génère l'innovation. La découverte et l'invention sont souvent les résultats des investissements en Recherche-Développement effectué par des entreprises ou administrations publiques. Les innovations peuvent être divisé en deux types bien distinctes : d'une part, il y a les innovations procédés qui correspondent à l'apparition de nouvelles techniques, méthodes de production ou de vente et d'autre part les innovations des produits qui correspondent à l'apparition des produits nouveaux ou encore un produit déjà existant mais incorporant une nouveauté. Autrement dit, le progrès technique peut concerner les produits, les procédés de fabrication ou les modes d'organisation. Dans le cas de produits, le progrès technique apparaît à travers la mise au point de nouveaux produits. Il peut s'agir de produits ou consommations intermédiaires. Par exemple, les fibres optiques ont remplacé progressivement le cuivre et l'aluminium dans les communications. Dans le cas des modes d'organisation, le progrès technique touche le système de production dans son ensemble comme l'Organisation Scientifique du Travail de Taylor (OST). Dans le cas des procédés de fabrication, le progrès

---

<sup>38</sup> Saint PAUL AJACCIO, *Progrès technique et croissance*, novembre 2016.

technique prend la forme de nouveaux équipements à savoir la robotisation, la Production assistée par Ordinateur (PAO).

## 2. Le progrès technique et la croissance économique

J.A. Schumpeter dans « *Business Cycles* » publiant en 1939 va mettre en évidence une relation entre progrès technique et croissance économique. Selon lui, l'introduction de l'innovation majeure qui va être suivie d'un flux d'innovation secondaire appelé « grappe d'innovation » conduit vers la croissance. Pendant toute cette période, des nombreuses emplois vont être créés, le pouvoir d'achat des ménages va s'améliorer, la confiance s'installe, les banques accordent des crédits. L'économie entre alors dans une phase d'expansion<sup>39</sup>.

Selon Schumpeter, c'est l'arrivée de la concurrence qui va expliquer la crise économique, ainsi les profits vont diminuer. De ce fait, les entreprises vont être obligées de licencier et certaines entreprises vont donc tomber en faillite. De même, elles ne pourront pas payer leurs crédits, et c'est le système bancaire tout entier qui risque d'être menacé : c'est la période de récession. La récession ne prendra fin qu'avec l'introduction de la nouvelle innovation et grappe d'innovation. Ainsi, l'économie entre dans un nouveau cycle.

Cette analyse affirme que le capitalisme est un système instable caractérisé par l'alternance des phases d'expansion, de crise, de récession, de reprise qui vont générer un processus appelé la destruction créatrice. La destruction créatrice se définit comme la destruction permanente des éléments périmés et la création permanente d'élément neuf, c'est-à-dire de la nouvelle innovation.

La théorie de Schumpeter permet d'expliquer les cycles de Kondratiev qui sont des cycles longs compris entre 50 et 80 ans. A chaque cycle de type Kondratiev correspondrait un ensemble d'innovation comme la machine à vapeur et coton, ensuite le chemin de fer et métaux puis l'électricité, chimie, moteur à explosion et enfin le pétrole et l'automobile en rajoutant l'innovation des procédés comme par exemple l'introduction de fordisme et de la production de masse en France expliquerait une partie de l'expansion correspondant aux trente glorieuses. L'arrivée de l'informatique et de la NTIC explique aussi le progrès technique qui conduit vers la croissance économique.

---

<sup>39</sup> Liens entre la croissance économique et le progrès technique, disponible sur <http://www.leprofduweb.com> consulté le 20.12.2016.

Jusqu'aux années 80, la croissance économique est expliquée par les facteurs exogènes, c'est-à-dire extérieurs aux systèmes dont le progrès technique fait partie. Ainsi, le progrès technique se réconcilierait comme tombé du ciel et expliquerait la croissance économique. Ce sont les entrepreneurs qui, en introduisant en permanence les nouvelles innovations, contribuerait donc à la croissance économique.

A partir des années 80, les théories de la croissance vont connaître à nouveau grâce à Paul ROMER qui définit la croissance endogène. Selon cette approche, certaines activités génèrent des externalités positives, c'est-à-dire qu'elles profiteraient non seulement à leurs utilisateurs mais également à l'ensemble de l'économie. Par exemple, la construction d'une route fait partie des profits non seulement à ces utilisateurs mais également aux entreprises qui vont pouvoir gagner en temps et améliorer ainsi leur productivité. Ainsi, le progrès technique est un processus endogène parce qu'il s'appuie sur un autre type d'externalité positive. L'accumulation de savoir-faire et des connaissances par les générations précédentes ainsi que les différents effets d'apprentissage vont permettre de favoriser la croissance. La croissance économique serait donc en processus auto-entretenue grâce aux effets positifs de différentes externalités.

Ces nouvelles théories de la croissance mettent à jour des activités à rendements croissants grâce aux externalités positives qu'elles génèrent. Elles réhabilitent également le rôle de l'Etat dans l'économie. L'Etat doit intervenir dans le domaine où le privé ne peut pas intervenir pour favoriser les infrastructures comme la construction des routes. Ensuite, l'Etat peut également encourager la mise en place de la circulation de l'information et des autres activités. En plus, l'Etat peut également intervenir dans les dépenses d'éducation en accélérant le processus d'accumulation de savoir-faire et en privilégiant les dépenses de recherche et développement.

### **3. Le progrès technique et la productivité globale des facteurs**

Des économistes, tels que Robert Solow, ont cherché à mettre en évidence les sources de la croissance économique à long terme à partir d'une fonction de production. Si la croissance économique peut s'expliquer par une hausse de la quantité des facteurs de production (croissance extensive), une partie importante de la croissance économique ne résulte ni de la quantité de travail ni de la quantité de capital, cette partie de la croissance étant qualifiée de « résidu ». Ce résidu qui est expliqué par la qualité de la combinaison du travail et du capital



dans la production, c'est-à-dire l'efficacité du travail, du capital et de leur combinaison, est appelé la productivité globale des facteurs (PGF).

La PGF<sup>40</sup> est donc un indicateur qui, à partir d'une fonction de production, mesure l'efficacité des facteurs de production plus précisément le rapport entre la quantité produite et la quantité de facteurs de production utilisés, et qui correspond à la part de la croissance économique qui n'est pas imputable à l'évolution des quantités de travail et de capital mis en œuvre ou « résidu ». Lorsque la croissance d'un pays repose en grande partie sur l'amélioration de la PGF, on parle alors de croissance intensive.

Pour Solow, la PGF est la mesure du progrès technique dans une économie. En effet, le progrès technique désigne l'ensemble des innovations qui entraînent une transformation des moyens et méthodes de production, de l'organisation du travail, des produits et des marchés, et des structures de l'économie. Le progrès technique permet, avec une même quantité de capital et de travail, de produire plus. Il permet donc l'amélioration de la productivité et de l'efficacité de la combinaison productive, c'est-à-dire de la PGF<sup>41</sup>.

Alors, le progrès technique est l'ensemble des innovations permettant d'accroître l'efficacité des facteurs de production. La productivité globale des facteurs représente le progrès technique incorporé dans la production. La production résulte en effet non seulement de la combinaison des facteurs de production mais aussi du progrès technique. L'augmentation de la production résulte donc de l'augmentation de la quantité des facteurs de production (capital et travail) et de l'accroissement de leur efficacité, c'est-à-dire de l'évolution de la productivité globale des facteurs due au progrès technique. La productivité globale des facteurs (PGF) est donc souvent assimilée au progrès technique. En fait, le progrès technique est le principal composant de la PGF mais elle comprend aussi tout ce qui permet d'améliorer les facteurs de production.

Les différentes formes d'investissement vont permettre l'accumulation des différentes formes de capital ayant des effets positifs sur la productivité globale des facteurs et donc la croissance économique. Les investissements matériels en capital physique permettent la mise en œuvre de machine plus performante incorporant du progrès technique. Les investissements en capital humain améliorent la productivité des travailleurs et permettent dans cette main

---

<sup>40</sup> Hervé GUYOMARD, *Progrès technique et productivité totale des facteurs*, 1989, pp. 81-87

<sup>41</sup> *Les sources de la productivité globale des facteurs*, disponible sur <http://www.leprofdweb.com> consulté le 20.12.2016.

d'œuvre d'utiliser un capital physique plus performant. Les investissements en Recherche-Développement débouchent sur des innovations qui permettent des gains de productivité et permettent de développer le capital technologique. Les investissements publics qui alimentent le capital public permettent également d'avoir une main d'œuvre plus productive. Le développement des infrastructures publiques, de la recherche publique permettent également des gains de productivité et réduisant les coûts des entreprises. Les différentes formes de capital interagissent se renforcent l'une l'autre et cumulent leurs effets sur la productivité global des facteurs et la croissance économique. A son tour, cette dernière facilitera les investissements de matériel, humain, technologique, public et forment ainsi un cercle vertueux.

En conclusion, si la production augmente et que les quantités de facteurs utilisés sont les mêmes, alors cela signifie que c'est la PGF qui a permis cette augmentation, essentiellement grâce au progrès technique.

## CHAPITRE 2. CONCEPT THEORIQUE DE LA CROISSANCE ECONOMIQUE

La croissance est avant tout l'augmentation de la richesse des nations. Adam Smith a constaté que, dans l'économie marchande, pour obtenir la richesse, il faut mobiliser le travail et pour mobiliser le travail, il faut accumuler de capital. Adam Smith a utilisé ce même raisonnement sur le plan national. Contrairement, au concept mercantilisme et Keynésien, les richesses s'obtiennent à la mobilisation du travail, mais cette mobilisation du travail ne peut se faire que par le facteur monétaire. De cette théorie, beaucoup de pays font de la création monétaire pour se développer. La monnaie, avec un bon système et un Etat libre et souverain, joue un grand rôle au développement d'un pays.

Actuellement, la croissance économique a fait l'objet d'un accroissement de la production globale à long terme. Cette augmentation est un phénomène quantitatif, qui peut être mesurée en volume ou en valeur par des agrégats tels que l'augmentation du PIB (produit intérieur brut) ou du PNB (produit national brut). Cette croissance quantitative se traduit, notamment pour les ménages, par l'augmentation du niveau de vie, suite à l'évolution du rapport entre l'évolution des prix et l'évolution des revenus.

### Section 1. Théorie de la croissance exogène

Les théories traditionnelles de la croissance postulaient que la croissance de longue période est exogène<sup>42</sup>. C'est-à-dire que ses déterminants sont extérieurs à la sphère économique. Le débat portait essentiellement sur le caractère équilibré ou non de la croissance. Ainsi, nous aborderons successivement le point de vue de Harrod-Domar proposant l'un des modèles de croissance déséquilibrés les plus connus puis celui de Robert Solow qui propose un modèle de croissance équilibré.

#### 1. Le modèle de Harrod-Domar

Ce modèle considère que les facteurs de production qui sont principalement le travail et le capital sont complémentaires et selon eux, le progrès technique est neutre. Il postule aussi que l'épargne est indispensable à la croissance progressive du revenu en montrant que l'épargne permet l'investissement et ce dernier crée du capital qui est le déterminant principal de la croissance de la production. De ce fait, ce modèle envisage que pour développer un pays, il faut épargner davantage et faire un investissement productif. Mais, ce modèle constate que la croissance équilibrée accompagnée du plein emploi résulte que l'économie a une faible

---

<sup>42</sup> MONTOUSE M., « *Nouvelles théories économiques* », clés de lecture, Thèmes et débats

probabilité de se trouver dans un équilibre stable. Pour Harrod et Domar, la croissance est toujours instable, et peut s'accompagner d'un chômage durable. Seul l'Etat est capable de stabiliser la croissance de l'économie, en régulant la demande globale.

## **2. Le modèle de Solow**

En 1956, Solow apporte une réponse aux prédictions pessimistes de Harrod. Il construit un modèle qui engendre un déplacement au cours du temps de l'équilibre économique, le niveau d'activité devenant de plus en plus élevé. L'analyse de Solow attribue l'origine de la croissance par tête au montant de capital technique investi (machines, équipements, infrastructures). Lorsque l'investissement par tête dépasse le montant de la dépréciation du capital par tête existant, chaque travailleur dispose d'un équipement plus performant et peut produire davantage.

Toutefois, il a considéré que les rendements sont décroissants, c'est à dire lorsqu'on augmente le capital par tête, la production augmente mais pas de façon proportionnelle. Ainsi en augmentant le capital par tête, la production par tête augmentera aussi moins vite. La croissance par tête va cesser, c'est que Solow appelle l'état stationnaire.

Le modèle de Solow repose sur des hypothèses de type néoclassique: toute épargne est investie, les rendements sont décroissants, les facteurs de production sont substituables selon les coûts relatifs de l'un à l'autre. Le niveau de production d'un pays est déterminé par l'investissement par tête qui est effectué. Tant que le niveau d'état stationnaire n'est pas atteint, un investissement supplémentaire est toujours générateur de croissance économique. Entre deux pays, celui qui investit moins, a une croissance moindre.

Le modèle de Solow délivre un message optimiste: tous les pays qui font un effort d'investissement, sont susceptibles de connaître une croissance économique. A terme on se dirige vers une convergence, puisque tous les pays proches de leur état stationnaire connaissent, pour un taux d'investissement donné, une croissance plus faible que celles des pays qui en sont moins proches. Si tous les pays fonctionnent le long de la même fonction de production, aient accès à la même technologie et disposent un taux d'épargne semblable ; la croissance des pays les plus pauvres serait plus rapide que celle des pays les plus riches.

Par ailleurs, la décroissance de la productivité marginale du capital a tendance à limiter le processus de croissance. Seul le progrès technique permet de contrecarrer la

décroissance des rendements factoriels. Solow souligne la nécessité de prendre prise en compte du progrès technique dans la théorie de la croissance. Il l'introduit comme un facteur exogène provenant des données extérieures à la croissance : le progrès scientifique. Toutefois, même dans ce modèle enrichi, le progrès technique est tout simplement présumé exister.

Comme explication de la croissance économique, nous avons vu la fonction de production, la théorie de Solow qui lui intègre le progrès technique comme élément exogène. Voyons maintenant la théorie de la croissance endogène, cette théorie est très intéressante car elle est assez récente et adaptée aux problèmes actuels.

## **Section 2. Théorie de la croissance endogène**

Les nouvelles théories vont considérer que la croissance est endogène<sup>43</sup>, c'est-à-dire qu'elle est auto-entretenu. C'est la croissance qui va produire de nouveau de la croissance et ainsi dans ce cas-là, la croissance est endogène. En d'autre terme, dans cette théorie les progrès technique est endogène. Cela signifie que le progrès technique est le résultat de l'activité économique parce que les entreprises ont besoin de gain de productivité et face à la croissance, elles ont besoin d'améliorer leur rendement. Donc, elles vont intégrer de progrès technique et ce progrès technique va provoquer de la croissance qui elle-même de nouveau rendre nécessaire le nouveau progrès technique. Donc le progrès technique est endogène et il est dû à l'activité de l'économie. En plus, ce progrès technique génère des externalités positives qui signifient que le progrès technique va produire de phénomène favorable à l'ensemble de l'économie. Et ces nouvelles externalités vont améliorer encore la croissance.

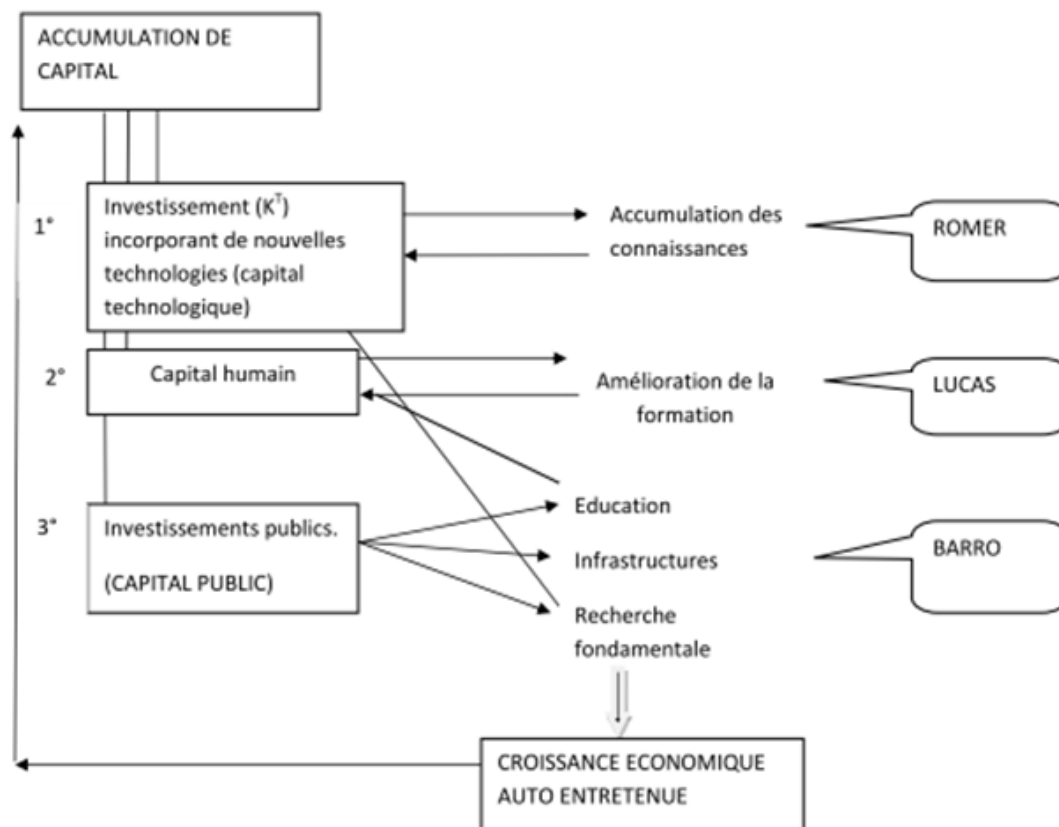
Ainsi, trois économistes ont développé la théorie de la croissance endogène: tout d'abord Paul ROMER, ensuite Robert LUCAS et enfin BARRO. Chacun d'eux a montré que l'accumulation du capital pouvait donner une croissance endogène.

La figure ci-dessous résume les théories de la croissance endogène avec ces principaux théoriciens.

---

<sup>43</sup> Théories de la croissance endogène disponible sur [www.cours.seko.com](http://www.cours.seko.com) consulté le 14.09.2016

**Figure 2 : Résumé de la théorie de la croissance endogène**



Source : [www.cours.seko.com](http://www.cours.seko.com) consulté le 14.09.2016

### 1. La croissance endogène selon ROMER

ROMER étudie les effets de l'accumulation des connaissances en fondant sur la théorie du « Learning by doing » formulée par Arrow en 1962. En fait, il s'agit essentiellement de l'investissement, celui-ci incorporant de nouvelles technologies donc du capital technologique donne naissance à des nouvelles connaissances. Autrement dit, le capital technique plus le capital technologique produisait une accumulation de connaissance. En effet, pour pouvoir utiliser ce capital technique et ce capital technologique, il faut acquérir de connaissances. Ainsi, les nouvelles connaissances donnent à nouveau de capital technologique encore plus moderne. Ce capital technologique plus moderne produira de nouvelles connaissances: c'est le phénomène endogène et donc bien de croissance endogène. En somme, la forte accumulation d'expérience et de savoir-faire qui donne naissance de nouvelles connaissances favorise la croissance économique.

## **2. La croissance endogène selon Robert LUCAS**

Robert Lucas insiste sur le capital humain. Il considère que le capital humain est un facteur endogène de la croissance. La croissance économique dépend en grande partie des efforts individuels et sociaux sur la formation en investissant dans l'éducation. En effet, il pense que si la formation s'améliore et les salariés sont bien formés par l'entreprise, il y a une productivité supérieure de ce salarié. Ainsi, ces salariés ont pourrai arriver à mieux travailler et il y aura encore une nouvelle formation à chaque fois qu'il y aura des nouvelles technologies et ainsi le capital humain va s'améliorer. Donc, ce capital humain va lui aussi provoquer des externalités positives parce qu'au fur et à mesure la formation s'améliore, ces salariés vont se repartir dans diverses entreprises et vont changer la vie de l'entreprise et y apportent avec leurs nouvelles améliorations des connaissances, leurs nouvelles formations qui pourra donner une amélioration généralisée du capital humain. Ainsi, il y aura d'abord une croissance endogène car ce capital humain se sera améliorés et cela va entrainer des externalités positives parce que cette amélioration produira des nouvelles améliorations dans l'ensemble de l'économie.

## **3. La croissance endogène selon BARRO**

BARRO insiste sur le capital public en démontrant que la dépense publique est directement productive et doit donc être considérée comme un des facteurs de la fonction de production. En effet, il pense que les investissements publics sont fondamentaux, essentiellement l'éducation. Autrement dit, la contribution du secteur public à la croissance comprend les dépenses d'éducation afin d'accroître le capital humain et la recherche-développement, mais aussi celles des infrastructures en matière de transport et de communication ainsi que la recherche fondamentale qui est le dernier point très important. L'éducation, l'infrastructure, la recherche fondamentale s'auto entretiennent aussi parce que plus d'éducation peut donner un capital humain plus élevé, plus d'infrastructure va améliorer l'économie et la recherche fondamentale va permettre d'avoir un capital supérieur. Donc, grâce à cette accumulation du capital technique, capital technologique, capital humain, capital public, la croissance économique va être une croissance autoentretenu. De plus, à l'aide des investissements publics, il est nécessaire d'améliorer l'infrastructure, de mettre plus de pourcentage de PIB dans la recherche fondamentale pour que la croissance devienne plus importante.

**PARTIE II : ANALYSES EMPIRIQUES DE  
LA CONTRIBUTION DE L'ECONOMIE  
NUMERIQUE A LA CROISSANCE  
ECONOMIQUE DANS LE PAYS  
DEVELOPPE**



## **CHAPITRE 1. ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'ECONOMIE NUMERIQUE DANS LE PAYS DEVELOPPE**

A la fin des années 1990 et au début des années 2000, la question de l'impact des secteurs de l'économie numérique sur la croissance économique et la productivité avait donné lieu à un grand nombre de débats et de publications. Ainsi, au cours de ce période, les progrès réalisés dans la capacité à mémoriser, le traitement et la transmission des données et de l'information numérisées ont permis la convergence aux secteurs de l'informatique, des télécommunications et de l'audiovisuel<sup>44</sup>. Le secteur de l'économie numérique est formé par les secteurs producteurs de matériels et équipements des technologies de l'information et de la communication ainsi que les services informatiques et de télécommunications.

Face à la réalité économique actuelle, l'économie numérique occupe une place très importante dans la croissance d'un pays surtout dans les pays développés. Pour estimer la contribution des secteurs de l'économie numérique à la croissance économique, on va prendre la France, les Etats-Unis.

### **Section 1. Situation actuelle de l'économie numérique dans les pays développés**

Dans la plupart des pays développés, comme en Amérique au cours des années 1995, la diffusion rapide des technologies numériques a contribué à l'accroissement de la productivité. Mais l'écart entre les Etats-Unis et l'Europe, et notamment la France, a perduré tant pour la croissance globale que pour l'importance des secteurs numériques dans l'économie.

Pour connaître la situation actuelle de l'économie numérique dans les pays développés, il est indispensable d'estimer préalablement la part de l'économie numérique dans les pays développés notamment les Etats-Unis, la France. De ce fait, la part de l'économie numérique décrit une situation mais elle ne fournit aucune indication sur le rôle de l'économie numérique dans la dynamique de croissance.

La part de l'économie numérique dans l'économie globale peut être appréciée tout d'abord par la part de la valeur ajoutée des secteurs numériques dans le produit intérieur brut (PIB), ensuite par la part des investissements dans le numérique notamment dans la recherche et développement (R&D) et enfin par la part de marché mondial des exportations de matériels numériques.

---

<sup>44</sup> «Aspects et enjeux de l'économie numérique», Céline ANTONIN, Economiste à l'OFCE

## **1. Part de la valeur ajoutée des secteurs de l'économie numérique dans le PIB**

Selon l'étude de Coe-Rexecode, l'accumulation du capital numérique et ses conséquences indirectes sur la productivité globale des facteurs ont représenté environ la moitié de la croissance constatée aux Etats-Unis et un peu moins du quart en France.

La mesure du poids de l'économie numérique dans l'économie globale est présentée tout d'abord par la part de la valeur ajoutée des secteurs de l'économie numérique dans le PIB en France, aux Etats-Unis. Ainsi, la part de la valeur ajoutée de l'ensemble des secteurs de l'économie numérique dans le PIB français se stabilise autour d'une valeur moyenne de 5,1 % entre 2002 et 2007 et de 7,9%<sup>45</sup> dans le PIB des Etats-Unis en décomposant la part de l'économie numérique en parts de la valeur ajoutée de l'industrie et des services informatiques et de télécommunications et des activités audiovisuelles dans le PIB de la France et des Etats-Unis. La phase de la forte croissance de la part de la valeur ajoutée de l'économie numérique aux Etats-Unis correspond à la diffusion des services de téléphonie mobile et d'accès Internet dans la population<sup>46</sup>.

---

<sup>45</sup> Voir Tableau 1

<sup>46</sup> Document de travail n° 24, Mai 2011, «L'économie numérique et la croissance: Poids, impact et enjeux d'un secteur stratégique» accessible sur [www.coe-rexecode.fr](http://www.coe-rexecode.fr)

**Tableau 1 : Décomposition de la part de l'économie numérique en parts de la valeur ajoutée**

<b>Pays</b>	<b>France</b>						<b>Etats Unis</b>					
<b>Année</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Télécommunication	2,03	2,06	1,97	1,91	1,88	1,77	2,90	2,77	2,79	2,70	2,61	2,66
Informatique	1,88	2,06	1,97	2,06	1,97	1,94	4,50	4,28	4,02	3,84	3,68	3,58
Autres secteurs	0,8	0,77	0,83	0,83	0,75	0,79	0,5	0,44	0,39	0,34	0,34	0,29
<b>Ensemble des secteurs hors activités audio</b>	<b>4,71</b>	<b>4,89</b>	<b>4,77</b>	<b>4,81</b>	<b>4,60</b>	<b>4,50</b>	<b>7,90</b>	<b>7,49</b>	<b>7,20</b>	<b>6,88</b>	<b>6,63</b>	<b>6,56</b>
Activités audiovisuelles	0,33	0,41	0,42	0,37	0,40	0,37	0,76	0,76	0,79	0,78	0,75	0,77
<b>Ensemble des secteurs numériques</b>	<b>5,04</b>	<b>5,30</b>	<b>5,19</b>	<b>5,18</b>	<b>5,00</b>	<b>4,87</b>	<b>8,66</b>	<b>8,25</b>	<b>7,99</b>	<b>7,66</b>	<b>7,38</b>	<b>7,33</b>
<b>Moyennes de l'ensemble des secteurs numériques</b>	<b>5,10</b>						<b>7,90</b>					

Source : Coe-Rexecode (Mai 2011, p.16)

## 2. Part des investissements dans le numérique

En premier lieu, la situation de l'économie numérique peut être appréhendée par la part de l'investissement en équipements et matériels numériques dans l'investissement total de l'économie. En prenant les Etats-Unis, ils investissent davantage en recherche et développement dans les secteurs de l'économie numérique qui s'élève à 55,7 milliards aux Etats-Unis alors que celui-ci s'élève à 22 milliards dans l'Union Européenne<sup>47</sup>. Les investissements en recherche et développement constituent un élément de différenciation et engendre une forte innovation ainsi que de progrès technologiques.

Ensuite, la part des investissements dans le numérique sur l'investissement total s'élève à 26% aux Etats-Unis en 2007, 16% en France. L'emploi dans le secteur numérique représente 2,8% de l'emploi total en France en 2008 et 4% de l'emploi total en Amérique. Cette comparaison montre que l'intensité numérique de l'investissement est toujours plus élevée aux Etats-Unis, et que cette intensité augmente à nouveau en 2007, alors qu'elle continue

<sup>47</sup> <http://www.coe-rexecode.fr> consulté le 16.08.2016

à diminuer en France. De ce fait, la France est nettement en décalage par rapport aux Etats-Unis.

**Tableau 2 : Part des investissements dans le numérique**

En %	France	Etats-Unis
<b>Part de l'économie numérique dans le PIB (au coût facteur)</b>	4,7	7,3
<b>Part de l'emploi du secteur numérique dans l'emploi total</b>	2,8	4,0
<b>Part des équipements numériques dans l'investissement total de l'entreprise</b>	16,1	26

Source : INSEE, EUROSTAT, BEA

A partir de ces différentes évaluations, les résultats obtenus permettent d'envisager la situation des pays développés face aux progrès de la nouvelle technologie notamment l'économie numérique. Autrement dit, ces différentes évaluations permettent de connaître les forces et les faiblesses de chacun des pays.

### **3. Part de marché mondial des exportations de matériels numériques**

La part de marché mondial des exportations de matériels numériques des Etats-Unis a diminué passant de 12,4% en 2000 à 5,5% en 2008 et pour la France, elle est passée de 3,8% en 2000 à 1,8% en 2008. Cela explique que les industries américaines et françaises perdent leurs parts de marché mondial des exportations de matériel numérique à cause de leur forte innovation en matière numérique.

**Tableau 3 : Parts de marché mondial des exportations de matériel numérique de  
2000 à 2008 (en %)**

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Etats-Unis</b>	12,4	11,5	9,1	7,5	6,5	6,2	5,7	5,8	5,5
<b>France</b>	3,8	3,4	3,1	2,8	2,6	2,3	2,4	1,9	1,8

Source : CHELEM base de données commerce international du CEPII

## **Section 2. Contribution de l'économie numérique à la croissance des pays développés**

D'après Antonin ARLANDIS, Stéphane CIRIANI et Gilles KOLEDA, la contribution de l'économie numérique est double, d'un côté il y a ce qu'on appelle la contribution directe qui est l'effet de l'augmentation du capital numérique en tant que facteur de production. D'autre côté, la contribution indirecte due au fait que l'accroissement du capital numérique a un effet positif sur les gains de productivité globale de l'économie

### **1. La contribution directe à la croissance**

La contribution directe de l'économie numérique à la croissance est expliquée tout d'abord par l'augmentation du capital numérique en tant que facteur de production. En effet, l'économie numérique s'est imposée par les technologies, les innovations des matériels, l'utilisation de l'internet, des réseaux directement dans le processus de production.

Ensuite, la contribution directe du capital numérique est la contribution du stock de capital numérique à la croissance telle qu'elle résulte de la décomposition du taux de croissance du PIB entre l'augmentation des volumes de facteurs et les gains de productivité globale.

Cette contribution présente aussi un effet qui est lié à l'augmentation de productivité des salariés. Autrement dit, une bonne formation des salariés à l'utilisation du numérique en entreprise augmente leur productivité grâce à la possibilité d'automatisation des tâches, qui conduisent à un gain de temps, à une amélioration de processus induisant l'amélioration de la productivité du travail. L'utilisation des technologies numériques dans le processus de production améliore la productivité du travail qui est un déterminant majeur de la croissance économique.

La contribution directe du stock de capital numérique à la croissance du PIB réel de l'économie représente la décomposition de croissance via du modèle de croissance de Solow pour estimer la contribution directe de chacun des stocks de capital numérique composant le stock de capital informatique, stock de capital de communication, stock de capital logiciels.

### **2. La contribution indirecte à la croissance**

La contribution indirecte du capital numérique est mesurée en estimant l'élasticité spécifique du taux de croissance de la productivité totale des facteurs au stock de capital numérique.

Pour mesurer la contribution indirecte du capital numérique à la croissance, il est nécessaire d'utiliser une estimation économétrique de l'effet de l'accumulation du capital numérique sur la croissance de la productivité globale des facteurs, de la même manière que Stiroh (2002), ou Van Ark et Inklaar (2005), qui proposent également des estimations de l'élasticité de la productivité globale des facteurs au capital numérique.

Pour cette contribution, la forte utilisation des technologies numériques entraîne une amélioration de la PTF qui est difficile à quantifier et à mesurer par l'usage des facteurs de production capital et travail. Elle est mesurée en estimant l'élasticité spécifique du taux de croissance de la PGF au stock de capital numérique. Autrement dit, la productivité totale des facteurs est la composante de la croissance non expliquée par les volumes des facteurs travail et capital. Elle reflète l'ensemble des autres paramètres qui influencent l'augmentation de la production à volume comme le progrès technique, et l'innovation, etc.

La contribution indirecte de l'économie numérique à la croissance peut être appréciée par l'utilisation des modèles économétrique en effectuant plusieurs estimations économétriques des élasticités des facteurs de production à partir de la modèle de croissance de Solow de type Cobb-Douglas. L'estimation d'une fonction de production permet d'obtenir la valeur d'une élasticité de long terme pour le capital numérique, et permet aussi de mesurer l'effet de l'accumulation des facteurs de production sur le taux de croissance de l'économie.

Bref, la contribution totale du secteur de l'économie numérique à la croissance du PIB réel se compose de la contribution directe du capital numérique au PIB et de la contribution indirecte du capital numérique à la productivité globale des facteurs.

## CHAPITRE 2. ETUDE DE CAS EN UTILISANT LE MODELE DE CROISSANCE DE SOLOW

De nombreux auteurs se sont intéressés à la question de l'impact de TIC sur l'économie qui conduit à mesurer la contribution de l'économie numérique à la croissance économique. De plus, les études sur la contribution de l'économie numérique ont cherché à résoudre le Paradoxe de Solow<sup>48</sup>. À la suite de l'implantation des ordinateurs surtout dans les entreprises en 1980, Solow a indiqué que cela n'avait pas l'effet escompté sur la productivité. Après, certains phénomènes ont permis d'expliquer ce paradoxe comme la difficulté de mesurer l'utilisation de certaines technologies et le délai temporel des effets de l'implantation des TIC<sup>49</sup>.

Pour mesurer la contribution des secteurs numériques à la croissance, nous partons d'une représentation classique de la fonction de production de Solow ou le modèle de croissance de Solow qui explique le Produit Intérieur Brut par la quantité de travail, par le stock de capital numérique et non numérique ainsi que par la productivité totale des facteurs (PTF). L'objet de cette seconde partie était de déterminer la contribution des secteurs de l'économie numérique à la croissance du PIB en France, aux Etats-Unis par l'utilisation de la décomposition de la croissance et du modèle économétrique qui se base sur le modèle de Solow.

### Section 1. Modèle de croissance de Solow

En 1956, Robert Solow a inventé le modèle de croissance économique qui constitue le modèle de référence en science économique. Le modèle de croissance de Solow sert à identifier les déterminants de la croissance économique (Y). Selon ce modèle, la croissance économique peut venir de trois composantes: les deux facteurs de production, le capital physique (K) et le travail (L), ainsi que la productivité totale des facteurs ou le progrès technique (A), communément appelé le résidu de Solow.

$$Y = A K^{\alpha} L^{\beta}$$

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + \varepsilon_t$$

- Y représente le PIB réel,
- A représente le progrès technique et correspond à la productivité globale des facteurs,

<sup>48</sup> « We could see computers every where but in the productivity statistics. » où les ordinateurs sont partout, sauf dans les statistiques sur la productivité.

<sup>49</sup> <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistique/science-technologie-innovation/index.html>

- $K$  : stock de capital
- $L$  : facteur travail
- $\alpha$  et  $\beta$  sont les élasticités du facteur capital et du facteur travail au PIB réel de l'économie.

Ainsi pour étudier la contribution de l'économie numérique sur la croissance économique, il existe deux principales approches qui s'appuient sur le modèle de croissance de Solow: tout d'abord la comptabilité de la croissance ou la décomposition de la croissance puis l'approche économétrique. Mais l'importance de cette contribution varie selon l'approche et les données utilisées.

## **Section 2. Approche de la comptabilité de la croissance**

L'approche de la comptabilité de la croissance vise à décomposer la croissance en s'appuyant sur certaines hypothèses. Selon la comptabilité de la croissance, le coefficient d'élasticité de chaque facteur de production est égal à sa part dans le revenu ou dans la production. Autrement dit, si le coefficient d'élasticité du capital est de 0,3 par exemple, cela signifie que si on augmente de 1 % le stock de capital, la production totale augmente de 0,3%. De même, cela veut dire aussi que 30% de la production provient du stock de capital. La faiblesse de cette approche est qu'elle permet d'observer les tendances à un niveau agrégé, mais non de les expliquer.

De plus, la technologie peut favoriser l'efficacité de travail. Ainsi, le travailleur a la capacité à produire grâce à la technologie. Pour estimer l'efficiency de travail, il est nécessaire d'utiliser la comptabilité de croissance à partir de  $K$  et  $L$ .

### **1. La méthodologie de la décomposition de la croissance**

Pour déterminer la contribution des secteurs numériques à la croissance, nous partons d'une représentation de la fonction de production de type Cobb Douglas qui explique le Produit Intérieur Brut par la quantité de travail, le stock de capital productif ainsi que par la productivité totale des facteurs (PTF). La productivité totale des facteurs est la composante de la croissance non expliquée par les volumes des facteurs travail et capital comme le progrès technique, innovation, etc.



## 1-1. La décomposition de la croissance pour la France

Cette décomposition est consacrée à l'analyse du taux de croissance du PIB de l'économie française en distinguant la contribution du capital et la contribution du travail ainsi que la croissance de la PTF.

### a. Croissance sur longue période

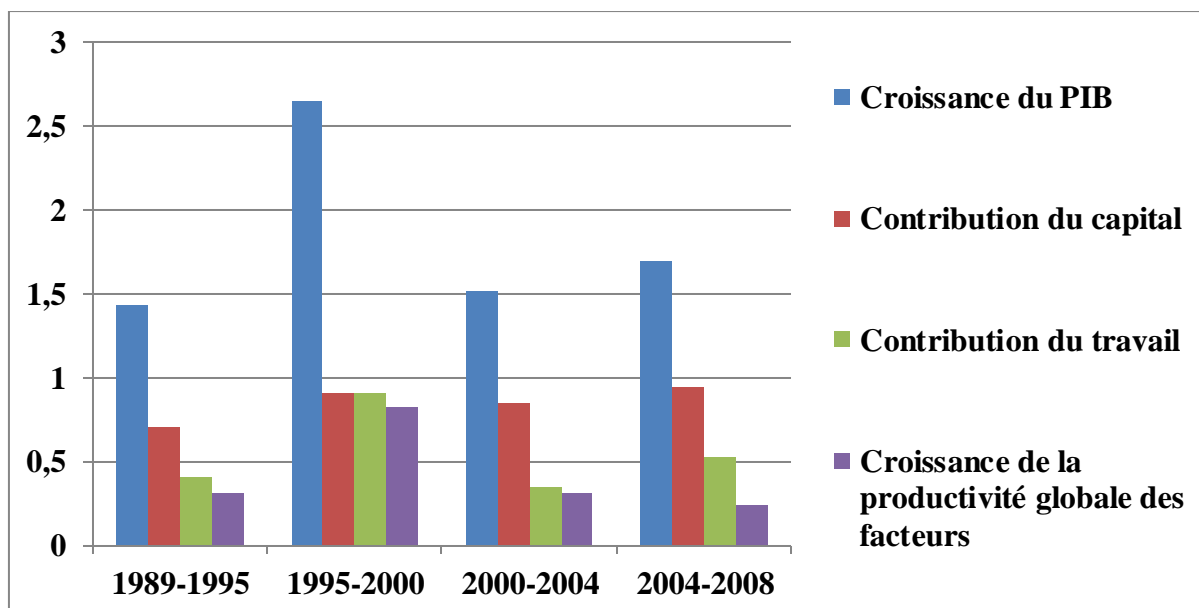
Le tableau et le figure ci-après montrent les résultats de la décomposition moyenne de la croissance pour la France sur l'ensemble de la période 1989-2008.

**Tableau 4: Décomposition de la croissance sur longue période pour la France**

Période	1989-2008
<b>Croissance du PIB</b>	<b>1,82</b>
<b>Contribution du capital</b>	<b>0,85</b>
• Contribution du capital en TIC	0,25
• Contribution du capital hors TIC	0 ,6
<b>Contribution du travail</b>	<b>0,55</b>
• Qualité du travail	0,36
• Heurs du travail	0 ,19
<b>Croissance de la productivité globale des facteurs</b>	<b>0,42</b>

Source : Jorgenson and Khuong (2003, p.29)

**Figure 3: Contributions du capital et travail ainsi que de la PTF à la croissance de la France**



Source : Jorgenson and Khuong (2003, p.29) et nos calculs

Pendant la période 1989-2008, le taux de croissance annuel moyen du Produit Intérieur Brut pour la France a été de 1,82 %.

Premièrement, quant à la contribution du travail, la quantité travail est de 0,55 point en France, ce résultat s'exprime en point. Donc, la croissance du PIB est de 1,82 % en moyenne et le facteur travail contribue à cette croissance pour 0,55 point. Quant à la contribution du capital, le capital est ici décomposé en deux, d'un côté le capital en TIC c'est-à-dire la Nouvelle Technologie de l'Information et de la Communication et dans l'autre côté le capital hors TIC. Il faut additionner ces deux capitaux pour avoir la contribution totale de capital à la croissance. De ce fait, le facteur capital contribue ici à la croissance pour 0,25 de TIC et de 0,6 point du capital normal, ce qui donne de 0,85 point. Le facteur travail contribue à la croissance pour 0,55 point et le facteur capital contribue à cette croissance pour 0,85 point. En additionnant ces deux contributions, on a 1,4 point sur 1,82% de croissance. Le résidu est donc obtenu par 1,82 moins 1,4 et on tombe sur 0,42 point qui représente la productivité global des facteurs. Cette PGF correspond à l'amélioration qualitative des facteurs travail et capital, c'est-à-dire à l'augmentation de leur productivité grâce au progrès technique. Autrement dit, la PGF améliore ici la qualité des facteurs travail et capital, c'est-à-dire que le facteur travail et capital se sont améliorés et sont plus efficace et donc ils ont augmenté leur productivité parce qu'il y a eu incorporation de progrès technique. Enfin, lorsqu'on additionne la PGF avec la contribution du capital et facteur travail, on a 1,82% qui est le taux de croissance moyenne annuelle en France.

Bref, d'une part, la contribution du capital en TIC a été de 0,25 point et d'autre part, la contribution du capital hors TIC est de 0,6 point. Sur longue période, l'effet de l'accumulation du capital normal est supérieur à deux fois plus que l'effet de l'accumulation du capital en TIC. La contribution du travail a atteint 0,55 point, et le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs a atteint 0,42 point. Les résultats précédents sont des moyennes sur près de vingt ans.

L'étude sur le long période montre tout simplement le PIB en moyenne mais non leur évolution au cours du temps. Ainsi, pour bien comprendre l'évolution du PIB par rapport aux trois facteurs précédant, nous allons mener des études sur la croissance par sous période en subdivisant le période ci-dessus (vingt ans) en quatre sous périodes.

## b. Croissance sur sous périodes

La décomposition de la croissance par sous-périodes montre la contribution du capital en TIC, le capital hors TIC et la contribution du travail ainsi que la croissance du PTF. Cette décomposition par sous période étudie l'évolution de la croissance du PIB au cours des quatre périodes différentes et permet de connaître les facteurs qui ont des effets significatifs sur la croissance du PIB.

**Tableau 5: Décomposition de la croissance pour la France par sous périodes**

Période	1989-1995	1995-2000	2000-2004	2004-2008
<b>Croissance du PIB</b>	<b>1,43</b>	<b>2,65</b>	<b>1,51</b>	<b>1,7</b>
<b>Contribution du capital</b>	<b>0,71</b>	<b>0,91</b>	<b>0,85</b>	<b>0,94</b>
• Contribution du capital en TIC	0,17	0,36	0,26	0,2
• Contribution du capital hors TIC	0,54	0,55	0,59	0,74
<b>Contribution du travail</b>	<b>0,41</b>	<b>0,91</b>	<b>0,35</b>	<b>0,52</b>
• Qualité du travail	0,57	0,48	0,26	0,12
• Heurs du travail	-0,16	0,43	0,09	0,4
<b>Croissance de la productivité globale des facteurs</b>	<b>0,31</b>	<b>0,83</b>	<b>0,31</b>	<b>0,24</b>

Source : Jorgenson and Khuong (2003, p.29)

Les résultats de la décomposition montrent que la croissance du PIB est obtenue par la contribution du capital et du travail ainsi que de la croissance de la productivité totale des facteurs. Tout d'abord, la croissance de la productivité totale des facteurs, entre 2004-2008, a été 0,24 point et au cours de cette période, la croissance du PIB atteint 1,7%. En revanche, la croissance de PTF atteint 0,31 point pour les périodes 1989-1995 et 2000-2004, mais la croissance du PIB diminue pendant ces deux périodes. Et entre 1995-2000 la croissance du PTF contribue pour l'un tiers de la croissance du PIB. De ce fait, la croissance de la PTF ne peut pas avoir un effet important à la croissance du PIB puisque l'augmentation de sa valeur n'explique pas l'écart de la croissance entre les différentes sous période. Ensuite, quant à la contribution du travail, l'augmentation de sa valeur n'a pas des effets significatifs sur la croissance du PIB pour les périodes 1989-1995 et 2000-2004. La contribution du travail a été 0,41 point et la croissance du PIB atteint 1,43% entre 1989-1995, par contre, entre 2000-2004, la valeur de la contribution du travail diminue or la valeur du PIB augmente. En plus, la contribution du capital hors TIC à la croissance du PIB est presque constante pendant les trois premiers sous périodes et l'augmentation de sa valeur n'entraîne pas des effets considérables sur l'augmentation du PIB. En effet, compte tenu de ces constatations obtenues ci-dessus, il

est nécessaire d'apprécier plus proche la contribution du capital en TIC à la croissance du PIB. La contribution du capital en TIC à la croissance varie entre 0,17 point et 0,36 point et à chaque fois que le capital en TIC augmente, le taux de croissance du PIB augmente aussi. De ce fait, plus la contribution directe du stock de capital en TIC est élevée, plus le taux de croissance du PIB augmente, ce qui suggère que la diffusion du stock de capital en TIC dans l'économie peut avoir un effet important sur l'évolution de la croissance du PIB.

Entre la période 1995-2000, le taux de croissance annuel moyen du PIB a atteint 2,65%. La contribution du capital en TIC était alors plus élevée que sa valeur moyenne sur longue période, puisqu'elle atteignait 0,36 point. La contribution du stock de capital hors TIC était plus faible que sa valeur de longue période qui a été de 0,55 point contre 0,6 point. La contribution du capital en TIC est plus faible lorsque le taux de croissance moyen du PIB est le plus faible, c'est-à-dire entre 1989 et 1995, où cette contribution n'est que de 0,17 point. Sur la période récente, de 2004 à 2008, la contribution du capital en TIC à la croissance du PIB est faible par rapport à sa valeur moyenne de longue période, alors que le taux de croissance de la productivité globale des facteurs contribue pour seulement 0,24 point à la croissance du PIB

## 1-2. La décomposition de la croissance pour les Etats-Unis

### a. Croissance par longue période

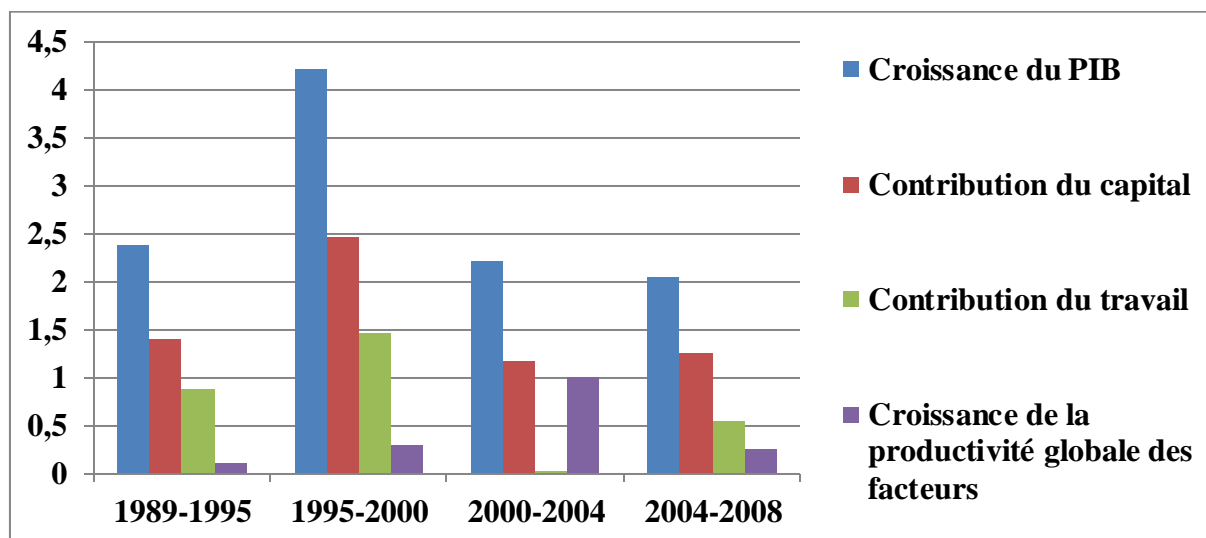
Le tableau et le graphique ci-dessous représentent les résultats de la décomposition de la croissance aux Etats-Unis sur l'ensemble de la période 1989-2008.

**Tableau 6: Décomposition de la croissance sur longue période pour l'Etats-Unis**

Période	1989-2008
<b>Croissance du PIB</b>	<b>2,71</b>
<b>Contribution du capital</b>	<b>1,58</b>
• Contribution du capital en TIC	0,67
• Contribution du capital hors TIC	0,91
<b>Contribution du travail</b>	<b>0,73</b>
• Qualité du travail	0,3
• Heurs du travail	0,43
<b>Croissance de la productivité globale des facteurs</b>	<b>0,41</b>

Source : Jorgenson and Khuong (2003, p.29)

**Figure 4: Contribution des facteurs et de la productivité globale des facteurs à la croissance des Etats-Unis**



Source : Jorgenson and Khuong (2003, p.29) et nos calculs

Les Etats-Unis ont connu une croissance annuelle moyenne de 2,71% entre 1989-2008 mais comment l'ont-ils obtenu ?

Nous savons que la production est fonction de la quantité travail et de capital utilisés de la forme  $P = f(L, K)$ . Tout d'abord, quant à la contribution du travail, la quantité travail est de 0,73 point dans ce tableau ci-dessus, ce résultat s'exprime en point. Donc aux USA, où la croissance du PIB est de 2,71% en moyenne, le facteur travail contribue à cette croissance pour 0,73 point. Quant à la contribution du capital, le capital est ici décomposé en deux, d'un côté le capital en TIC c'est-à-dire la Nouvelle Technologie de l'Information et de la Communication et dans l'autre côté le capital hors TIC. Il faut additionner ces deux capitaux pour avoir la contribution totale de capital à la croissance. De ce fait, le facteur capital contribue ici à la croissance pour 0,67 de TIC et de 0,91 point du capital normal, ce qui donne de 1,58 point. Nous avons vu que le facteur travail contribue à la croissance pour 0,73 point et le facteur capital contribue à cette capital pour 1,58 point. Alors, si on additionne ces deux contributions de capital, on a 2,31 point sur 2,71% de croissance. Ce qui manque dans cette contribution, ce qu'on appelle le résidu, ce résidu est donc obtenu par 2,71 moins 2,31 et on tombe sur 0,4 point qui représente le PGF ou productivité global des facteurs. La PGF correspond à l'amélioration qualitative des facteurs travail et capital, c'est-à-dire à l'augmentation de leur productivité grâce au progrès technique mais pas quantitative, on a ici

la contribution quantitative c'est-à-dire quantité de travail et quantité du capital supplémentaire. Autrement dit, la PGF améliore ici la qualité des facteurs travail et capital, c'est-à-dire que le facteur travail et capital se sont améliorés et sont plus efficace et donc ils ont augmenté leur productivité parce qu'il y a eu incorporation de progrès technique et on assimile la PGF au progrès technique. Enfin, lorsqu'on additionne la PGF avec la contribution du capital et facteur travail, on a toute la contribution à la croissance et on a donc un résultat 2,71% qui est le taux de croissance moyenne annuelle aux Etats-Unis.

En somme, sur la période 1989-2008, le taux de croissance annuel moyen du Produit Intérieur Brut de l'économie américaine a été de 2,71%. La contribution du stock de capital en TIC a été de 0,67 point et celle du stock de capital hors TIC de 0,91 point. La contribution du volume de travail a été de 0,73 point, et la productivité globale des facteurs a atteint 0.41 point. Sur longue période, il y a un supplément de croissance de 0,89 point par an par rapport à la France sur la période 1989-2008. Cet écart de croissance s'explique par la contribution de stock du capital (0.85 point pour la France et 1.58 point aux Etats-Unis) et l'heure de travail entre les deux pays (0.43 point aux Etats-Unis et 0,19 point en France). La contribution du capital en TIC est supérieure aux Etats-Unis sur l'ensemble de la période qui est de 0,67 point aux Etats-Unis contre 0,25 point en France.

#### **b. Croissance par sous période**

**Tableau 7: Décomposition de la croissance par sous période pour l'Etats-Unis**

Période	1989-1995	1995-2000	2000-2004	2004-2008
<b>Croissance du PIB</b>	<b>2,38</b>	<b>4,22</b>	<b>2,22</b>	<b>2,05</b>
<b>Contribution du capital</b>	<b>1,4</b>	<b>2,47</b>	<b>1,18</b>	<b>1,25</b>
• Contribution du capital en TIC	0,53	1,08	0,6	0,46
• Contribution du capital hors TIC	0,87	1,39	0,58	0,79
<b>Contribution du travail</b>	<b>0,88</b>	<b>1,46</b>	<b>0,03</b>	<b>0,55</b>
• Qualité du travail	0,39	0,23	0,3	0,27
• Heurs du travail	0,49	1,23	-0,27	0,28
<b>Croissance de la productivité globale des facteurs</b>	<b>0,1</b>	<b>0,29</b>	<b>1,01</b>	<b>0,25</b>

Source : Jorgenson and Khuong (2003, p.29)

La décomposition de la croissance montre tout d'abord que la contribution de la productivité totale des facteurs est très faible entre 1989-1995 qui a été de 0,1 point, de même pour les périodes 1995-2000 et 2004-2008 qui atteignaient de 0,29 point et 0,25 point. Pour ces trois périodes, la croissance de la PTF ne peut pas avoir des effets significatifs sur la croissance du PIB. En revanche, la croissance de l'économie américaine a été due presque

pour moitié aux gains de productivité globale des facteurs entre 2000-2004. Quant à la contribution du travail, l'augmentation de sa valeur n'a pas des effets significatifs sur la croissance du PIB puisque l'augmentation de la valeur du travail n'engendre pas automatiquement la croissance du PIB. Entre 2000-2004, la contribution du travail a été 0,03 point et la croissance du PIB atteint 2,22% mais entre 2004-2008, la contribution du travail atteint 0,55 point mais la valeur du PIB a été de 2,05%. En plus, la contribution du stock de capital hors TIC ne peut pas avoir des effets considérables sur la croissance du PIB parce que même si sa valeur augmente, cela n'entraîne pas automatiquement à l'augmentation du PIB. En effet, les résultats de la décomposition ci-dessus présentent que le taux de croissance du PIB augmente simultanément avec l'augmentation du capital en TIC. Autrement dit, plus la contribution directe du stock de capital en TIC est élevée, plus le taux de croissance du PIB est élevé, ce qui suggère que le stock de capital en TIC dans l'économie peut avoir un effet important sur l'évolution de la croissance du PIB.

Le taux de croissance du PIB le plus élevé, 4,22%, est observé entre 1995 et 2000. La contribution du stock de capital en TIC atteint 1,08 point qui est plus élevée que sa valeur de longue période de 0,67 point. Sur la période 1995-2000, période qui voit un taux de croissance relativement élevé aux Etats-Unis, l'écart de croissance avec la France qui est de 1,57 point, s'explique par la plus forte contribution du capital en TIC et par la plus forte contribution d'heure de travail aux Etats-Unis.

## **2. Comparaison de la décomposition de la croissance sur longue période pour la France et pour l'Etats-Unis**

Le tableau ci-dessous présente les résultats de la décomposition de la croissance du PIB pour la France, les Etats-Unis sur longue période et permet de donner des éléments de comparaison. Cette comparaison permet aussi de savoir les pays qui ont une croissance du PIB plus élevée apportée par la contribution du capital numérique.

**Tableau 8: Comparaison générale pour la France et les Etats-Unis**

<b>Pays</b>	<b>France</b>	<b>Etats-Unis</b>
Période	1989-2008	1989-2008
<b>Croissance du PIB</b>	<b>1,82</b>	<b>2,71</b>
<b>Contribution du capital</b>	<b>0,85</b>	<b>1,58</b>
• Contribution du capital en TIC	0,25	0,67
• Contribution du capital hors TIC	0,6	0,91
<b>Contribution du travail</b>	<b>0,55</b>	<b>0,73</b>
• Qualité du travail	0,36	0,3
• Heurs du travail	0,19	0,43
<b>Croissance de la productivité globale des facteurs</b>	<b>0,42</b>	<b>0,41</b>

Source : Jorgenson and Khuong (2003, p.29)

Les résultats de la décomposition de la croissance montrent que la contribution directe du stock de capital en TIC à la croissance du PIB est plus élevée aux Etats-Unis, où elle atteint 0,67 point or en France, elle a été 0,25 point. L'économie américaine présente le taux de croissance moyen sur longue période le plus élevé, ceci également en raison de la forte contribution du facteur travail et capital.

La comparaison entre la France et les Etats-Unis indique que la croissance économique est plus élevée aux Etats-Unis qu'en France. Sur longue période, entre 1989 et 2008, la croissance du PIB en moyenne était égale à 2,71% aux Etats-Unis et 1.82% en France. De plus, la contribution du capital en TIC à la croissance, c'est-à-dire, la contribution de l'économie numérique sur la croissance, est plus élevée aux Etats-Unis qu'en France. Entre 1989 et 2008, la contribution du capital en TIC à la croissance est en moyenne de 0,67 point aux Etats-Unis et de 0,25 point en France.

Aux Etats-Unis, le capital hors TIC contribue davantage à la croissance que le capital numérique de même qu'en France. Le facteur travail contribue davantage à la croissance économique aux Etats-Unis qu'en France. La croissance de la productivité globale des facteurs en France est très proche de la croissance de la productivité globale des facteurs aux Etats-Unis.

Bref, sur longue période, entre 1989 et 2008, les Etats-Unis connaissent une croissance du PIB supérieure à celle de la France. Le taux de croissance moyen des Etats-Unis est de 2,71% contre 1,82% en France au cours de cette période, ainsi la croissance économique est plus élevée aux Etats-Unis qu'en France. Par ailleurs la contribution du capital en TIC à la



croissance est plus élevée aux Etats-Unis par rapport en France. Sur longue période, la contribution de l'économie numérique à la croissance varie selon les pays étudiés qui ont été de 0,25 point pour la France et 0,67 point pour les Etats-Unis. Les écarts de croissance sont, sur longue période, davantage expliqués par les différences en termes de contribution du facteur travail et de contribution directe du capital en TIC. La contribution de la productivité globale des facteurs contribue également à la croissance du PIB pour les deux pays.

### **Section 3. Analyse économétrique de la contribution de l'économie numérique à la croissance**

Le fondement de notre analyse se réfère sur le modèle de régression multiple pour voir la relation entre la croissance économique et l'économie numérique. Ainsi, la variable à expliquer est la croissance économique dont l'indicateur est le taux de croissance annuel du produit intérieur brut (PIB). Et les variables explicatives sont la productivité totale des facteurs, et le stock de capital décomposé en deux parties: secteur des TIC et non TIC<sup>50</sup> et enfin le facteur travail.

Pour mieux comprendre la contribution de l'économie numérique dans la croissance économique, nous abordons en une analyse économétrique qui consiste en une présentation formalisée d'un phénomène sous forme d'équations dont les variables sont des grandeurs économiques. Ainsi, le modèle économétrique est un outil que nous voulons utiliser pour chercher à comprendre et à expliquer des phénomènes en représentant les traits les plus marquants de la réalité économique.

#### **1. Présentation du modèle économétrique**

La démarche économétrique est nécessaire pour analyser la contribution de l'économie numérique à la croissance économique, notamment le PIB. De ce fait, pour mieux voir cette contribution, l'utilisation du modèle de régression multiple est indispensable parce qu'il permet de contrôler les effets de chaque variable durant l'année d'observation choisie allant de 1980 à 2008. Ces variables sont issus des données statistiques de l'EUKLEMS.

Le modèle empirique à estimer s'inspire de la fonction de Cobb-Douglas et nous appliquons dans notre analyse la méthode des Moindres Carrées Ordinaire (MCO).

---

<sup>50</sup> Cette distinction est adoptée dans la littérature économique consacrée Jorgenson et Stiroh, 2000 ; Jorgenson, 2001 ; Gilles et L'Horty, 2003.

Notre équation est de la forme :

$$Y = A \cdot F(K_{TIC}, K_{NTIC}, L) = A \cdot K_{NTIC}^{\alpha_N} \cdot K_{TIC}^{\alpha_{TIC}} \cdot L^{\beta}$$

- Y: représente le PIB réel,
- A : représente le progrès technique et correspond à la Productivité Totale des Facteurs (PTF) ou résidu de Solow
- $K_{TIC}$  : représente le stock de capital en TIC,
- $K_{NTIC}$  : le stock de capital hors TIC,
- L: représente le facteur travail, et
- $\alpha$  et  $\beta$  représentent les élasticités du facteur capital et du facteur travail au PIB réel de l'économie.

La fonction de production élargie se présente de la manière suivante :

$$\ln Y = \ln [A \cdot F(K_{TIC}, K_{NTIC}, L)] = \ln [A \cdot K_{NTIC}^{\alpha_N} \cdot K_{TIC}^{\alpha_{TIC}} \cdot L^{\beta}]$$

Finalement, on a :

$$\ln Y = \ln A + \alpha_N \ln K_{NTIC} + \alpha_{TIC} \ln K_{TIC} + \beta \ln L + \varepsilon_t$$

Nous avons choisi dans ce modèle les variables qui touche directement le sujet. Ainsi la variable à expliquer est le PIB. Et comme variables explicatives, il y a le capital en TIC  $K_{TIC}$ , le capital hors TIC  $K_{NTIC}$  ainsi que le facteur travail L.

## 2. Estimation des paramètres du modèle

D'un point de vue méthodologique, nous avons choisi d'évaluer la contribution de l'économie numérique à la croissance en utilisant le test ADF tout d'abord, puis l'estimation de chaque variable avec les interprétations adéquates à partir de la méthode de moindre carré MCO.

### 2-1. Test de stationnarité des variables

Avant de faire l'estimation des coefficients du modèle, il est nécessaire de faire le test de stationnarité des variables existants dans l'équation. Ce test permet de voir la stationnarité des variables linéarisées.

De ce fait, pour mieux analyser la fiabilité de ce modèle, nous allons procéder au test de stationnarité des variables (Augmented Dickey-Fuller) pour vérifier la stationnarité des variables utilisés avant de faire l'estimation des coefficients par la méthode de Moindre Carré Ordinaire (MCO).

Les hypothèses du test sont les suivantes :

- $H_0$ : stationnarité des variables en niveau (intégré d'ordre 0)
- $H_1$ : stationnarité des variables (intégré d'ordre supérieur ou égale à 1)

La règle de décision est la suivante : si  $t < t^*$  où  $t^*$  est la valeur données par la table, on rejette  $H_0$  et on accepte  $H_1$ .

Après avoir effectué le test ADF sur le logiciel Eviews 8, le résultat du test est récapitulé sur les tableaux suivants :

**Tableau 9: Teste de stationnarité pour l'Etats-Unis**

Variable	Test ADF en niveau	Test en premier différence	Test de la seconde différence	Valeurs critiques		Décision	Ordre d'intégration
LN_PIB	-0.380924	-3.919805	-	1%	-3.699871	Stationnaire	I(1)
				5%	-2.976263		
				10%	-2.627420		
LN_KTIC	-0,6205	-1.724010	-5.061410	1%	-3.711457	Stationnaire	I(2)
				5%	-2.981038		
				10%	-2.629906		
LN_KNTIC	-0,246691	-4.725676	-	1%	-3.699871	Stationnaire	I(1)
				5%	-2.976263		
				10%	-2.627420		
LN_L	-0,693828	-6.244935	-	1%	-3.711457	Stationnaire	I(1)
				5%	-2.981038		
				10%	-2.629906		

Source : Calcul de l'auteur sur le logiciel Eviews 8

Sur ce tableau en dessus nous pouvons dire que les variables ne sont pas stationnaires à niveau mais ils sont stationnaires en différence première donc on rejette l'hypothèse  $H_0$  et on accepte l'hypothèse  $H_1$ . Autrement dit, on rejette  $H_0$  pour les quatre variables (PIB, KTIC, KNTIC et L) car les valeurs de tests sont tous inférieur aux valeurs critiques dans tous les seuils (1%, 5%, 10%). Alors, les quatre variables sont tous non stationnaire sur l'ordre d'intégration zéro ou sur le test de niveau zéro  $I(0)$ . De ce fait, il est nécessaire de passer aux

tests d'intégrations d'ordre supérieur ou égal à 1 pour trouver la stationnarité des variables. Nous avons vu que les trois variables PIB, KNTIC, L sont stationnaires sur le test en premier différence I(1) mais le KTIC est stationnaire sur le test de la seconde différence I(2).

**Tableau 10: Teste de stationnarité pour la France**

Variable	Test ADF en niveau	Test en premier différence	Test de la seconde différence	Valeurs critiques		Décision	Ordre d'intégration
LN_PIB	0,106477	-3,659116	-6,83168	1%	-3.699871	Stationnaire	I(2)
				5%	-2.976263		
				10%	-2.627420		
LN_KTIC	-1,196465	-2,079725	-4,449839	1%	-3.711457	Stationnaire	I(2)
				5%	-2.981038		
				10%	-2.629906		
LN_KNTIC	-0,200494	-3,497409	-6,725707	1%	-3.711457	Stationnaire	I(2)
				5%	-2.981038		
				10%	-2.629906		
LN_L	0,035064	-5,376048	-	1%	-3.699871	Stationnaire	I(1)
				5%	-2.976263		
				10%	-2.627420		

Source : Calcul de l'auteur sur le logiciel Eviews 8

D'après le tableau ci-dessus, on rejette  $H_0$  pour les quatre variables (PIB, KTIC, KNTIC et L) car les valeurs de tests sont tous inférieur aux valeurs critiques dans tous les seuils (1%, 5%, 10%). Alors, les quatre variables sont tous non stationnaire sur l'ordre d'intégration zéro ou sur le test de niveau zéro I(0). Alors, il est nécessaire de passer aux tests d'intégrations d'ordre supérieur ou égal à 1 pour trouver la stationnarité des variables. Suite au résultat sur le tableau, les trois variables PIB, KTIC, KNTIC sont stationnaires sur le test de la seconde différence I(2). Or, la variable L seulement est stationnaire sur le test en premier différence I(1).

## 2-2. Estimation des coefficients du modèle

Vu que les variables sont stationnaires, il est nécessaire de procéder à l'estimation des coefficients du modèle en utilisant la méthode de moindre carré ordinaire pour ces deux pays.

### a. Tableau de l'estimation pour l'Etats-Unis

L'application du test sur Eviews 8 nous permet d'obtenir l'estimation des coefficients du modèle suivant :

**Tableau 11: Résultat de l'estimation des paramètres du modèle pour l'Etats-Unis**

Dependent Variable: LN_PIB				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/16 Time: 18:25				
Sample: 1 28				
Included observations: 28				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_L	2.472229	1.201938	2.056870	0.0507
LN_KTIC	0.250364	0.032526	7.697467	0.0000
LN_KNTIC	-0.727438	0.180993	-4.019141	0.0005
C	3.018392	7.270691	0.415145	0.6817
R-squared	0.995801	Mean dependent var	15.66496	
Adjusted R-squared	0.995276	S.D. dependent var	0.254363	
S.E. of regression	0.017483	Akaike info criterion	-5.123650	
Sum squared resid	0.007335	Schwarz criterion	-4.933336	
Log likelihood	75.73111	Hannan-Quinn criter.	-5.065469	
F-statistic	1897.172	Durbin-Watson stat	0.854386	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source : Calcul de l'auteur sur le logiciel Eviews 8

Après avoir vu les résultats de l'estimation des coefficients par la méthode de Moindre Carré Ordinaire (MCO) en utilisant le logiciel Eviews 8, l'équation à estimer devient :

$$\text{Ln } Y = 3,018392 + 0,250364 \text{Ln } K_{\text{TIC}} - 0,727438 \text{Ln } K_{\text{NTIC}} + 2,472229 \text{Ln } L + \varepsilon_t$$

- Nombre d'observation : 28
- $R^2 = 0,996$  avec  $0 < R^2 < 1$  et si  $R^2 > 0.5$  : le modèle est meilleure

Dans ce modèle, la valeur de  $R^2$  est proche de 1 ce qui explique que le modèle d'estimation est meilleur. Autrement dit, le modèle a un pouvoir explicatif de la croissance du PIB ainsi l'estimation du PIB est meilleur.

## **b. Résultats d'analyse pour l'Etats-Unis**

En comparant les coefficients du modèle, nous remarquons que les coefficients sont plus élevés pour la variable TIC que pour la variable non TIC. D'ailleurs, notons que le coefficient associé au travail du secteur non TIC et au capital du secteur TIC est significatif.

Cette équation précédente peut interpréter de la manière suivante : quant au secteur numérique, une augmentation de 1% du capital TIC induit une amélioration de 0,2504% de la croissance du PIB. Ce résultat montre qu'il existe un lien significatif entre la contribution du capital en TIC et la croissance du PIB, autrement dit la variable TIC contribue positivement à la croissance du PIB. De ce fait, le capital en TIC améliore la situation de la croissance économique aux Etats-Unis. La contribution de l'économie numérique à la croissance du PIB est donc efficace puisqu'il améliore la croissance économique. Les Etats-Unis connaît alors une croissance significative grâce à l'économie numérique et au progrès technologique qui induit une révolution numérique massive dans leur économie.

Concernant le capital non TIC, le signe négatif sur le coefficient implique qu'il y a une relation négative entre les variables à expliquer et explicatives. C'est-à-dire une augmentation de 1% du capital non TIC induit diminution du taux de croissance du PIB de 0,7274%. Les variables non numérique alors n'a pas des effets significatifs sur la croissance économique aux Etats-Unis par rapport à la variable numérique. Ainsi, le secteur non TIC n'améliore pas la croissance économique dans ce modèle puisque leur contribution à la croissance du PIB est moins efficace.

Pour le travail, une amélioration de 1% de la part du facteur travail fait augmenter la croissance du PIB de 2,472 %. Ce qui explique que le coefficient associé au travail du secteur TIC et non TIC est significatif. Alors, le facteur travail a une relation positive et plus efficace sur la croissance économique. De ce fait pour qu'il y ait une croissance important du PIB apportée par le secteur numérique, il faut favoriser le travail sur le secteur TIC. Si tels sont les résultats issus du modèle pour l'Etats-Unis qu'en est-il sur le modèle pour la France ?

## **c. Tableau de l'estimation pour la France**

En faisant du calcul sur le logiciel EvIEWS 8, les résultats de l'estimation se présentent comme suit :

**Tableau 12: Résultat de l'estimation des paramètres du modèle pour la France**

Dependent Variable: LN\_PIB

Method: Least Squares

Date: 11/28/16 Time: 19:17

Sample: 1 28

Included observations: 28

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_L	1.215690	0.598245	2.032093	0.0534
LN_KTIC	0.201093	0.035565	5.654289	0.0000
LN_KNTIC	-0.116922	0.106961	-1.093125	0.2852
C	5.820128	3.457998	1.683092	0.1053
R-squared	0.991132	Mean dependent var	13.88318	
Adjusted R-squared	0.990024	S.D. dependent var	0.173224	
S.E. of regression	0.017302	Akaike info criterion	-5.144437	
Sum squared resid	0.007185	Schwarz criterion	-4.954123	
Log likelihood	76.02212	Hannan-Quinn criter.	-5.086256	
F-statistic	894.1311	Durbin-Watson stat	0.499909	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source : Calcul de l'auteur sur le logiciel Eviews 8

L'application de la méthode des MCO nous permet d'obtenir le résultat suivant pour la France:

$$\text{Ln } Y = 5,820128 + 0.201093 \text{Ln } K_{\text{TIC}} - 0,116922 \text{Ln } K_{\text{NTIC}} + 1.215690 \text{Ln } L + \varepsilon_t$$

- Nombre d'observation : 28
- $R^2 = 0,991$  avec  $0 < R^2 < 1$  et si  $R^2 > 0.5$  : le modèle est meilleur

Dans ce modèle, la valeur de  $R^2$  est proche de 1 ce qui explique que le modèle d'estimation est meilleur. Autrement dit, le modèle a un pouvoir explicatif de la croissance du PIB ainsi l'estimation du PIB est meilleur.

#### **d. Résultat de l'analyse pour la France**

En premier lieu, le résultat montre qu'il y a une relation positive et significative entre le stock du capital en TIC et la croissance économique notamment le PIB parce qu'une augmentation de 1% fait augmenter de 0,2011% la croissance économique. En comparant les coefficients du modèle, nous remarquons aussi que le coefficient de la variable TIC est supérieur à celle de la variable non TIC. En plus, le coefficient associé au travail du secteur

non TIC et au capital du secteur TIC est significatif. De plus l'équation ci-dessus montre que la variable TIC contribue positivement à la croissance du PIB. De ce fait, le capital en TIC améliore la situation de la croissance économique en France puisque la contribution de l'économie numérique à la croissance du PIB est efficace. Bref, la France connaît alors une croissance significative grâce à l'économie numérique.

Quant au capital non TIC, une augmentation de 1% du capital non TIC fait diminuer de 0,1169% du taux de croissance du PIB. Les variables non numérique alors n'a pas des effets significatifs sur la croissance économique en France par rapport à la variable numérique. Ce résultat explique que le signe négatif sur le coefficient implique génère une relation négative entre la variable non TIC et la croissance économique. Ainsi, le secteur non TIC n'améliore pas la croissance économique dans ce modèle puisque leur contribution à la croissance du PIB est moins efficace aussi.

Pour le travail, une amélioration de 1% de la part du facteur travail fait augmenter la croissance du PIB de 1,2157 %. Ce qui explique que le coefficient associé au travail du secteur TIC et non TIC est significatif. Alors, le facteur travail a une relation positive et plus efficace sur la croissance économique.

### **2-3. Comparaison des coefficients du paramètre pour les deux pays**

Les résultats des deux modèles économétriques pour la France et les Etats-Unis montrent que la contribution du capital en TIC à la croissance du PIB est plus élevée aux Etats-Unis qu'en France. Pour l'Etats-Unis, une augmentation de 1% du capital TIC engendre une croissance du PIB de 0,2504% mais pour la France, elle correspond au 0,2011%. La comparaison entre ces deux pays indique que la contribution du capital TIC à la croissance économique est supérieure aux Etats-Unis.

Pour ces deux pays, le capital en TIC contribue davantage à la croissance que le capital non numérique. En revanche, le facteur travail contribue davantage à la croissance économique aux Etats-Unis de même pour la France mais les coefficients sont différents. Pour l'Etats-Unis, une amélioration de 1% de la part du facteur travail fait augmenter la croissance du PIB de 2,472 % et pour la France 1,2157 %. Cette comparaison montre que les écarts de croissance sur ces deux pays sont davantage expliqués par les différences en termes de contribution du facteur travail et de contribution indirecte du capital en TIC.



Bref, le capital en TIC a un effet significatif sur la croissance du PIB. Autrement dit, plus la contribution indirect du capital en TIC est élevée, plus le PIB est élevé, ce qui explique que le stock de capital en TIC dans l'économie peut avoir un effet important sur la croissance du PIB. Ainsi les facteurs explicatifs le plus important dans ces deux modèles restent bien la contribution du capital en TIC.

## CONCLUSION GENERALE

Après l'introduction de l'électronique et des technologies de l'information (TI) associées à la troisième révolution industrielle, la révolution numérique évoque l'entrée rapide et massive des technologies numériques dans tous les domaines économiques et dans la vie quotidienne. Et grâce aux progrès technique et technologique apportés par la révolution numérique, l'économie numérique a fait son apparition en provoquant une croissance massive dans les domaines économique. L'émergence de l'économie numérique est essentiellement associée à la quatrième révolution industrielle, par laquelle les technologies numériques s'intègrent au cœur de l'économie mondiale. En d'autre terme, l'essor de l'économie numérique est associé à une nouvelle révolution industrielle notamment la révolution numérique qui touche des sphères sociales, économiques, politiques et culturelles. De ce fait, l'économie numérique est devenue comme facteur déterminant de la croissance et des performances de l'économie mondialisée. Elle donne naissance à de nouvelles technologies et de nouveaux produits qui aident à répondre aux enjeux mondiaux et stimule la productivité ainsi que contribuer aussi à améliorer la qualité de vie des citoyens.

L'adoption de l'économie numérique s'avère indéniable parce qu'elle a un rôle vital à jouer dans le monde et représentent une formidable opportunité surtout dans les pays développés. L'économie numérique est devenue un puissant levier de la croissance économique et social des pays. Elle connait un essor rapide qui ne devrait pas faiblir dans les pays développées et continuera à rythmer les transformations du monde du travail. Autrement dit, le développement de l'économie numérique provoque la disparition tendancielle d'un certain nombre de professions. Ce phénomène prend plusieurs formes comme l'automatisation de certaines tâches notamment les plus « routinières » puis l'apprentissage avec le développement de l'intelligence artificielle, en particulier des algorithmes d'apprentissage<sup>51</sup>.

Quant à la contribution de l'économie numérique à la croissance économique, elle a une influence significatif sur tous les secteurs d'activité et l'économie en générale puisque les comportements des consommateurs ont été modifiés, le fonctionnement et l'organisation des entreprises transformés, notamment par l'amélioration des chaînes de valeur, des processus de

---

<sup>51</sup> Rotman D. (2013) : « How Technology is Destroying Jobs », MIT Technology Review, n° 12, juin.

production. De plus, une étude de Coe-Rexecode<sup>52</sup> estime qu'il y a une double contribution de l'économie numérique à la croissance économique en générale. En effet, il existe la contribution directe par l'augmentation du capital en TIC en tant que facteur de production. Et la contribution indirecte engendrée par le fait que cette augmentation de capital en TIC a un effet positif sur les gains de productivité globale de l'économie. Alors, l'économie numérique est un secteur stratégique de l'économie et sa contribution à la croissance des Etats est non négligeable.

Au cours de la dernière décennie, l'économie numérique a contribué plus largement à la croissance aux Etats-Unis qu'en France. C'est pour cette raison l'étude de la contribution de l'économie numérique à la croissance du PIB dans ces deux pays. La contribution du capital en TIC avait accélérer le rythme de croissance aux Etats-Unis et en France grâce aux gains de productivité qu'elle procure. Lors de l'étude sur la croissance du PIB généré par le capital en TIC, la contribution totale de l'économie numérique, c'est-à-dire la somme des effets directs et indirects de l'économie numérique, est plus forte aux Etats-Unis qu'en France. Les pays pour lesquels les taux de croissance sont élevés, sont alors des pays caractérisés par de fortes contributions du capital en TIC à la croissance. Ainsi, la contribution de l'économie numérique à la croissance économique est donc la plus élevée aux Etats-Unis par rapport en France mais cela ne suffit pas à expliquer complètement l'écart de croissance entre ces deux pays.

Ainsi, l'économie numérique intégrée comme composante de la croissance économique constitue donc une opportunité pour les pays qui l'adoptent, voire même du développement. Néanmoins, un point de réflexion demeure jusqu'à quel degré l'économie mondiale pourra supporter les effets de la technologie numérique et maîtriser l'évolution de la révolution industrielle?

---

<sup>52</sup> « L'Economie numérique et la croissance : Poids, impact et enjeux d'un secteur stratégique », Antoine Arlandis, Stéphane Ciriani, Gilles Koleda, Document de travail n°24 - COE-Rexecode (Mai 2011).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### • OUVRAGES :

- ARLANDIS A., CIRIANI S., KOLEDA G., « *L'économie numérique et la croissance. Poids, impact et enjeux d'un secteur stratégique* », mai 2011.
- BROUSSEAU E., CURIEN N., « Introduction : économie d'internet, économie du numérique », 2001.
- FABRICE F., MICHELLE D., MARION M., « *La face cachée du numérique* », éditions l'échappée, 2013.
- JACOB O., « *Le Nouvel Ordre Numérique* », 1999.
- JORGENSON W., KHUONG M., « *Potential Growth of the World Economy* », 2003.
- LEMOINE P., LAVIGNE B., ZAJAC M., « L'impact de l'économie numérique », 1<sup>er</sup> trimestre 2011.
- MARTINEZ M., « Impact microéconomique et macroéconomique des Technologies de l'Information et de la Communication », présentation DGTPE, 29 novembre 2005.
- MONTOUSE M., « *Nouvelles théories économiques* ».
- PHILIPPE P., NATHALIE C., « Les évolutions de la nouvelle économie : bilan et enjeux »
- TIM O.R., « *What is web 2.0* », 30 septembre 2005.
- TIROLE J., « *Economie du bien commun* », 1<sup>ère</sup> édition, éd. Presses Universitaires de France, mai 2016.

### • RAPPORTS :

- ACSEL (Association de l'économie numérique), *Les Indicateurs de l'Economie Numérique*, Edition 2009, Bilan 2008. [www.acsel.asso.fr](http://www.acsel.asso.fr) [info@acsel.asso.fr](mailto:info@acsel.asso.fr)
- AEC (Agence des initiatives numériques), *Numérisation de l'économie et économie numérique: Entre destruction et création de valeurs*, première édition, vendredi 4 décembre 2009.
- ANTONIN C., Economiste à l'OFCE, « *Aspects et enjeux de l'économie numérique* ».
- COLIN N. et al, « Economie numérique », Notes du conseil d'analyse économique 2015/7 (n° 26)
- ERHEL C., RAUDIERE L., *Rapport d'information sur la neutralité l'internet et des réseaux*, n° 3336. pp.13 et 17, 2011. <http://www.assembleenationale.fr/13/pdf/rap-info/i3336>. (Consulté le 13.09.2016)

- ERHEL C., RAUDIÈRE L., *Rapport d'information sur le développement de l'économie numérique française*, n°1936. pp 14 et 15, 2014.
- INSEE-DGTPE-MEN, « Impact microéconomique et macroéconomique des TIC », Synthèse du groupe de travail, 29 octobre 2005.
- MCKINSEY COMPANY, « Impact d'Internet sur l'économie française », mars 2011.
- OCDE., *Mettre les TIC à profit dans l'économie numérique, Politiques de l'information et des communications*, novembre 2005.
- OCDE., « Automatisation et travail indépendant dans une économie numérique », SYNTHÈSES SUR L'AVENIR DU TRAVAIL, Mai 2016.
- SMSI, *Déclaration de principes-Construire la société de l'information: un défi mondial pour le nouveau millénaire*, Genève, 2003.

#### • WEBOGRAPHIE

- <http://www.gartner.com/newsroom/id/2592315>. Consulté le 15.09.2016
- <http://www.gartner.com/newsroom/id/2654115>. Consulté le 15.09.2016
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Startup> Consulté le 05.07.2016
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Stock\\_option](https://fr.wikipedia.org/wiki/Stock_option) Consulté le 05.07.2016
- [www.oecd.org/employment/futur-of-work.html](http://www.oecd.org/employment/futur-of-work.html) Consulté le 20.09.2016
- <http://www.coe-rexencode.fr>. Consulté le 16.08.2016
- <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistique/science-technologie-innovation/index.html>
- [www.cours.seko.com](http://www.cours.seko.com) consulté le 14.09.2016
- <http://www.leprofduweb.com> consulté le 20.12.2016.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Tableau des variables pour l'Etats-Unis

Années	L	KTIC	KNTIC	PIB
1980	704,96	11,61	553,83	4 230 558
1981	708,34	13,62	586,81	4 336 141
1982	713,00	15,30	605,31	4 254 870
1983	717,37	17,48	601,69	4 433 129
1984	719,44	19,68	589,30	4 755 958
1985	720,72	23,02	597,32	4 940 383
1986	721,07	25,96	610,15	5 110 480
1987	725,24	28,77	605,92	5 290 129
1988	726,53	31,68	607,19	5 512 845
1989	728,80	35,43	613,59	5 703 521
1990	732,96	39,79	634,66	5 803 200
1991	737,45	44,25	655,82	5 791 931
1992	739,92	50,45	669,77	5 985 152
1993	745,11	56,22	674,06	6 146 210
1994	746,95	61,90	682,36	6 395 858
1995	750,64	71,15	697,49	6 558 151
1996	754,19	83,50	709,96	6 803 769
1997	755,50	99,61	717,31	7 109 775
1998	762,57	120,66	723,81	7 413 357
1999	760,82	147,89	741,85	7 746 169
2000	763,98	173,77	747,64	8 032 209
2001	767,49	198,56	771,28	8 093 143
2002	773,24	222,09	801,78	8 223 657
2003	775,91	238,67	810,99	8 431 121
2004	781,73	251,68	814,64	8 738 865
2005	782,89	274,15	842,16	9 009 770
2006	782,98	293,80	840,91	9 253 034
2007	785,10	318,17	852,56	9 447 347

Source : Base de données EUKLEMS

## Annexe 2 : Tableau du log népérien des variables pour l'Etats-Unis

Années	Ln L	Ln KTIC	Ln KNTIC	Ln PIB
1980	6,55813593	2,45212171	6,31685715	15,2578445
1981	6,56292523	2,61156185	6,37469759	15,2824953
1982	6,56948035	2,72800217	6,40574333	15,2635748
1983	6,57559008	2,86085574	6,39974061	15,3046162
1984	6,57847492	2,97963237	6,3789388	15,3749087
1985	6,58024553	3,13621819	6,39245205	15,4129534
1986	6,58073486	3,25673447	6,41369969	15,4468039
1987	6,58650437	3,35939267	6,4067475	15,4813532
1988	6,58827518	3,45583546	6,40884567	15,5225914
1989	6,59140361	3,56755844	6,41932938	15,5565943
1990	6,5970975	3,68351937	6,45309671	15,57392
1991	6,60319679	3,78991286	6,48588563	15,5719763
1992	6,60653831	3,92104742	6,50693303	15,6047922
1993	6,61352675	4,02934014	6,51331846	15,6313462
1994	6,61599214	4,12546808	6,52555009	15,6711612
1995	6,62092407	4,26473139	6,54748674	15,6962192
1996	6,62564974	4,42482515	6,56520696	15,7329872
1997	6,6273802	4,60130945	6,57551292	15,7769811
1998	6,63669126	4,79297391	6,58452926	15,8187939
1999	6,63439284	4,9964807	6,60914952	15,862709
2000	6,63853594	5,15772625	6,61692083	15,8989701
2001	6,64313121	5,29106615	6,64805011	15,9065277
2002	6,65058324	5,40306395	6,6868399	15,9225256
2003	6,65404123	5,47506436	6,69825327	15,9474403
2004	6,66150923	5,52814003	6,7027522	15,9832909
2005	6,66299113	5,61366008	6,73597528	16,0138201
2006	6,66311207	5,68290062	6,73448581	16,0404621
2007	6,66581136	5,7625919	6,74824748	16,0612445

Source : Calcul de l'auteur

### Annexe 3 : Tableau des variables pour la France

Années	L	KTIC	KNTIC	PIB
1980	721,82	12,18	549,84	813 763
1981	721,99	13,54	566,78	822 116
1982	722,00	15,13	589,26	842 787
1983	731,10	16,58	586,33	852 644
1984	733,58	18,47	586,89	865 172
1985	735,71	20,81	596,37	877 305
1986	739,82	22,71	587,75	898 129
1987	744,18	24,77	578,07	920 822
1988	749,62	26,95	567,73	961 287
1989	750,63	29,20	568,67	1 000 286
1990	752,72	31,29	575,91	1 026 491
1991	758,51	33,36	605,70	1 038 922
1992	765,66	34,76	616,11	1 059 125
1993	767,93	36,50	628,73	1 048 641
1994	775,92	37,81	644,36	1 070 473
1995	782,93	39,18	659,96	1 095 672
1996	791,14	43,11	671,63	1 107 664
1997	798,24	49,86	698,96	1 134 262
1998	801,06	56,84	719,78	1 163 069
1999	805,92	62,73	720,14	1 201 508
2000	807,84	67,21	734,34	1 248 521
2001	811,45	73,92	742,75	1 271 617
2002	815,68	78,43	762,09	1 284 653
2003	813,29	82,89	774,73	1 298 819
2004	820,97	85,24	772,57	1 329 614
2005	825,87	89,02	765,62	1 354 877
2006	828,62	95,47	786,06	1 387 394
2007	833,13	100,12	786,10	1 419 304

Source : Base de données EUKLEMS



#### Annexe 4 : Tableau du log népérien des variables pour la France

Années	Ln L	Ln TIC	Ln KNTIC	Ln PIB
1980	6,58178245	2,4999471	6,30963395	13,6094244
1981	6,58200701	2,60541344	6,33996515	13,6196368
1982	6,58203005	2,71640064	6,37886993	13,6444695
1983	6,59455335	2,80820533	6,37387869	13,6560974
1984	6,59793469	2,91635109	6,37482991	13,6706836
1985	6,60084061	3,03545785	6,39085481	13,68461
1986	6,60641137	3,12265384	6,37630169	13,708069
1987	6,61228819	3,20962839	6,35969156	13,733022
1988	6,61956097	3,29384267	6,3416443	13,7760283
1989	6,62091871	3,37419388	6,34329857	13,8157965
1990	6,62369438	3,44333922	6,35595115	13,8416567
1991	6,63135229	3,50737056	6,40639249	13,8536942
1992	6,64073327	3,5484309	6,42342656	13,8729533
1993	6,64370445	3,59721315	6,44370684	13,8630059
1994	6,65404883	3,63263052	6,46825394	13,8836109
1995	6,66304852	3,66811261	6,49217816	13,9068783
1996	6,67347856	3,76385528	6,50970223	13,9177637
1997	6,68240349	3,90923544	6,54958825	13,941493
1998	6,68594099	4,04031013	6,57895021	13,9665728
1999	6,69199013	4,13878404	6,57943988	13,999088
2000	6,69435804	4,20782105	6,59896853	14,0374702
2001	6,69882844	4,30300203	6,61036198	14,0557999
2002	6,70402667	4,36216868	6,63606257	14,0659992
2003	6,70108175	4,41746253	6,65251591	14,0769659
2004	6,71049095	4,44545665	6,64972007	14,1003992
2005	6,71643902	4,48882948	6,64068136	14,1192212
2006	6,71975931	4,55877516	6,66702717	14,1429377
2007	6,72519431	4,60634049	6,6670846	14,1656772

Source : Calcul de l'auteur

- L: Travail
- KTIC : Capital en TIC
- KNTIC : Capital hors TIC
- PIB : Produit Intérieur Brute

## Annexe 5 : Test de stationnarité des variables en niveau pour l'Etats-Unis

### 1. PIB

Null Hypothesis: LN\_PIB has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.380924	0.8991
Test critical values: 1% level	-3.699871	
5% level	-2.976263	
10% level	-2.627420	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 2. TRAVAIL

Null Hypothesis: LN\_L has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.693828	0.8314
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 3. TIC

Null Hypothesis: LN\_KTIC has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.620500	0.8495
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

#### 4. NON TIC

Null Hypothesis: LN\_KNTIC has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.246691	0.9206
Test critical values: 1% level	-3.699871	
5% level	-2.976263	
10% level	-2.627420	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### Annexe 6 : Test de premier différence et second différence pour l'Etats-Unis

#### 1. PIB

Null Hypothesis: D(LN\_PIB) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.919805	0.0061
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

#### 2. TRAVAIL

Null Hypothesis: D(LN\_L) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.244935	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 3. TIC

Null Hypothesis: D(LN\_KTIC) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.724010	0.4080
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 4. TIC (second différence)

Null Hypothesis: D(LN\_KTIC,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.061410	0.0004
Test critical values: 1% level	-3.724070	
5% level	-2.986225	
10% level	-2.632604	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 5. NON TIC

Null Hypothesis: D(LN\_KNTIC) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.725676	0.0009
Test critical values: 1% level	-3.711457	C
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Annexe 7: Test de niveau pour la France

### 1. PIB

Null Hypothesis: LN\_PIB has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.106477	0.9603
Test critical values: 1% level	-3.699871	
5% level	-2.976263	
10% level	-2.627420	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 2. TRAVAIL

Null Hypothesis: LN\_L has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.035064	0.9540
Test critical values: 1% level	-3.699871	
5% level	-2.976263	
10% level	-2.627420	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 3. TIC

Null Hypothesis: LN\_KTIC has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.196465	0.6602
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

#### 4. NON TIC

Null Hypothesis: LN\_KNTIC has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.200494	0.9268
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### Annexe 8 : Test de la première différence et second différence pour la France

#### 1. PIB

Null Hypothesis: D(LN\_PIB) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.659116	0.0113
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

#### 2. PIB (second différence)

Null Hypothesis: D(LN\_PIB,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.831680	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.724070	
5% level	-2.986225	
10% level	-2.632604	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 3. TRAVAIL

Null Hypothesis:  $D(LN\_L)$  has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.376048	0.0002
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 4. TIC

Null Hypothesis:  $D(LN\_KTIC)$  has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.079725	0.2538
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

### 5. TIC (second différence)

Null Hypothesis:  $D(LN\_KTIC,2)$  has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.449839	0.0018
Test critical values: 1% level	-3.724070	
5% level	-2.986225	
10% level	-2.632604	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## 6. NON TIC

Null Hypothesis: D(LN\_KNTIC) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.497409	0.0163
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## 7. NON TIC (second différence)

Null Hypothesis: D(LN\_KNTIC,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.725707	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.724070	
5% level	-2.986225	
10% level	-2.632604	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.



# Annexe 9 : Tableau de sources de la croissance du Pays de G7

PAYS du G7	Période 1989-1995					
	Croissance PIB	Sources de la croissance (% points)				PTF
		Capital		Travail		
		TIC	Non-TIC	Qualités	Heures	
Canada	1,69	0,42	0,85	0,31	0,1	0,02
France	1,41	0,17	0,54	0,57	-0,16	0,31
Allemagne	2,62	0,26	0,74	0,04	0,25	1,32
Italie	1,4	0,15	0,54	0,1	-0,36	0,97
Japon	2,16	0,27	1,81	0,28	-0,28	0,08
Royaume-Uni	1,77	0,45	0,51	0,57	-0,82	1,07
Etats-Unis	2,38	0,53	0,87	0,39	0,49	0,1
Période 1995-2000						
Canada	4,23	0,69	1,11	0,13	1,21	1,08
France	2,66	0,36	0,55	0,48	0,43	0,83
Allemagne	1,96	0,5	0,87	-0,1	0	0,7
Italie	1,77	0,38	0,68	0,17	0,66	-0,12
Japon	1,21	0,4	0,86	0,5	-0,6	0,04
Royaume-Uni	3,16	0,97	0,7	0,5	0,68	0,31
Etats-Unis	4,21	1,08	1,39	0,23	1,23	0,29
Période 2000-2004						
Canada	2,56	0,38	1,04	0,07	0,97	0,09
France	1,51	0,26	0,59	0,26	0,09	0,31
Allemagne	0,69	0,28	0,42	0,35	-0,48	0,11
Italie	0,94	0,17	0,78	0,07	0,59	-0,68
Japon	0,98	0,26	0,65	0,45	-0,5	0,12
Royaume-Uni	2,3	0,56	0,47	0,5	0,59	0,18
Etats-Unis	2,21	0,6	0,58	0,3	-0,27	1,01
Période 2004-2008						
Canada	2,16	0,49	1,51	0,05	0,89	-0,79
France	1,7	0,2	0,74	0,12	0,4	0,24
Allemagne	2	0,35	0,51	-0,21	0,43	0,91
Italie	0,86	0,16	0,61	0,12	0,44	-0,47
Japon	1,29	0,2	0,53	0,21	-0,133	0,48
Royaume-Uni	2,08	0,37	0,73	0,17	0,3	0,51
Etats-Unis	2,05	0,46	0,79	0,27	0,28	0,25

Source : Jorgenson and Khuong (2003, p.29)

## TABLE DE MATIERES

REMERCIEMENTS .....	ii
LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES .....	iii
LISTE DES TABLEAUX .....	v
LISTE DES FIGURES .....	vi
SOMMAIRE .....	vii
INTRODUCTION .....	1
PARTIE I: CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUELLE DE L'ECONOMIE	
NUMERIQUE ET LA CROISSANCE ECONOMIQUE .....	3
CHAPITRE 1. CONCEPT THEORIQUE RELATIF A LA NOTION DE	
L'ECONOMIE NUMERIQUE .....	4
Section 1. Revue théorique de l'économie numérique .....	4
A. LES MOTS DU NUMÉRIQUE .....	4
1. L'Internet .....	4
2. Le World Wide Web .....	5
3. Les applications .....	6
4. Les plates-formes .....	7
B. L'ECONOMIE NUMERIQUE .....	8
1. Contexte historique .....	8
a. La Nouvelle Economie .....	9
b. L'Economie de l'information et du savoir .....	10
2. L'Economie numérique .....	10
a. Définition de l'économie numérique .....	11
b. Caractéristiques de l'économie numérique .....	13
3. La numérisation de l'économie et le travail .....	13
a. La numérisation de l'économie .....	14
b. Transformation numérique du travail .....	15
Section 2. Les révolutions industrielles et le progrès technique .....	17
A. REVOLUTION INDUSTRIELLE VERS LA REVOLUTION NUMERIQUE	
18	
1. La révolution industrielle .....	18
a. La première révolution industrielle .....	18
b. La deuxième révolution industrielle .....	19
c. La troisième révolution industrielle .....	20
2-1. La quatrième révolution industrielle .....	21

2-2. Les principales découvertes marquants cette période.....	22
a. Internet des objets .....	22
b. Big data.....	22
c. Impression 3D .....	23
d. Intelligence artificielle .....	23
e. Robotique .....	23
<b>B. LES PROGRES TECHNIQUES .....</b>	<b>24</b>
1. Origine du progrès technique .....	25
2. Le progrès technique et la croissance économique .....	26
3. Le progrès technique et la productivité globale des facteurs .....	27
<b>CHAPITRE 2. CONCEPT THEORIQUE DE LA CROISSANCE ECONOMIQUE .30</b>	
Section 1. Théorie de la croissance exogène.....	30
1. Le modèle de Harrod-Domar .....	30
2. Le modèle de Solow .....	31
Section 2. Théorie de la croissance endogène .....	32
1. La croissance endogène selon ROMER.....	33
2. La croissance endogène selon Robert LUCAS.....	34
3. La croissance endogène selon BARRO.....	34
<b>PARTIE II : ANALYSES EMPIRIQUES DE LA CONTRIBUTION DE L'ECONOMIE NUMERIQUE A LA CROISSANCE ECONOMIQUE DANS LE PAYS DEVELOPPE .....</b>	<b>35</b>
<b>CHAPITRE 1. ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'ECONOMIE NUMERIQUE DANS LE PAYS DEVELOPPE .....</b>	<b>36</b>
Section 1. Situation actuelle de l'économie numérique dans les pays développés.....	36
1. Part de la valeur ajoutée des secteurs de l'économie numérique dans le PIB 37	
2. Part des investissements dans le numérique .....	38
3. Part de marché mondial des exportations de matériels numériques.....	39
Section 2. Contribution de l'économie numérique à la croissance des pays développés .....	40
1. La contribution directe à la croissance.....	40
2. La contribution indirecte à la croissance .....	40
<b>CHAPITRE 2. ETUDE DE CAS EN UTILISANT LE MODELE DE CROISSANCE DE SOLOW.....</b>	<b>42</b>
Section 1. Modèle de croissance de Solow.....	42
Section 2. Approche de la comptabilité de la croissance .....	43
1. La méthodologie de la décomposition de la croissance .....	43

1-1.	La décomposition de la croissance pour la France.....	44
a.	Croissance sur longue période .....	44
b.	Croissance sur sous périodes.....	46
1-2.	La décomposition de la croissance pour les Etats-Unis.....	47
a.	Croissance par longue période .....	47
b.	Croissance par sous période .....	49
2.	Comparaison de la décomposition de la croissance sur longue période pour la France et pour l'Etats-Unis .....	50
Section 3. Analyse économétrique de la contribution de l'économie numérique à la croissance .....		52
1.	Présentation du modèle économétrique.....	52
2.	Estimation des paramètres du modèle.....	53ss
2-1.	Test de stationnarité des variables .....	53
2-2.	Estimation des coefficients du modèle .....	55
a.	Tableau de l'estimation pour l'Etats-Unis .....	56
b.	Résultats d'analyse pour l'Etats-Unis .....	57
c.	Tableau de l'estimation pour la France .....	57
d.	Résultat de l'analyse pour la France .....	58
2-3.	Comparaison des coefficients du paramètre pour les deux pays.....	59
CONCLUSION GENERALE.....		61
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....		I
ANNEXES .....		III
TABLE DE MATIERES .....		XV

**Auteur** : MINOARIVONY Nomena Soa Safidy

**Titre** : La contribution de l'économie numérique à la croissance économique dans les Pays Développés

**Nombre de Pages** : 63

**Tableaux** : 12

**Figures** : 04

**Annexes** : 09

**Contact** : +261337028077

**e-mail** : [nomenasoa14@gmail.com](mailto:nomenasoa14@gmail.com)

**Adresse de l'auteur** : LOT FTA II 14 BIS 67HA Nord Est

## RESUME ANALYTIQUE

Les technologies numériques s'intègrent au cœur de l'économie mondiale grâce à la révolution numérique associée à la quatrième révolution industrielle. L'économie numérique a fait son émergence avec cette révolution numérique et elle est devenue un facteur déterminant de la croissance économique et des performances de l'économie mondialisée. Pourtant, le développement de l'économie numérique provoque la disparition tendancielle d'un certain nombre de tâches causé par la numérisation de l'économie. Au cours de la dernière décennie, l'économie numérique a contribué plus largement à la croissance économique des pays surtout dans les pays développés. Cette contribution de l'économie numérique à la croissance notamment le PIB a une influence significative sur tous les secteurs d'activité et l'économie en générale. D'ailleurs, la contribution totale du secteur de l'économie numérique à la croissance du PIB réel se compose de la contribution directe du capital numérique au PIB et de la contribution indirecte du capital numérique à la productivité totale des facteurs.

**Mots-clés** : Economie numérique ; Croissance économique ; Révolution numérique ; Technologie numérique ; Numérisation ; Contribution directe ; Contribution indirecte ; PTF

**Encadreur** : Monsieur RAMIARISON Herinjatovo Aimé, Docteur et Enseignant chercheur

