

# **LA CROISSANCE ECONOMIQUE DE LA THÉORIE À L'APPLICATION**

**Section I. La Croissance Economique depuis les Classiques**

**Section II. La Théorie Néoclassique de Croissance**

**Section III. Les Modèles de Croissance Endogène**

## Introduction

“*Pourquoi nous sommes si riches et eux si pauvres ?*” ; Pour répondre à cette question, les économistes n’ont cessé, pendant presque deux siècles et demi, de penser aux causes de la richesse, et aux causes des différences de niveaux de vie entre les pays. Certes, les réponses sont de plus en plus convaincantes, et de plus en plus proches de la réalité, mais elles n’arrivent tout de même pas à donner une explication complète à ce phénomène.

En réalité, plusieurs études ont démontré que l’inégalité de distribution des revenus ne cesse d’augmenter (Gerschenkron 1962 ; Barro et Sala-i-Martin 1992a ; Acemoglu et al. 2006) ; autrement dit, la fausse entre les pays riches et pauvres est de plus en plus large. Même au sein d’un même pays, particulièrement dans les pays sous-développés, on remarque qu’un nombre limité de personnes détient une grande part de la richesse nationale.

Le but de ce premier chapitre est de faire un bref survol sur l’évolution des théories de la croissance économique. Pour respecter le déroulement chronologique des idées, nous retournerons, après un bref défilement des généralités de la croissance économique, aux fondateurs des théories de la croissance à travers la **première section**.

Les Classiques ont posé les fondations pour plusieurs branches des sciences économiques, y compris celles de la croissance ; même si leurs idées étaient plutôt simplistes en se basant sur un nombre très limité de facteurs, ils ont vu juste en prônant la loi des rendements décroissants que subissent les facteurs de production.

Une autre remarque qu’on peut reprocher à la Théorie Classique de Croissance est sa négligence du progrès technologique ; elle le qualifiait comme insuffisant pour ajouter un plus pour l’économie. Déjà, on doit comprendre le rôle de la technologie dans la promotion de l’activité économique et les raisons qui ont poussé les théoriciens plus récents à lui donner autant d’importance.

C’est au cours de la **deuxième section** que nous essayerons de comprendre les nouveautés apportées par la Théorie Néoclassique de Croissance, à travers les travaux de son leader Robert Solow et quelques successeurs. Le modèle néoclassique, dans ses versions élargies, introduit l’effet du progrès technologique comme facteur de production à part entière, sauf qu’il le définit comme exogène au modèle.

Cette exogénéité du progrès technologique est remplacée, dans la **troisième section**, par un modèle dit de croissance endogène, où le progrès technologique est déterminé au sein du modèle même. Parmi un nombre important de modèles de croissance endogène, nous tenterons de tracer leur origine qui remonte à Schumpeter et arriver à l’une des théories modernes les plus célèbres, en l’occurrence le modèle de Romer.

C’est à la fin de ce chapitre que nous pourrons enfin répondre à nos questionnements à propos de l’inégalité de distribution des revenus. Les travaux sur la convergence ont démontré sa restriction au sein de quelques groupes de pays homogènes, mais ont, par contre, avancé l’hypothèse de la convergence conditionnelle qui peut être applicable à plus grande échelle.

## Section I. La Croissance Economique depuis les Classiques

Les économistes ont commencé à penser à la croissance économique depuis déjà deux siècles et demi, plus exactement en 1776 lorsque Adam Smith a publié son célèbre livre « *La Richesse des Nations* ». Durant les quelques décennies qui ont suivi, d'autres économistes, en l'occurrence, Malthus, Ricardo, Mill et autres, ont traité du même sujet mais chacun de son propre point de vue. Toutefois, ils se partageaient une idée commune à propos de la croissance économique ; cette dernière ne peut pas durer sur le long terme. D'après leur théorie, l'effet de la croissance gagnée en production est rapidement effacé par celui de la croissance démographique.

Cette théorie, qu'on nomme aujourd'hui « *La Théorie Classique de la Croissance* », a été, et pendant une très longue durée, incontestable même si elle était loin d'expliquer toutes les faces de la croissance, ni toutes ses causes. Cette position de monopole ne pouvait se perpétuer; les économistes de la fin du Dix-neuvième Siècle ne pouvaient s'empêcher de réfléchir à d'autres facteurs ayant un quelconque effet sur la croissance économique. A première vue, le progrès technologique qu'ont connu le Royaume Uni, et le reste de l'Europe par la suite, est un élément clé dans la croissance de la productivité des facteurs de production, l'exclure de l'équation porterait un préjudice à la fiabilité de toute la théorie.

Les raisons qui ont poussé les Néoclassiques et les économistes contemporains à inclure le progrès technologique dans leurs modèles seront discutées durant cette section ; mais avant d'arriver à ceci, on devra avoir une idée plus claire sur la croissance économique : ses sources, ses caractéristiques, et les causes derrière l'inégalité des performances entre les différents pays. *La Théorie Classique de la Croissance* est ensuite visitée. Comprendre la dynamique de croissance proposée par cette théorie sera d'une grande utilité pour expliquer le besoin d'introduire le progrès technologique en tant que facteur de croissance.

### 1.1. Généralités sur la Croissance

La croissance économique d'un pays peut être définie comme « *une augmentation soutenue des capacités de production d'un nombre croissant de biens économiques, ces capacités sont basées sur une technologie de plus en plus avancée, et les ajustements institutionnels et idéologiques qui lui conviennent* ».<sup>1</sup>

Une première remarque à retenir de cette définition est la durabilité de la croissance économique sur le long terme, autrement son effet risque de s'estomper dans le temps. Une deuxième remarque concerne la diversification des biens économiques offerts aux consommateurs ; d'un côté on arrivera à satisfaire le maximum des besoins de consommation, et de l'autre côté un plus grand nombre de sociétés ne peut être que bénéfique pour absorber la main d'œuvre disponible.

---

<sup>1</sup> Kuznets S "Modern Economic Growth: Findings and Reflections" *The American Economic Review*, vol. 63, n° 3, 06.1973, p 247.

La définition citée ci-dessus propose deux éléments essentiels pour garantir un tel niveau de croissance : le progrès technologique dont l'effet est directement reflété par l'augmentation de la productivité de l'économie et du bien-être de la population, et le cadre institutionnel, représenté par les autorités publiques, et qui a pour principale mission d'organiser et protéger les intérêts des producteurs et des consommateurs.

### **1.1.1. Les Déterminants de la Croissance Economique**

La croissance économique de n'importe quel pays dépend de trois facteurs majeurs :<sup>1</sup> l'accumulation du capital, l'expansion démographique et le progrès technologique.

*L'accumulation du capital* résulte du choix des ménages à épargner et investir une partie de leurs revenus ; ce choix a pour but principal l'augmentation de la production future et par la suite leurs revenus futurs. Les nouvelles usines et machines, les nouveaux équipements et matériaux contribuent à l'augmentation du capital physique de la nation, ce qui à son tour permet de réaliser des niveaux de production de plus en plus élevés.

Parallèlement, l'investissement dans les ressources humaines peut améliorer leur qualité au point d'obtenir un effet égal ou supérieur à l'effet que peut produire l'augmentation du nombre de travailleurs. Par ailleurs, l'éducation réglementaire et les stages de perfectionnement peuvent augmenter la rentabilité des investissements directs dans le mobilier, les machines et les matériaux.

L'expansion des opportunités éducatives contribue à la croissance économique via :<sup>2</sup>

- La création d'une main d'œuvre plus productive jouissant de plus de connaissances et de compétences ;
- La création d'emplois rémunérés à l'intention des enseignants, des employés d'écoles, des sous-traitants en bâtiments et maintenance, des fabricants de livres et articles scolaires ;
- La création d'une classe de leaders éduqués et capables de combler les postes vacants au sein des services gouvernementaux, des sociétés publiques et privées, des institutions politiques ;
- La promotion d'un système éducatif qui peut contribuer à généraliser l'alphabétisation parmi les personnes âgées et les familles les plus démunies.

Ces formes d'investissement, ainsi que d'autres, sont nécessaires pour garantir une accumulation du capital via la création de nouvelles ressources ou l'amélioration en qualité des ressources déjà disponibles. Cela implique également un choix à faire, consommer moins maintenant pour en avoir assez plus tard.

*L'expansion démographique (jumelée à une augmentation de la population active comme effet retardé)* a toujours été considérée comme un facteur stimulant la croissance économique ; une population plus large signifie, à la fois, plus de travailleurs productifs et des marchés domestiques plus grands, donc une consommation plus importante. Néanmoins, l'effet d'une expansion démographique accélérée sur la croissance dépend des capacités de

---

<sup>1</sup> Todaro M.P "Economics for a Developing World" Prentice Hall, Harlow, 3<sup>ème</sup> éd., 1992, pp 112-114.

<sup>2</sup> Ibid., p 300.

l'économie à absorber le nombre croissant de travailleurs ; ces capacités dépendent directement du taux et de la nature de l'accumulation du capital, ainsi que des compétences administratives et managériales des décideurs.

*Le progrès technologique* se manifeste par l'utilisation de nouvelles méthodes dans l'accomplissement des tâches plus ou moins traditionnelles telles que cultiver du blé, façonner un costume ou bâtir un grenier. On remarque déjà que l'effet du progrès technologique ne peut être visible qu'à travers les autres facteurs de production, à lui seul ceux sont juste des idées non productives<sup>1</sup>. L'association de la technologie au capital physique et au travail se manifeste à travers trois différentes formes : par un effet neutre, en économisant le capital ou le travail et enfin en améliorant le capital ou le travail.

Premièrement, un progrès technologique est dit neutre lorsqu'il affecte les niveaux de productivité sans modifier les quantités nécessaires de capital et de travail. Sa forme la plus connue est la division du travail, comme l'avait suggérée Adam Smith. Deuxièmement, une technologie économisant les facteurs de production suggère la réalisation d'un niveau supérieur de production avec la même quantité du capital (ou du travail).<sup>2</sup> Troisièmement, la technologie améliore les facteurs de production lorsqu'elle permet de garder le même niveau de production même en baissant la quantité de capital (ou de travail) requise. Ce gain de productivité se manifeste par un équipement plus performant ou par un personnel plus qualifié.

### **1.1.2. Les Conditions Requises pour la Croissance Economique**

La croissance économique dépend de la quantité et de la qualité des facteurs de production cités ci-dessus ; toutefois, elle exige trois conditions de base qui la motivent :<sup>3</sup>

- **Les Marchés** qui permettent aux acheteurs et aux vendeurs de s'entre-échanger leurs services, ainsi que de collecter les informations. La libre concurrence entre agents économiques était indiscutable jusqu'au milieu du Vingtième Siècle où les contemporains ont avancé l'idée qu'un certain degré de monopole est nécessaire pour motiver la recherche ;
- **Les Droits de Propriété** sont des arrangements sociaux qui gouvernent la possession, l'usage et l'abandon des facteurs de production, des biens et des services. Suivant l'élément précédent, en cas de monopole, les brevets sont utilisés comme outil de réglementation ;
- **Les Devises Convertibles** sont nécessaires pour faciliter les échanges commerciaux à l'échelle internationale. Une devise dont le taux de change est relativement stable peut positivement influencer les investisseurs étrangers et les inviter à déverser leurs capitaux dans l'économie nationale, ce qui signifie une accumulation plus importante du stock du capital physique.

---

<sup>1</sup> Kuznets S, op.cit, p 247.

<sup>2</sup> Le choix du facteur à économiser dépend de la structure de l'économie : dans les économies ayant une abondance de travailleurs, comme c'est le cas de la plupart des pays sous-développés ou en voie de développement, on opte pour des technologies qui économisent le capital ; alors que dans les économies développées, où les signes de vieillissement de la population sont de plus en plus sentis, les technologies à économie du travail sont les plus répandues.

<sup>3</sup> Mattheus K., Parkin M. & Powell M "Economics" Addison-Wesley, Harlow, 6<sup>ème</sup> éd., 2005, p 683.

Cependant, une croissance économique rapide et stable nécessite plus que ces trois conditions, on peut y ajouter l'accomplissement de cinq tâches majeures :<sup>1</sup>

- **Stimuler l'épargne** à travers des taux d'intérêt acceptables et un système financier stable, et ceci dans le but d'accroître l'accumulation du stock de capital (un bon exemple est donné par les expériences des pays du Sud Est Asiatique) ;
- **Stimuler la Recherche et le Développement** par la création et le financement d'organismes spécialisés, ces derniers sont généralement attachés à des universités ou à des centres et laboratoires de recherche ;
- **Cibler les industries de haute technologie** qui, à l'inverse des technologies dites "générales", peuvent donner à l'économie une position de leader international, une position dont les répercussions sont visibles sur tous les secteurs économiques (cas des Etats Unis) ;
- **Encourager le commerce international** afin de profiter du phénomène de spécialisation inter-économies, i.e. aucun pays ne peut être leader dans tous les domaines, il excelle dans un secteur et importe les autres biens des pays qui y excellent ;
- **Améliorer la qualité de l'enseignement** en imposant des standards sur les compétences de base telles que la langue, les calculs et les sciences ; la différenciation de rémunération entre travailleurs de différents niveaux peut servir comme motivation directe.

### 1.1.3. Caractéristiques de la Croissance Economique Moderne

Le Prix Nobel de l'économie, Simon Kuznets, distingue six caractéristiques de la croissance économique moderne :<sup>2</sup>

- Deux variables macroéconomiques :
  - \* **Taux de croissance élevés de la production et de la population** : les taux de croissance annuels durant la période moderne sont proches de 2% pour le produit par tête, 1% pour la population et 3% pour le produit global. Ces taux, qui stipulent une multiplication sur un siècle par cinq pour le produit par tête, par trois pour la population et par plus de quinze pour le produit global, sont largement supérieurs à ceux enregistrés dans l'ère pré-moderne ;
  - \* **Taux de croissance élevés de la productivité (plus particulièrement la productivité du travail)** : même en incluant parmi les entrées tous les autres facteurs en plus du travail, la production par travailleur a remarquablement augmenté grâce au progrès technologique.
- Deux variables de transformation structurelle :
  - \* **Taux de croissance élevés de la transformation structurelle économique** : Les principaux aspects de cette transformation s'illustrent dans le passage des activités agricoles aux activités industrielles, et plus récemment vers les services ; un effet de gigantisme dans la taille des unités productives accompagné d'une mutation des entreprises personnelles vers des groupes d'entreprises ou des entreprises de

<sup>1</sup> Mattheus K., Parkin M. & Powell M, op.cit, p 688.

<sup>2</sup> Kuznets S, op.cit, pp 248-249.

copropriétés. D'autres aspects peuvent être inclus tels que la structure de consommation, la part des produits importés de la consommation totale, etc. ;

\* **Taux de croissance élevés de la transformation sociale, politique et idéologique** : l'urbanisation et la sécularisation sont considérées comme les principaux ingrédients de ce que les sociologues appellent le processus de modernisation.

➤ Deux facteurs affectant la diffusion internationale de la croissance :

\* **La tendance des pays développés à atteindre les marchés et les ressources naturelles dans le reste du monde** : Cette capacité croissante est facilitée par les nouvelles technologies dans les domaines de transport et de communication (par voie pacifique ou par colonisation) ;

\* **La restriction de la croissance économique parmi le tiers de la population mondiale** : Les habitants des pays sous-développés et en voie de développement ne jouissent pas des mêmes niveaux de vie que ceux des pays développés.

#### 1.1.4. Les Obstacles de Croissance chez les Pays du Tiers-Monde<sup>1</sup>

Les investissements suffisants, le progrès technologique, le support gouvernemental (capital social) et les politiques macroéconomiques sûres sont tous considérés, à pied d'égalité, comme conditions nécessaires pour garantir la croissance économique ; toutefois, elles ne peuvent pas expliquer les différences de revenus entre les pays. Les chercheurs en histoire de l'économie mettent l'accent sur le rôle des institutions sociales, politiques et économiques à travers leurs reflets : les droits de propriété, le système légal, la stabilité politique et les marchés financiers efficaces.<sup>2</sup>

Les Pays Moins Développés (PMD pour la suite) sont-ils capables d'atteindre les mêmes niveaux de croissance réalisés par les Pays Développés ? Pour pouvoir répondre de façon objective, on doit tout d'abord penser aux différences majeures entre les positions des PMD de nos jours et celles des pays développés lorsqu'ils ont entamé leurs processus de croissance économique moderne, on peut en citer huit différences :<sup>3</sup>

➤ **Les dotations en ressources** : à l'exception de quelques pays pétrolifères (majoritairement en Moyen Orient et en Afrique du Nord), la plupart des PMD sont très pauvres en matière de ressources naturelles, et même lorsqu'elles existent, les investisseurs locaux ne peuvent s'offrir ni le financement adéquat ni la main d'œuvre suffisamment qualifiée ;

➤ **Les niveaux relatifs des revenus par tête** : les standards de vie dans certains pays de l'Europe Occidentale en Dix-neuvième Siècle sont relativement plus élevés que ceux de quelques pays sous-développés du vingt et unième Siècle ;

<sup>1</sup> Dans les années 1960, le terme "Tiers-Monde" servait à désigner tous les pays sous-développés ou en voie de développement, le Premier pour les pays développés (Europe Occidentale, Amérique du Nord, Japon et Australie), alors que le Deuxième faisait référence aux pays communistes. De nos jours, cette classification doit être reconsidérée

<sup>2</sup> Cleaver T "Economics. The Basics" Routledge, Londres, 2004, p 188.

<sup>3</sup> Todaro M.P, op.cit, pp 124-128.

- **Les conditions climatiques** : la quasi-totalité des PMD est située dans des zones climatiques tropicales ou méridionales, alors qu'il est connu que la chaleur et l'humidité extrêmes accélèrent la détérioration de qualité du sol et des récoltes agricoles. La productivité des travailleurs, elle aussi, peut être réduite sous ces conditions ;
- **La taille, la croissance et la distribution de la population** : en aucun cas, durant leur ère de croissance moderne, les pays développés n'ont atteint un taux de croissance démographique au-delà du 2% par an, alors que, durant ces quelques dernières décennies, l'ensemble des PMD a enregistré une moyenne annuelle de 2.5% ;
- **Le rôle historique de l'immigration** : Durant le Dix-neuvième Siècle, l'immigration a contribué à équilibrer entre la forte croissance démographique en Europe et le besoin excessif de main d'œuvre aux Etats Unis<sup>1</sup>. Après la Deuxième Guerre Mondiale, des flux d'immigrants d'Italie, de la Grèce et de la Turquie ont comblé le vide laissé par les millions de victimes de guerre. Par contre, l'effet de l'immigration chez les PMD actuellement est néfaste, car ceux sont les gens les mieux éduqués et les plus qualifiés qui décident de partir (Une part du problème est due aux critères de l'immigration sélective imposés par les pays développés) ;
- **L'effet du commerce international** : théoriquement, la croissance des exportations stimule la demande locale pour l'établissement d'industries manufacturières à grande échelle ; participer à cette dynamique était à la portée de tous les pays au Dix-neuvième Siècle, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui. Pour les quelques PMD ayant quelque chose à produire, l'effet de l'écart technologique et la volatilité des taux de change réduisent leur compétitivité au sein des marchés mondiaux ;
- **Les capacités de base en matière de Recherche & Développement** : la croissance rapide et soutenue qu'ont réalisée les pays développés était le fruit d'une interactivité entre l'application en masse des nouvelles technologies et l'accroissement des efforts dévoués à la recherche grâce aux richesses disponibles. On remarque que la quasi-totalité des recherches est faite au pays développés, selon leurs priorités économiques et les ressources disponibles ; pour cette raison, et d'autres, il ne suffit pas aux PMD d'importer la technologie pour résoudre leurs problèmes de développement ;
- **La stabilité et la flexibilité des institutions politiques et sociales** : bien avant d'entamer leurs processus de croissance moderne, les pays développés d'aujourd'hui étaient des états-nations consolidés, capables et désireuses d'appliquer toutes les politiques nécessaires à renforcer l'économie et améliorer le bien être des habitants. Par contre, beaucoup de PMD n'ont obtenu leur indépendance politique que récemment, et plusieurs d'entre eux souffrent encore d'instabilité politique.

A la suite d'une première lecture, on pourrait dire que les pays moins développés n'ont pas la moindre chance pour rattraper les pays développés en matière de croissance économique et de technologie. Cependant, des exemples comme l'Argentine, la Turquie ou les pays du Sud Est Asiatique nous laissent penser que le processus, certes, n'est pas aisé mais faisable.

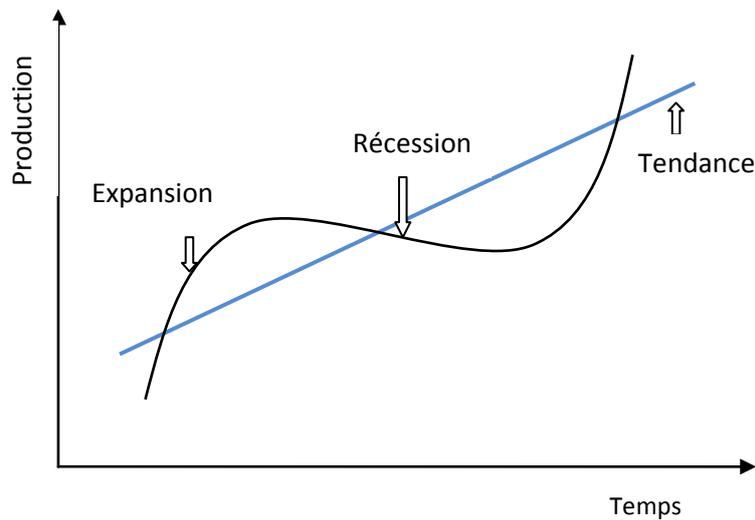
---

<sup>1</sup> Entre 1847 et 1907, entre autres, 1.187.000 Irlandais, 1.964.000 Allemands, 418.000 Scandinaves et 1.754.000 Italiens ont traversé l'Atlantique pour les terres nouvelles.

### 1.1.5. Les Cycles Economiques

Théoriquement, les caractéristiques de la croissance peuvent différer entre le long terme et le court terme. Le schéma 1.1 retrace un cycle économique typique dans lequel la croissance est visible sur le long terme, mais à court terme les fluctuations sont inévitables, et ceux-ci dépendent des conditions économiques générales.

Schéma 1.1 : Un cycle économique typique



Source : Case K.E., Fair R.C. & Oster S.M. “Principles of Macroeconomics” Prentice Hall, Boston, 10<sup>ème</sup> éd., 2012, p 99.

Quels que soient les chocs qui touchent une économie, ils touchent un élément crucial qui est l'investissement. Une récession commence lorsque les nouveaux investissements ralentissent, et dès qu'ils reprennent une bonne cadence on peut parler d'une expansion.<sup>1</sup>

Pendant la période d'expansion, l'investissement croît à un taux élevé, et ainsi le stock de capital croît lui aussi. Or à court terme la croissance de la population est insignifiante, donc le montant du capital par travailleur augmente, cela signifie que le travail gagne en productivité jusqu'à ce que la loi des rendements décroissants ait lieu.

La loi des rendements décroissants stipule que si la quantité du capital croît pendant que la quantité du travail reste la même, le gain en productivité pour chaque unité de capital ajoutée décroît. La baisse de productivité induit une baisse des profits, par la suite les investisseurs perdent en motivation et décident de ne pas investir, ou au moins limiter leurs participations. Une récession est alors inévitable.

Lors d'une récession, l'investissement est à son plus bas niveau, par conséquent le stock du capital croît très lentement<sup>2</sup>, assez lentement pour que le montant du capital par travailleur décroît. Contrairement à ce qu'elle peut ressembler, cette décroissance n'est pas totalement un mauvais signe ; plus bas est le capital par travailleur, plus haut est le profit

<sup>1</sup> Mattheus K., Parkin M. & Powell M, op.cit, p 702.

<sup>2</sup> Dans le cas où le stock de capital décroît, on peut parler d'une récession profonde qui peut se convertir en dépression économique générale si les mesures nécessaires ne sont pas prises.

réalisable. Les propriétaires de capitaux se retrouvent intéressés, l'investissement reprend de la cadence, et le résultat final est une récession qui tourne en expansion.

D'un autre point de vue, l'innovation consiste en changements dans les méthodes de production et de transport, dans l'organisation industrielle, dans la production de nouveaux articles, l'ouverture de nouveaux marchés ou la découverte de nouvelles sources pour les matériaux. Si on se fie à l'histoire de l'industrie depuis le Dix-huitième Siècle, on peut remarquer qu'un bon nombre d'expansions a été caractérisé par des innovations révolutionnaires dans une industrie ou une autre<sup>1</sup>. Les chemins de fer, l'acier, et l'électricité sont des exemples à des innovations qui ont conduit à une période de croissance accélérée.

Sur l'échelle mondiale, on constate que les taux de croissance des pays développés tendent à être relativement stables sur le long terme, ce qui est suffisant pour éliminer l'effet des cycles économiques fluctuants. Par contre, chez les pays moins développés, la volatilité des taux de croissance est beaucoup plus visible<sup>2</sup> ; ce phénomène est essentiellement dû à des perturbations d'ordre politique ou militaire. Par exemple, le taux de croissance du PIB de l'Angola a chuté de 4.8% dans les années 1960 à -9.2% dans les années 1970.

A une certaine époque, Il était convenu que la tendance de croissance est déterminée par le taux d'épargne de la population (qui détermine le taux d'accumulation du capital), le flux d'innovations (qui détermine le niveau de productivité) ainsi que le taux de croissance de la population elle même. Plus récemment, on est de plus en plus conscient du fait que ni la proportion du revenu épargné ni le niveau de productivité ne peut indépendamment expliquer le taux de croissance de la production ; ce dernier est en faite le résultat d'une interaction entre différents facteurs selon une relation fonctionnelle plutôt que de simples constantes.<sup>3</sup>

Ces relations fonctionnelles, qu'on nomme communément « *Les Théories de Croissance* », ont comme objectif principal d'étudier ces interactions et de déceler leurs effets, leurs intensités et surtout leurs directions. Elles nous permettent aussi d'étudier les façons dont les facteurs de production influencent les uns les autres.<sup>4</sup>

## **1.2. La Théorie Classique de la Croissance**

Les fondateurs de l'économie moderne, Adam Smith et David Ricardo, présentent la croissance économique comme "*le résultat de l'accumulation du capital, cette dernière est représentée par l'augmentation de la quantité des outils mis à la disposition des travailleurs*"<sup>5</sup>. Cependant, ils pensent que la croissance est condamnée à disparaître progressivement suite à l'évolution de la répartition du revenu national, ceci est du essentiellement à la croissance démographique. Autrement dit, lorsque le salaire réel est au dessus du niveau de subsistance, une expansion démographique le ramène à ce même niveau.

---

<sup>1</sup> Schumpeter J "The Explanation of the Business Cycle" *Economica*, n° 21, 12.1927, p 295.

<sup>2</sup> Lucas R.E. Jr "On the Mechanics of Economic Development" *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, 02.1988, p 4.

<sup>3</sup> Kaldor N "A Model of Economic Growth" *The Economic Journal*, vol. 67, n° 268, 12.1957, p 591.

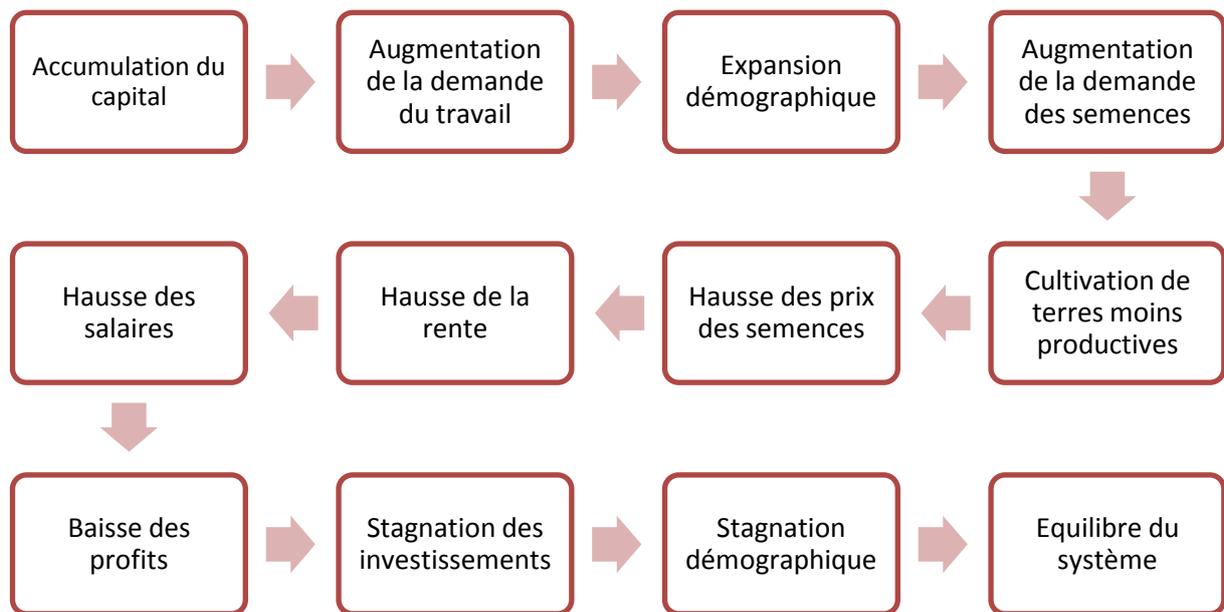
<sup>4</sup> Mattheus K., Parkin M. & Powell M, op.cit, p 689.

<sup>5</sup> Guellec D. & Ralle P "*Les Nouvelles Théories de la Croissance*" La Découverte, Paris, 2003, 5<sup>ème</sup> éd., p 26.

### 1.2.1. La Croissance Economique vs. La Croissance Démographique

La Théorie Classique de la Croissance suppose que la rente issue de la terre (qui n'est pas sujette à l'accumulation) est égale à la différence entre le coût de production dans cette terre et le prix de marché, représenté par le coût de production dans la terre la moins productive. Elle dit aussi que le capital est rémunéré par le profit (la part du revenu national qui reste après paiement des salaires et de la rente), ce profit doit être positif sinon les capitalistes ne seront pas intéressés par l'idée d'investir<sup>1</sup>. La dynamique du système, comme décrite par les Classiques, peut être résumée dans le schéma 1.2.

Schéma 1.2: Dynamiques de la croissance dans la Théorie Classique



Etabli d'après Guellec D. & Ralle P "Les Nouvelles Théories de la Croissance" op.cit, pp 27-28.

Pour comprendre le fond de la théorie classique, on doit penser à deux éléments importants. Premièrement, la distinction entre les différentes branches de l'économie était encore dans son début<sup>2</sup>, ainsi les Classiques travaillaient avec un modèle théorique des plus simples. Le deuxième élément, et surtout le plus important, réside dans les conditions prévalant en Europe, et plus précisément au Royaume Uni du Dix-huitième Siècle<sup>3</sup> ; la quasi-totalité de la population travaillait dans des fermes, et utilisait des outils traditionnels. Les nouveaux outils inventés durant cette période ont augmenté la productivité des fermes. En même temps, les travailleurs ont commencé à se déplacer en villes où le secteur industriel offrait de nouvelles opportunités de travail suite à la demande croissante sur les outils agricoles, en plus d'autres produits industriels. Les revenus augmentaient, ainsi les conditions de vie devenaient meilleures.

Le progrès technologie a ouvert la porte à l'investissement dans de nouveaux équipements et machines, la productivité du travail était en hausse permanente, les salaires

<sup>1</sup> Guellec D. & Ralle P "Les Nouvelles Théories de la Croissance" op.cit, p 27.

<sup>2</sup> Hicks J "Methods of Dynamic Economics" Oxford University Press, New York, 1985, p 29.

<sup>3</sup> Mattheus K., Parkin M. & Powell M, op.cit, p 689.

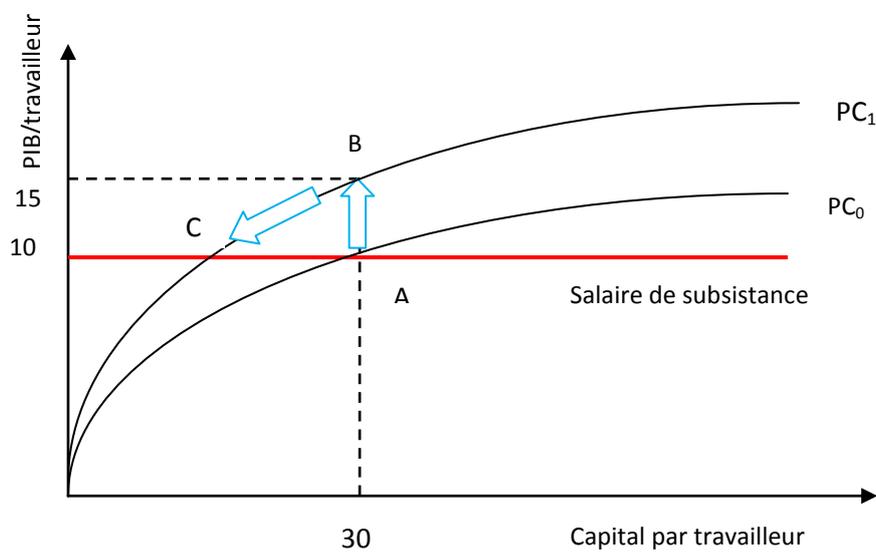
réels s'élevaient et le chômage était à son plus bas niveau. A ce stade, la croissance économique était stable, et la population en avait tiré bénéfices. Mais cette situation pouvait-elle durer ?

### 1.2.2. La Théorie de la Croissance Démographique

De meilleures conditions de vie, une demande de travail en hausse ainsi que des salaires au dessus du niveau de subsistance ; ces trois facteurs réunis peuvent causer une explosion démographique. La population au Royaume Uni, par exemple, a augmenté de plus de 70% entre 1750 et 1830, cette augmentation est causée essentiellement par un meilleur système sanitaire (espérance de vie plus longue) et une meilleure hygiène, alors que le niveau de fertilité était encore très haut. Selon les Classiques, il s'agit bien d'un processus à causalité et non pas une pure coïncidence ; Smith<sup>1</sup> le confirme lorsqu'il dit que "*la marque de prospérité la plus décisive dans un pays est la croissance du nombre de ses habitants*".

Les Classiques expliquent le taux de croissance démographique élevé à travers la théorie du salaire de subsistance réel (salaire suffisant pour consommations de base d'une famille moyenne). Selon cette théorie, à chaque fois que le niveau des salaires réels dépasse le niveau de subsistance, la population croît, et par la suite la loi des rendements décroissants prend effet. Ceci implique une baisse de la productivité du travail, ainsi les salaires réels sont ramenés jusqu'au niveau de subsistance<sup>2</sup>.

Schéma 1.3 : Les courbes de productivité dans la Théorie Classique de Croissance



Source : Mattheus K., Parkin M. & Powell M, op.cit, p 690.

<sup>1</sup> Galor O. & Weil D.N "Population, Technology, and Growth: From the Malthusian Stagnation to the Demographic Transition and Beyond" *The American Economic Review*, vol. 90, n° 4, 09.2000, p 806.

<sup>2</sup> Mattheus K., Parkin M. & Powell M, op.cit, p 690.

Selon Malthus, lorsque la taille de la population est petite, les standards de vie sont à un niveau élevé, et la population croît à un rythme plus ou moins naturel<sup>1</sup> ; et dès que cette population s'élargit, les standards de vie s'abaissent, et la croissance démographique est freinée soit par prévention (réduction intentionnelle de la fertilité) ou de façon naturelle (malnutrition et maladies)<sup>2</sup>.

Le schéma 1.3 explique la théorie classique de la croissance à travers les courbes de productivité. L'économie débute sur la courbe de productivité  $CP_0$ , au point A, avec un capital par travailleur estimé à 30, et un PIB réel par travailleur de 10 qui n'est autre que le niveau de subsistance représenté par une ligne droite horizontale. A ce point, la population est constante. Une avancée technologique pousse la courbe de productivité vers le haut, jusqu'à  $CP_1$ , ainsi l'économie se déplace vers le point B, avec un PIB réel par travailleur qui s'élève à 15.

A partir de ce nouveau stade, la population commence à croître ; et tant qu'elle le fait, le capital ainsi que le PIB réel par travailleur diminuent. Ce processus se termine au point C (en restant sur la même courbe de productivité jusqu'à apparition de nouvelles technologies) où le PIB réel par travailleur est de retour au niveau de subsistance. Maintenant, et de nouveau, la population est constante.

### **1.2.3. La Théorie Classique de Croissance Face à la Réalité**

Les prédictions du modèle Malthusien (1798) consistent avec l'évolution de la technologie, de la population et du produit par tête à travers une bonne partie de l'histoire de l'humanité. Durant des milliers d'années, les standards de vie étaient pratiquement inchangés sur le temps, et ne variaient que très légèrement à travers les différents pays. Dans le schéma 1.4, Maddison (1982) estime que le taux de croissance du PIB par tête en Europe entre les années 500 et 1500 était quasiment nul. Lee (1980) rapporte que le salaire réel en Angleterre était le même en 1800 qu'il l'était en 1300, et selon les analyses de Chao (1986), le salaire réel en Chine du Dix-huitième Siècle était plus bas que celui qui prévalait au début du Premier Siècle. Lucas (1999), de sa part, démontre que, même parmi les pays les plus riches, le phénomène de croissance soutenue ne date que de quelques décennies.

Similairement, la cadence de la croissance démographique consiste, elle aussi, avec les prédictions de Malthus ; elle était presque nulle, ce qui reflète la lenteur des progrès technologiques réalisés. Comme le schéma 1.4 le démontre, le taux de croissance de la population en Europe entre les années 500 et 1500 était de l'ordre de 0.1% par an. Livi-Bacci (1997) estime le taux de croissance de la population mondiale, depuis le début du calendrier Grégorien à l'an 1750, à 0.064% par an<sup>3</sup>.

Selon la théorie de Malthus, encore une fois, le taux de croissance de la population est une fonction du taux de croissance des moyens de subsistance (qu'on assume égal au taux de croissance de la production totale). Cette doctrine n'est pas à l'abri de certaines limitations ;

---

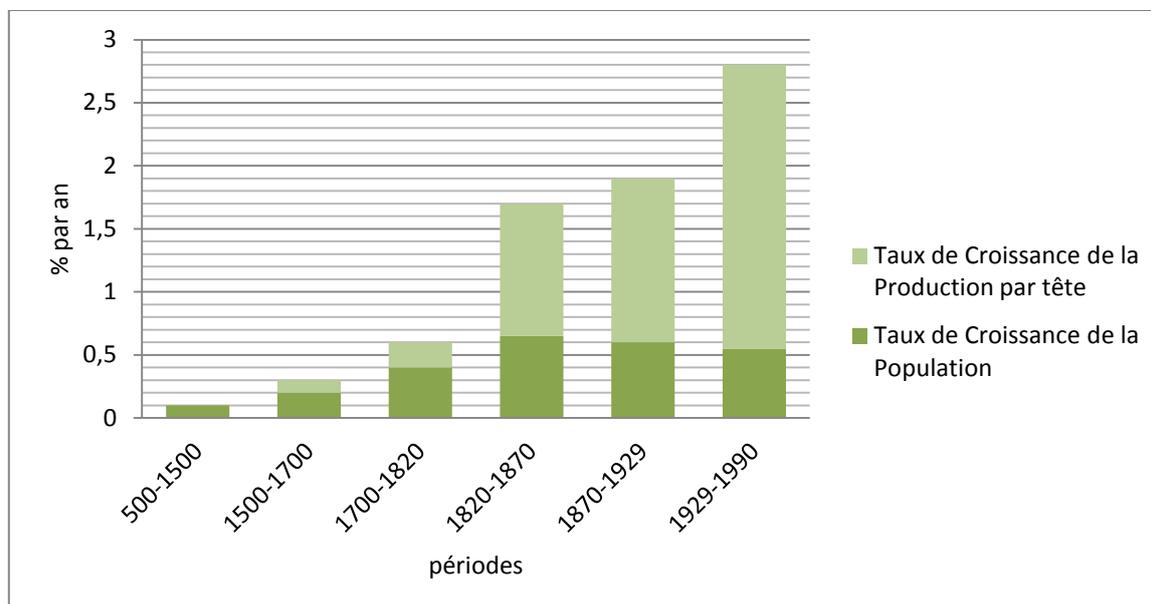
<sup>1</sup> On peut différencier entre une croissance démographique naturelle, imputable aux instincts naturels de l'être humain et une croissance stimulée (ou freinée) par les conditions économiques sous-jacentes.

<sup>2</sup> Galor O. & Weil D.N, op.cit, p 807.

<sup>3</sup> Ibid., p 807.

pour un taux de fertilité donné dans une communauté, le taux de croissance de la population ne peut pas dépasser un certain seuil quel que soit le taux de croissance du revenu réel<sup>1</sup>.

Schéma 1.4 : Croissance de la production et de la population en Europe Occidentale (500-1990)



Source : Galor O. & Weil D.N, op.cit, p 808.

Le taux de croissance du produit global en Europe, entre 1500 et 1700, était de 0.3% par an, et de 0.6% par an entre 1700 et 1820. Or, durant les deux périodes, les deux-tiers de la croissance du produit global étaient appariés par la croissance de la population, donc la croissance du produit par tête n'était que de 0.1% et de 0.2% dans les deux périodes consécutivement. Ceci dit que l'effet initial d'une croissance plus rapide du revenu n'est autre que la croissance de la population.

Cette tendance commençait à s'affaiblir dès le milieu du Dix-neuvième Siècle ; alors que le taux de croissance du produit global ne cessait d'augmenter, le taux de croissance de la population a atteint son apogée, puis s'est mis à baisser. La croissance démographique égalait 40% de la croissance du produit global entre 1820 et 1870, mais seulement 20% durant la période 1929-1990. Durant les quelques décennies qui ont suivi, une bonne partie de l'Europe Occidentale prévoyait même une régression du nombre d'habitants<sup>2</sup>.

#### 1.2.4. Le Besoin d'une Reformulation de la Théorie de Croissance

Malthus et Ricardo se sont focalisés sur la production agricole dont la forme principale de capital est la terre. Avec une offre assez limitée, les économistes ont assumé que les nouvelles recrues devraient travailler avec plus d'intensité ou utiliser de nouvelles terres, évidemment moins productives. Dans les deux cas, tant que la quantité de travail augmente, la production augmente elle aussi mais à un rythme moins élevé. Autrement dit, une

<sup>1</sup> Kaldor N, op.cit, p 614.

<sup>2</sup> Galor O. & Weil D.N, op.cit, p 808.

augmentation du travail, non accompagnée d'une augmentation adéquate du capital physique, induit une baisse de la productivité des travailleurs<sup>1</sup>.

Durant la même ère de Smith et Malthus, David Ricardo décrit le machinisme (en tant que résultat du progrès technologique) dans le secteur industriel Britannique comme destructeur d'emplois à court terme ; selon lui, le capital substitue au travail. Karl Marx, un peu plus tard, rejoint les Classiques sur l'idée de la non-durabilité de la croissance économique ; il argumente que le secteur industriel aussi subit la loi des rendements décroissants. Certes, il identifie le progrès technologique comme facteur de production, mais son effet ne suffit pas pour contrecarrer l'épuisement de la croissance du à l'expansion démographique<sup>2</sup>.

Environ un siècle plus tard, Domar et Harrod étaient, eux aussi, pessimistes à propos de la durabilité de la croissance<sup>3</sup> ; les facteurs techniques (rendement d'échelle décroissant par exemple) ne sont pas la cause principale, mais c'est plutôt du à des problèmes de rigidité d'ajustement des prix et des salaires, ainsi que, en reprenant l'idée de Keynes, le manque de coordination entre les agents économiques.

Des travaux plus récents ont mis l'accent sur le rôle que jouent les institutions pour la création d'un environnement qui encourage l'épargne domestique ainsi que les investissements directs étrangers<sup>4</sup>. Dans une série d'articles, La Porta et al. (1997, 1998) argumentent que les pays ayant adopté des lois Anglo-saxonnes fournissent une plus forte protection aux actionnaires, des gouvernements moins corrompus ainsi que de meilleurs systèmes judiciaires. Dans le sens inverse, ces institutions financières et légales stimulent la croissance en encourageant l'investissement.

L'histoire économique de l'Union Soviétique démontre l'importance de l'investissement dans le capital physique<sup>5</sup> ; cette nation est devenue une puissance universelle après la Première Guerre Mondiale, essentiellement grâce à un système de planification centralisée promu par Staline ; ce système dévouait une quantité croissante de ressources pour la promotion des secteurs des hydrocarbures, du fer et acier, des transports et communication, de la machinerie ainsi que la défense. Durant ses dernières décennies, l'Union détenait les plus hauts taux d'investissement et de participation ouvrière dans le monde ; les scientifiques contribuaient à des progrès scientifiques spectaculaires, mais dont seul le secteur militaire en profitait.

L'économie Soviétique à cette période là était une projection de la Théorie Classique de Croissance puisqu'elle dépendait de l'accumulation du capital utilisé par une population croissante (comme mentionné ci-dessus, le secteur industriel ne bénéficiait pas des avancées technologiques réalisées). En dépit de ces quantités phénoménales de facteurs de production, la productivité était en baisse constante, et le taux de croissance tendait vers le zéro. Les autorités avaient deux choix à faire : permettre la vulgarisation des recherches scientifiques

---

<sup>1</sup> Case K.E., Fair R.C. & Oster S.M, op.cit, p 326.

<sup>2</sup> Guellec D. & Ralle P "Les Nouvelles Théories de la Croissance" op.cit, p 29.

<sup>3</sup> Ibid., p 30.

<sup>4</sup> Pour une lecture plus approfondie sur le rôle des institutions dans la promotion de la croissance économique, veuillez consulter Barro (1996a, 1996b) ; Acemoglu et al. (2008) ; et Aron (2000)

<sup>5</sup> Cleaver T, op.cit, pp 177-181.

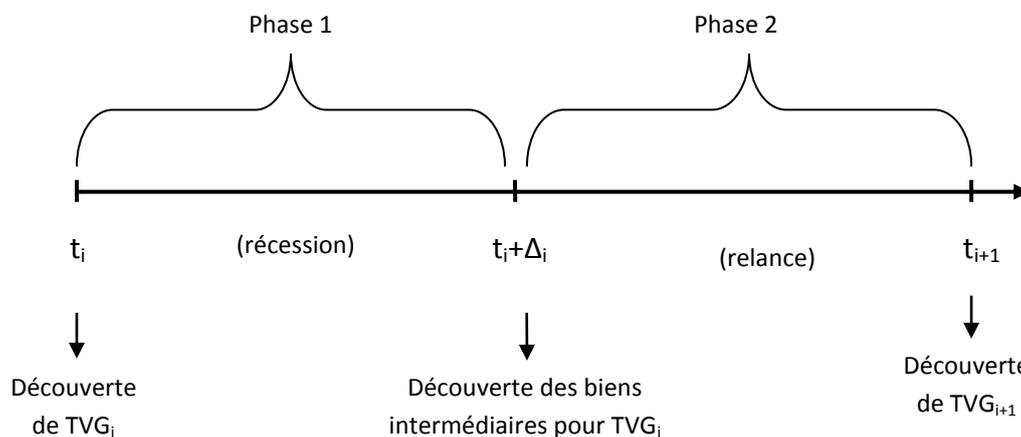
pour que l'industrie en profite, ou continuer sur le chemin qui menait vers une dépression sévère, qui peut être l'une des causes principales de la chute de l'Union.

### 1.3. Le Progrès Technologique

La technologie peut être définie tout simplement comme “la façon avec laquelle les ressources sont transformées en produits”<sup>1</sup>, elle est cumulable : dans chaque innovation, les chercheurs utilisent les idées des innovations précédentes ; et peut être utilisée par plusieurs parties en même temps. Toutefois, certaines technologies peuvent être exclusives par voie de sophistication (transmission par satellite cryptée) ou par voie légale<sup>2</sup>. Cette dernière permet une position monopolistique à certains agents ; elle crée une sorte d'altération dans la structure du marché qui le dévie de son état de concurrence parfaite. Cette idée, longuement rejetée par les Néoclassiques, a été reprise dans les Théories de Croissance Modernes.

Le capital humain est le stock des connaissances incorporées dans les individus et économiquement valorisables ; il se constitue de leurs qualifications, leur santé, leurs conditions de nutrition et d'hygiène<sup>3</sup>. Il est appropriable par la personne qui le détient, contrairement au capital technologique qui est considéré comme un bien public. Le Théorème de Gauss, par exemple, fait partie du capital technologique, toute personne voulant l'utiliser n'est pas censée le redécouvrir ; mais connaître le théorème en soi est une caractéristique personnelle<sup>4</sup>. En réalité, faire une découverte peut contenir une part de chance, mais la volonté pour continuer la recherche en toutes circonstances est un choix à faire<sup>5</sup>.

Schéma 1.5 : Le cycle de vie des Technologies à Vocation Générale



Source : Aghion P., Akcigit U. & Howitt P “What Do We Learn from Schumpeterian Growth Theory?” Chapitre 1 dans Aghion P. & Durlauf S (éds.) “*Handbook of Economic Growth*” vol. 2, partie B, Elsevier, 2014, p 554.

<sup>1</sup> Jones C.I “*Introduction to Economic Growth*” W.W. Norton & Company, New York, 1998, p 72.

<sup>2</sup> Romer P “Endogenous Technological Change” *Journal of Political Economy*, vol. 98, n° 5, partie 2, 10.1990, pp S73-S74.

<sup>3</sup> Guellec D. & Ralle P “*Les Nouvelles Théories de la Croissance*” op.cit, p 49.

<sup>4</sup> Ibid., p 50.

<sup>5</sup> Mattheus K., Parkin M. & Powell M, op.cit, p 693.

Helpman et Trajtenberg (1998) ont développé un modèle de Technologie à Vocation Générale et de croissance<sup>1</sup>. L'idée de base de ce modèle est que les TVG ne sont pas initialement utilisables, chaque TVG exige une panoplie de nouveaux biens intermédiaires avant qu'elle ne soit utilisable. Le développement de chacun de ces biens intermédiaires est un processus coûteux ; pour cela, durant la période entre la découverte d'une TVG et son implantation finale, le revenu national risque de régresser vu qu'une partie des ressources est transférée du secteur productif à celui de la Recherche et du Développement.

Le schéma 1.5 décrit le processus comme suit. Initialement, une technologie à vocation générale est construite, après cela, les biens intermédiaires qui vont implémenter cette technologie doivent être inventés et fabriqués. Aucune étape ne peut précéder l'autre ; on ne peut pas savoir quel genre de biens intermédiaires doit-on fabriquer avant de voir la nouvelle TVG, et on doit voir une TVG mise en activité avant de penser à développer une autre.

### 1.3.1. Les Sources de la Connaissance

Les modèles du progrès technologique endogène sont, théoriquement, répartis en deux catégories disjointes : d'un côté, il y a les modèles d'*Apprentissage par Expérience* (Arrow 1962 ; Lucas 1988) dans lesquels le progrès technologique est le résultat logique de l'expérience acquise durant la fabrication des biens économiques ; de l'autre côté, il y a les modèles d'*Invention* (Romer 1986 ; Grossman et Helpman 1991) qui stipulent que le progrès technologique ne peut être réalisé qu'à travers une recherche intentionnelle et coûteuse<sup>2</sup>.

Historiquement, la théorie de l'apprentissage par expérience remonte aux travaux d'Adam Smith lorsqu'il a parlé de la division du travail dans les usines Londoniennes d'épingles<sup>3</sup>. Ce phénomène désigne l'accumulation des connaissances durant une activité productive ; pratiquement, il résulte de la répétition d'une tâche précise opérée par un individu ou un groupe, et non pas à la suite d'enseignement général ou de formation spécifique. Toutefois, on ne peut pas estimer ce type de progrès comme autonome, mais plutôt complémentaire aux innovations technologiques<sup>4</sup>.

L'apprentissage par expérience prend place lorsqu'on essaye de résoudre un problème dans le processus de production, donc uniquement en activité<sup>5</sup>. Cependant, l'apprentissage résultant de la répétition du même problème est sujet à la décroissance des rendements ; pour résoudre ce dilemme, les situations stimulant l'apprentissage doivent être elles-mêmes en évolution continue<sup>6</sup>.

Ce phénomène a été observé, depuis longtemps, par des ingénieurs aéronautiques ; le nombre d'heures de travail nécessaires à la production du châssis d'un certain type d'avions était une fonction décroissante du nombre de châssis du même type déjà produits. La relation

<sup>1</sup> Aghion P., Akcigit U. & Howitt P, op.cit, p 551.

<sup>2</sup> Young A "Invention and Bounded Learning by Doing" *Journal of Political Economy*, vol. 101, n° 3, 06.1993, p 443.

<sup>3</sup> Young A.A "Increasing Returns and Economic Progress" *The Economic Journal*, vol. 38, n° 152, 12.1928, p 539.

<sup>4</sup> Guellec D. & Ralle P "Les Nouvelles Théories de la Croissance" op.cit, pp 79-80.

<sup>5</sup> Arrow K "The Economic Implications of Learning by Doing" *The Review of Economic Studies*, vol. 29, n° 3, 06.1962b, pp 155-156.

<sup>6</sup> Rosenberg N "Adam Smith on the Division of Labor: Two Views or One?" *Economica*, vol. 32, n° 126, 05.1965, p 127.

était remarquablement précise ; pour produire le  $N^{\text{ième}}$  châssis, le volume horaire de travail requis est égal à  $N^{-1/3}$ .

Verdoorn (1956) a appliqué le principe de la courbe d'apprentissage aux produits nationaux<sup>1</sup> ; en assumant que le produit national croît exponentiellement, le produit courant est proportionnel au produit cumulé. Un peu plus tard, Lundberg (1961) a donné le nom de l'*Effet Horndal* à un phénomène similaire<sup>2</sup>. Les usines de fer Suédoises *Horndal* n'ont pas fait le moindre investissement (donc aucun changement dans les méthodes de travail) pour une période de 15 ans, pourtant la productivité augmentait d'environ 2% annuellement.

L'une des caractéristiques les plus troublantes des modèles d'apprentissage par expérience existants est l'hypothèse prétendant que les gains de productivité grâce à l'apprentissage sont illimités. Cette formulation implique qu'un progrès technologique régulier serait réalisé durant l'histoire de l'humanité puisque de différents biens ont toujours été fabriqués, alors que les données historiques démontrent que l'économie pré-moderne était caractérisée par de très longues périodes de stagnation technologique<sup>3</sup>.

Même si la majorité des investissements en Recherches et Développement est entreprise par le secteur privé, ça ne peut être basé que sur le capital social que seul le secteur public peut fournir (Enseignement général gratuit, infrastructures de transport, réseaux de communication)<sup>4</sup>. La théorie du capital social remonte à Gerschenkron (1962) et ses travaux sur l'investissement public en matière d'infrastructures.

Un investissement important induit une productivité significativement élevée donc une production généreuse ; mais ces investisseurs bénéficient d'une part limitée de gains, à cause de la concurrence, alors qu'ils supportent la totalité des charges d'investissement. Cette situation peut créer un biais contre les investissements volumineux, donc contre les stratégies basées sur l'investissement.

Deux solutions efficaces, mais tant critiquées, pour supporter ce type de stratégies sont les subventions aux investissements et les procédures monopolistiques<sup>5</sup>. Le rôle des institutions politiques dans l'allocation de ressources aux secteurs des R&D a été prôné dans les travaux d'Aghion et al. (2009)<sup>6</sup> ; alors que Joly (1993)<sup>7</sup> a trouvé une élasticité du PIB à la la recherche (au sein des cinq pays les plus industrialisés entre 1960 et 1990) équivalente à 1.14, cela dit qu'une augmentation de 1% dans les dépenses en R&D (qui vaut de 0.02% à 0.03% du PIB) engendre une augmentation de 0.14% au taux de croissance du PIB.

Dans une étude reliée au sujet, mais qui le voit d'un autre angle, Guellec et Ralle<sup>8</sup> (1993) ont trouvé une relation statistiquement significative entre le nombre de chercheurs et le taux de croissance du niveau de la technologie, estimé à travers le nombre de brevets déposés

<sup>1</sup> Verdoorn P.J "Complementarity and Long-Range Projections" *Econometrica*, vol. 24, n° 4, 10.1956, pp 429-450.

<sup>2</sup> Arrow K, op.cit, p 156.

<sup>3</sup> Young A "Invention and Bounded Learning by Doing" op.cit, p 444.

<sup>4</sup> Cleaver T, op.cit, p 185.

<sup>5</sup> Acemoglu D., Aghion P. & Zilibotti F "Distance to Frontier, Selection and Economic Growth" *Journal of the European Economic Association*, vol. 4, n° 1, 03.2006, p 39.

<sup>6</sup> Aghion P., David P.A. & Foray D "Science, Technology and Innovation for Economic Growth: Linking Policy Research and Practice in STIG Systems" *Research Policy*, vol. 38, n° 4, 05.2009, pp 681-693.

<sup>7</sup> Guellec D. & Ralle P "Les Nouvelles Théories de la Croissance" op.cit, p 86.

<sup>8</sup> Guellec D. & Ralle P "Innovation, Propriété Intellectuelle, Croissance" *Revue Economique*, vol. 44, n° 2, 03.1993, p 333.

(Si le nombre de chercheurs est doublé, le taux de croissance du niveau technologique augmente de 0.18%).

Pour leur part, les modèles d'invention avancent la surprenante hypothèse stipulant qu'une nouvelle technologie atteint le summum de sa productivité dès son invention, et qu'elle est nettement supérieure à l'ancienne technologie qu'elle est supposée remplacer. Cependant, l'histoire des progrès technologiques suggère, qu'en général, une nouvelle technologie est largement inférieure à l'ancienne, et qu'elle n'est compétitive que dans un nombre limité de fonctions bien spécifiques. On peut alors se demander de l'utilité de la recherche et de faire de nouvelles inventions.

On dit que le temps peut résoudre tous les problèmes, c'est le cas chez les technologies aussi ; les perfectionnements qu'une technologie subit au cours du temps peut lui permettre de surpasser ses vieilles concurrentes, et ceci dans un nombre croissant de fonctions. Ceci nous ramène aux travaux de Young (1993a) où il essaye de modéliser une interaction entre l'effet de la recherche délibérée et celui de l'apprentissage par expérience, le modèle propose une amélioration à moindres coûts et aux plus brefs délais du potentiel productif des nouvelles technologies<sup>1</sup>.

### **1.3.2. Les Formes du Progrès Technologique**

Décrire le progrès technologique est une tâche qui n'est pas du tout facile, tout simplement parce que la technologie est partout dans notre quotidien, on ne peut pas la séparer de là où elle se trouve, ou même imaginer ce que serait notre vie s'il n'y a pas eu de progrès technologique. Par contre, on peut distinguer différentes formes que le progrès technologique peut prendre.

#### *\* Un progrès technologique incorporé ou désincorporé*

Généralement, les nouvelles innovations, telles que les circuits intégrés plus performants, sont incorporés à de nouvelles machines, les anciennes étant obsolètes sont tout simplement mises à l'écart. Dans certains cas, les innovations peuvent être incorporées aux anciens équipements<sup>2</sup> (les innovations qui touchent l'aéronautique sont intégrées aux appareils déjà existants vu leurs temps de service allongés).

Récemment, des améliorations opérationnelles dans les systèmes de management, d'organisation du travail et de la comptabilité ont permis aux industriels d'augmenter leur productivité sans avoir recours à plus de ressources. Ce genre de progrès qui n'est spécifiquement intégré ni dans le capital physique ni dans la qualité de travail, mais qui leur permet de produire plus, est dit désincorporé. Ce n'est pas toujours facile de décider si une innovation particulière est incorporée ou pas, et dans pas mal de cas on ne cherche même pas à faire la distinction.

---

<sup>1</sup> Young A "Invention and Bounded Learning by Doing" op.cit, pp 445-446.

<sup>2</sup> Case K.E., Fair R.C. & Oster S.M, op.cit, pp 329-330.

*\* Technologie à vocation générale ou spécialisée*

Le progrès technologique peut se manifester sur deux stades différents, mais complémentaires. D'abord, il y a une invention, et lorsque cette invention est utilisée pour produire un nouveau bien ou produire un type de biens déjà existant mais via un nouveau procédé, il y a innovation<sup>1</sup>.

Selon Bresnahan et Trajtenberg (1995)<sup>2</sup>, les innovations elles-mêmes se divisent en technologies à vocation générale et technologies spécialisées. Une TVG est une innovation technologique majeure qui peut affecter toute une économie, ou au moins les secteurs les plus sensibles. Le moteur à vapeur, les transmetteurs d'ondes et plus récemment l'internet sont des exemples fulgurants de TVG. La diffusion de ces technologies se fait à travers des vagues d'innovations secondaires, et plus spécialisées, chacune crée un nouveau produit ou procédé dans un secteur particulier ; on peut en citer le moteur à combustion interne, le sonar et la télé-compensation interbancaire.

*\* Différentiation polaire*

Comme on l'a déjà dit à maintes reprises, le progrès technologique consiste, essentiellement, en l'invention de nouveaux biens et procédés ; la différenciation entre ces biens et procédés s'impose alors. Généralement, deux formes polaires et une forme hybride sont à distinguer<sup>3</sup>:

- **La différenciation horizontale** a été introduite tout d'abord par Dixit et Stiglitz (1977)<sup>4</sup> ; elle implique l'élargissement de la gamme des biens à produire. Seule le nombre est important, sans aucune hiérarchie entre les niveaux de qualité ;
- **La différenciation verticale** désigne l'amélioration en matière de qualité des biens ; le nouveau bien répond aux mêmes exigences que l'ancien, mais d'une meilleure façon. Cette notion s'apparente à l'idée de la croissance de productivité ;
- **La différenciation hybride** consiste en modèles mixtes (Grossman et Helpman 1991 ; Aghion et Howitt 1992) où la différenciation se fait à deux étapes ; d'abord les biens sont différenciés horizontalement puisque plusieurs secteurs coexistent au sein de la même économie, puis, au sein du même secteur, la concurrence est verticale.

Le troisième type de différenciation semble être le plus concluant, sauf que ce type de modèles ne permet pas l'ajout de nouveaux secteurs dans l'économie étudiée. Toutefois, les résultats de l'étude qu'a réalisée Scherer (1980) à l'aide d'un modèle hybride démontrent que les entreprises dévouent 59% de leurs budgets de recherche au perfectionnement de produits, 28% au développement de nouveaux produits et 13% au développement de nouveaux procédés<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Case K.E., Fair R.C. & Oster S.M, op.cit, p 330.

<sup>2</sup> Bresnahan T. & Trajtenberg M "General Purpose Technologies: Engines of Growth?" *Journal of Econometrics*, vol. 65, n° 1, 01.1995, pp. 83-108, p 863.

<sup>3</sup> Guellac D. & Ralle P "Les Nouvelles Théories de la Croissance" op.cit, pp 70-75.

<sup>4</sup> Dixit A.K. & Stiglitz J.E "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity" *The American Economic Review*, vol. 67, n° 3, 06.1977, pp 297-308.

<sup>5</sup> Grossman G.M. & Helpman E "Quality Ladders in the Theory of Growth" *The Review of Economic Studies*, vol. 58, n° 1, 01.1991, p 44.

### 1.3.3. Complémentarité et Substitution entre les Technologies

Il suffit de regarder autour de nous de temps à autre pour s'apercevoir du rôle central que joue la promotion de qualité dans notre bien-être quotidien. Par exemple, le confort en voyage a beaucoup évolué depuis les charrettes tirées par des chevaux, la haute définition des nouveaux téléviseurs augmente le plaisir de suivre un match. Les biens intermédiaires ont eu leur part d'évolution, citons la puissance des nouveaux ordinateurs, la robustesse et la longévité des nombreux types de machines.

Ces innovations ont boosté la productivité totale des facteurs dans tous les domaines, et ont offert toute une large gamme de nouveaux biens. Il s'agit bien d'un processus cyclique où chaque produit a droit à une période de présence jusqu'à ce qu'il atteigne la frontière technologique, l'arrivée d'un meilleur produit signera la fin de cette présence. En réalité, chaque produit est situé sur une échelle de qualité, avec au dessous des produits déjà obsolètes depuis un moment, et d'autres au dessus qui attendent d'être inventés<sup>1</sup>.

Ce processus d'obsolescence incorpore la théorie de Schumpeter (1942) sur la destruction créatrice :<sup>2</sup>

*“L'impulsion fondamentale qui alimente le moteur du capitalisme vient des nouveaux biens finaux, des nouvelles méthodes de production et de transport, des nouveaux marchés, ... [Ce processus] révolutionne, incessamment, la structure économique en détruisant les anciens et créant de nouveaux. Ce processus de destruction créatrice est un fait essentiel à propos du capitalisme”.*

La croissance résulte du progrès technologique (Le PIB par habitant Américain a doublé entre 1909 et 1949, avec 87.5% de cette augmentation attribuée au progrès technologique, et seulement 12.5% à l'accumulation du capital<sup>3</sup>), qui a son tour résulte de la concurrence entre entreprises pour générer plus d'innovations. Ces entreprises sont motivées par les revenus potentiels qu'elles toucheront lorsque leurs inventions seront brevetées. Ces revenus seront, à leur tour, détruits par la prochaine innovation qui rendra obsolète la technologie actuelle<sup>4</sup>.

La théorie Schumpeterienne de substitution entre les technologies a été critiquée par Rosenberg (1976) pour avoir négligé l'effet de complémentarité entre elles ; selon Rosenberg, certaines nouvelles technologies créent, au lieu de détruire, des revenus pour les technologies anciennes. Pratiquement, chaque technologie passe par un cycle de vie qu'elle débute par compléter d'autres technologies plus anciennes ; mais alors que des inventions additionnelles apparaissent, elle finit par substituer les technologies dores et déjà obsolètes<sup>5</sup>.

Le moteur à vapeur, comme l'a inventé Newcomen au début du Dix-huitième Siècle, n'était pas plus qu'un piston mécanique sans menace pour la dominance de la roue à eau dans le secteur industriel Américain. Le condensateur séparé de Watt (1765) et l'ajusteuse de Wilkinson (1774) ont augmenté l'efficacité du système, mais qui n'était plus qu'une pompe à eau qui faisait remonter l'eau utilisée dans les roues. Il fallait attendre que Murdock invente le système d'engrenage dit “*Système Solaire*” en 1781 pour que le mécanisme puisse

<sup>1</sup> Grossman G.M. & Helpman E, op.cit, p 43.

<sup>2</sup> Aghion P. & Howitt P “A Model of Growth through Creative Destruction” *Econometrica*, vol. 60, n° 2, 03.1992, pp 323-324.

<sup>3</sup> Solow R.M “Technical Change and the Aggregate Production Function” *The Review of Economics and Statistics*, vol. 39, n° 3, 08.1957, p 320.

<sup>4</sup> Aghion P. & Howitt P, op.cit, p 349.

<sup>5</sup> Young A “Substitution and Complementarity in Endogenous Innovation” *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, n° 3, 08.1993, pp 775-776.

transformer son mouvement vertical en force rotative, ce qui a permis la vulgarisation de l'utilisation de l'énergie à vapeur à grande échelle<sup>1</sup>.

Malgré cela, le remplacement de l'ensemble des roues à eau utilisées dans l'industrie Américaine n'était que graduel, et dépendait encore des nouveaux perfectionnements apportés au système à vapeur. En 1869, donc un siècle et demi après l'invention de base de Newcomen, 48.2% de l'énergie utilisée dans le secteur industriel Américain provenait encore des roues à eau, vu qu'elles fournissaient une force régulière, exigeaient moins de maintenance et n'avaient pas besoin de combustible comme les moteurs à vapeur.

#### **1.3.4. Les Externalités de la Technologie**

Les externalités de technologie se manifestent principalement à deux niveaux : le prix et la qualité<sup>2</sup>. Premièrement, les perfectionnements en matière de qualité de produits ne sont pas entièrement reflétés sur les prix à cause de la concurrence entre les différents producteurs, le consommateur peut alors obtenir un meilleur produit avec le prix de l'ancien, ou très légèrement différent.

Deuxièmement, les externalités en forme de diffusion technologique sont considérées comme le pilier de la croissance économique soutenue. La diffusion de technologies peut prendre plusieurs formes puisque les pays sous-développés technologiquement peuvent<sup>3</sup> :

- Importer le produit final prêt à l'emploi ;
- Importer la technologie pour fabriquer le produit final à partir de matières premières locales, importées ou une combinaison des deux ;
- Importer le produit intermédiaire, et utiliser les usines locales pour le finaliser ;
- Développer une technologie locale similaire à celle importée ;
- Développer une technologie locale alternative.

Choisir une forme parmi ces cinq possibilités dépend principalement des décisions politiques, qui sont supposées prendre en considération le potentiel de l'économie nationale représenté par les possibilités de financement, la disponibilité des matières premières et de la qualification de la main d'œuvre. Toutefois, l'expérience de croissance des pays développés ne s'est pas totalement diffusée au reste du monde pour deux raisons principales<sup>4</sup> : la première est liée aux conditions internes de la plupart des pays moins développés (conditions politiques et sociales), la deuxième reflète le caractère des relations politiques et économiques entre pays riches et pauvres (colonialisme, dépendance alimentaire et industrielle, transferts contre-productifs).

Pour ces raisons là, la diffusion technologique peut s'effectuer à des niveaux différents, on peut les résumer à cinq niveaux de transfert<sup>5</sup> :

- **Transfert initiative**, où les pays moins développés construisent des usines par imitation à celles des pays développés ;

<sup>1</sup> Young A "Substitution and Complementarity in Endogenous Innovation" op.cit, p 776

<sup>2</sup> Griliches Z "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth" *The Bell Journal of Economics*, vol. 10, n° 1, 1979, pp 104-105.

<sup>3</sup> Ghatak S "*Introduction to Development Economics*" Routledge, Londres, 3<sup>ème</sup> éd., 1995, p 165.

<sup>4</sup> Kuznets S, op.cit, p 254.

<sup>5</sup> Ghatak S, op.cit, pp 166-167.

- **Transfert contractuel**, où les PMD peuvent obtenir le capital et le savoir faire à travers des licences de fabrication ;
- **Transfert par co-entrepreneuriat**, où l'entreprise étrangère accepte de collaborer avec une ou des entreprises locales en leur concédant une part des actions ;
- **Transfert via les filiales**, où l'entreprise étrangère implante une filiale qu'elle détient totalement ou partiellement avec le pays hôte ;
- **Transfert par les projets clés en main**, il s'agit du transfert de toute la chaîne de fabrication, y compris la commercialisation, vers le pays hôte.

En revenant aux statistiques, les transferts contractuels représentent 85% des investissements étrangers en Inde, 87% en Corée du Sud et 66% au Brésil.

Nous avons vu durant cette section que les Classiques maintenaient l'idée que l'accumulation du capital stimule la croissance économique, alors que l'expansion démographique la freine. Ces deux phénomènes, étant opposés, ne peuvent pas parfaitement équilibrer leur balance, ce qui nous crée des cycles de croissance, se terminant à chaque fois à un point d'équilibre.

Pour garantir une croissance soutenue, l'effet des rendements décroissants des facteurs doit être neutralisé, pour faire cela la technologie doit être en progression permanente, un point qui a été ignoré par la Théorie Classique, et qui sera introduit à partir de la section suivante, en commençant par la Théorie Néoclassique.