

## **Introduction : La croissance dans le temps et l'espace**

Le sujet du cours portera essentiellement sur les théories (néoclassiques) de la croissance économique.

La croissance économique est l'augmentation continue du revenu réel agrégé, de la production, de la consommation de biens et services, non seulement en valeur absolue mais aussi par habitant.

Ce qui nous intéresse c'est la variation au cours du temps de  $y$  (PIB/habitant en termes réels).

*Pourquoi s'intéresse-t-on à cela ?*

### **1. Une brève histoire des théories de la croissance**

#### **A. Aux origines des théories modernes de la croissance**

- Adam Smith

*1776, Enquête sur la nature et les causes de la richesse des nations.*

Cette question de la croissance économique est une question fondatrice de l'économie politique au 18<sup>e</sup> siècle, c'est une des questions qui motive l'œuvre de Smith, elle ouvre le livre premier.

Selon Smith, la richesse des nations renvoie à la production que peut générer une économie nationale à partir du travail de sa population.

Il soulève un autre problème, étonnement dans le chapitre introductif : "l'ouvrier, même de la classe la plus basse et la plus pauvre, s'il est sobre et laborieux, peut jouir, en chose propre aux besoins et aux aisances de la vie, d'une part bien plus grande que celle qu'aucun sauvage pourrait jamais se procurer".

Il se pose la question des écarts de revenu entre pays. Pourquoi y'a-t-il des écarts de revenu/habitant aussi importants entre l'Angleterre et d'autres pays ? C'est une question essentielle.

Comment Smith répond-il à ces questions ? Smith met l'accent sur la division du travail, ce qui est la source de la croissance c'est la division des tâches, la spécialisation des travailleurs. Smith confond la division sociale et technique du travail, tandis que Marx nous a permis de faire la distinction entre ces deux termes. La division du travail permet de générer des gains de productivité qui permettent de produire plus avec les mêmes conditions.

Selon Smith, le moteur de la croissance sont les gains de productivité, comme le pense R.Solow.

On a l'idée de gains de productivité et en particulier liés à l'innovation.

Ce que l'on ne retrouve pas chez Solow mais seulement chez Smith c'est l'analyse d'une croissance endogène. Il veut expliquer d'où viennent les gains de productivité.

Comment se développe l'innovation et les gains de productivité ? Selon lui, ce n'est pas quelque chose qui tombe du ciel, c'est un processus circulaire qui commence presque par hasard, on a la découverte des individus qui vivent de manière autarcique et qui commencent à échanger le fruit de leur travail, dans la mesure où les individus ont un revenu qui augmente lorsqu'ils se spécialisent, cela crée des débouchés qui aboutissent à un approfondissement de la division du travail : la division du travail entraîne la division du travail.

Que pense Smith de l'accumulation du capital ? Ce n'est pas la source de la croissance car on est dans une société d'artisans, on a une croissance sans que le capital existe (le capital au sens où il y a des patrons qui embauchent des salariés). On peut avoir une société d'artisans (état primitif), chacun est son propre patron et on a quand même de la croissance. Il n'y a pas de capitalisme au sens où il n'y a pas de salariés.

Cet état primitif ne dure pas selon Smith, il bascule dans l'état avancé (des individus commencer à salarier d'autres individus), l'épargne et l'accumulation du capital (des individus épargnent et augmentent le nombre d'individus qu'ils emploient) interviennent. Cette accumulation du capital est accélérateur de la croissance mais elle n'est pas à l'origine de la croissance car elle permet d'utiliser des machines de plus en plus perfectionnées, c'est nécessaire au déploiement de l'innovation. Avec du capital, je peux acheter des machines de plus en plus perfectionnées.

Sa réponse à la question de la répartition fait de lui un économiste classique. Chez lui, une des choses qui va conditionner la richesse des nations, leur capacité à se développer c'est la façon dont va se faire la répartition des revenus du PIB. Perspective classique → la classe qui épargne sont les capitalistes. La répartition conditionne la vitesse de la croissance (exemple : si on taxe les plus riches et que l'on ne peut pas épargner, on a un problème de frein à la croissance).

- Thomas Robert Malthus (1798) et David Ricardo (1817)

*Les limites de la croissance économique et la science "lugubre".*

La croissance économique n'est-elle pas vouée à s'arrêter ?

Nous allons voir ici deux façons différentes d'aborder le problème.

Malthus s'intéresse plutôt au futur, il a l'impression que la croissance est vouée à l'échec car l'humanité (l'espèce humaine) est trop fertile. Quand la société s'enrichit, c'est-à-dire lorsque le PIB/habitant augmente, les conditions de vie s'améliorent, les familles ont davantage d'enfants (le taux de mortalité infantile est sensible au niveau de vie), et on aboutit à une population qui augmente plus vite. Finalement, on revient au niveau de départ. Sa théorie a été démentie par la transition démographique, l'humanité n'a pas rencontré le problème qu'a soulevé Malthus. Mais, sa théorie est une bonne explication pour ce qu'il s'est passé des millénaires auparavant.

Ricardo part du même point de départ que Malthus, il pointe le problème de la population grandissante. Lorsque la population augmente, le rapport de force est favorable aux ouvriers, s'en suit une hausse du salaire réel, moins de mortalité infantile, et une augmentation de la population ouvrière jusqu'à équilibrer le marché du travail.

Or, le sol de terres fertiles étant limité, quand la population augmente, on doit utiliser des terres de moins en moins fertiles. Pour le cultiver, il faut plus de travail, or, la quantité de travail détermine le prix du blé donc on a une hausse du prix du blé. Les patrons doivent verser aux employés un salaire équivalent à un niveau de vie indexé sur une ration de blé.

Apports de Malthus et Ricardo → Selon Ricardo, si on reste en économie fermée, on aboutit à un état stationnaire (la croissance s'arrête). Selon la loi de population malthusienne, on ne doit pas aider les pauvres car sinon ils se multiplient.

La question du progrès technique est assez secondaire.

- Karl Marx (1867) et Joseph Schumpeter (1911)

*Les ressorts de l'innovation.*

Prolongement des analyses classiques.

Chez Marx, on a aussi une vision de la croissance endogène, il a une forme de théorie de la croissance endogène. L'innovation technologique est un facteur du développement du capitalisme. L'innovation est expliquée par le jeu du système lui-même, le capitalisme est dominé par la concurrence entre capitalistes qui passe par l'innovation. On innove pour réduire ses prix et gagner des parts de marché. Cette innovation permet de produire plus, facteur de croissance.

Mais, en même temps, quand Marx aborde la question de la croissance, elle est toujours liée à la question des crises. La croissance vient de l'innovation et de l'accumulation du capital mais l'innovation est aussi quelque chose qui conduit à terme, à la mort du capitalisme (à une crise).

Comment l'innovation tue le capitalisme selon Marx ? Pour répondre à cette question, Marx examine d'abord d'où provient le profit. Selon lui, c'est quelque chose qui vient de l'exploitation de la force de travail des ouvriers. Ces derniers fournissent plus de travail que ce qu'on leur paye, il y a du travail non payé. Le problème est que l'innovation a tendance à supprimer le travail des ouvriers pour des machines. La croissance se fait à base de l'innovation qui crée des crises. La croissance est cyclique chez Marx.

On retrouve cela chez Schumpeter, comme Marx, on a une théorie de la croissance endogène. Schumpeter explique la crise par l'innovation (alliance entre le banquier et l'entrepreneur). Les innovateurs sont toujours rattrapés, il y a concurrence du fait que les entrepreneurs (leaders) sont rattrapés par des imitateurs, l'innovation est imitée, répliquée et les prix finissent par baisser. Il n'y a pas de croissance sans crise : « destruction créatrice ».

Une théorie endogène de la croissance est une théorie qui mêle croissance et crise.

La théorie contemporaine de la croissance va se construire sur des bases très différentes, elle commence par écarter les visions de Marx et Schumpeter, elle s'extrait du problème de l'état stationnaire.

- Evsey Domar

*1947, la croissance sur le fil du rasoir.*

Domar rédige une thèse de doctorat à Harvard qui porte sur la dette publique. La grande question qui est débattue dans les années 1930-40 : soutenabilité de la dette publique, peut-on vivre avec un déficit public permanent ?

Roosevelt se fait élire en disant qu'il va rééquilibrer le budget des finances publiques

D'après Domar, si la croissance est assez rapide, on peut avoir 3% de déficit permanent. Sous certaines conditions, si la croissance économique est suffisamment rapide, on ne va pas avoir d'augmentation du rapport entre la dette et le PIB, le ratio sera certainement constant.

En s'intéressant à la question de la dette publique, on s'est rapportés à la croissance. Pour une dette soutenable, il faut de la croissance économique.

Il développe une analyse de la croissance économique. La croissance suppose de l'investissement, et l'investissement va gérer deux effets différents :

- "effet multiplicateur" → quand j'investis, cela augmente la demande de biens
- "effet accélérateur" → l'offre de biens augmente aussi.

Problème ! Ces deux effets ne sont pas forcément à l'équilibre? La hausse de l'investissement doit être égale à une valeur très précise pour que l'on soit à l'équilibre.

Si le taux de croissance de l'économie est trop fort, l'offre va augmenter plus vite que la demande. Si l'offre augmente plus vite que la demande, on a une récession. Et inversement, si la condition n'est pas respectée dans l'autre sens, on a un boom (inflation sans fin). Le système capitaliste est donc un système instable. Il utilise l'expression du « fil du rasoir », la croissance est sur un fil de rasoir. On n'est pas toujours à l'équilibre de la croissance.

NB/ Problème du taux de croissance de la population par Roy Harrod, on peut avoir une croissance équilibrée mais trop lente par rapport au taux de croissance de la population.

- Robert Solow

1956, *les "growth men" et le modèle de croissance néoclassique.*

Solow part d'une critique de Harrod et Domar.

Il leur reproche de supposer que l'on a une fonction de production avec des facteurs complémentaires, c'est-à-dire que le capital et le travail ne sont pas substituables.

C'est parce que ces auteurs font ces hypothèses qu'ils arrivent au résultat extrême d'une croissance sur le fil du rasoir. La croissance n'est pas complètement instable sur le long terme. Si on change les hypothèses technologiques, si on remplace l'idée de facteurs

complémentaires par une fonction de production avec des facteurs substituables, on va avoir un modèle avec de la croissance équilibrée, l'instabilité de la croissance disparaît sur le modèle de Solow grâce à l'introduction d'une fonction de production avec des facteurs substituables.

Dans les années 1950, on est dans le contexte de la Guerre froide, la croissance économique est un objectif important dans ce contexte, en lien avec la rivalité entre l'union soviétique et les USA.

Nikita Kroutchev (1956 s'adressant aux USA) « nous vous enterrerons » sur le plan économique. L'organisation de l'union soviétique peut permettre à ce pays de dépasser les USA. Le défi des USA est de soutenir une croissance très forte afin d'éviter de se faire enterrer par Nikita. Il s'agit de comprendre ce qui permet une croissance rapide, qu'est-ce qui permet de la croissance forte ? Le gouvernement américain a mis en charge les économistes les plus en pointe sur ce sujet (économistes du MIT).

Solow est un économiste keynésien qui invente le modèle de croissance « néoclassique ». Pour Solow, ce n'est pas une description de la réalité de nos économies aujourd'hui mais c'est un modèle qui décrit une trajectoire de plein emploi, ce modèle sert à penser la trajectoire idéale de l'économie. Dans la réalité, les hypothèses du modèle de croissance de Solow ne sont pas vérifiées. Il va y avoir du chômage. Pour arriver sur cette trajectoire, il faut que l'État intervienne. On commence à penser à une croissance de long terme.

- Le rebond des théories de la croissance à partir des années 1980

La grande question de ces modèles est la question de l'origine du progrès technique.

Paul Romer (1986, 1990) : question de la croissance endogène c'est-à-dire qu'on explique le progrès technique à partir des choix des agents économiques. Est-ce une question nouvelle ? Pas entièrement mais on peut dire qu'elle est nouvelle par rapport à la perspective de Solow qui est dominante jusqu'aux années 1970. Dans le modèle de Solow, la croissance est expliquée par le progrès technique mais ce dernier n'est pas expliqué, c'est une question trop compliquée pour la mettre dans une théorie. Le progrès technique est exogène, il n'est pas expliqué par le modèle.

Mais, on souhaite comprendre les déterminants économiques du progrès technique, dès les années 1960, il y a des économistes qui essaient de le faire.

Robert Lucas apporte une manière nouvelle pour faire de la macroéconomie qui devient la méthode pour étudier la macroéconomie de court terme (fluctuations). Dans les années

1980, il commence à s'intéresser à la croissance. Il fait un calcul économique qui va montrer que, au fond, sur le long terme, les fluctuations ne sont pas très importantes. La crise n'a pas une grande importance, le niveau de vie des individus d'un pays est déterminé par la croissance économique, indépendante des fluctuations de court terme. Il montre que les fluctuations, en termes de perte de bien être, ce n'est pas très important, ce qui faut expliquer, c'est la croissance économique.

Chez Solow, il y a une séparation entre la croissance et les crises. Les crises, c'est le court terme c'est IS-LM. La croissance c'est le modèle de croissance néoclassique. Mais, Solow est keynésien donc il dit que les fluctuations sont importantes, il préconise une intervention de l'État. Robert Lucas est un anti keynésien, il est pour l'État minimum. Il y a une dimension idéologique.

Philippe Aghion et Peter Howitt (1992) présentent une autre gamme de modèles. Ils introduisent une autre façon de penser le progrès technique (innovation). Ils ont une perspective néo-schumpeterienne.

Tous ces modèles ont en commun une chose : l'intervention de l'État est favorable à l'économie. Robert Lucas est contre les politiques keynésiennes mais est quand même pour une forme d'intervention de l'État car pour dans tous ces modèles de croissance endogène, on a des phénomènes d'externalités : si on laisse le système économique à lui-même, en général, il n'y a pas assez d'investissement, donc pas assez d'innovation. Il peut paraître intéressant que l'État subventionne l'investissement.

La critique de Jones montre que, dans tous ces modèles, on a des hypothèses très particulières qui font que le taux de croissance est proportionnel à la population ou, dit autrement, lorsque la population augmente, cela accélère la croissance. Ce phénomène n'est pas observé dans les données, cela ne marche pas. Il faut corriger les hypothèses de ces modèles, cela conduit à des modèles de croissance semi endogène et non complètement endogène.

Daron Acemoglu (2001) se pose la question du rapport entre la croissance et les institutions. Quels sont les facteurs fondamentaux à l'origine de la croissance ? Dans les modèles de croissance endogène, on a des réponses limitées donc on va plus loin dans la réflexion. On s'intéresse au rôle des institutions, aux règles explicites (du système politique).

Dans quelle mesure un système politique permet-il la croissance et un autre ne le permet-il pas ? On va aussi s'intéresser à la culture, à la géographie, à la chance, à l'éducation...

## **2. Les faits et les questions**

Le travail de Solow en 1956 conduit à la comptabilité de la croissance, c'est une méthode de manipulation des données empiriques qui lui permet d'expliquer l'importance du progrès technique dans la croissance.

Dès les années 1950, ce qui va stimuler le développement de ce champ de recherche c'est le développement de la comptabilité nationale.

Le PIB par habitant est exprimé en parité de pouvoir d'achat afin de convertir « dans la même monnaie ». Problème car on part de données qui sont collectées dans des monnaies différentes qui renvoient à des différences structurelles entre pays.

Angus Maddison (1926-2010), économiste néerlandais qui a cherché à construire des séries de données macroéconomiques, en particulier de PIB/tête qui remonte à l'an 0 de l'ère chrétienne, il a réalisé des séries statistiques sur 2000 ans.

- Le Produit Intérieur Brut

PIB = Somme des VA des entreprises

ou

PIB = Somme des revenus des ménages

ou

PIB = Somme des dépenses des agents de l'économie (entreprises, ménages et secteur public).

Cette mesure du PIB est une mesure quantitative et qui a plusieurs limites. Pourquoi ? Les théories de la croissance s'intéressent à l'augmentation de la capacité de production ou hausse du PIB/habitant, pourquoi les économistes s'intéressent-ils à cela ? Quel est le présumé que font les économistes ? Si le PIB/habitant augmente, les individus sont plus heureux, il apparaît comme un indicateur du bien être.

Or, le PIB est une mesure agrégée en valeur marchande quantitative et qui ne dit rien sur la qualité. On peut avoir un très gros PIB en produisant des choses très nocives, on ignore la qualité de la production, les externalités, la répartition des revenus... Le fait qu'on l'emploie comme une mesure du bien être est problématique.

Pourquoi, malgré tout, ces économistes continuent à considérer qu'il faut de la croissance ?

#### **A. Les caractéristiques de la croissance dans les pays développés et à l'échelle du monde**



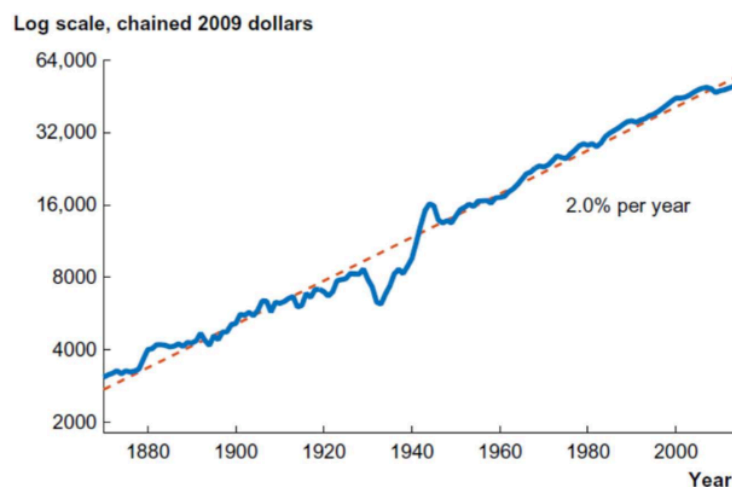
Les théories de la croissance cherchent à expliquer un ensemble de “faits stylisés” ou de régularités concernant la croissance économique dans les pays développés.

Les faits stylisés sont des régularités macroéconomiques qui sont tenus pour vrai quand on essaye de construire des modèles de croissance. Ces régularités, sont, en général, vraies approximativement si on regarde une période longue.

**Fait n°1 → Taux de croissance économique moyen positif et relativement constant  
Premièrement, le taux de croissance économique moyen, moyen dans une économie capitaliste qui fonctionne, est positif et relativement constant.**

Ce constat est le constat du fait que la croissance économique dans un pays comme le Royaume-Uni est quelque chose qui est continue depuis 200 ans, le taux de croissance est positif et relativement constant en moyenne sur 10-20 ans.

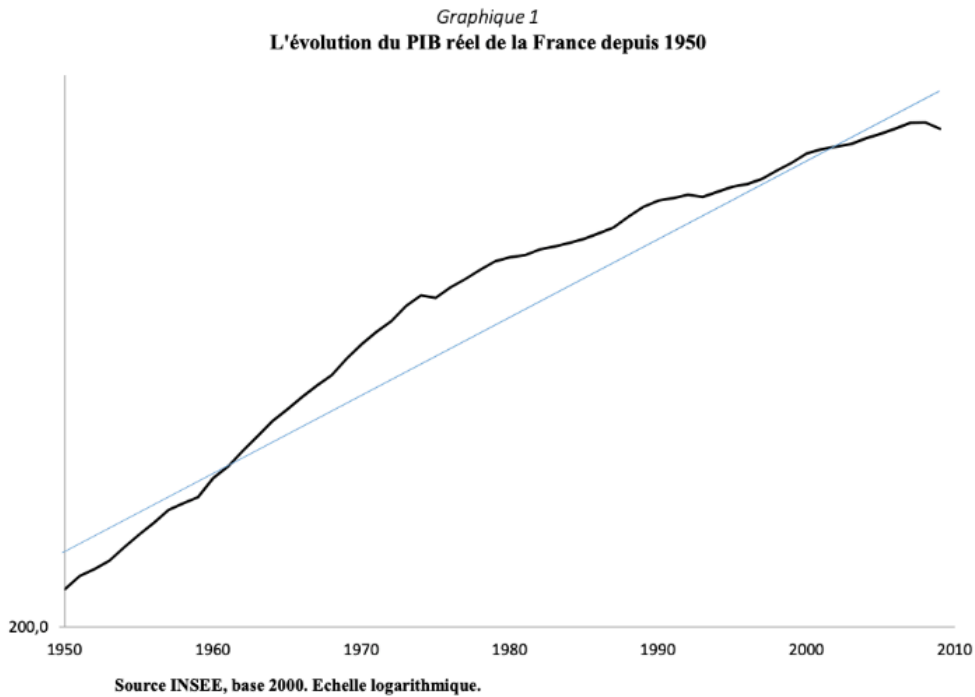
Question majeure pour tous les modèles : comment expliquer la persistance de la croissance du PIB par tête à long terme ?



**Fig. 1** GDP per person in the United States. Source: Data for 1929–2014 are from the U.S. Bureau of Economic Analysis, NIPA table 7.1. Data before 1929 are spliced from Maddison, A. 2008. Statistics on world population, GDP and per capita GDP, 1-2006 AD. Downloaded on December 4, 2008 from <http://www.ggdc.net/maddison/>.

Ce graphique illustre l'évolution du PIB/habitant aux USA depuis 1870 (environ). Si on regarde les durées courtes, cela bouge, il y a des fluctuations plus ou moins remarquables (cf Grande dépression de 1930), mais au final, sur 150 ans, tout se passe comme si on avait suivi une ligne droite. En moyenne, on a un taux de croissance de 2% par an sur 150 ans. On observe une régularité de la croissance en moyenne. Il y a eu des crises mais en moyenne on

reste à 2%. Comment expliquer cela ? Pourquoi n'y a-t-il pas d'état stationnaire tant redouté par Malthus et Ricardo ? Est-ce que cette persistance est quelque chose qui peut durer ou bien est-ce un épisode exceptionnel ?

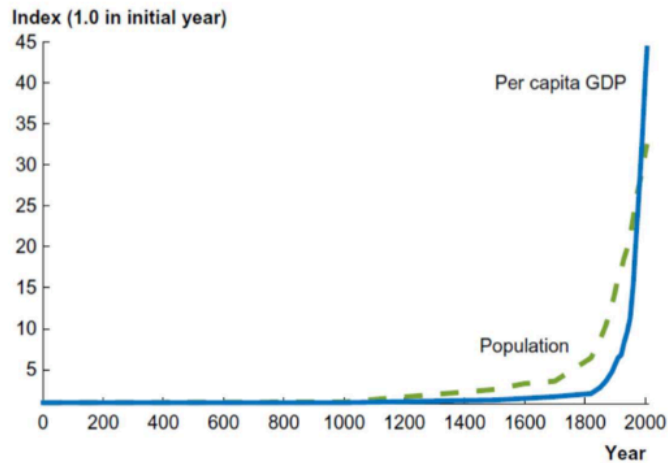


Concernant la France, on observe deux périodes différentes :

- Trente glorieuses, tendance assez forte, taux de croissance rapide.
- Années 1970, la tendance s'aplatit.

Si on souhaite tracer une droite, on a un taux de croissance en moyenne relativement élevé, pas très différent de celui des USA. On a aussi une croissance qui persiste en France.

**Fait n°2 → Un phénomène récent à l'échelle de l'histoire de l'humanité**



**Fig. 2** Economic growth over the very long run. Source: Data are from Maddison, A. 2008. Statistics on world population, GDP and per capita GDP, 1-2006 AD. Downloaded on December 4, 2008 from <http://www.ggd.net/maddison/> for the "West," ie, Western Europe plus the United States. A similar pattern holds using the "world" numbers from Maddison.

La croissance persiste mais pas depuis toujours. Cette augmentation régulière de PIB/habitant débute (véritablement) au début du 19<sup>e</sup> siècle et frémite à partir de la renaissance (fin du Moyen-Âge). Que s’est-il passé ? Quelles sont les origines de la croissance ? D’où provient le fait que dans un pays en particulier (Royaume-Uni), la croissance a débuté au début du 19<sup>e</sup> siècle ?

**Fait n°3 → Une accélération de la croissance à long terme à l’échelle du monde**

**Table 2** The Acceleration of world growth

Year	GDP per person	Growth rate	Population (millions)	Growth rate
1	590	—	19	—
1000	420	-0.03	21	0.01
1500	780	0.12	50	0.17
1820	1240	0.15	125	0.28
1900	3350	1.24	280	1.01
2006	26,200	1.94	627	0.76

Note: Growth rates are average annual growth rates in percent, and GDP per person is measured in real 1990 dollars.

Source: Data are from Maddison, A. 2008. Statistics on world population, GDP and per capita GDP, 1-2006 AD. Downloaded on December 4, 2008 from <http://www.ggd.net/maddison/> for the "West," ie, Western Europe plus the United States

Si on regarde la croissance économique à l'échelle du monde, on peut repérer une accélération de la croissance à long terme.

Cf colonne « growth rate ».

Fait n°4 → Constance du rendement réel du capital  $r$

Fait n°5 → Constance du ratio capital physique sur PIB réel ( $Y/K$ )

Fait n°6 → Stabilité des parts du revenu allant au capital ( $rK/Y$ ) et au travail ( $wL/Y$ ) dans le long terme selon un rapport du type  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{2}{3}$ .

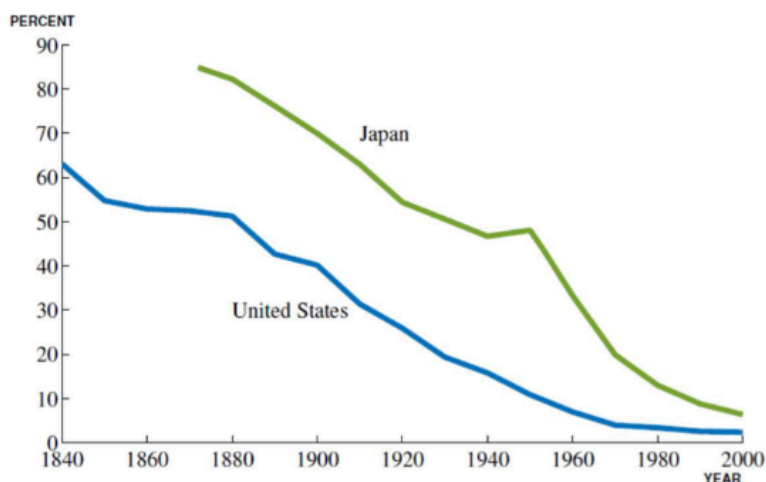
Inspirateur de ces faits : Nicholas Kaldor.

Le fait n°6 est un des effets les plus contestables. Qu'entend-on par "parts" ? Il y a des individus qui possèdent des actions et ont une rémunération liée à l'entreprise, c'est le revenu du capital. Les plus riches n'ont que ces revenus (du capital), ce sont, en un sens, des rentiers. Le revenu du travail correspond au revenu des salariés, fonctionnaires ou salariés privés.

Quand on regarde les données à long terme, on voit que le partage entre les revenus du capital et du L sont effectivement un rapport du type  $\frac{1}{3}$  et  $\frac{2}{3}$ .

Effondrement de la part relative de la population active employée dans le secteur agricole. De 80% à 2% dans la plupart des pays développés sur deux siècles.

Figure 12: Employment in Agriculture as a Share of Total Employment



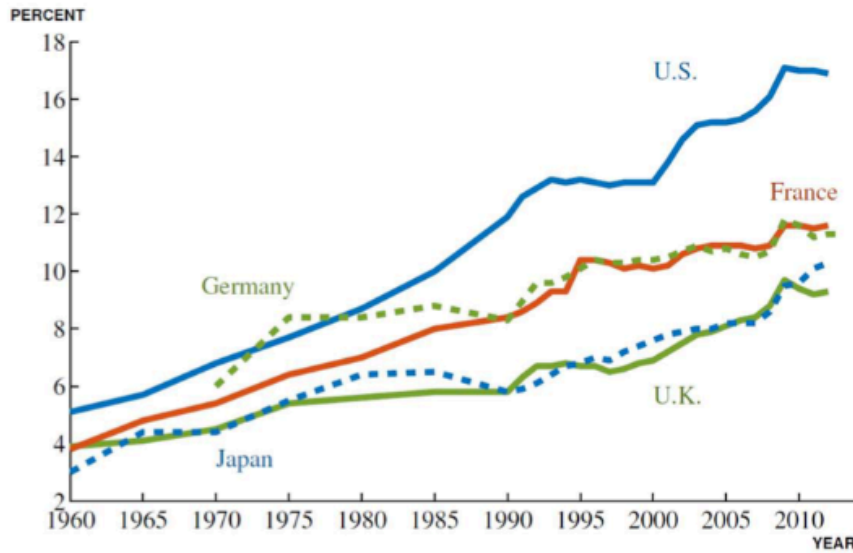
Source: Herrendorf, Rogerson and Valentinyi (2014).

Dans tous les pays qui connaissent la croissance économique, on va voir la part des travailleurs qui travaillent dans l'agriculture baisser considérablement.

Le Japon a une population agricole qui dépasse 80% de la population active en 1880 et cela tombe à 10% (environ) en 2000.

### Augmentation des dépenses de santé au cours du temps

Figure 13: Health Spending as a Share of GDP

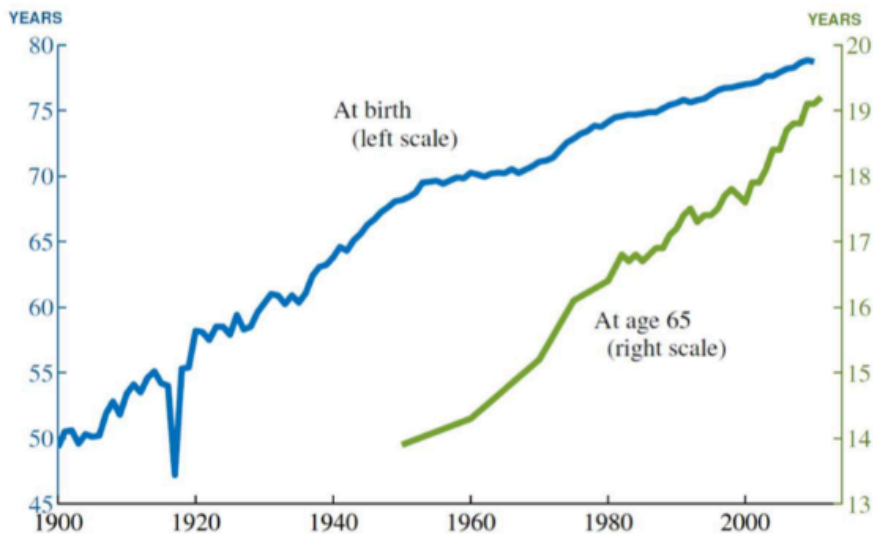


Source: OECD Health Statistics 2014.

Particularité des USA qui ont un système de santé beaucoup plus coûteux que les systèmes européens.

### Augmentation de l'espérance de vie à la naissance et à partir de 65 ans.

Figure 14: Life Expectancy at Birth and at Age 65, United States

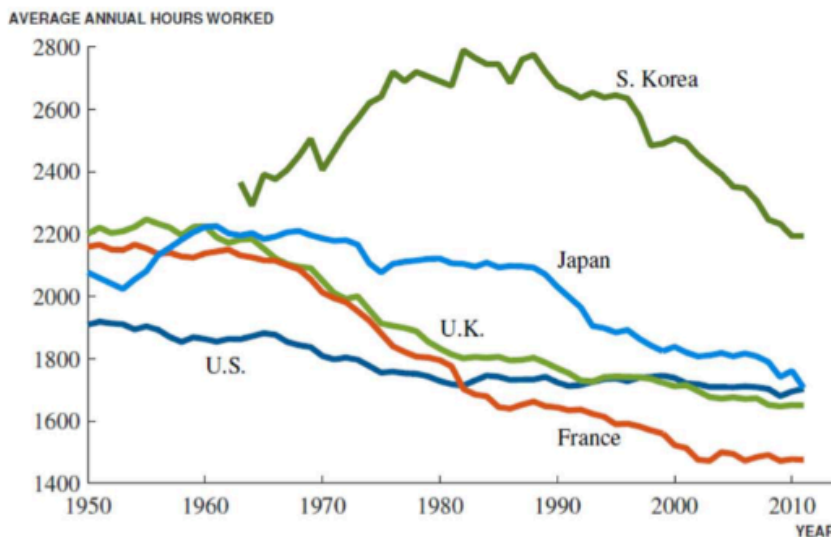


Source: *Health, United States 2013* and <https://www.clio-infra.eu>.

85,6 ans pour les femmes et 79,7 ans pour les hommes en France en 2019 contre 25 ans vers 1780 mais 55 ans à partir de 20 ans.

**Chute du nombre d'heures travaillées au niveau annuel.**

Figure 15: Average Annual Hours Worked, Select Countries

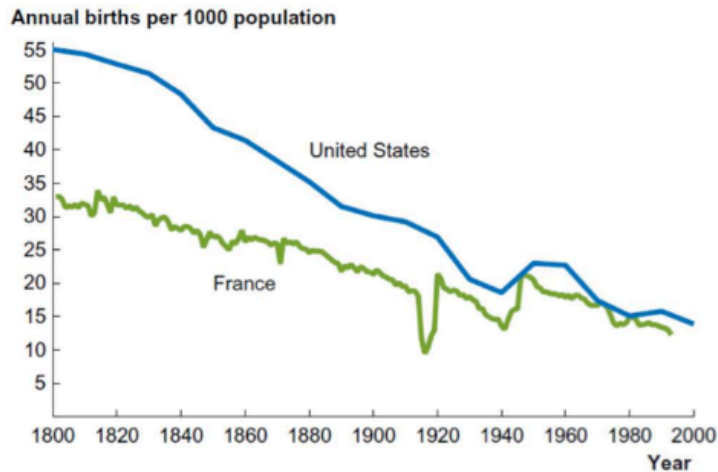


Source: Average annual hours worked per person employed, from the Penn World Tables 8.0.

En France, on passe de 2 159 heures en 1950 à 1476 en 2011. Aux USA, de 1904 en 1959 à 1704 en 2011.

On doit chercher des indicateurs alternatifs.

**Le taux de fertilité chute fortement dans tous les pays qui connaissent la croissance.**



**Fig. 17** Fertility in the United States and France. Source: Data for the United States are from Haines, M. 2008, *Fertility and mortality in the United States*. In: Whaples, R., (Ed.), *EH.Net Encyclopedia*, <http://eh.net/encyclopedia/fertility-andmortality-in-the-united-states/> and data for France are from Greenwood, J., Vandembroucke, G. 2004. *The baby boom and baby bust: O.E.C.D. fertility data*. <http://guillaumevdb.net/BabyBoom-data.pdf>.

La croissance économique entraîne une chute du taux de fertilité dans les pays qui connaissent la croissance. Cette chute engendre la transition démographique que l'on va chercher à modéliser à la fin du cours afin d'expliquer l'origine de la croissance. Cette chute de fertilité pose le problème de la continuation de la croissance. Les économistes le disent : si on ne fait pas assez d'enfants, on n'aura plus de bonnes idées etc... Débat économique et philosophique.

## Évolution contrastée des inégalités (pas de corrélation évidente avec la croissance).



Existe-t-il une relation unilatérale simple entre la croissance économique et les inégalités ? Pas vraiment, pendant longtemps, on s'est dit que la croissance économique entraînait un accroissement des inégalités (cf courbe en U inversé). Ça les augmente puis ça les réduit.

Effectivement, au 19<sup>e</sup> siècle, les inégalités explosent dans les pays européens qui connaissent la révolution industrielle. Quand on regarde ces mêmes pays après la première guerre mondiale jusqu'aux années 1970, on a eu un effondrement des inégalités. Explosion puis effondrement des inégalités, bien documenté par Piketty et ses co auteurs.

Cette régularité a explosé à partir des années 1970, on a une dynamique politique qui change et, si on prend le cas des USA, à partir de la fin des années 1970, on a un retour des inégalités alors que la croissance se poursuit, on n'a pas une courbe en U mais une courbe en U inversée.

La part des revenus des plus riches s'est effondrée donc les inégalités diminuent mais elles ont fini par exploser et la part des revenus les plus riches est redevenue très importante. Cette chose-là ne se retrouve pas dans tous les pays, notamment en France, il n'y a pas cela. En France, on reste sur des inégalités stables sur le long terme.

Pas de fait stylisés évident sur la relation entre ces deux variables.

- Sources de la croissance économique ?



On va regarder un processus de croissance général sans considérer les comparaisons internationales.

On cherche à déterminer les moteurs de la croissance économique.

Les sources immédiates de la croissance économique → facteurs de production : travail, capital, compétences des travailleurs (capital humain), le stock d'idées ou le niveau de la technologie disponible. Ce sont les déterminants immédiats de la croissance.

On observe les choses suivantes :

- baisse du prix relatif des biens d'équipement (sauf logement)
- augmentation du temps passé à l'école et augmentation du travail qualifié à l'échelle d'une économie
- augmentation de la part des travailleurs engagés dans des activités de recherche (recherche et développement, recherche scientifique à l'université).

La croissance économique est-elle désirable ?

En principe, le PIB par habitant n'est pas un indicateur de niveau de vie et de bien être.

Mesure quantitative et non qualitative.

Dans les faits et dans le temps long, on observe une corrélation entre la croissance économique et l'amélioration de beaucoup d'indicateurs de bien être.

⇒ Les indicateurs de bien être montrent que le PIB/tête tend à sous estimer la performance relative des pays riches et à surestimer celle des pays pauvres.

La croissance est aussi porteuse de bouleversements structurels. Elle fait des gagnants et des perdants : c'est la "destruction créatrice" de Schumpeter.

L'impact environnemental de la croissance économique est un angle mort des réflexions passées sur la croissance, cf GIEC du 10 août 2020 et de l'été 2022.

## **B. La question de la diffusion de la croissance économique à l'échelle du monde**

Cette section touche aux comparaisons entre pays.

Pourquoi certains deviennent très riches et d'autres restent pauvres ? C'est ce que vont montrer les données : on a des écarts spectaculaires entre les différents PIB/habitants. Ces écarts se creusent, les pays riches s'enrichissent et les pays les plus pauvres stagnent et, en même temps, les inégalités se réduisent entre les habitants du monde.

☐ Ampleur des écarts actuels de revenus

Lux = 219 x Madagascar

Etats-Unis = 124 x

Madagascar

Pays	GDP per capita in \$, ppp in 2019 (World Bank)
Luxembourg (3)	114 705
Etats-Unis (7)	65 111
Allemagne (18)	46 259
France (26)	40 494
Espagne (33)	29 614
Roumanie (60)	12 920
Russie (63)	11 585
Chine (68)	10 262
Argentine (69)	10 006
Brésil (77)	8 717
Thaïlande (82)	7 808
Tchad (176)	710
Madagascar (182)	522

- Croissance économique et écarts de revenu

Comment les écarts de PIB/habitant observés peuvent-ils s'expliquer ?

Ces écarts sont si forts car certains pays ne sont pas entrés dans le processus de la croissance économique alors que d'autres y sont rentrés dès le début (RU, USA, France).

Si dans un pays il n'y a aucune croissance (0%) et l'autre une croissance modérée (2%), au bout de 200 ans, le pays ayant une croissance modérée aura un PIB/habitant 52 fois plus élevé.

Calcul :

➤ Taux de croissance annuel moyen (TCAM)  $g$  sur  $T$  années:

$$Y_T = (1 + g)^T Y_0$$

Puissance de l'intérêt composé :

$$(1,02)^{200} = 52,48$$

➤ Temps nécessaire à un doublement du PIB/h? On résout:

$$2Y_0 = (1 + g)^T Y_0$$

$$\Rightarrow 2 = (1 + g)^T$$

$$\Rightarrow \ln 2 = \ln(1 + g)^T \quad (\ln x^a = a \ln x \quad \text{car} \quad \ln xy = \ln x + \ln y)$$

$$\Rightarrow T = \frac{\ln 2}{\ln(1+g)} \cong \frac{0,7}{\ln(1+g)}$$

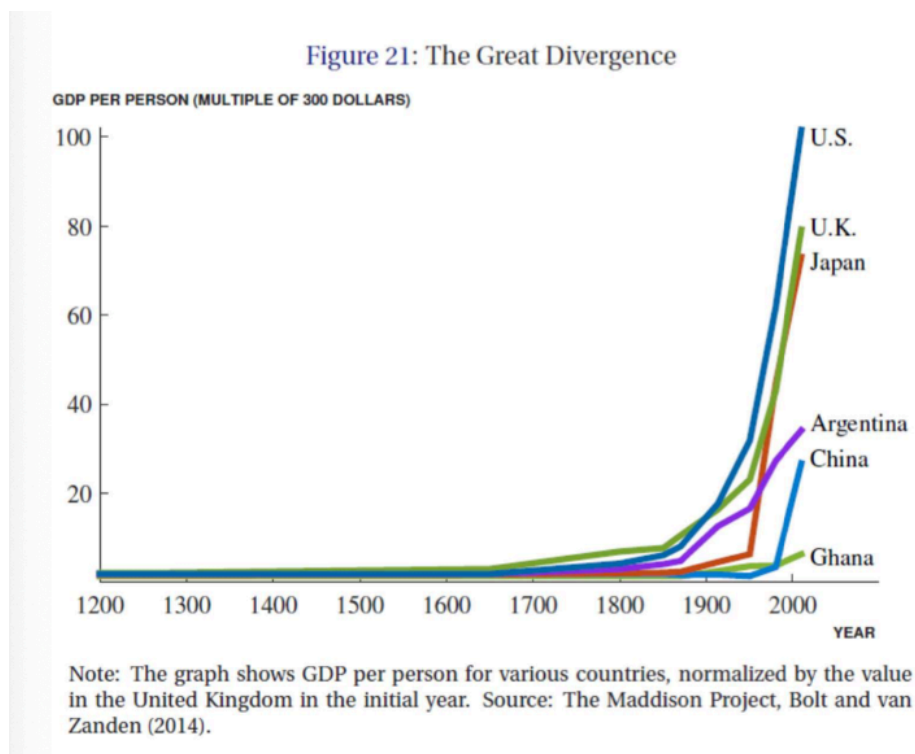
Exemple: il faut 35 ans pour que PIB/h double si  $g = 2\%$

Si on a des écarts importants entre pays, c'est parce que certains pays ont des taux de croissance très élevés.

Les écarts de PIB/habitant actuels sont la conséquence du décollage économique expérimenté par un nombre grandissant de pays à partir du début du 19<sup>e</sup> siècle.

La croissance économique démarre en un point du temps et se redresse brutalement au cours du 18<sup>e</sup> siècle (le Royaume-Uni en premier lieu, ensuite la Belgique et les Pays-Bas puis cela déborde en France, en Allemagne et certaines colonies de ces pays-là).

La croissance économique est un phénomène récent, elle est localisée dans le temps (elle démarre vraiment il n'y a que 200 ans) et est aussi localisée dans l'espace. Elle s'est étendue à certains pays progressivement de façon hétérogène. Certains pays ont connu la croissance économique puis elle s'est arrêtée et d'autres ne l'ont pas connue au début puis elle a bondi de manière exponentielle.



Dès le 17<sup>e</sup> siècle, la croissance frémit puis elle démarre réellement en 1800. Les USA vont passer au-dessus du PIB du Royaume-Uni au début du 20<sup>e</sup> siècle. Le Japon a connu une croissance plus tardive (industrialisation autour de 1880). Pays dont le destin a été heurté : Argentine qui a connu des phases d'expansion fortes puis des stagnations. Le PIB de l'Argentine représente aujourd'hui environ ¼ du PIB français (nettement plus pauvre). La Chine connaît la croissance depuis les années 1980, c'est beaucoup plus récent. Le Ghana stagne (comme la plupart des pays d'Afrique même s'il existe des exceptions).

PIB par habitant et écart entre les régions, 1000–1998 (dollars 1990)									
	1000	1500	1820	1870	1913	1950	1973	1998	$\frac{1998}{1000}$
Europe de l'Ouest	400	774	1232	1974	3473	4594	11534	17921	45
Pays d'immigration eur.	400	400	1201	2431	5257	9288	16172	26146	65
Japon	425	500	669	737	1387	1926	11439	20413	48
Asie (sauf Japon)	450	572	575	543	640	635	1231	2936	7
Amérique latine	400	416	665	698	1511	2554	4531	5795	14
Europe Est et ex-URSS	400	483	667	917	1501	2601	5729	4354	11
Afrique	416	400	418	444	585	852	1365	1368	3
Monde	435	565	667	867	1510	2114	4104	5709	13
<b>Ecart</b>	<b>1,1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	

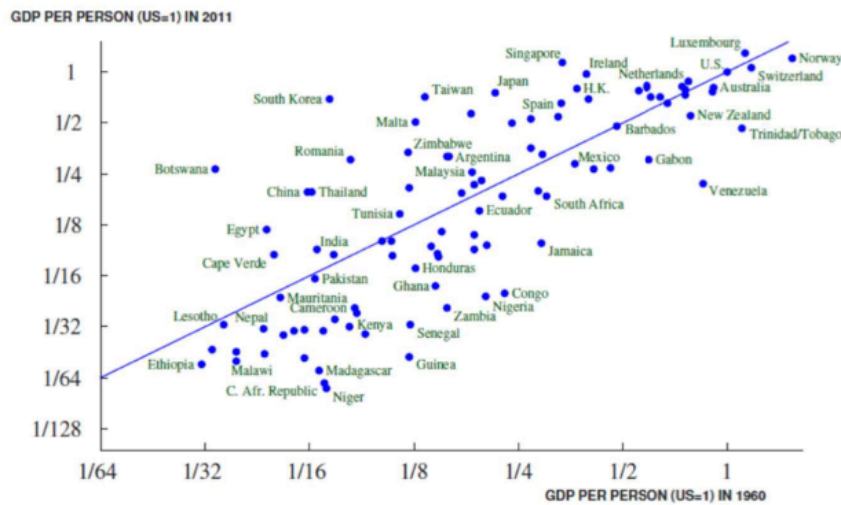
Source : Maddison [2001]

Tableau : Maddison estime qu'au cours de l'an 1000, le niveau de revenu/habitant était à peu près le même pour toutes les régions du monde, pas d'écart de niveau de vie à l'échelle mondiale. Quand on arrive en 1500, c'est toujours à peu près la même chose, il y a quand même un écart qui se crée avec l'Europe de l'Ouest et l'Asie dont le niveau de vie est un peu plus élevé. Autour de 1820, on est rentrés dans la croissance économique, assez lentement mais cela suffit pour créer des écarts entre les pays. L'Europe de l'ouest et les pays de l'immigration européenne ont un niveau de vie plus élevé. Les écarts que l'on constate d'aujourd'hui ont des origines lointaines.

Les pays pauvres sont-ils susceptibles de rattraper les plus riches ? C'est la question de convergence/divergence. Peut-il y avoir rattrapage des pays riches par les pays pauvres ? Sont-ils susceptibles de les rattraper ?

Les inégalités de revenu/hab entre pays n'ont pas réellement changé depuis 1960 au niveau mondial. Ce fait là est illustré par le graphique ci-dessous :

Figure 24: GDP per Person, 1960 and 2011



Source: The Penn World Tables 8.0.

Abscisses → indicateur de l'écart entre le PIB/habitant dans un pays et le PIB/habitant aux USA et ce, en 1960. On construit le graphe à partir de 1960. Pour tous les pays, on va calculer un ratio :

$y_i$  → PIB/hab dans le pays  $i$ .

$y_{us}$  → PIB/hab aux USA.

**ratio :  $y_i/y_{us}$ .**

Si ce pays a un PIB/habitant égal à celui des USA, alors la valeur du ratio sera de 1.

La valeur du ratio va être comprise entre 0 et 1.

La Suisse, la Norvège, le Luxembourg → aussi riches que les USA voir plus riches.

Comment cela évolue de 1960 à 2011 ?

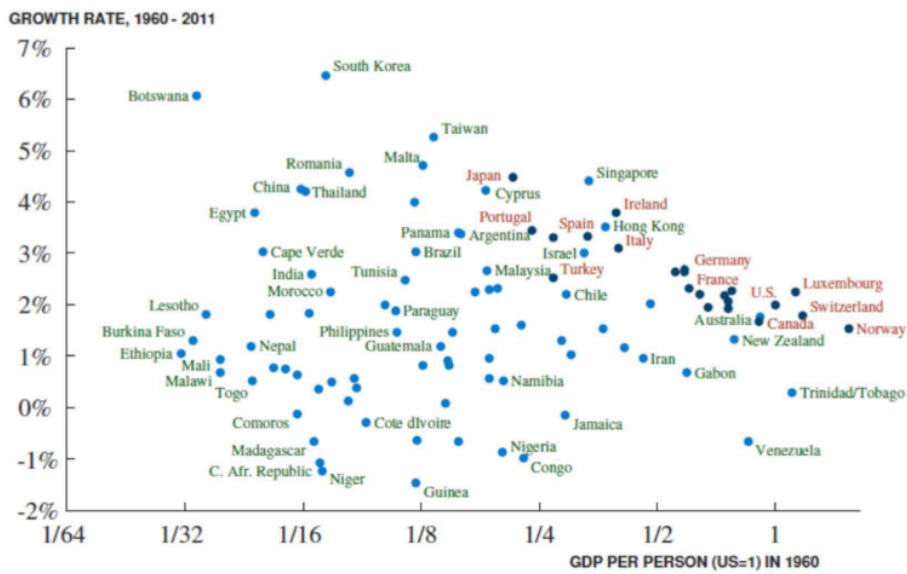
En ordonnées, on tient compte du ratio mais pour des données de 2011.

Si tous les ratio sont égaux à 1, alors tous les pays se trouveront au niveau de la bissectrice.

Dans la réalité, on voit que sur un ensemble très important de pays, on a plein de pays au-dessus de la bissectrice mais aussi plusieurs en dessous. On ne peut pas dire qu'il y a globalement une convergence ou une divergence, il n'y a rien de net.

Au 19<sup>e</sup> siècle, il y a pas mal de divergences qui se créent.

Figure 26: The Lack of Convergence Worldwide



Source: The Penn World Tables 8.0.

Abscisses → on garde la même échelle, PIB du pays/PIB des USA.

Ordonnées → on s'intéresse au taux de croissance du pays en moyenne sur la période qui va de 1960 à 2011.

À l'échelle du monde, on ne peut pas dire qu'il y a convergence.

**Des trajectoires de croissance très variées depuis l'après-guerre.**

	GDP per capita, 2008	GDP per worker, 2008	Labor force participation rate, 2008	Average annual growth rate, 1960–2008	Years to double
<b>“Rich” countries</b>					
United States	\$43,326	\$84,771	0.51	1.6	43
Japan	33,735	64,778	0.52	3.4	21
France	31,980	69,910	0.46	2.2	30
United Kingdom	35,345	70,008	0.51	1.9	36
Spain	28,958	57,786	0.50	2.7	26
<b>“Poor” countries</b>					
China	6,415	10,938	0.59	5.6	13
India	3,078	7,801	0.39	3.0	24
Nigeria	1,963	6,106	0.32	0.6	114
Uganda	1,122	2,604	0.43	1.3	52
<b>“Growth miracles”</b>					
Hong Kong	37,834	70,940	0.53	4.3	16
Singapore	49,987	92,634	0.54	4.1	17
Taiwan	29,645	62,610	0.47	5.1	14
South Korea	25,539	50,988	0.50	4.5	16
<b>“Growth disasters”</b>					
Venezuela	9,762	21,439	0.46	−0.1	−627
Haiti	1,403	3,164	0.44	−0.4	−168
Madagascar	810	1,656	0.49	−0.1	−488
Zimbabwe	135	343	0.40	−1.5	−47

Cette divergence (absence de convergence) a pour contrepartie des trajectoires très variées que l'on peut distinguer en 4 types :

- La trajectoire des pays riches (Allemagne, France, USA, Royaume-Uni), on a un taux de croissance relativement constant à long terme. Ils ont des taux de croissance pas extrêmement forts mais stables.
- La trajectoire des pays pauvres. Par exemple, la Chine, si on considère le PIB/habitant, reste un pays pauvre par rapport à la France. De même pour l'Inde. Mais, pour tous ces pays, il y a de la croissance
- “growth miracles” : pays qui ont connu une croissance très forte, ont fait un énorme rattrapage sur les pays les plus riches. Hong-Kong, Corée du sud... On a un taux de croissance très fort sur la période écoulée.
- Les désastres de la croissance : pays qui ont reculé en termes de richesse par habitant. Par exemple, au Venezuela, en moyenne sur la période, on a un taux de croissance de -0,1%.

**Table 1** Decadal average per capita GDP growth (%) by income

	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s
<b>Income Group</b>					
<b>HIC</b>	4.7	3.3	2.4	2.1	1.7
<b>MIC</b>	2.8	3.4	0.4	1.4	3.4
<b>LIC (all)</b>	1.4	0.7	-0.2	-0.5	2.4
<b>LIC (fragile)</b>	1.7	0.7	-0.5	-1.5	1.3
<b>LIC (non-fragile)</b>	1.1	0.7	0.2	0.6	3.6
<b>World</b>	2.8	2.4	0.6	0.9	2.7

Notes: This table is an abridged version of Table 2 in Johnson and Papageorgiou (2018) where data sources and other details are given. There are 29 HICs, 68 MICs, and 51 LICs. Appendix Table A.1 in Johnson and Papageorgiou (2018) lists the countries in each group.

Ces données détaillent sur des décennies.

### La convergence conditionnelle.

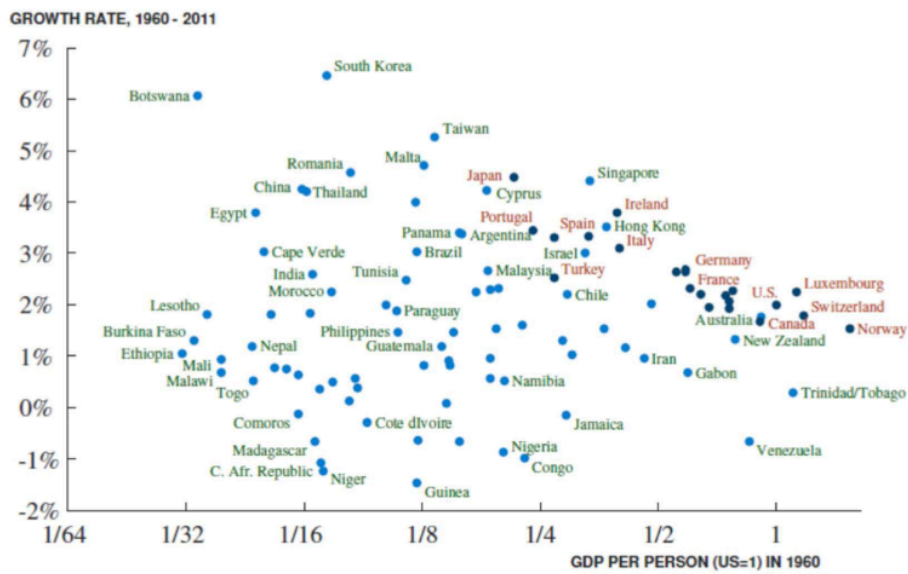
Au niveau mondial, on a une forte divergence au 19<sup>e</sup> siècle et des inégalités assez stables depuis les années 1960.

Une fois que l'on commence à regarder différents groupes de pays, on peut s'apercevoir qu'il existe quelque chose qu'on appelle la convergence de club ou la convergence conditionnelle. C'est notamment le cas dans un groupe de pays similaires (taux d'épargne, institutions, niveau d'éducation, technologie...).

De manière plus sélective, on peut voir de la convergence à l'intérieur des groupes de pays. Si on prend les pays les plus riches (appartenant à l'OCDE), on voit la convergence, il suffit de voir sur le graphique ci-dessous, les pays de l'OCDE sont les pays notés en rouge.



Figure 26: The Lack of Convergence Worldwide

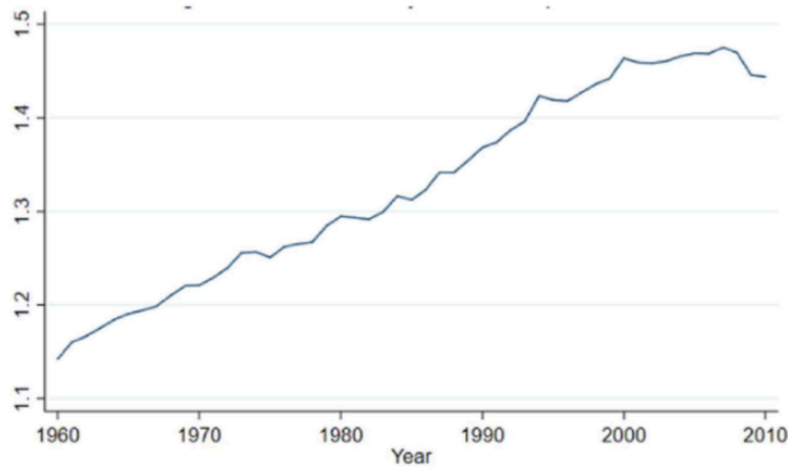


Source: The Penn World Tables 8.0.

Sur les pays de l'OCDE, on a une espèce de relation croissante : plus ces pays sont riches en 1960, plus leur taux de croissance moyen est faible sur la période et inversement, donc il y a rattrapage. Par exemple, rattrapage de la France à partir de la 2<sup>nd</sup>e Guerre mondiale par rapport aux USA.

Au niveau mondial, des auteurs estiment qu'il y a une convergence de clubs pour l'ensemble des pays.

**Figure 1** Cross-country income dispersion



Source: Figure 6 in Johnson and Papageorgiou (2018) where data sources and other details are given.

Notes: Convergence expressed as the decline in the dispersion of per capita GDP across countries is known as  $\sigma$ -convergence. As Barro and Sala-i-Martin (1990) show,  $\beta$ -convergence is necessary but not sufficient for  $\sigma$ -convergence so the absence of  $\beta$ -convergence for the 1960-2010 period displayed in Table 1 implies the absence of  $\sigma$ -convergence evident in Figure 1.

Sur ce graphique, on voit que même pour les pays pauvres, il y a une forme de convergence mais on ne converge pas vers la même cible (les pays riches vers les USA et les pays plus pauvres vers le Venezuela). On ne converge pas forcément vers les pays les plus riches.

Ils reviennent sur l'idée qu'il y a pas de convergence mondiale, ils construisent une mesure qu'ils ont créé et il y a l'idée que la dispersion s'élève jusqu'en 2000, à partir du milieu des années 2000, il y aura une amorce d'une chute de la dispersion, donc il y aurait une forme de convergence au niveau mondial.

### **Causes immédiates et causes profondes de la croissance.**

Ces écarts sont liés à des écarts de taux de croissance. Certains ont une croissance forte, d'autres faibles, d'autres nulles, d'autres négatives. Qu'est ce qui joue sur la croissance ? Quelles sont les causes de ces écarts de taux de croissance ?

Une cause du taux de croissance est un facteur qui, lorsqu'on le modifie, change le taux de croissance.

*Exemple :* niveau de l'éducation, si on élève le niveau d'éducation et que le taux de croissance diminue, alors le niveau d'éducation est une cause du taux de croissance (à valeurs inchangées).

Selon l'approche de R. Solow, les causes immédiates de la croissance sont tous les facteurs qui contribuent à produire et à produire plus : ce sont les facteurs de production, parmi eux,

quels facteurs permettent d'avoir plus de croissance ? Stock de capital, stock de travail, niveau de compétence de la population (qualification, éducation), stock d'idées (la productivité totale des facteurs, niveau technologique d'un pays). De manière plus générale, c'est l'investissement en capital physique et humain, l'augmentation de la productivité des facteurs (progrès technique).

En fonction de l'évolution de ces différents facteurs, on va voir le rythme de croissance des différents pays.

NB/ Rôle aussi du taux d'épargne qui permet d'avoir plus de capital.

On va s'intéresser aussi à des causes plus profondes (exemple : Corée du Nord, Nigéria) qui sont les déterminants du progrès technique mais aussi éventuellement de la progression du niveau d'éducation de la population.

On compte 4 facteurs qui sont envisageables :

- La chance : quelque chose dans l'histoire du pays qui fait que cela s'est mieux passé, pas un facteur systématique, c'est un accident de l'histoire.
- La géographie : pays dont le climat est plus favorable au développement de l'agriculture, ou bien des conditions climatiques extrêmes tels que les tremblements de terre etc qui freinent la croissance.
- La culture ou les institutions : les institutions sont des règles explicites, c'est le droit ou les règles du jeu politique, des règles juridiques. La culture quant à elle est une croyance souvent implicite, qui ne s'impose pas à tout le monde. Par exemple, dans ses ouvrages, Max Weber pose la question du rôle de la religion protestante dans la croissance en Europe.

### **Bilan : les grandes questions à l'agenda.**

Qu'est-ce qui a permis à la croissance de se poursuivre sur de longues périodes et pourquoi ce phénomène a-t-il commencé il y a 200 ans ?

Que s'est-il passé au Royaume-Uni au 18<sup>e</sup> siècle pour que la croissance décolle ?

Pourquoi observe-t-on de tels écarts de revenu par habitant entre pays ?

Pourquoi certains pays croissent-ils rapidement alors que d'autres stagnent ?

La croissance peut-elle se poursuivre sans limites ?

Une question qui n'aura jamais totalement absente est la question de l'environnement. Cette question a une histoire particulière. Il y a la question de l'épuisement des ressources naturelles et du réchauffement climatique.

Cf manuel de référence du cours, on n'a pas un seul chapitre sur l'environnement, et ce n'est pas un accident car dans la plupart des manuels de croissance des années 1980 aux années 1990-2000, la question de l'environnement est absente.

C'est quelque chose qui reflète le point de vue dominant chez les théoriciens de la croissance concernant le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources naturelles de manière générale.

Cette question sera sous traitée dans le cours. Peut-on toujours avoir une croissance économique dans une planète qui est en train de se réchauffer à une vitesse très rapide ? Cette question est posée très tôt à partir des années 1970 lors de la publication d'un rapport produit par des ingénieurs, non des économistes. Ce rapport montre qu'on risque de voir l'économie humaine s'effondrer avec le problème qui est le plus important, celui de l'épuisement des ressources non renouvelables (pétrole,...).

R. Solow et ses élèves réagissent, c'était les spécialistes de la croissance à l'époque. Ils sont heurtés par la méthodologie des ingénieurs, ils vont chercher à montrer que les problèmes ne sont pas aussi importants que nous le dit ce rapport, ils inventent quelque chose qui s'appelle la croissance soutenable. Conséquence de cela, on a un très fort optimisme, le problème environnemental n'est pas si important que cela, cela explique que l'on ne le voit pas dans les manuels.

Selon les économistes moins prudents vis-à-vis de l'environnement, le réchauffement climatique est une externalité et pour l'éviter, on introduit une taxation du carbone, c'est l'innovation et la taxe carbone qui vont résoudre ce problème.

### **3. La fonction de production**

#### A. Le monde à un bien et à une technique

Pour comprendre ce qu'est la fonction de production néoclassique, on doit commencer par considérer une situation non néoclassique mais une situation dans les travaux que l'on trouve de certains hétérodoxes, les néo ricardiens mais aussi chez les post- keynésiens. C'est l'idée d'un monde à un bien et à une technique.

On peut transformer ce bien de consommation en bien de production. Comme on a un seul bien, le bien que l'on consomme est aussi le bien que l'on investit, c'est un bien multiforme (simplification très forte).

$Y$  → production totale du bien unique dans l'économie pour une unité de temps donnée.

*Le temps va de 1 à 2 à 3... C'est un temps discret.*

Dans la suite du cours, on va raisonner en *temps continu* : regarder la production à un instant donné.

L → c'est la quantité de travail ou le nombre de travailleurs.

K → stock de capital

Delta  $\delta$

→ taux de dépréciation, il indique la part du stock de capital détruite pendant chaque période, ou à chaque instant, selon que le temps soit discret ou continu.

Ce taux permet de définir le taux de surplus. Si le taux de dépréciation est de 10% , cela veut dire que lorsque l'on utilise du capital, on détériore 10% du total du stock que l'on doit ré-acheter.

Le surplus de l'économie ( $Y - \delta K$ ) c'est la production - ce qu'on doit mettre de côté pour reproduire le stock de capital, on va avoir des outils que l'on va casser pour produire, on doit les remplacer.

Le surplus est ce qui reste, ce qu'on a mis de côté, c'est un amortissement (ce qui sert à reproduire le capital à l'identique).

Taux de surplus (=G) → surplus/stock de capital utilisé.

C → part de la production consommée, consommation.

I → part de la production investie (accroissement de capital), investissement.

- Les techniques de production

(K, L) → (Y, (1 -  $\delta$ )K) ... Cette formule signifie qu'une technique correspond à des quantités précises de K et L .

La **fonction de production** décrit dans l'ensemble des techniques disponible, celles qui conduisent aux plus fortes valeurs de la production

ou

la valeur maximale de la production Y qu'on peut obtenir pour chaque technique:

$$Y = F(K, L)$$

Une technique de production nous permet de dire qu'avec une telle quantité de capital et de travail, on peut obtenir une certaine quantité de production.

La technique est un mix très particulier de capital et de travail.

Une technique par exemple, c'est 200 unités de capital et 100 unités de travail qui nous donne 50 unités de bien et 180 unités de capital. Je sais que si j'ai 200 unités de capital et 100 travailleurs, je peux obtenir 50 unités de biens et je récupère 180 unités de capital. Ici, le taux de dépréciation est de 10%.

Il faut distinguer une technique de production d'une fonction de production. Une fonction de production est la description de l'ensemble des techniques disponibles, celles qui conduisent aux plus fortes valeurs de la production. Pour chaque combinaison de capital et de travail, on retire la technique qui conduit au maximum de production. La fonction de production est une sorte de catalogue des techniques disponibles, ce catalogue on le note  $Y = F(K, L)$ .

- Rendements d'échelle

La notion de rendements renvoie à une question particulière, ce qu'il se passe quand on modifie dans les mêmes proportions tous les facteurs que l'on utilise.

Il existe trois scénarios possibles :

- Si la production fait moins que doubler, alors on a des rendements décroissants, est-ce raisonnable de penser cela ? Non, si on a une usine identique à la première, alors il n'y a pas de raison qu'on ait des problèmes de production et que celle-ci baisse. Logiquement, on doit au moins produire le double. Cette idée est mise de côté, elle n'est pas raisonnable comme hypothèse pour décrire la fonction de production.
- L'hypothèse des rendements constants est raisonnable, c'est l'idée selon laquelle si on double les facteurs de production, alors la production est doublée.
- L'hypothèse des rendements croissants est possible ; c'est l'idée selon laquelle lorsque l'on double les facteurs de production, la production va plus que doubler.

Dans ce cours, on va d'abord adopter l'hypothèse standard de rendements d'échelle constant :

$$2Y = F(2K, 2L)$$

- Technique viable

On suppose une technique unique. C'est une technique viable, qui génère un surplus positif. Une technique qui ne génère pas de surplus, qui entraîne une baisse progressive du stock de capital conduit l'économie à sa perte.

Exemple de la technique A: (200 unités de K , 100 unités de L) -> (50 unités de Y, 180 unités de K)

La technique est définie par le rapport K/L ou  $k = 2$   
(Il faut deux unités de capital pour une unité de travail).

Ou par la productivité du travail  $Y/L = \gamma = 0,5$

Ou par la productivité du capital  $Y/K = \nu = 0,25$

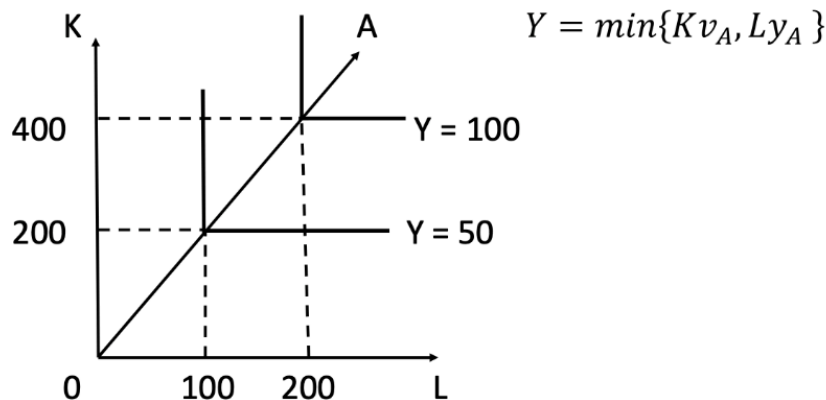
Taux de dépréciation = 10% ou 20 unités de bien

Taux de surplus = 15% ou 30 unités de bien pour 200 unités de capital

Cette technique peut être définie de manière plus simple : soit à partir du capital par travailleur ( $K/L$ ) ; ici, il est égal à 2, c'est-à-dire qu'il faut 2 unités de capital pour un travailleur, soit à partir de la productivité du travail, ici, avec un travailleur, on produit  $\frac{1}{2}$  unité de bien ou encore par la productivité du capital, ; ici, avec une unité de capital, on produit  $\frac{1}{4}$  d'unité de bien.

Je produis 50 unités de biens, je mets de côté 20 unités de biens pour reconstituer mon stock de capital, il me reste donc 30 unités de bien, c'est le surplus. Si je le rapporte à mon capital ( $30/200$ ) cela fait 15%.

Fonction à facteurs complémentaires ou monde à **technique unique** (avec rendements d'échelle constants):



On peut représenter graphiquement cette économie à technique unique. C'est aussi une économie à facteurs complémentaires (en microéconomie) on ne peut pas remplacer du travail par du capital. C'est-à-dire qu'on ne va pas licencier des travailleurs et les remplacer par des machines.

Graphiquement, on trace des isoquantes qui représentent toutes les combinaisons de travail et de capital qui permettent de produire une certaine quantité de bien.

Si j'ai 100 travailleurs et 200 unités de capital, j'ai une production de 50. Si mon stock de capital ne bouge pas et que j'ai plus de travailleurs, j'ai un ensemble de combinaisons où je garde 200 unités de capital mais j'ai plus de travailleurs, ma production ne change pas car ma technique m'impose cela. On ne peut pas utiliser les nouveaux travailleurs, on est contraint d'utiliser que 100 travailleurs. Si je bloque la quantité de travail et que j'augmente le capital, on a le même problème, les nouvelles machines ne peuvent pas être utilisées car à chaque fois que j'ajoute 2 unités de capital, il me faut un travailleur en plus. L'isoquante a la forme d'angle droit, c'est comme cela que l'on représente toutes les combinaisons qui produisent 50 unités de biens. Si je double le capital et le travail de la même façon : si j'ai 400 unités de capital et 200 travailleurs, je respecte la combinaison  $K/L=2$  imposée par ma technique de production unique. Les rendements d'échelle sont constants, je double ma production en passant de 50 à 100. Cette technique peut être tracée par une fonction de production.

$v_A$  → désigne la productivité du capital, c'est un coefficient qui nous dit combien de production on peut avoir avec notre stock de capital.

Cette fonction de production exprime un monde avec une technique unique.

- Croissance régulière vs dynamique transitoire

On va essayer de faire la différence entre croissance régulière et dynamique transitoire.

On va introduire un pb de croissance qui se trouve sur le fil du rasoir (cf harrod et domar).

On va imaginer que dans notre société, on a un planificateur, il décide ici du taux d'investissement, combien consomme-t-on et combien on investit.

La question c'est la question de la détermination de  $g$  qui est le taux d'investissement ou le taux de variation du capital.

On a un surplus de 30 unités de bien, le taux d'investissement maximum est donc de 30. Si on investit 30, on a un taux d'investissement qui est de  $30/200$  soit 15% d'augmentation du stock de capital. C'est le maximum, cela veut dire que si on augmente de 15% le stock de capital, alors, les habitants de cette économie, pendant un an, ne consomment pas. Tout le surplus (le PIB net de l'amortissement) est entièrement investi. C'est une décision assez extrême, et ce n'est pas celle qui sera prise par le planificateur.

$g$  est compris entre 0 et 15%.

Il existe trois possibilités/scénarios, on introduit le taux de croissance de la population, on suppose ici que la population de travailleurs augmente à un taux exogène, la croissance démographique est un phénomène qui sort du domaine politique, ce n'est pas le planificateur qui le décide. Nos scénarios vont être définis à partir du rapport entre  $g$  et le taux de croissance démographique :

- On imagine que le taux d'investissement  $g$  est plus petit que le taux de croissance des travailleurs ( $=n$ )  $\Rightarrow$  le travail augmente plus vite que le capital. On aboutit au chômage. Dans cette économie, si on augmente le nombre de travailleurs, il faut que le capital augmente dans les mêmes proportions pour que les travailleurs puissent travailler et inversement.
- Si  $g > n$ , le stock de capital est accru à un rythme plus élevé que la population de travailleurs. Il y a un sous-emploi du capital, on a des machines qui servent à rien car il n'y a pas de travailleurs pour les faire fonctionner.
- On imagine qu'au début, on est en plein emploi. Le seul scénario qui paraît intelligent est d'augmenter le capital et la population au même rythme, il n'y aura ni chômage des travailleurs, ni sous-emploi du capital.  $g = n$ , cela permet d'éviter le gaspillage, j'utilise tout mon capital.

C'est ce que l'on appelle la croissance régulière, si  $g=n$ , on a une croissance économique régulière.

On a une croissance régulière quand les proportions clefs de l'économie restent identiques, ici la proportion clef c'est le rapport :  $K/L$ . Il faut que  $K/L$  soit toujours égal à 2, tant que c'est égal à 2, vu que ça correspond à ma technique, alors on pourra utiliser tout notre capital et notre travail. Le rapport doit être constant.

On a imaginé que le planificateur imposait un taux d'investissement =  $n$ .



Dans le modèle de Domar, on a une technique unique, avec une fonction de production à facteurs complémentaires. On est dans une économie où il n'y a pas de planificateur.

Dans cette économie de marché, comme il n'y a pas de planificateur, ceux qui décident de  $g$ , ce sont les entreprises. Or, les entreprises n'ont pas de vision d'ensemble de l'économie, elles ne peuvent pas prendre les bonnes décisions.

En général, lorsque  $g$  est décidé par les entreprises, il ne va pas être égal à  $n$ , on ne va pas avoir une croissance régulière. On va s'éloigner du sentier de croissance intelligent qui apparaît comme un fil de rasoir. Il suffit que  $g$  augmente/baisse un peu pour que l'on sorte de la croissance régulière (on obtient du chômage ou de la sous production).

La croissance régulière est aussi dite équilibrée. Elle est ici très fragile, si l'investissement est décidé par les entreprises, on est sur un fil de rasoir.

Notion de dynamique transitoire :

Imaginons qu'au départ, on a bien 200 unités de capital mais 200 travailleurs, que doit faire le planificateur ? On est dans une situation de chômage, il y a trop de travailleurs. Si la population augmente de 2% tous les ans, de même pour le stock de capital, alors on aura durablement du chômage, il ne se résorbera jamais. Si on se place tout de suite sur le sentier de croissance régulière, on va maintenir le chômage.

Ici, on doit avoir une dynamique transitoire, il faut une croissance, pour commencer, qui ne correspond pas à la croissance régulière. Ce planificateur va trouver un moyen de réduire le chômage, le stock de capital doit augmenter plus vite que les travailleurs jusqu'à ce que le rapport soit égal à 2. Au départ,  $g$  va être supérieur à  $n$ , on va arriver à un rapport de  $K/L = 2$ . Arrivés à l'équilibre, on réduit le taux d'investissement. Il doit toujours imposer un taux d'investissement  $g$  égal à  $n$  le taux de croissance de la population.

La bonne solution serait donc d'adopter une stratégie de dynamique transitoire, on doit avoir une croissance qui ne correspond pas à la croissance régulière pour commencer. Ce planificateur va chercher un moyen de réduire le chômage, il faut que le stock de capital augmente plus vite que la population de travailleurs jusqu'à ce qu'on ait  $K/L = 2$ .

Avant d'arriver sur le sentier régulier de croissance, on va avoir une dynamique transitoire qui va nous y emmener.

La croissance régulière souligne un dernier problème. Si on a un changement technique, c'est-à-dire une nouvelle technique qui émerge, qui permet de produire autant avec moins de travail et avec autant d'unités de capital. Par exemple, je produis 50 unités de biens mais j'ai besoin que de 50 travailleurs (au lieu de 100 initialement). Cette technique là, dans une économie de marché, si on peut produire plus avec moins de travailleurs, cela nous coûte moins cher donc on a intérêt à choisir cette technique pour économiser des facteurs de production.

Dans cet univers où le nombre de techniques est limité, cela va créer du chômage. On parle alors de "chômage technologique", problème qui peut se poser (cf Marx, Ricardo).

- B. La fonction de production à facteurs substituables
- Définition générale

Ici, on quitte le monde à technique unique ou à nombre de techniques fini et on a une fonction de production différente en faisant l'hypothèse d'un continuum de techniques. On a une infinité de techniques à notre disposition. Ce catalogue est sans limite, on a toujours, quelque soit les quantités de capital et de travail que l'on dispose, il y aura toujours une technique qui nous permettra d'utiliser tout le capital et tout le travail.

Précédemment, si on n'avait pas la bonne combinaison, on avait soit trop de travail, soit trop de capital.

C'est la fonction de production néoclassique.

Cette fonction va avoir d'autres propriétés. On peut définir la productivité marginale du capital et du travail (dérivés premières).

$Y = F(K, L)$  fonction continue et dérivable deux fois telle que:

$$F'_K > 0 \text{ et } F'_L > 0 \quad \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} \leq 0 \text{ et } \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} \leq 0$$

Cette productivité est positive, quand j'utilise plus de capital, ma production va augmenter. De même pour la productivité marginale du travail.

Les dérivés des productivités marginales (dérivées secondes), sont négatives ou égales à 0. Cela veut dire que la productivité marginale du capital est décroissante (du travail aussi).

C'est une hypothèse néoclassique fondamentale. Si j'augmente le nombre d'outils que je donne à mes travailleurs, ils vont produire plus mais l'augmentation de la production diminue de plus en plus. Si on a un marteau initialement et que le stock de capital grandissant fait que nous avons plusieurs marteaux, on ne pourra pas tous les tenir. C'est une intuition néoclassique.

Conditions d'Inada:

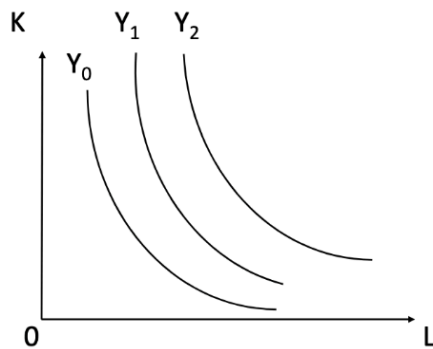
$$\lim_{K \rightarrow +\infty} F'_K = \lim_{L \rightarrow +\infty} F'_L = 0 \quad \text{et} \quad \lim_{K \rightarrow 0} F'_K = \lim_{L \rightarrow 0} F'_L = +\infty$$

Les conditions d'Inada sont importantes (on les verra dans la suite du cours avec le modèle de Solow).

La productivité marginale du capital et du travail tendent vers 0 lorsque les quantités de capital et de travail augmentent respectivement.  $F'_K$  finit par tendre vers 0.

Quand les quantités des facteurs tendent vers 0, la productivité tend vers + infini.

- **Représentation graphique:**



On représente les combinaisons de capital et de travail que l'on peut utiliser dans notre économie qui peuvent conduire à produire une certaine quantité de bien. La courbe est décroissante, infinité de combinaisons qui peuvent permettre de produire la production  $Y_0$ .

- Expression en grandeurs par tête (forme intensive)

Nous supposons les rendements constants donc:

$$\lambda Y = F(\lambda K, \lambda L)$$

Si  $\lambda = 1/L$  on obtient:

$$\frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}, 1\right)$$

Soit

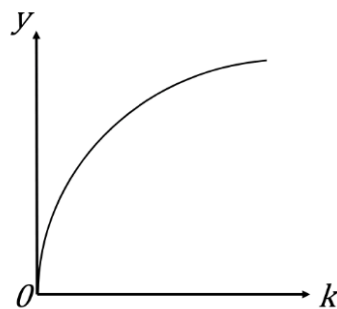
$$y = F(k, 1) = f(k)$$

Avec

$$f'_k > 0 \text{ et } f''_k < 0$$

Conditions d'Inada:

$$\lim_{k \rightarrow +\infty} f'(k) = 0 \quad \text{et} \quad \lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = +\infty$$



On va utiliser notre fonction de production sous une forme particulière. On va la réécrire et l'utiliser en grandeur par habitant (ou par travailleur). Pour obtenir cette réécriture, on s'appuie sur l'hypothèse de rendements d'échelles constants (si je multiplie le capital et le travail par lambda, ça multiplie la production par lambda). Si  $\lambda = 1/L$ .

$Y/L = y$ . production/habitant

$K/L = k$ . stock de capital/habitant

Il est possible de réécrire la fonction de production en tant que grandeur par travailleur (habitant).

J'ai toujours une production qui augmente avec la quantité de facteur utilisé.  $f'_k$  est positive, la productivité marginale du capital et du travail est positive et toujours décroissante (cf dérivée seconde).

Cette fonction de production continue va avoir une représentation graphique (voir plus haut).

À mesure que  $k$  augmente, la production/travailleur augmente, la relation est croissante mais la pente (positive) est décroissante, elle s'aplatit. On a une courbe croissante mais qui a tendance à se tasser à mesure que  $k$  augmente.

Cf conditions d'Inada.

Quand  $k$  arrive à l'infini, la fonction de production devient carrément horizontale.

*NB/ Ces conditions sont à connaître pour pouvoir réaliser une représentation graphique au partiel.*

- Les productivités marginales en produit par tête

Soit  $\frac{Y}{L} = f\left(\frac{K}{L}\right)$ , on peut écrire  $Y = Lf\left(\frac{K}{L}\right)$

Rappel:  $[g[f(x)]]' = g'[f(x)] \cdot f'(x)$  (dérivation d'une fonction composée)

$$\frac{dY}{dK} = Lf'\left(\frac{K}{L}\right) \cdot \frac{1}{L} = f'(k)$$

$$\frac{dY}{dL} = f\left(\frac{K}{L}\right) + Lf'\left(\frac{K}{L}\right) \cdot \left(-\frac{K}{L^2}\right) = f(k) - kf'(k)$$

À l'équilibre on aura (rémunération des facteurs à la productivité marginale) :

$$r + \delta = f'(k)$$

$$w = f(k) - kf'(k)$$

Hypothèse néoclassique : quand on est à l'équilibre, la productivité marginale doit être égale au prix du facteur en question (minimisation des coûts des producteurs).

$r + \delta$  = prix du  $K$  et  $w$  = salaire réel

Si l'entrepreneur est rationnel, il doit toujours ajuster l'emploi de manière à ce que ces résultats soient corrects.

Si les entrepreneurs sont libres de leurs choix et peuvent ajuster librement leurs facteurs, ces relations sont toujours vérifiées.

On dispose de la fonction de production agrégée qui représente toute l'économie, on fait comme si on avait une seule entreprise. connaissant cette fonction, on peut la dériver. En général, on travaille avec la fonction de production intensive.

$1/L$  est le coef directeur de la droite.

- Exemple de la fonction Cobb-Douglas

$$Y = BK^\alpha L^\beta \text{ avec } 0 < \alpha < 1 \text{ et } 0 < \beta < 1 \quad \text{Note: } (x^\alpha)' = \alpha x^{\alpha-1}$$

$$TMS_{KL} = \frac{F_L'}{F_K'} = \frac{\beta BK^\alpha L^{\beta-1}}{\alpha BK^{\alpha-1} L^\beta}$$

$$TMS_{KL} = \frac{\beta K}{\alpha L}$$

$$F_L' = \beta \frac{Y}{L} \Rightarrow \beta = \frac{wL}{Y} : \text{part du travail dans le revenu}$$

$$F_K' = \alpha \frac{Y}{K} \Rightarrow \alpha = \frac{(r+\delta)K}{Y} : \text{part du capital dans le revenu}$$

On peut aussi noter que  $\alpha$  et  $\beta$  sont, respectivement, les élasticités de la production par rapport au capital et au travail.

$wL$  : revenu des travailleurs au niveau agrégée, la masse salariale. Cette part du travail dans la production est constante = beta.

autre expression : représente le profit

PIB : salaires ( $wL$ ) + profit

Si  $\beta = 1 - \alpha$  le théorème d'Euler s'applique et il y a épuisement du produit (vous pouvez le vérifier par vous-même).

On peut réécrire la fonction sous la forme intensive :

$$Y = BK^\alpha L^{1-\alpha}$$

$$\frac{Y}{L} = \frac{BK^\alpha L^{1-\alpha}}{L}$$

$$\frac{Y}{L} = \frac{BK^\alpha L^{1-\alpha}}{L^\alpha L^{1-\alpha}}$$

$$y = Bk^\alpha$$

$$\text{Rappel: } x^a x^b = x^{a+b}$$

Si  $\beta = 1 - \alpha$ , la rémunération du capital et du travail épuisent totalement  $Y$ , il n'y a pas de rente.

La fonction cobb douglas peut être réécrite sous forme intensive. Il faut savoir passer de la forme agrégée (en haut) à la forme intensive (en bas)