

Partie 2 : La croissance endogène

Chapitre 2 : L'économie des idées

On entre dans un chapitre qui a pour but de poser quelques faits et d'introduire des concepts.

1. Retour sur le lien entre progrès technique et idées

On revient sur l'importance du progrès technique et la façon dont il peut générer des rendements d'échelles croissants.

Une technique est une combinaison de facteurs.

Une technologie est une façon de combiner des facteurs pour obtenir un produit.

$F(\cdot)$ avec $Y = F(K, L)$ est notre expression de la technologie ayant cours.

Si $Y = K^\alpha (AL)^\alpha$, α et A sont des éléments qui définissent la technologie.

Le progrès technique est la mise en œuvre d'une idée qui permet de produire davantage avec les mêmes ressources (formellement notre facteur A augmente).

Paul Romer est un des auteurs les plus importants quand on parle de la croissance endogène. Il a discuté sur une base conceptuelle cette notion de croissance endogène en insistant sur le fait que le progrès technique est une façon nouvelle de combiner des ressources existantes. Un des exemples qu'il donne est l'oxyde de fer, cette ressource peut être utilisée à des périodes différentes pour réaliser des choses différentes (peindre dans les grottes et graver des vidéos cassettes).

2. Le potentiel incroyable des idées

Paul Romer souligne le potentiel incroyable des idées. La thèse est la suivante : les idées peuvent aboutir à des résultats spectaculaires. Par exemple, grâce au progrès de nos connaissances, le prix de la fourniture de la lumière aurait été divisé par 4000 depuis 1800.

Autre exemple, la loi de Moore, le nombre de transistors gravés sur une surface de silicone double tous les 18 mois.

Il nous dit qu'on a un phénomène d'explosion combinatoire, le potentiel d'idées à découvrir est énorme et on peut s'en rendre compte en réfléchissant au fait qu'on a une centaine d'éléments atomiques qu'on est en mesure d'associer. À l'âge du bronze, il y a 3000/4000 ans, on a commencé à combiner de l'étain et du cuivre pour avoir du bronze.

Ce sont des technologies où on combine deux éléments atomiques.

100 éléments (atomes) dans le tableau périodique.

$100 \times 99 = 9900$ recettes à deux éléments!

$100 \times 99 \times 98 \times 97 = 94$ millions de recettes à quatre éléments ... **5 milliards** avec 5 éléments...

Romer nous dit qu'on a exploré seulement une partie de tous les éléments possibles, le potentiel de progrès technologique est quasiment infini.

“Toutes les générations ont senti les limites contre lesquelles viendrait buter la croissance du fait de ressources finies et d'effets indésirables si de nouvelles recettes ou de nouvelles idées n'étaient pas découvertes. Et toutes les générations ont sous-estimé le potentiel de découverte de nouvelles recettes et de nouvelles idées. Nous échouons régulièrement à comprendre combien d'idées restent à découvrir. La difficulté est la même que celle que nous avons à tenir compte de l'effet des intérêts composés : les possibilités ne s'additionnent pas, elles se multiplient” Paul Romer, juillet 2016.

On a tendance à sous-estimer ce potentiel d'innovation qui peut exister. Il y a une sorte d'optimisme. Cela explique leur vision de la transition écologique.

● Illustrations du pessimisme technologique

Cela ne vient pas de Romer. C'est un journaliste qui cite un texte allemand de 1839 commentant l'invention de la photographie (Daguerre) :

“Si cette chose était possible, alors elle aurait été faite il y a bien longtemps par des hommes comme Archimède ou Moïse. Mais si ces hommes anges ne savaient rien des images miroirs permanentes, alors nous pouvons simplement appelé le français DaGuerre, qui se vante de ces choses jamais vues, un fou parmi les fous”.

Éditorial du Boston Globe en 1865 : “Les gens bien informés savent qu'il est impossible de transmettre la voix par un fil et que si une telle chose était possible, elle n'aurait aucune valeur pratique”. → or, on a le téléphone.

Lord Kelvin, président de la Royal Society en 1895 : “ des machines volantes plus lourdes que l'air sont une chose impossible” → or, les avions existent.

Notons que l'excès d'optimisme est aussi possible.

3. Les doutes de Robert Gordon

Il y a des économistes sérieux qui pensent que le potentiel technique est épuisé. C'est notamment le cas de Robert Gordon, élève de Solow. Il considère qu'on a épuisé les innovations les plus porteuses. Le développement du capitalisme a été lié avec des innovations qui ont des conséquences énormes en termes de productivité.

On a trois vagues de progrès technique majeures selon lui :

- 1750-1830 : machine à vapeur, mécanisation de l'industrie textile, chemins de fer.
- 1870-1900 : électricité, moteur à combustion, eau courante.
- 1960-2000 : ordinateur et internet

L'accélération de la croissance au 20^è siècle est dûe aux premières vagues d'innovation qui continuent de faire sentir leurs effets. La dernière vague n'a pas un effet aussi fort sur la productivité du travail.

⇒ "Le progrès accompli depuis 250 ans pourrait être un épisode unique dans l'histoire de l'humanité". Peut être qu'on n'aura plus jamais une croissance aussi forte.

Pendant 100 ans aux USA, la productivité du travail croît au rythme de 2,33% (1891-1972) puis elle tombe à 1,38% sur la période 1972-1996. On a pratiquement un progrès technique qui est divisé par 2 depuis les années 1970.

Les innovations principales les plus importantes sont épuisées.

4. La nature des idées

Ce qui nous intéresse c'est la nature des idées et la façon dont on arrive à l'idée d'une possible croissance endogène.

Le raisonnement est le suivant : les idées ont une caractéristique majeure c'est qu'elles sont non rivales, parce qu'elles sont non rivales, elles vont pouvoir générer des rendements d'échelles croissants. Jusque là, on a fait l'hypothèse de rendements d'échelles constants.

Avec les idées, on peut avoir des rendements d'échelles croissants, conséquence de cela, on est dans la concurrence imparfaite.

- Non rivalité

Les biens publics sont des biens qui ont des propriétés qui s'analysent en termes non rivalité et non excluabilité. Un bien est rival si on ne peut pas l'utiliser en même temps (exemple : le crayon avec lequel on écrit, l'ordinateur...).

Les biens non rivaux peuvent être utilisés par un nombre illimité de personnes, en même temps. C'est le cas des idées. On peut tous utiliser le théorème de Pythagore en même temps.

La non-rivalité conduit aux rendements d'échelles croissants et ce par deux canaux différents. Ces derniers sont fonction du caractère excusable ou non des idées.

- **Non excluabilité**

Le degré d'exclusivité d'un bien est la capacité de son propriétaire à exclure d'autres que lui de son usage. C'est la capacité du propriétaire du bien à obtenir un paiement en l'échange de l'usage du bien ou du service.

Si on a un crayon en main, il est facile d'éviter que quelqu'un d'autre l'utilise.

Il y a des biens non excluables par nature, notamment les biens publics, ils sont non rivaux et non excluables (exemple : défense nationale). C'est un bien public pur.

Les idées sont non rivales (parfaitement), en revanche, la question de leur exclusivité se pose. Une idée n'est pas facile à rendre excluable mais on peut la rendre excluable avec certaines institutions. Soit, on ne la divulgue pas; soit via les règles qui encadrent la propriété intellectuelle (exemples : brevets). On peut copier quelqu'un d'autre mais on ne peut pas l'utiliser (exemple : plan d'un smartphone Apple).

Les idées peuvent être rendues jusqu'à un certain point, excluables grâce aux secrets de fabrication (on cache ses procédés) soit de façon plus courante à travers les brevets.

- **Externalités associées aux idées (non-excluables)**

Beaucoup d'idées ne sont pas excluables, elles peuvent donc générer des externalités. Si elle n'est pas protégée par un brevet ou un secret de fabrication, si on trouve une bonne idée, une meilleure façon de résoudre un exercice, on va devoir peiner pour trouver cette idée mais si on a trouvé cette idée, on peut la diffuser à toute la promo et tout le monde va devenir plus efficace à résoudre cet exercice.

Nous on n'a perdu du temps mais le reste de la promotion a gagné du temps et vont être meilleurs à l'examen. On a un bénéfice privé qui est plus petit que le bénéfice de tout l'amphi.

Bénéfice privé < Bénéfice social → externalité, sous production.

On n'a pas assez intérêt à trouver la meilleure façon de résoudre l'exercice, il faut que l'UFR nous donne une prime. L'intervention de l'État doit être présente pour inciter davantage de production.

Les gains de productivité liés aux idées vont compenser la décroissance de la productivité marginale du capital.

L'externalité peut générer des rendements d'échelles croissants.

C'est le cas des idées qui ne sont pas brevetées car issues de la recherche fondamentale publique ou des petites idées qui naissent de la pratique.

- Coûts fixes associés aux idées (cas des idées excluables)

Même si l'idée n'est pas dispersée dans la population, on peut quand même avoir des rendements d'échelles croissants.

L'idée est un facteur de production qui n'a besoin d'être produit qu'une seule fois. On peut ensuite l'utiliser à l'infini et cela ne coûte plus rien. Il faut payer des chercheurs pour avoir la bonne idée mais une fois que le plan de mon smartphone est conçu, je peux l'utiliser des millions de fois sans payer le coût de production de mon idée.

C'est le phénomène du coût fixe, quand on en a, on a un coût moyen décroissant. Le coût fixe est le coût pour trouver l'idée.

- Exemple de la fonction de production d'un logiciel: $y = 100(x - F)$

x : heures de travail nécessaires à la production des exemplaires supplémentaires du logiciel.

F: coût fixe de production de l'idée (le programme initial). Ex: 10 000 heures.

La fonction de production traduit le fait qu'il faut 10 001 heures pour avoir les 100 premiers logiciels. Mais si j'ajoute une heure de travail j'obtiens 100 logiciels de plus.

Coût marginal = 1/100 (coût en heure de travail d'une unité supplémentaire ou 100 logiciels par heure supplémentaire)

$$\text{Coût moyen} = \frac{x}{100(x - F)} = \frac{1}{100 - \frac{F}{x}}$$

Coût marginal constant et coût moyen décroissant.

⇒ Pas de tarification au coût marginal sinon je fais des pertes. $1/100 < F$!

⇒ Plus je produis plus j'enregistre des bénéfices. Mon coût moyen baisse relativement au prix de vente! Prime aux entreprises de grande taille.

⇒ Nécessité de pouvoir fixer un prix supérieur au coût marginal ⇔ Concurrence imparfaite! (Résultat de la compétition ou, plus sûrement, de la possibilité d'acquiescer un brevet).

J'ai un coût marginal constant et petit (relativement au coût de production de l'idée).

Le coût moyen : coût de la production/production (X/Y). Il est mesuré en heures de travail.

On a ensuite divisé par x le numérateur et le dénominateur.

Le coût moyen est décroissant. Quand j'ai mon coût fixe, plus je produis, moins ça me coûte cher.

Dans la théorie de microéconomie, en concurrence parfaite, le prix doit être égal au coût marginal. Si on le fixe au coût marginal ici, on va mettre beaucoup de temps avant de gagner de l'argent, au début on vend à perte. L'entreprise la plus grosse est l'entreprise la plus rentable. Elle va pouvoir écartier tous les concurrents en fixant des prix plus bas que les autres.

Les coûts sont décroissants, c'est la contrepartie des rendements croissants.

Plus je produis, plus je gagne de l'argent. On a intérêt à constituer un monopole.

Dès lors que l'on a des idées qui sont rendues excluables, on a des coûts fixes. On a des coûts moyens décroissants → rendements d'échelles croissants, on a intérêt à fixer un monopole.

L'importance des droits de propriété intellectuelle

C'est une idée que l'on trouve chez Romer ou North, la croissance suppose l'innovation mais pour qu'on trouve des idées nouvelles, il faut que ça soit rentable, il faut que les idées soient rendues excluables. Ce qui est le vrai moteur du progrès technique est l'excluabilité des idées rendues possible par le système de la propriété intellectuelle. North a essayé de montrer que c'est cela qui est au fondement de la croissance économique autour de 1800.

Avant le 18^e siècle, l'incitation se faisait par les prix.

De la croissance exogène à la croissance endogène : une première intuition

La nouveauté dans les modèles que l'on va voir maintenant c'est par rapport au Solow. Chez Solow, on a vu que les idées qui pourraient permettre d'augmenter la croissance étaient le facteur A qui n'était pas expliqué. L'investissement produit une chute de la productivité marginale du capital et cela conduit à la fin de la croissance.

Ici, on va chercher à expliquer l'accumulation d'idées. Le facteur A ne tombe plus du ciel. On va l'expliquer à travers le choix des individus, en ce sens, on aura de l'endogénéité car on va expliquer l'augmentation de A. On va rentrer dans des modèles où l'investissement ne va pas être juste un investissement au capital physique mais va aussi générer des idées.

Ce type d'investissement va compenser la perte de productivité du capital. La productivité marginale du capital ne chute plus, l'investissement peut augmenter davantage, produire de nouvelles idées et ainsi de suite...

Population et croissance

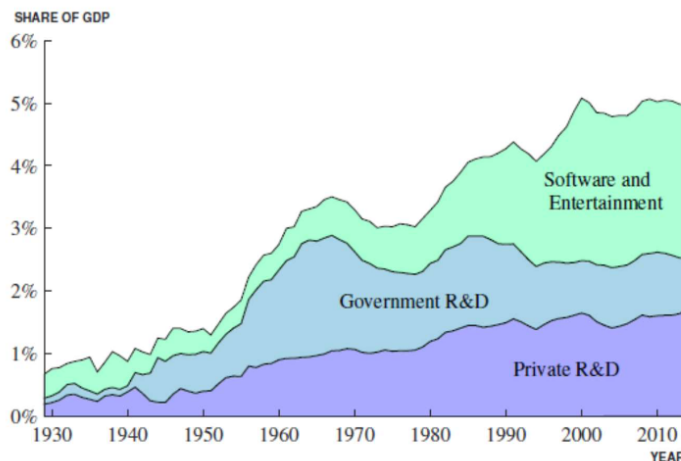
Dans ce contexte nouveau, on va avoir des résultats nouveaux de la relation entre population et croissance. Dans le modèle de Solow, il y a une forme de malthusianisme. Quand le taux de croissance démographique augmente, cela fait baisser le sentier de croissance régulière. Dans les modèles que l'on va étudier, on a quelque chose de nouveau, plus on a d'individus, plus on peut avoir d'idées. Il y a un lien entre la croissance de la population et la production d'idées. Dans ces conditions, il est possible que la croissance démographique devienne quelque chose de positif pour la croissance.

Données statistiques sur la production d'idées

Il y a une dimension empirique. On peut essayer de documenter la production d'idées. Cette production ne va pas être appréhendée de façon directe mais on peut chercher à mesurer l'augmentation de production d'idées en regardant les dépôts de brevets. On peut aussi avoir des données sur les montants dépensés dans la recherche et le développement dans les entreprises ou de l'État.

On peut avoir des données sur le nombre de chercheurs. Ces indicateurs montrent que :

Figure 9: Research and Development Spending, United States



Source: National Income and Product Accounts, U.S. Bureau of Economic Analysis via FRED database. "Software and Entertainment" combines both private and public spending. "Entertainment" includes movies, TV shows, books, and music.

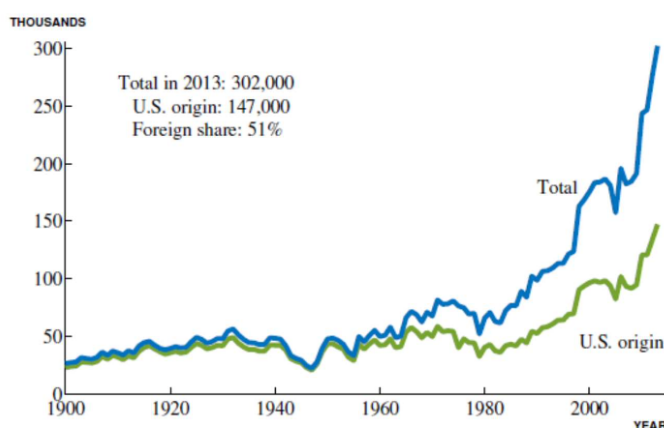
La croissance au 20^è siècle jusqu'à aujourd'hui s'accompagne d'une montée de la dépense pour produire des idées.

Dépenses de logiciels → chose énorme aux USA à partir des 1980

Dépenses publiques dans la recherche → hausse très forte dans les années 1950-1960, notamment dans le secteur militaire et ça a beaucoup baissé depuis.

Dépenses privées de la recherche et développement → cela monte globalement sur la période.

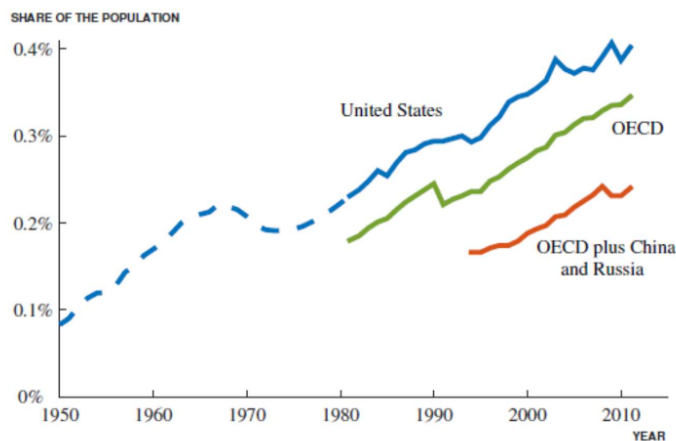
Figure 11: Patents Granted by the U.S. Patent and Trademark Office



Source: http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oelp/taf/h_counts.htm

C'est un indicateur qui montre le nombre de brevets déposés aux USA. Beaucoup de brevets sont des brevets étrangers. Les idées produites aux Sa sont illustrées par la courbe verte

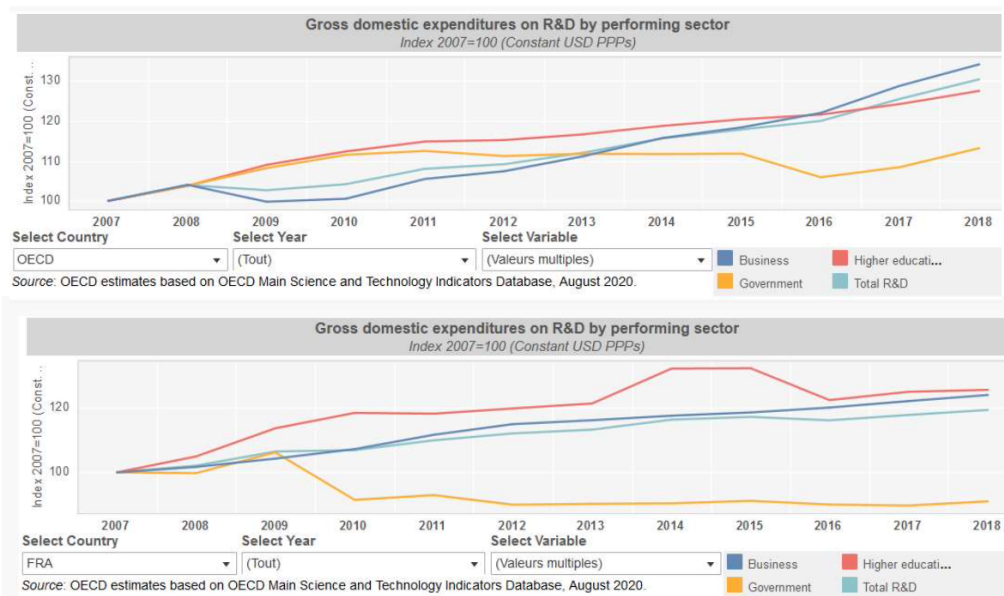
Figure 10: Research Employment Share



Source: Data for 1981–2001 are from *OECD Main Science and Technology Indicators*, http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTL_PUB. Data prior to 1981 for the United States are spliced from Jones (2002), which uses the NSF's definition of "scientists and engineers engaged in R&D."

On a ici la part des chercheurs dans l'emploi de différentes zones.

Les trois courbes montrent que le nombre de chercheurs augmente. La part des chercheurs dans la population active est nettement plus forte aux USA que dans les pays de l'OCDE et nettement plus faible en Chine et en Russie.



C'est la dépense en recherche. On a des données pour la France (au-dessus). Les dépenses de recherche financées par le gouvernement ont décroché nettement dans la période qui suit la crise de 2008. Cela augmente de l'autre côté dans l'éducation. On voit que ça monte jusqu'en 2010, c'est stable jusqu'en 2013 puis une remontée entre 2013 et 2014 et ça redescend ensuite. On a une stagnation des dépenses de recherche en France depuis la crise

de la dette. C'est une caractéristique française notable car lorsque l'on regarde dans les pays de l'OCDE en moyenne (rouge), il y a une augmentation continue des dépenses de recherche dans l'éducation.

CONCLUSION

Les idées sont des biens économiques particuliers qui ont la propriété d'être non rivaux.

Dans tous les modèles qu'on va voir on va avoir un pb; externalité ou concurrence imparfaite, on va avoir des équilibres non optimaux. C'est caractérisé par une sous optimalité, c'est qlq chose que l'on retrouve tout le temps.

Le problème fondamental est l'écart potentiel entre le bénéfice privé de l'innovation et le bénéfice social. Il y a une explication possible, c'est celle de la lenteur de la croissance jusqu'à la fin du 18^e siècle. Ce problème ouvre la possibilité d'intervention de l'État afin de favoriser la croissance.