

LA FRONTIÈRE TECHNOLOGIQUE

Philippe Aghion (1956-) a fait des études de mathématiques à l'École normale supérieure de Cachan avant de s'orienter vers l'économie mathématique à Paris-I Panthéon-Sorbonne et de soutenir sa thèse à l'université de Harvard (1987).

Professeur au Collège de France et à la London School of Economics (LES), ses travaux portent :

- sur les théories de la croissance ;
- et l'économie de l'innovation.

Avec l'économiste américain Peter Howitt, il a développé la théorie schumpétérienne de la croissance économique.



Citation

« De façon tout à fait surprenante, Les entreprises réagissent comme des étudiants en classe : à savoir, face à un degré de concurrence plus élevé dans leur secteur, les entreprises proches de la frontière technologique innoveront davantage pour échapper à la concurrence ; tandis que les entreprises éloignées de la frontière technologique tenteront le rattrapage seront découragés par un degré de concurrence plus élevé et, par conséquent, innoveront moins ».

La frontière technologique

Frontière technologique mondiale, pays situés à la frontière technologique et firmes frontières

La **frontière technologique** est l'ensemble des technologies (combinaison des facteurs de production) existantes les plus efficaces.

Le terme désigne le niveau le plus avancé de la recherche technologique donc les gains de productivité les plus élevés. Ces technologies sont implémentées dans des pays, appelés « pays leaders », et par des entreprises, nommées « firmes frontières ». On distingue donc différents niveaux d'analyse.

1. La **frontière technologique mondiale** qui évolue grâce au progrès technique et donc à l'investissement en recherche et développement (R&D) des pays les plus avancés. L'ensemble des dépenses en masse salariale des personnels de R&D, les dépenses de fonctionnement des travaux de recherche publics ou privés et les dépenses en capital (achats d'équipements) modifient cette frontière technologique mondiale.

2. Les **pays situés à la frontière technologique** sont les économies dont les centres de recherche publics ou privés sont en situation de « faire avancer » la science. Les laboratoires publics et les filiales innovantes des firmes, qu'elles soient des conglomérats ou des jeunes pousses, ne sont pas occupés à rattraper un retard technologique avec les centres de recherche étrangers mais à repousser les frontières de la connaissance et à modifier les combinaisons productives. Bref, à « casser la routine » pour reprendre une expression de l'économiste Joseph Schumpeter (1883-1950).

Les pays qui sont à ce stade de développement technologique le plus avancé sont des **pays** (technologiquement) **en pointe** ou **pays leaders** et les autres des **pays suiveurs** ou **en rattrapage**. Les transferts de technologie des pays leaders vers les pays suiveurs sont d'autant plus importants que la distance technologique entre ces pays est importante... et que l'effort de R&D du pays suiveur est important.

Les États-Unis sont l'exemple type d'une économie de pointe, celle qui fixe la « frontière technologique mondiale ». Les autres économies se singularisent donc par une **distance à la frontière technologique**. Les modèles économiques estiment généralement cette distance avec un **seuil** vis-à-vis du niveau de productivité structurelle du pays leader. La productivité structurelle mesurant l'efficacité des processus de production. Un pays est donc proche, une année donnée, de la frontière technologique lorsque sa productivité structurelle y est supérieure ou égale à une proportion $x\%$ du niveau de productivité structurelle du pays le plus performant. Par exemple, ce seuil peut être de 80% du niveau de productivité structurelle des États-Unis.

3. Les **entreprises** utilisent des technologies pour produire. Celles qui mobilisent la génération de technologie la plus récente et la plus efficace dans une spécialité sont proches de la frontière technologique de leurs secteurs d'activité, les autres sont éloignées de la frontière technologique.

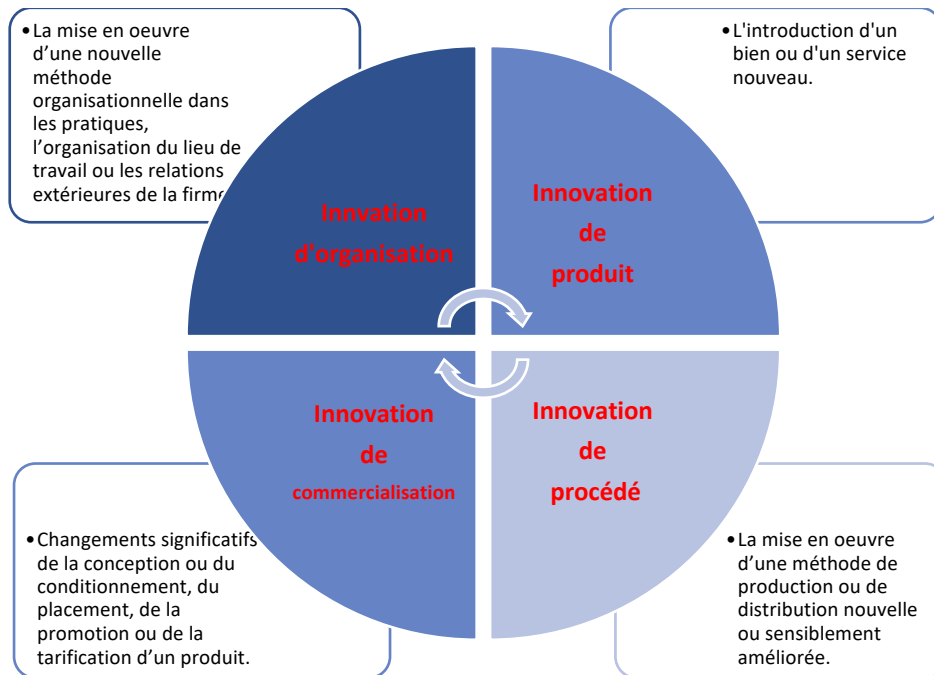
Une entreprise en retard préférera imiter les plus performantes alors qu'une entreprise à la pointe de la technologie dans son secteur s'engagera dans de véritables activités d'innovation.

L'innovation au cœur de la réflexion économique... et du calcul des chefs d'entreprises

L'innovation est le vecteur essentiel des gains de productivité et donc de la croissance et du développement économiques.

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) définit l'**innovation** comme la mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures.

Elle distingue donc quatre types d'innovation : les innovations **de produit**, les innovations **de procédé**, les innovations **de commercialisation** et les innovations **d'organisation**.



Source : Manuel d'Oslo, 3e édition

Lorsqu'une entreprise d'un secteur donné a un retard technologique, elle peut mobiliser ses ressources, notamment ses ressources humaines et financières, pour innover ou imiter ses concurrents. Toutefois, **l'innovation est une activité risquée**. Dès le XVIII^e siècle, Jean-Baptiste Say (1767-1832), économiste et entrepreneur dans le secteur de la filature, insistait sur le fait que la fonction d'entrepreneur est inséparable du risque. L'entrepreneur ne doit pas seulement être habile dans sa capacité à mobiliser des capitaux et à gérer les nouveaux processus de production, il peut perdre « honneur et fortune » en se lançant dans de nouvelles activités productives.

En effet, le succès sur un marché est aléatoire. L'entreprise qui réussit à s'imposer face aux concurrents grâce aux innovations atteint la frontière technologique de son secteur. Lorsqu'elle échoue, elle augmente son retard technologique et a englouti des ressources.

A l'inverse **l'imitation est une activité moins risquée**. Elle permet à l'entreprise d'atteindre le niveau technologique de l'entreprise qui était à la frontière avec une forte probabilité. Toutefois, le retard d'acquisition des nouvelles connaissances ne lui permet pas de bénéficier de la **rente de monopole** provisoire qui autorise d'importants profits. L'activité moins risquée est aussi moins rentable.

Philippe Aghion souligne que l'hétérogénéité des comportements d'innovation des entreprises permet un diagnostic sur la performance technologique générale de l'économie. **La distance à la frontière détermine le comportement de firmes :**

- si l'entreprise est relativement éloignée de la frontière technologique, alors elle va décider d'imiter ;
- si l'entreprise est relativement proche de la frontière technologique, alors elle va décider d'innover.

Concurrence et frontière technologique

Dans quelle mesure l'arrivée de nouvelles firmes sur un marché stimule l'innovation et la croissance de la productivité des firmes en place ?

La prise en compte de l'hétérogénéité des entreprises en fonction de leurs attitudes face à l'innovation permet de souligner que les entreprises ne réagissent pas de la même manière à la concurrence.

→ Les « **firmes frontières** », soit les entreprises proches de la frontière technologique de leur secteur d'activité, trouvent dans la concurrence un aiguillon. Les firmes en place sont incitées à innover pour maintenir des barrières à l'entrée de leur marché. Elles investissent en recherche et développement (R&D) pour maintenir leurs profits substantiels. Il y a donc un **effet d'entraînement** dans l'innovation.

→ Les « **firmes imitatrices** » ou « **retardataires** », soit les entreprises éloignées de la frontière technologique de leur secteur d'activité, perçoivent l'arrivée d'autres firmes sur leur marché comme une menace. L'entrée de concurrents réduit les probabilités d'obtenir une rente. La concurrence dissuade l'engagement dans de nouvelles dépenses en R&D. Il y a donc un **effet de découragement** des firmes qui préfèrent imiter les autres bien qu'elles réaliseront des bénéfices plus faibles.

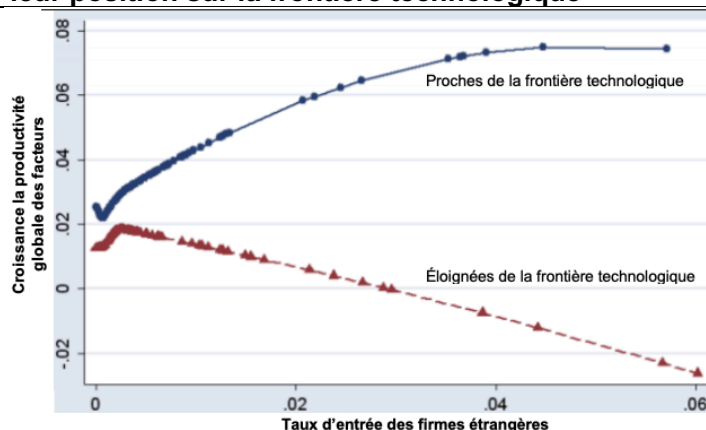
Notons que les firmes multinationales ont une probabilité plus forte d'être des firmes à la frontière technologique que les autres concurrents. Ainsi, les firmes frontières en place réagissent positivement à l'entrée d'entreprises étrangères alors que les firmes éloignées de la frontières technologiques sont découragées par cette concurrence.

Croissance de la productivité totale des facteurs et taux d'entrée des firmes étrangères Les effets sur les firmes dépendent de leur position sur la frontière technologique

Le graphique estime la relation entre le taux d'entrée des firmes étrangères et la croissance de la productivité globale des facteurs dans l'industrie britannique de 1987 à 1993¹.

La concurrence (mesurée par le taux d'entrée d'entreprises étrangères) affecte la croissance de la productivité dans les entreprises domestiques. Plus la concurrence est forte, plus la croissance de la productivité des entreprises proches de la frontière technologique augmente. Cet **effet de fuite devant la concurrence** (*escape competition effect*), soit le fait d'innover davantage pour échapper à la concurrence, est favorable à la croissance économique du pays.

Plus la concurrence est forte, plus la croissance de la productivité dans les entreprises éloignées de la frontière technologique diminue. C'est l'**effet de découragement**.



Source : Philippe Aghion, Richard William Blundell, Rachel Griffith, Peter Howitt et Susanne Prantl

Remarque

La distance à la frontière technologique est mesurée par les différences de productivité du travail entre les entreprises anglaises et américaines.

L'analyse de Philippe Aghion renouvelle le regard porté sur la concurrence. Elle est stimulante pour les entreprises qui sont proches de la frontière technologique. A l'inverse, elle tend à freiner l'innovation des entreprises qui en sont éloignées en raison de la menace que représente, pour leur taux de marge, l'irruption de nouvelles entreprises sur leurs marchés.

Utiliser la ressource dans une réflexion qui porte sur :

- L'analyse de la croissance : Quels sont les déterminants de la croissance ?
- L'analyse de l'innovation : Quels sont les effets de l'innovation ?

Citation

« L'intuition suggère que, pour un pays qui est loin derrière la frontière technologique, les gains de productivité passent plutôt par l'imitation des technologies existantes, alors que pour un pays proche de la frontière technologique, c'est l'innovation qui tend à devenir le principal moteur de la croissance. ».

¹ Notons que Margaret Thatcher (1925-2013) fut Premier ministre du Royaume-Uni de 1979 à 1990.

Politiques économiques structurelles et distance à la frontière technologique

Faut-il développer l'enseignement primaire ou supérieur ? Faut-il flexibiliser le marché du travail ?

La **politique économique structurelle** est l'ensemble des actions mises en œuvre par les pouvoirs publics pour transformer les structures (accroître les possibilités de production, orienter l'activité vers des secteurs d'avenir, renforcer la concurrence, etc.) et le comportement des agents économiques afin d'assurer durablement la croissance et la compétitivité de l'économie nationale.

Elles peuvent être nationales ou régionales (cf. Union européenne) mais s'inscrivent toutes dans la durée. Ce sont les politiques industrielles, énergétiques, de soutien à l'innovation, de formation, de l'emploi, d'aménagement du territoire, etc.

Les politiques structurelles mises en place dans un pays affectent la croissance de la productivité différemment selon la distance d'un pays à la frontière technologique.

Les effets de l'enseignement supérieur et des rigidités sur les marchés des biens et du travail sur la productivité dépendent de la position du pays face à la frontière technologique

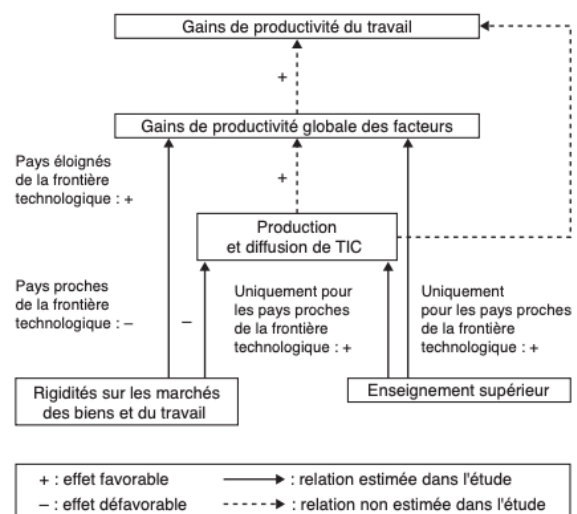
Les rigidités sur les marchés des biens et du travail et le niveau d'études ont à la fois des effets directs et des effets indirects via leur impact sur la production et la diffusion des technologies de l'information et des communications (TIC).

Les auteurs vont alors distinguer deux cas :

1. pour les pays proches de la frontière technologique, ces effets sont très importants. Il y a un fort impact du niveau d'éducation supérieure et des rigidités sur la croissance de la productivité globale des facteurs (PGF) ;

2. pour les pays éloignés de la frontière technologique, les rigidités sur les marchés de biens et du travail et le niveau de formation n'ont pas une influence significative sur la croissance de la PGF.

→ Il devient donc nécessaire de prendre en compte la proximité à la frontière technologique pour comprendre et évaluer les effets des politiques structurelles sur les performances productives et la croissance des économies.



Source : Philippe Aghion, Philippe Askenazy, Renaud Bourlès, Gilbert Cette et Nicolas Dromel (2008) Distance à la frontière technologique, rigidités de marché, éducation et croissance, *Économie et statistique* n° 419-420, 2008

Ainsi, l'investissement dans le système éducatif (primaire, secondaire, supérieur) doit prendre en compte le niveau de développement économique du pays.

Un pays éloigné de la frontière technologique devra fonder sa stratégie de développement sur l'imitation de technologies déjà existantes ailleurs. Cette économie a donc moins besoin de chercheurs que d'ingénieurs.

Un pays proche de la frontière technologique doit former les chercheurs et autres scientifiques susceptibles de breveter les avancées technologiques significatives. Notons que l'arrivée de nouvelles technologies génériques nécessite la formation d'une main d'œuvre plus qualifiée apte à la valoriser dans différents secteurs.

→ La politique d'éducation doit intégrer le **rendement des dépenses** dans chaque niveau du système éducatif. On peut alors définir un seuil au-delà duquel les rendements de l'investissement dans l'éducation primaire et secondaire décroissent tandis que les rendements marginaux dans l'enseignement supérieur sont positifs.

Le vocabulaire pour progresser

Frontière technologique :

Innovation

Politique structurelle :