

## L'investissement direct à l'étranger contribue-t-il à la diffusion technologique vers les pays en développement ?

Jean-Marie Grether

---

**Citer ce document / Cite this document :**

Grether Jean-Marie. L'investissement direct à l'étranger contribue-t-il à la diffusion technologique vers les pays en développement ?. In: Revue d'économie du développement, 5e année N°4, 1997. pp. 35-57;

doi : <https://doi.org/10.3406/recod.1997.973>

[https://www.persee.fr/doc/recod\\_1245-4060\\_1997\\_num\\_5\\_4\\_973](https://www.persee.fr/doc/recod_1245-4060_1997_num_5_4_973)

---

Fichier pdf généré le 12/07/2018

## Abstract

Does Foreign Direct Investment Induce Technological Diffusion in Developing Countries ?

This paper develops a Cournot duopoly in which a domestic firm competes with a technologically more advanced foreign-owned firm on the home market. Free technological spillovers are ruled out, but the domestic firm has the option to invest in costly learning activities and catch-up. In this framework, it turns out that technological transfer from a multinational corporation to its foreign affiliate may act against technological diffusion to the domestic firm, particularly if the initial technological gap is wide and the absorption capacity is weak. In line with the infant-industry argument, if such an outcome prevails, discriminatory measures towards FDI (or imports) could help to promote technological diffusion.

## Résumé

Cet article présente un duopole de Cournot dans lequel, sur le marché national, une firme locale est en concurrence avec une firme étrangère plus avancée technologiquement. Les «spillovers» technologiques purs sont exclus de l'analyse, mais la firme locale peut investir dans des activités d'apprentissage pour rattraper son retard. Dans ce contexte, un transfert de technologie de la firme mère à sa filiale peut agir à rencontre de la diffusion technologique envers la firme locale, et ceci d'autant plus que l'écart technologique initial est important et que la capacité d'absorption technologique est faible. Sous de telles conditions, en accord avec l'argument des industries naissantes, des mesures discriminatoires envers l'investissement direct (ou les importations) favorisent la diffusion technologique.

# L'investissement direct à l'étranger contribue-t-il à la diffusion technologique vers les pays en développement ?\*

JEAN-MARIE GREThER\*\*

Cet article présente un duopole de Cournot dans lequel, sur le marché national, une firme locale est en concurrence avec une firme étrangère plus avancée technologiquement. Les " spillovers " technologiques purs sont exclus de l'analyse, mais la firme locale peut investir dans des activités d'apprentissage pour rattraper son retard. Dans ce contexte, un transfert de technologie de la firme mère à sa filiale peut agir à l'encontre de la diffusion technologique envers la firme locale, et ceci d'autant plus que l'écart technologique initial est important et que la capacité d'absorption technologique est faible. Sous de telles conditions, en accord avec l'argument des industries naissantes, des mesures discriminatoires envers l'investissement direct (ou les importations) favorisent la diffusion technologique.

## **Does Foreign Direct Investment Induce Technological Diffusion in Developing Countries ?**

This paper develops a Cournot duopoly in which a domestic firm competes with a technologically more advanced foreign-owned firm on the home market. Free technological spillovers are ruled out, but the domestic firm has the option to invest in costly learning activities and catch-up. In this framework, it turns out that technological transfer from a multinational corporation to its foreign affiliate may act against technological diffusion to the domestic firm, particularly if the initial technological gap is wide and the absorption capacity is weak. In line with the infant-industry argument, if such an outcome prevails, discriminatory measures towards FDI (or imports) could help to promote technological diffusion.

\* Je remercie tout particulièrement Jim de Melo, ainsi que Ulrich Kohli, Marcelo Olarreaga et Guido Pult pour leurs précieux conseils.

\*\* Université de Genève et Université de Neuchâtel. Adresse : Département d'économie politique, 102, boulevard Carl Vogt, 1211 Genève 4, Suisse. E-mail : grether@ibm.unige.ch.

## I / Introduction

Il est généralement admis que l'investissement direct à l'étranger (IDE) constitue l'une des voies principales de transfert technologique vers les pays en voie de développement (par ex. United Nations, 1987). Cela est cohérent avec la perception moderne des entreprises multinationales (EMNs), selon laquelle une firme étrangère doit disposer d'une supériorité technologique pour compenser son handicap inhérent face à ses concurrentes locales (voir Helleiner, 1989). De plus, la corrélation positive entre IDE et croissance établie par les études en coupes transversales (par ex. Blomström *et al.*, 1994) suggère que la présence d'EMNs génère une amélioration de l'efficacité productive. Mais ces améliorations technologiques restent-elles confinées dans l'enceinte des EMNs ou profitent-elles également aux firmes locales ? En d'autres termes, le transfert technologique (entre la firme mère et la filiale d'une EMN) conduit-il à la diffusion technologique (en faveur des firmes nationales) ?

L'évidence empirique est controversée (voir section II). Cependant, la question est d'importance pour les pays en développement, compte tenu de la montée en puissance des flux d'IDE (dont la croissance, dans la deuxième moitié des années quatre-vingt, a été trois fois plus forte que celle du commerce, voir Katseli, 1992), et face aux nouveaux accords récemment signés dans le cadre des relations commerciales internationales (tels l'accord sur le commerce des services (GATS) ou l'accord sur les mesures relatives à l'investissement (TRIMs)). Idéalement, ces accords devraient profiter aux pays en développement, en conduisant les EMNs à investir dans des technologies plus " appropriées ". Mais on peut également craindre que les EMNs et leurs filiales en profitent pour accroître leur extraction de rentes.

L'analyse des choix de politique commerciale et de diffusion technologique dans les pays en développement offre également des résultats contrastés. Certains observateurs font remarquer que, jusqu'au milieu des années quatre-vingt, les pays d'Amérique latine ont peu bénéficié de l'IDE puisque leurs régimes commerciaux ont favorisé l'implantation de filiales orientées vers le marché intérieur. D'autres soulignent la performance des pays d'Asie du Sud-Est (notamment la Corée du Sud, avec une réglementation stricte de l'IDE) en matière de maîtrise de la technologie étrangère. Au vu de la diversité de ces expériences, il est utile de

porter l'analyse sur les facteurs qui conditionnent l'impact de l'IDE sur la performance technologique nationale.

Cet article propose un cadre théorique simple pour analyser la diffusion technologique, ses déterminants et ses implications en matière de politique commerciale. Le modèle de base, un duopole statique, est présenté dans la section III. Il repose sur des hypothèses (comportement à la Cournot et demande linéaire) fréquemment imposées dans la littérature sur la politique commerciale stratégique. Afin de refléter la situation de la plupart des pays en développement, on suppose que les firmes locale et étrangère ne produisent que pour le marché intérieur et qu'il existe un écart technologique en faveur de la firme étrangère. Comme dans le duopole traité par Aitken et Harrison (1992) ou dans le modèle de price-leadership de Das (1987), la firme nationale peut profiter de la présence de la firme étrangère pour améliorer sa productivité totale des facteurs (diminuer son coût marginal). Toutefois, à l'encontre des modèles précédents, et pour reprendre l'argumentation de Rodrik (1992), le processus de rattrapage est nécessairement coûteux, la firme nationale ne bénéficiant directement d'aucune externalité positive (absence de " spillover " technologique gratuit). Ces hypothèses conduisent à un équilibre de marché où la firme nationale peut fort bien choisir de ne pas améliorer sa technologie, parce que son volume de production est trop faible pour rendre profitable l'investissement en activités d'apprentissage.

Cette approche de la diffusion technologique est similaire à celle de Wang et Blomström (1992), quoique plus simple dans la mesure où la dimension temporelle est exclue et la décision d'IDE est exogène. Cependant, alors que ces auteurs supposent, pour simplifier l'analyse, que les améliorations technologiques n'affectent que les courbes de demande, le modèle présenté ci-dessous est plus directement relié à la théorie de la production puisqu'il suppose que l'investissement en activités d'apprentissage permet à la firme locale de diminuer son coût marginal.

En dépit de sa simplicité, ce modèle offre une grille d'analyse nuancée du processus de diffusion technologique. Dans la section IV, on montre qu'en raison de l'effet du volume de production de la firme locale, un transfert technologique favorisant la filiale étrangère peut en fait réduire la diffusion technologique au lieu de la stimuler. De plus, comme la réponse de la firme nationale dépend de sa capacité d'absorption technologique, un écart technologique initial important ne déclenche pas nécessairement un processus de rattrapage. Enfin, une vision alternative du modèle, où la firme étrangère exporte vers le marché intérieur (sec-

tion V), illustre que la présence de diffusion technologique renforce l'intérêt de mesures protectionnistes. Une dernière section est consacrée à la discussion des résultats et de la pertinence du modèle.

## II / IDE et diffusion technologique : évidence empirique

Il est conceptuellement difficile d'identifier empiriquement si l'IDE s'accompagne de diffusion technologique. Par exemple, les études basées sur la croissance de la productivité totale des facteurs s'exposent à la critique habituelle des variables omises. Il n'est donc pas surprenant que l'évidence en la matière soit limitée.

Sur la base des travaux de Caves (1974), qui identifia en coupe transversale l'effet positif de la présence d'IDE sur la productivité locale, certains auteurs suggèrent que la diffusion technologique pourrait se dérouler passivement, au travers d'externalités liées à la rotation de la main-d'œuvre, à des contacts informels ou à la réduction de l'inefficacité- $x$ . La présence de ces " spillovers " technologiques est cependant contestable<sup>1</sup>. Il se peut que la mobilité du travail soit réduite, et que les filiales des EMNs développent l'essentiel de leurs activités sans établir de liens particuliers avec les entreprises locales. Les pressions compétitives exercées par les EMNs peuvent contraindre les firmes locales à diminuer leur niveau de production, conduisant à des déséconomies d'échelle. Enfin, les EMNs auront plutôt intérêt à minimiser la diffusion technologique envers leurs concurrentes locales.

Les résultats empiriques sur la présence de " spillovers " sont controversés. Appliquée aux pays en développement, la méthodologie de Caves a tout d'abord semblé confirmer le lien positif entre IDE et productivité locale (par ex. Blomström et Persson (1983) dans le cas du Mexique). Ces résultats étaient cependant établis sur la base de régressions au niveau sectoriel, qui donnent plus de poids aux grandes firmes et ne capturent pas l'hétérogénéité des firmes au sein de chaque secteur. La mise à disposition récente de données au niveau de la firme a relancé l'intérêt du

1. Pour une revue récente de la littérature sur les " spillovers ", voir Blomström et Kokko (1996).

débat. En effet, les nouvelles régressions effectuées au niveau de la firme, tendent à montrer que l'efficacité productive des firmes locales n'est pas significativement corrélée avec la part sectorielle de l'IDE (par ex. Haddad et Harrison (1993) pour le Maroc ou Aitken et Harrison (1992) pour le Venezuela). Comme le suggère Kokko (1994), le fait que les EMNS aient tendance à opérer au sein d'enclaves technologiques isolées des firmes locales contribue également à expliquer ces résultats contrastés.

Sur un plan plus général, les études historiques soulignent que le développement technologique est plus complexe qu'un processus passif<sup>1</sup>. L'acquisition et la maîtrise de nouvelles technologies gagnent à être vues, comme dans la littérature sur le commerce et la croissance (voir Grosman et Helpman (1991)) comme des activités coûteuses et motivées par la recherche de profit. Cela requiert une analyse plus profonde des déterminants de la diffusion technologique. Par exemple, Vernon (1989) conclut que les facteurs les plus cruciaux conduisant au développement technologique sont internes au pays. D'une part, les firmes devraient démontrer individuellement leur capacité et leur volonté d'adopter de nouvelles technologies en perpétuant des activités d'apprentissage continu. D'autre part, les décisions des firmes devraient être motivées par une structure adéquate d'incitation reposant sur la structure industrielle, l'environnement et les réglementations économiques.

A partir du moment où la nature coûteuse des améliorations technologiques est explicitement reconnue se pose la question des interventions gouvernementales. La non-appropriabilité de tous les bénéfices de l'innovation technologique peut justifier l'introduction de subsides et/ou d'une protection. De plus, l'amélioration de la maîtrise technologique locale renforce la position négociatrice du pays dans l'établissement des termes du transfert technologique. Selon Pack et Westphal (1986), ceci permettrait d'expliquer partiellement le succès de la politique d'intervention sélective suivie par les pays du Sud-Est asiatique. Cependant, l'impact effectif de telles politiques (de protection des industries naissantes) est ambigu, car il dépend des capacités du gouvernement en matière de mise en application et de procédures de contrôle. De plus, des tests empiriques plus récents (voir World Bank, 1993) suggèrent que leur contribution à l'efficacité productive a été relativement faible par rapport à d'autres facteurs (tels le degré de qua-

1. Pour une revue des stratégies de développement en matière de transfert technologique, voir Evenson et Westphal (1995).

lification de la main-d'œuvre, le bon fonctionnement des marchés des facteurs et l'orientation vers les exportations).

Dans cette perspective plus large, où l'amélioration technologique ne s'effectue pas passivement, le rôle de l'IDE est également controversé. En fait, certains auteurs avancent que d'autres voies de transfert technologique, comme l'octroi de licences ou les " joint ventures ", devraient être préférées à l'IDE car elles sont moins onéreuses et/ou contraignantes<sup>1</sup>. Mais dans de nombreux cas, il se peut que seul l'IDE soit envisageable, et les restrictions à l'IDE freineront le rattrapage technologique si elles ne s'accompagnent pas d'un appui à un " groupe vigoureux d'entrepreneurs locaux " (Vernon, 1989, p. 29).

En résumé, cette discussion suggère que l'impact de l'IDE sur la productivité locale dépend d'une variété de facteurs intérieurs. Abstraction faite de l'éventualité de " spillovers " gratuits, cet article concentre l'analyse sur l'influence de trois facteurs : la capacité d'absorption technologique locale, la structure du marché et les interventions gouvernementales. Le problème est alors d'identifier les circonstances sous lesquelles la firme locale " rattrapera " sa concurrente. L'intervention gouvernementale est-elle toujours opportune ? Une hausse de l'IDE génère-t-elle une diffusion technologique ? Le modèle présenté ci-dessous fournit un cadre simple pour analyser ces questions.

### III / Le modèle

On considère le marché d'un bien homogène, sur lequel deux firmes préétablies et maximisatrices de profit interagissent selon un jeu à la Cournot, qui est plus représentatif d'une stratégie de long terme que l'interaction à la Bertrand basée sur les prix. La fonction de production de la firme étrangère est donnée par  $Y^* = A^* F(x)$  où  $x$  est un vecteur d'inputs,  $Y^*$  est le niveau de production et  $A^*$  le niveau d'efficacité.  $F(.)$  présente des rendements d'échelle constants (RECT). La fonction de production de la firme locale,  $Y = A F(x)$ , est identique en tous points à l'exception du terme d'efficacité productive,  $A = A(I)$ , où  $I$  représente les activités d'apprentissage à des fins d'amélioration technologique. On suppose que  $A_0 \equiv A(I = 0) < A^*$  et que  $A(I)$  est

1. Pour plus de détails, voir United Nations (1987).

une fonction croissante, concave et bornée par  $A^*$  ( $A'(I) = dA/dI > 0$ ,  $A''(I) = d^2 A/dI^2 < 0$ ). Le problème de base est de déterminer sous quelles circonstances il devient profitable pour la firme locale d'investir en activités d'apprentissage pour diminuer l'écart technologique.

### 1. Équilibre de marché: le cas de référence

La détermination de la fonction de réaction de la firme étrangère ne pose aucune difficulté particulière. L'hypothèse de RECT conduit à une fonction de coût qui est proportionnelle au niveau de l'output, ou en d'autres termes à un coût marginal de production constant, noté  $c^*$ . Sous les hypothèses de comportement à la Cournot et de demande de marché linéaire,  $p = a - bZ$ , où  $Z = Y + Y^*$  et  $a, b > 0$ , la condition de premier ordre de maximisation du profit conduit à la fonction de réaction suivante :

$$Y^* = \frac{1}{2b} [a - c^*] - \frac{1}{2} Y \quad [1]$$

Cette fonction est représentée par la ligne  $R^* R^*$  dans la figure 1.

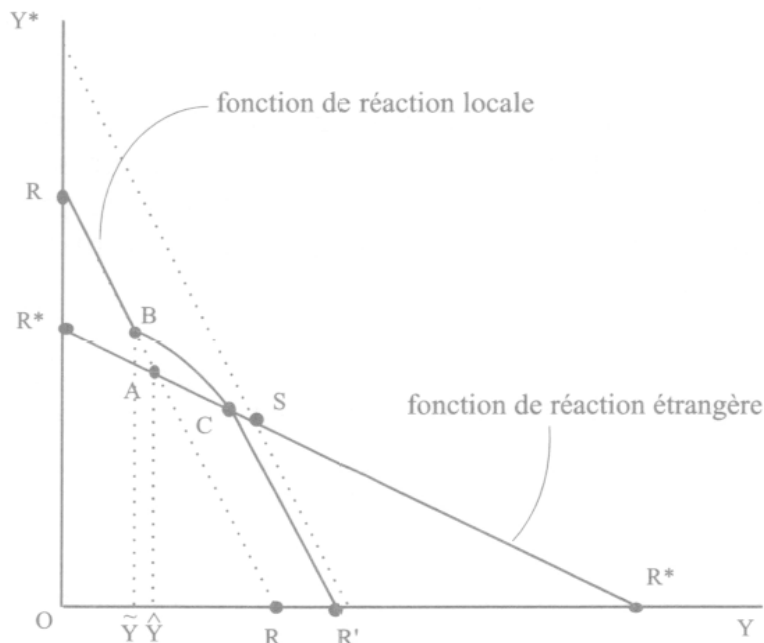


FIG. 1. — Équilibre de marché

La détermination de la fonction de réaction de la firme locale est compliquée par la possibilité d'amélioration du niveau d'efficacité au travers d'activités d'apprentissage. Considérons d'abord le cas le plus simple où les dépenses d'apprentissage sont nulles. La situation de la firme locale est alors quasi identique à celle de sa concurrente étrangère, sauf que son coût marginal de production, donné par  $c_0 = (A^*/A_0) c^*$ , est plus élevé<sup>1</sup>. La fonction de réaction de la firme locale en l'absence d'efforts d'apprentissage est donc donnée par :

$$Y = \frac{1}{2b} [a - c_0] - \frac{1}{2} Y^* \quad [2]$$

Ce qui correspond à la ligne RR dans la figure 1.

L'intersection des deux fonctions de réaction correspond au point d'équilibre A, situé au nord-ouest de S, l'équilibre qui correspondrait en cas de symétrie parfaite. La valeur d'équilibre de Y (au point A), notée  $\hat{Y}$ , est obtenue par résolution des équations [1] et [2]. On obtient :

$$\hat{Y} = \frac{1}{3b} [a + c^* - 2c_0] \quad [3]$$

## 2. Équilibre de marché avec diffusion technologique

Considérons maintenant le cas plus général où un certain effet de rattrapage peut survenir. Exploisons le fait que la maximisation des profits implique la minimisation des coûts. La condition de premier ordre de minimisation des coûts relative aux dépenses d'apprentissage s'écrit :

$$\omega_I = \lambda A'(I) F(x) \quad [4]$$

où  $\omega_I$  est le coût par unité d'effort d'apprentissage,  $\lambda$  est le multiplicateur de Lagrange (dont la valeur d'équilibre est égale au coût marginal) et  $A'(I)$  est positif selon nos hypothèses. Le terme de droite représente le revenu marginal des activités d'apprentissages,  $MR(I)$ .

1.  $c^*$  correspond au coût de la combinaison optimale d'inputs  $x_1^*$  par unité de production pour la firme étrangère ; sous l'hypothèse de RECT, et pour autant que les prix des inputs soient les mêmes, la combinaison correspondante pour la firme locale,  $x_1$ , est simplement  $(A^*/A_0)$  fois plus grande. Cela implique soit que le capital est fixe et spécifique à la firme, soit qu'il est inclus dans le vecteur  $x$  et est rémunéré au même taux pour les deux firmes, les surprofits de la firme étrangère étant rapatriés.

Pour qu'un montant positif d'efforts d'apprentissage soit optimal,  $MR(I = 0)$  doit être supérieur à  $\omega_1$ . Pour les inputs " traditionnels " (ceux inclus dans le vecteur  $x$ ), cette propriété découle des conditions d'Inada habituelles. Cependant, dans le cas des efforts d'apprentissage, qui ne sont pas indispensables à la production, il n'y a pas de raison de supposer que  $A'(I)$  tende vers l'infini lorsque  $I$  tend vers zéro.

La firme locale sera juste indifférente entre améliorer marginalement son niveau d'efficacité ou rester au niveau  $A_0$  lorsque  $MR(I = 0)$  sera égal à  $\omega_1$ . Dans ce cas limite, le coût marginal  $\lambda$  conserve sa valeur maximale  $c_0$ . Alors, à partir de l'équation [4], et comme  $Y = AF(x)$ , le niveau d'output critique à partir duquel les efforts d'apprentissage deviennent profitables pour la firme locale,  $\tilde{Y}$ , est donné par :

$$\tilde{Y} = \frac{\omega_1 A_0}{A'(0) c_0} \quad [5]$$

Pour tout niveau d'output inférieur à  $\tilde{Y}$ , les efforts d'apprentissage conduisent à un revenu marginal trop faible pour être profitables, et le coût marginal de la firme locale demeure constant. Sa fonction de réaction, donnée par l'équation [2], correspond au segment RB de la figure 1.

Pour tout niveau d'output supérieur à  $\tilde{Y}$ , le niveau optimal d'investissement d'apprentissage,  $\hat{I}$ , sera positif, conduisant à un niveau d'efficacité plus élevé,  $A(\hat{I}) > A_0$ , et à un coût marginal plus faible,  $c = [A^*/A(\hat{I})] c^* < [A^*/A_0] c^* = c_0$ . On montre facilement que  $\hat{I}$  augmente avec le niveau d'output<sup>1</sup>, ce qui conduit à un coût marginal décroissant tendant vers une valeur minimale,  $c^*$ , tel que représenté dans la figure 2.

A des fins de simplicité analytique, on supposera que le coût marginal est convexe et que sa pente au niveau d'output  $\tilde{Y}$  est telle qu'elle exclut toute discontinuité dans la fonction de réaction de la firme locale. La fonction de réaction de la firme locale est maintenant donnée par le segment BR' de la figure 1, avec un déplacement horizontal par rapport à BR qui illustre le rattrapage technologique. Une autre hypothèse simplificatrice est que la valeur absolue de la pente de la fonction de réaction de la firme locale est plus élevée que celle de la firme étrangère, ce qui exclut des équilibres multiples. Dans le cas de la figure 1, la possibilité

1. Le niveau optimal d'investissement d'apprentissage est donné implicitement par l'équation [4] dans laquelle  $\lambda$  a été remplacé par  $[A^*/A(\hat{I})] c^*$ . La différentiation totale conduit à  $d\hat{I}/dY = A^* A' c^* / [2AA' \omega_1 - YA^* A'' c^*]$ , qui est positif.

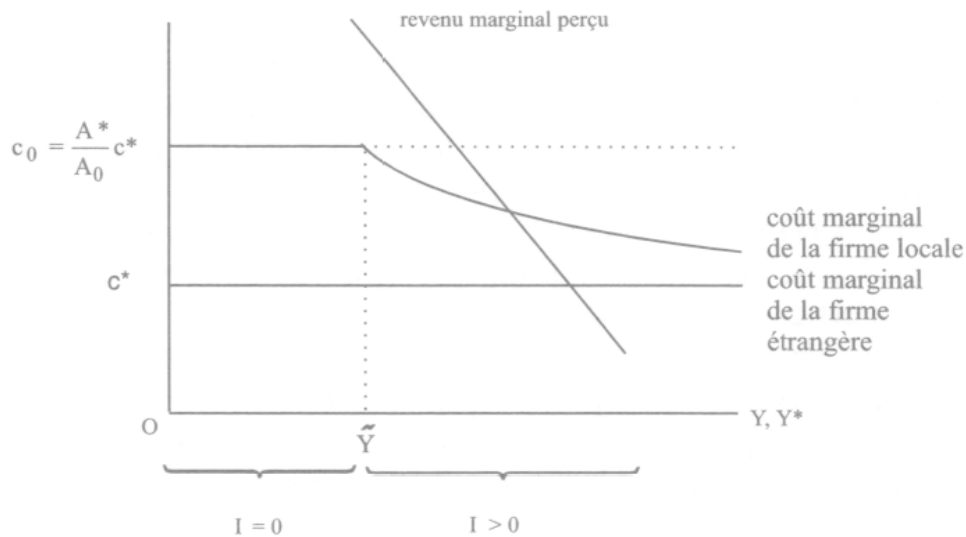


FIG. 2. — Structure de coût

d'imiter la technologie étrangère conduit au point d'équilibre C, qui implique une certaine diffusion technologique et une part de marché plus importante pour la firme locale qu'au point A.

### 3. L'effet de seuil

La situation représentée par le point C de la figure 1 n'est pas la seule possible. Même lorsqu'on autorise les activités d'apprentissage, il se peut que leur coût soit prohibitif. Dans ce cas,  $\hat{Y}$  sera supérieur à  $\tilde{Y}$ , la portion courbe de la fonction de réaction locale sera entièrement située sous la fonction de réaction étrangère, et l'équilibre redeviendra le point A de la figure 1. Ce résultat a deux implications intéressantes.

En premier lieu, un écart technologique important n'implique pas nécessairement une amélioration de la productivité de la firme locale. Ce résultat semble paradoxal en termes de la littérature sur les "spillovers". Mais en fait, il découle directement de ce que l'argumentation des "spillovers" ne prend précisément pas en compte, à savoir que les améliorations technologiques dépendent des incitations économiques. Dès que la nature coûteuse des activités d'apprentissage entre dans l'analyse, des écarts technologiques importants peuvent très bien coexister avec une absence totale de diffusion technologique. De plus, ainsi qu'on le discu-

tera plus loin (section IV), un accroissement de l'écart technologique peut même réduire la diffusion technologique.

Par ailleurs, on pourrait être tenté de remédier à une telle situation, où la firme locale est bloquée à un niveau de productivité faible, au travers de subventions aux activités d'apprentissage. Mais le succès d'une telle politique n'est pas garanti. Une diminution de  $\omega_1$ , en réduisant le niveau d'output critique à partir duquel les activités d'apprentissage deviennent profitables (voir équation [5]), agirait certainement dans la bonne direction. Mais tant que  $\tilde{Y}$  reste supérieur à  $\hat{Y}$ , cela n'aura aucun impact sur la diffusion technologique. En d'autres termes, si l'environnement compétitif est tel que la part de marché de la firme locale est trop faible, il n'y aura pas de réponse de la firme locale, même si le gouvernement fournit des incitations adéquates en faveur de l'amélioration technologique. Cet effet de seuil serait renforcé, conduisant même à une discontinuité dans la fonction de réaction de la firme locale, dans le cas (réaliste) où les activités d'apprentissage impliqueraient des frais fixes<sup>1</sup>. Cela suggère que les efforts de promotion technologique doivent également prendre en compte la part de marché de la firme locale, un argument pouvant être invoqué pour obtenir de la protection (voir section V).

#### IV / Transfert technologique et diffusion technologique : les effets de retard et de capacité d'absorption

Le transfert technologique conduit-il à une diffusion technologique ? Un point de départ opportun pour attaquer ce problème est le cas particulier où la firme locale est juste indifférente entre investir dans des activités d'apprentissage et rester au seuil d'efficacité productive initial  $A_0$ . Cette situation est représentée par le point A de la figure 3 ( $\tilde{Y} = \hat{Y}$ ).

1. Je remercie Guido Pult pour avoir attiré mon attention sur cet effet.

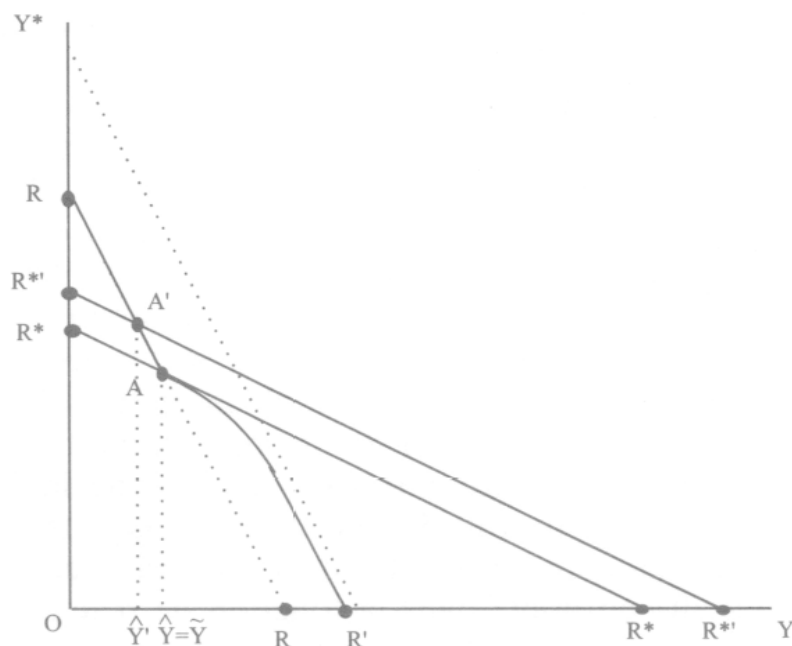


FIG. 3. — Transfert technologique

Supposons que le transfert technologique entre la firme mère et sa filiale prenne la forme d'une diminution du coût marginal  $c^*$ . Cela implique un déplacement de la fonction de réaction de la firme étrangère vers l'extérieur ( $R^* \rightarrow R'^*$ ), conduisant à un nouvel équilibre au point  $A'$ , au nord-ouest du point  $A$ . *Ceteris paribus*, cela rend la diffusion technologique moins probable, puisque  $\hat{Y}' < \tilde{Y}$ . Le transfert technologique semble donc œuvrer à l'encontre de la diffusion technologique, parce qu'il réduit la part de marché de la firme locale. Ceci nuance fortement les espoirs placés dans l'IDE comme mécanisme d'accroissement de la productivité locale.

Toutefois, cet effet de part de marché n'est probablement pas le seul en cause. D'une part, on peut s'attendre à ce qu'un accroissement de l'écart technologique augmente les gains en productivité générés par un niveau donné d'efforts d'apprentissage. Cette propriété rappelle l'effet de retard (*backwardness effect*) évoqué depuis longtemps dans la littérature sur le développement (voir Gerschenkron, 1962). Selon cet argument, plus la productivité relative du pays (estimée par le revenu *per capita*) est initialement basse, plus la croissance subséquente est forte (par ex. Baumol et Wolff, 1988 et de nombreuses études empiriques rattachées à la littérature sur la croissance endogène)<sup>1</sup>. On s'y référera donc comme à l' " effet de retard ".

1. Ce phénomène est également connu sous le nom de " régression vers la moyenne " ou de " convergence  $\beta$  ". Voir par ex. Barro et Sala-i-Martin (1995, chap. 11).

Par ailleurs, un écart technologique plus important peut être associé à une technologie plus sophistiquée et difficile à imiter pour les firmes locales. En d'autres termes, on peut s'attendre à ce que la " capacité d'absorption " technologique de la firme locale soit une fonction décroissante de l'écart technologique, un effet qui agira en sens contraire du précédent.

Ces deux effets techniques sont susceptibles d'affecter la relation mentionnée ci-dessus entre transfert technologique et diffusion technologique. Afin de discuter de leur influence, il faut donner une définition plus précise au terme d'efficacité productive de la firme locale. Plus spécifiquement, on supposera que :

$$A(I) = A_0 + G(\gamma) \gamma f(I) \quad \text{avec } G' < 0, G'' > 0, f' > 0, f'' < 0 \quad [6]$$

où  $\gamma$  est l'écart technologique initial ( $\gamma = A^* - A_0$ ),  $f(I)$  est la fraction de  $\gamma$  qui est comblée par les efforts d'apprentissage ( $f(0) = 0$ ,  $f(I)$  est une fonction croissante, concave et bornée à 1), et  $G(\gamma)$  est un indice de capacité d'absorption technologique ( $G(0) = 1$ ,  $G(\gamma)$  est une fonction décroissante, convexe et bornée à 0).

L'équation [6] renferme les deux types d'effets techniques mentionnés ci-dessus. Supposons d'abord que la capacité d'absorption technologique soit maintenue constante à son niveau maximal. Un niveau donné d'efforts d'apprentissage permettra alors de réduire l'écart technologique d'un même pourcentage, quelle que soit la valeur de  $\gamma$ . En d'autres termes, pour  $I$  fixe, l'accroissement de productivité est proportionnel à l'écart technologique, ce qui est précisément ce que l'effet de retard est censé capturer. Cependant cet accroissement de productivité n'est que potentiel, puisqu'on fait abstraction de la capacité d'absorption technologique de la firme. Lorsque cette dernière est réintroduite dans l'analyse, le gain en efficacité productive est réduit, et ceci d'autant plus que l'écart technologique initial est important.

En ce qui concerne la détermination de l'équilibre de marché, la nouveauté est maintenant que l'efficacité marginale des activités d'apprentissage,  $A'(0)$ , est affectée par des changements d'écart technologique. Comme  $A'(0) = G(\gamma) \gamma f'(0)$  (à partir de [6]), son évolution en fonction de  $\gamma$  prend la forme d'un U inversé, comme le représente la figure 4. Si l'écart technologique est relativement faible, l'effet de retard (représenté par la droite  $\gamma f'(0)$ ) l'emporte, et un accroissement de  $\gamma$  conduit à un accroissement de  $A'(0)$ . Mais au-delà d'un seuil critique ( $\gamma_c$ , qui est la solution de  $G(\gamma) + \gamma G'(\gamma) = 0$ ), tout accroissement additionnel de l'écart technologique réduira l'efficacité marginale des efforts d'apprentissage.

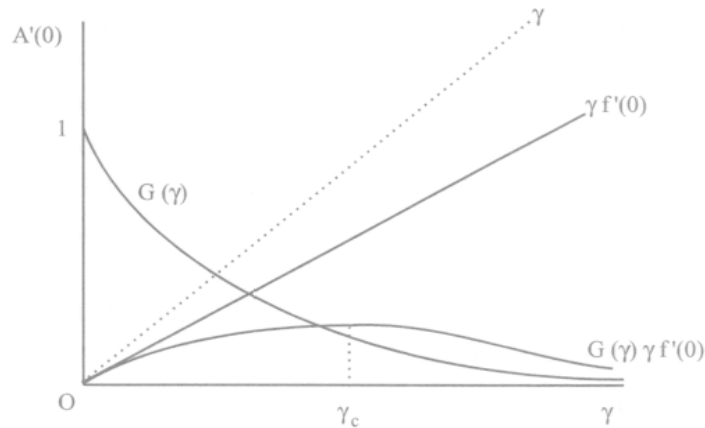


FIG. 4. — Effets de retard et de capacité d'absorption

En termes de la figure 3, cela signifie que le transfert technologique affecte non seulement la position de la fonction de réaction de la firme étrangère, mais également la forme de la fonction de réaction de la firme locale. En effet, l'équation [5] implique que  $\tilde{Y}$  est une fonction négative de  $A'(0)$ . Donc, si l'écart technologique est plus grand que  $\gamma_c$ , l'effet de capacité d'absorption l'emporte et la portion courbe de la fonction de réaction de la firme locale se contracte suite à la hausse de  $\tilde{Y}$ . L'effet technique net renforce ainsi l'effet de part de marché. Dans ce cas, un transfert technologique conduit sans ambiguïté à une réduction de la diffusion technologique.

Toutefois, cela n'est pas nécessairement le cas. Si l'écart technologique est plus faible que  $\gamma_c$ ,  $\tilde{Y}$  diminue, et comme l'effet technique net agit à l'encontre de l'effet de part de marché, l'impact net du transfert technologique est ambigu. En fait, dans le cas optimiste où l'effet de capacité d'absorption est négligeable, et pour autant que l'écart technologique (la taille du marché) ne soit pas trop important (pas trop faible), l'effet technique domine et la diffusion technologique apparaît. Ainsi qu'on le montre dans l'annexe A, lorsque l'indice de capacité d'absorption est constant et égal à 1,0, la différentiation totale des équations [3] et [5] conduit à :

$$d\tilde{Y} = k(c_0, c^*, a) d\hat{Y} \quad [7]$$

où  $k(\cdot)$  est un terme positif et supérieur à 1,0 pour autant que la condition suivante soit respectée :

$$c_0 < \frac{1}{4} [a + \sqrt{a^2 + 8(c^*)^2}] \quad [8]$$

Cela signifie que, lorsque l'effet de capacité d'absorption est négligeable, un transfert technologique conduira à une diffusion technologique ( $|d\tilde{Y}| > |d\hat{Y}|$ ) si l'une des deux conditions suivantes est satisfaite : (i) pour un coût marginal de la firme étrangère ( $c^*$ ) et une taille du marché ( $a$ ) donnés, le coût marginal de la firme locale ( $c_0$ ) est suffisamment faible (l'écart technologique est suffisamment faible) ; (ii) pour une différence entre coûts marginaux donnée (un écart technologique donné), la taille du marché est suffisamment grande.

La première condition suggère que le transfert de technologie au travers de l'IDE ne sera bénéfique au pays hôte que si ce dernier présente déjà un certain niveau de maîtrise technologique. Ce résultat est cohérent avec l'idée d'un " club d'IDE " (Blomström *et al.* (1994)), selon laquelle l'IDE est positivement corrélé avec le taux de croissance des pays dont le PIB *per capita* est relativement élevé, mais n'a pas d'influence significative dans les économies moins développées où le niveau technologique des firmes locales est trop faible.

## V / Un argument protectionniste ?

Jusqu'à présent, l'accent ayant été mis sur l'IDE, la firme étrangère était localisée dans le pays hôte. Cependant, dans la mesure où les améliorations technologiques ne sont pas nécessairement limitées au cas où il y a proximité physique entre les deux firmes, le modèle peut également se prêter à une interprétation alternative où la firme locale est en concurrence avec les importations. Cette vision alternative est intéressante à plus d'un titre. D'une part, elle procure un cadre de comparaison approximatif entre IDE et importations en tant que sources d'imitation technologique. D'autre part, elle permet un réexamen du protectionnisme en tant que facteur de diffusion technologique<sup>1</sup>.

Dans la lignée de la littérature sur les " spillovers ", on peut avancer que la présence de la firme étrangère sur le territoire national accroît la capacité d'absorption de la firme locale. Au vu des résultats de la section précédente, cela implique que, lorsque la concurrence étrangère est représentée par des importations,  $\tilde{Y}$  est plus grand, ce qui réduit les incitations

1. Dans cette section, on continuera de parler de " diffusion technologique " quand bien même les deux firmes ne sont plus localisées dans le même pays.

pour que la firme locale investisse en activités d'apprentissage. Mais par ailleurs, par rapport au cas de l'IDE, le coût marginal de la firme étrangère est maintenant plus élevé en raison des coûts de transports et d'éventuels tarifs. Ainsi, la fonction de réaction de la firme étrangère étant plus proche de l'origine, la part de marché de la firme locale est plus forte, ce qui milite en faveur de la diffusion technologique. Le verdict final de la comparaison IDE-importations est donc ambigu, un résultat qui pourrait aider à expliquer pourquoi des pays au demeurant similaires comme la Corée du Sud et Taiwan ont suivi des politiques d'IDE différentes (voir World Bank, 1993).

Le cas des importations suggère également un argument en faveur de l'introduction d'un tarif. Celui-ci contractera encore plus la fonction de réaction de la firme étrangère vers l'origine, ce qui déclenchera éventuellement de la diffusion technologique. On pourrait cependant rétorquer qu'une hausse généralisée des tarifs aura également tendance à réduire la capacité d'absorption locale, soit en restreignant l'accès aux inputs importés, soit en induisant de l'inefficacité- $x$  au sein des producteurs locaux. Ces forces compensatoires rendent l'issue du tarif incertaine. Mais de façon générale, le modèle semble appuyer les vues de ceux qui, comme Rodrik (1992), se montrent sceptiques quant aux bénéfices d'une libéralisation commerciale en termes de rattrapage technologique.

Finalement, comme le suggère la littérature sur la politique commerciale stratégique, une autre proposition serait de prétendre que la protection peut non seulement accroître la diffusion technologique, mais également le bien-être. En effet, notre modèle est similaire aux oligopoles discutés par Brander et Spencer (1984), où les tarifs conduisent à des transferts de rentes. Il est dès lors tentant de considérer la diffusion technologique comme une raison additionnelle pour introduire un tarif optimal maximisant le revenu national.

On peut effectivement montrer, dans le cadre de ce modèle, que la présence de diffusion technologique conduit sans ambiguïté à une valeur plus forte du tarif optimal. Ce résultat est intuitif, puisque le transfert de rentes s'accompagne d'une diminution du coût marginal, accroissant le surplus du producteur, et rendant plus élevé le niveau du tarif pour lequel le gain marginal de la protection est réduit à zéro. Sur la base d'une demande linéaire et d'un indicateur de bien-être qui exclut les effets de revenu, l'annexe B montre que le tarif optimal,  $\hat{t}$ , est donné par :

$$\hat{t} = \left[ \frac{a - c^*}{3} \right] - \left[ \frac{bc' Y}{3(2b + c')} \right] \quad [9]$$

où  $c'$  représente la dérivée première du coût marginal de la firme locale. Le premier terme de droite de l'équation [9] correspond au tarif optimal habituel lorsque le coût marginal de la firme locale est constant ( $c' = 0$ ). Le second terme, qui est négatif compte tenu des conditions de premier ordre de la maximisation du profit, correspond à l'accroissement du tarif optimal dû à la diffusion technologique ( $c' > 0$  dans ce cadre). Donc, le tarif optimal est plus élevé en présence de diffusion technologique qu'en son absence.

Cet argument doit cependant être considéré avec précaution car il néglige la possibilité de représailles et les effets d'équilibre général impliquant qu'une protection accrue dans un secteur peut décourager la diffusion technologique dans d'autres secteurs. De plus, il est largement accepté que la politique optimale dépend du type de jeu joué par les firmes et de la structure de marché (par ex. Eaton et Grossman, 1986).

## VI / Conclusions

La littérature sur les " spillovers " technologiques suggère que l'IDE est bénéfique au pays hôte car il y accroît *parri passu* la productivité totale des facteurs. En adoptant une position opposée, où toute amélioration technologique est coûteuse, cet article conduit à des conclusions plus complexes et moins optimistes.

Premièrement, même si la présence de l'IDE offre la possibilité d'améliorer la productivité locale, elle peut fort bien ne conduire à aucune amélioration effective. Cela est dû au fait qu'une dépense en activités d'apprentissage ne devient profitable qu'à partir d'un certain seuil de production locale. Deuxièmement, cet effet de part de marché mis à part, une hausse de l'IDE a un impact ambigu sur la diffusion technologique parce qu'un écart technologique plus important est associé tout à la fois à une capacité locale d'absorption plus faible et à un effet de rattrapage plus prononcé. En fait, un transfert de technologie au travers d'une EMN peut freiner la diffusion technologique, particulièrement dans les industries où l'écart technologique est important et où la capacité d'absorption est faible. Ainsi, à l'encontre de l'approche des " spillovers ", il faut distinguer entre transfert technologique et diffusion technologique.

Dans ce contexte, les recommandations de politique économique ne sont pas favorables à l'IDE. Si l'objectif est la diffusion technologique,

toute discrimination favorisant le niveau d'output local ou la capacité d'absorption agira dans la bonne direction. Si l'objectif est le bien-être, une réinterprétation du modèle en termes de concurrence trans-frontière montre que la présence de diffusion technologique accroît le niveau du tarif optimal. Ces deux résultats doivent cependant être interprétés avec prudence. Le premier parce que les firmes locales peuvent fort bien ne pas répondre aux incitations si leur niveau d'output demeure trop faible. Le second parce que la protection risque aussi de réduire la capacité d'absorption locale au travers de divers mécanismes.

L'analyse présentée dans cet article doit également être nuancée pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le modèle théorique n'est pas suffisamment général pour établir des conclusions robustes en matière d'impact des politiques économiques sur le bien-être. A cet égard, il suffit de rappeler que la plupart des modèles de politique commerciale stratégique sont très sensibles aux hypothèses concernant la nature de l'interaction stratégique. Par exemple, l'introduction de frais fixes et d'une libre entrée sur le marché diminuerait l'intérêt d'une protection qui, en incitant de nouvelles entrées, conduirait à une hausse du coût moyen dissipant les gains de bien-être. C'est la raison pour laquelle l'analyse met plus l'accent sur les déterminants de la diffusion technologique que sur les considérations de bien-être. De plus, il faut remarquer que le traitement de la diffusion technologique est assez simpliste. L'exogénéité du transfert technologique semble particulièrement restrictive. Quoique dans un cadre théorique différent, Wang et Blomström (1992) ont montré que lorsque cette décision est endogénéisée, l'incitation à un transfert de technologie de la part de l'EMN est d'autant plus forte que les investissements en apprentissage du pays hôte sont importants. Ce résultat n'est cependant pas incompatible avec notre analyse, qui offre par ailleurs l'avantage d'identifier plus précisément les conditions sous lesquelles un rattrapage technologique peut survenir.

Sur un plan plus général, on peut regretter que l'analyse ne porte que sur le marché local, alors qu'il est fréquemment avancé que la diffusion technologique apparaît lorsque les firmes locales sont effectivement exposées à la concurrence étrangère. La prise en compte d'exportations d'origine locale tendrait à réduire la contrainte sur le niveau d'output, stimulant la diffusion technologique et atténuant, voire modifiant quelques-unes des conclusions obtenues ici. Reste à savoir si cette extension du modèle capturerait de façon plus adéquate les conditions auxquelles sont soumis la plupart des pays en développement. Finalement, notre modèle surestime le rôle de la contrainte sur l'output local puis-

qu'il écarte *a priori* tout " spillover " généré par la présence d'IDE. Cette omission est cependant intentionnelle, l'objectif ayant été d'étendre l'analyse au-delà des effets de " spillovers ". Seuls des résultats empiriques plus robustes permettraient, en définitive, d'affiner la compréhension théorique du lien entre IDE et diffusion technologique.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aitken B. et Harrison A. (1992), *Does Proximity to Foreign Firms Induce Technology Spillovers ? Evidence from Panel Data*, mimeo, Cambridge, MIT.
- Barro R. et Sala-i-Martin X. (1995), *Economic Growth*, McGraw-Hill.
- Baumol W. J. et Wolff E. N. (1988), Productivity Growth, Convergence, and Welfare : A Reply, *American Economic Review*, 78 (December), 1155-1159.
- Blomström M. et Kokko A. (1996), *Multinational Corporations and Spillovers*, Milano, Fondazione Eni Enrico Mattei, Nota di lavoro 20.96.
- Blomström M. et Persson H. (1983), Foreign Investment and Spillover Efficiency in an Underdeveloped Economy : Evidence from the Mexican Manufacturing Industry, *World Development*, 11, 6, 493-501.
- Blomström M., Lipsey R. E. et Zejan M. (1994), What Explains the Growth of Developing Countries ?, in Baumol *et al.* (eds), *Convergence of Productivity : Cross-Country Studies and Historical Evidence*, Oxford University Press.
- Brander J. A. et Spencer B. J. (1984), Tariff Protection and Imperfect Competition, in H. Kierzkowski (ed.), *Monopolistic Competition and International Trade*, Harvard, Oxford University Press.
- Caves R. E. (1974), Multinational Firms, Competition, and Productivity in Host-Country Markets, *Economica*, 41, 162 (May), 176-193.
- Das S. (1987), Externalities and Technology Transfer through Multinational Corporations, *Journal of International Economics*, 22, 171-182.
- Eaton B. et Grossman G. (1986), Optimal Trade and Industrial Policy under Oligopoly, *Quarterly Journal of Economics* (May, 383-406).
- Evenson R. et Westphal L. (1995), Technological Change and Technological Strategy, in J. Behrman et T. Srinivasan (eds.), *Handbook of Development Economics*, vol. 3A, chap. 37, Amsterdam, North-Holland.
- Gerschenkron A. (1962), *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Grossman G. et Helpman E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MA, The MIT Press.
- Haddad M. et Harrison A. (1993), Are there Positive Spillovers from Direct Foreign Investment ? Evidence from panel data for Morocco, *Journal of Development Economics*, 42, 51-74.
- Helleiner G. K. (1989), Transnational Corporations and Direct Foreign Investment, in H. Chenery et T. N. Srinivasan (eds), *Handbook of Development Economics*, vol. II, chap. 27, Elsevier, NY.
- Katseli L. T. (1992), *Foreign Direct Investment and Trade Interlinkages in the 1990s : Experience and Prospects of Developing Countries*, discussion paper No 687, CEPR.

- Kokko A. (1994), Technology, Market Characteristics and Spillovers, *Journal of Development Economics*, 43, 279-293.
- Pack H. et Westphal L. E. (1986), Industrial Strategy and Technological Change : Theory versus Reality, *Journal of Development Economics*, 22, 87-128.
- Rodrik D. (1992), Closing the Productivity Gap : Does Trade Liberalization Really Help ?, in G. Helleiner (ed.), *Trade Policy, Industrialization and Development : New Perspectives*, Oxford, Clarendon.
- United Nations Center on Transnational Corporations (1987), *Transnational Corporations and Technology Transfer : Effects and Policy Issues*, NY.
- Vernon R. (1989), *Technological Development : The Historical Experience*, EDI seminar paper nb. 39, Washington DC.
- Wang J. Y. et Blomström M. (1992), Foreign Investment and Technology Transfer, *European Economic Review*, 36, 137-155.
- World Bank (1993), *The East Asian Miracle : Economic Growth and Public Policy*, NY, Oxford University Press.

ANNEXE A: *Transfert technologique  
en cas de capacité d'absorption maximale*

L'équilibre initial est au point A de la figure 3, où  $\hat{Y} = \tilde{Y}$ . Lorsque  $c^*$  diminue de  $dc^*$  ( $dc^* < 0$ ), la différentiation totale des équations [3] et [5] conduit à :

$$d\hat{Y} = \frac{1}{3b} dc^* \quad [A1]$$

$$d\tilde{Y} = - \left[ \frac{\omega_I A_0}{A'(0) c_0} \right] \frac{1}{A'(0)} dA'(0) = - \hat{Y} \frac{1}{A'(0)} dA'(0) \quad [A2]$$

Supposons que l'indice de capacité d'absorption reste constant et égal à 1,0. Comme  $A'(0) = G(\gamma) f'(0)$ , la différentielle de l'efficacité marginale des activités d'apprentissage est donnée par :

$$dA'(0) = \frac{A'(0)}{\gamma} d\gamma \quad [A3]$$

Comme  $\gamma = A^* - A_0$ , et  $c_0 = (A^*/A_0) c^*$ , on obtient :

$$dc^* = - \left[ \frac{A_0}{A^*} c_0 \right] \frac{1}{A^*} dA^* = - c^* \frac{1}{A^*} dA^* = - \frac{c^*}{A^*} d\gamma \quad [A4]$$

En substituant [3], [A3] et [A4] dans [A2], et après quelques manipulations, il vient :

$$d\tilde{Y} = \frac{1}{3b} \left[ \left( \frac{a + c^* - 2c_0}{c_0 - c^*} \right) \left( \frac{c_0}{c^*} \right) \right] dc^* \quad [A5]$$

On montre facilement que le terme entre crochets est supérieur à 1,0 si et seulement si :

$$c_0 < \frac{1}{4} \left[ a + \sqrt{a^2 + 8(c^*)^2} \right] \quad [A6]$$

Si la condition [A6] est satisfaite, on montre à partir de [A1] et [A5] que  $|d\tilde{Y}| > |d\hat{Y}|$ , ce qui signifie que le transfert technologique conduit à une diffusion technologique.

ANNEXE B : *Tarif optimal  
en présence de diffusion technologique*

*Définition du bien-être social agrégé*

Pour autant qu'on exclue les effets de revenu, le bien-être social agrégé,  $W$ , est donné par la somme du surplus des consommateurs (CS), du surplus du producteur local (PS), et du revenu tarifaire (TR). On considérera tout d'abord le cas général d'une fonction de demande inverse arbitraire,  $p = f(Z)$ , puis le cas d'une demande linéaire pour le calcul du tarif optimal. Rappelons que  $Z = Y + Y^*$ , où  $Y$  représente l'output de la firme locale et  $Y^*$  les importations. Soient  $t$ , le tarif *ad valorem*,  $c(Y)$  le coût marginal de la firme locale et  $x$  la variable d'intégration. Sous ces conventions de notation, le bien-être social agrégé peut s'écrire :

$$W = CS + PS + TR = \int_0^{Z^{(t)}} [f(x) - p(t)] dx + \int_0^{Y^{(t)}} [p(t) - c(x)] dx + tY^* \quad [B1]$$

En utilisant la formule de Leibniz, et après quelques manipulations, la dérivée de  $W$  par rapport à  $t$  est donnée par l'expression suivante :

$$\frac{\partial W}{\partial t} = [p - c(Y)] \frac{\partial Y}{\partial t} + \left[ 1 - \frac{\partial p}{\partial t} \right] Y^* + t \frac{\partial Y^*}{\partial t} \quad [B2]$$

En prenant en compte la compensation des pertes des consommateurs, le premier terme correspond à l'accroissement du surplus du producteur dû au transfert de rentes, le deuxième à la hausse du revenu tarifaire due à l'accroissement du tarif et le troisième à la réduction du revenu tarifaire due à la baisse des importations. Le tarif optimal est obtenu lorsque les deux premiers termes sont exactement compensés par le troisième.

*Détermination du tarif optimal lorsque la demande est linéaire*

Considérons maintenant une demande linéaire. Les valeurs d'équilibre de  $Y$ ,  $Y^*$  et  $p$  sont données implicitement par la fonction de demande et les deux fonctions de réaction (présentées ci-dessous par les conditions de premier ordre de maximisation du profit) :

$$p = a - bY - bY^* \quad [B3]$$

$$c(Y) = a - 2bY - bY^* \quad [B4]$$

$$c^* + t = a - 2bY^* - bY \quad [B5]$$

Après quelques manipulations, la différentiation totale de ce système d'équations conduit aux dérivées suivantes (où  $c'$  représente la dérivée du coût marginal de la firme locale) :

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{b + c'}{3b + 2c'} \quad [\text{B6}]$$

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{1}{3b + 2c'} \quad [\text{B7}]$$

$$\frac{\partial Y^*}{\partial t} = -\frac{2b + c'}{b(3b + 2c')} \quad [\text{B8}]$$

En combinant les équations [B3] et [B4], on obtient :

$$p - c(Y) = bY \quad [\text{B9}]$$

Une réécriture de l'équation [B5] donne une expression de  $Y^*$  fonction de  $t$  et  $Y$  :

$$Y^* = \frac{a - c^* - t}{2b} - \frac{1}{2} Y \quad [\text{B10}]$$

Finalement, en substituant les équations [B6] à [B10] dans [B2], la dérivée du bien-être social par rapport au tarif est donnée par :

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{1}{3b + 2c'} \left[ \frac{(2b + c')(a - c^* - 3t)}{2b} - \frac{c'}{2} Y \right] \quad [\text{B11}]$$

En égalisant l'expression précédente à zéro, le tarif optimal est donné implicitement par l'équation suivante :

$$\hat{t} = \left[ \frac{a - c^*}{3} \right] - \left[ \frac{bc' Y}{3(2b + c')} \right] \quad [\text{B12}]$$

Lorsque le coût marginal de la firme locale est supposé constant ( $c' = 0$ ), l'équation [B12] devient  $\hat{t} = (a - c^*)/3$  (qui est nécessairement positif). Ceci correspond à la formule habituelle du tarif optimal en l'absence de diffusion technologique. Dans ce cas, le niveau du tarif optimal est indépendant du coût marginal de la firme locale. On vérifie facilement que cela est dû au fait que la somme des dérivées des termes de droite de l'équation [B2] par rapport à  $c$  est égale à zéro dans ce cas particulier (l'effet de transfert de rentes est parfaitement compensé par l'effet du revenu tarifaire).

La propriété importante de [B12] est que le second terme est nécessairement négatif. En effet, le numérateur est négatif, alors que la condition de second ordre de la maximisation du profit de la firme locale implique que le dénominateur est positif. Ainsi, lorsque le coût marginal est décroissant (ce qui correspond au cas de la diffusion technologique dans ce modèle), le tarif optimal est plus élevé. Cela est dû au fait que la compensation parfaite entre effet de transfert de rentes et effet de revenu tarifaire n'est ici plus vérifiée.