ECONOMIE INTERNATIONALE I

C H A P I T R E 4

LE MODELE NEO-CLASSIQUE : CONCEPTS DE BASE

1. PROBLÈMES POSÉS PAR LE MODÈLE DE RICARDO À UN SEUL FACTEUR

Le modèle de Ricardo - deux pays, deux biens - est caractérisé par la spécialisation complète d'au moins un pays dans la production du bien pour lequel il dispose d'un avantage comparatif, tendance qui se confirme pour le modèle général à plusieurs pays, plusieurs biens. Or, au contraire, on observe souvent qu'un pays importe certains biens en grande quantité sans renoncer totalement à la production domestique de ces biens. Ainsi, la Belgique est à la fois grosse importatrice et productrice de matériel de transport; la Grande-Bretagne est très dépendante depuis longtemps de son approvisionnement en produits alimentaires, et néanmoins, elle maintient une activité agricole sur son sol. D'une manière générale, les pays produisent des biens nécessaires à la consommation intérieure même si celle-ci est assurée en partie par des importations de textiles, d'automobiles, d'appareils électro-ménagers, etc...

La spécialisation complète du modèle ricardien est évidemment inhérente aux hypothèses du modèle. D'une part, le modèle ricardien, à un seul facteur de production, ne peut appréhender les effets de l'échange sur **la redistribution des revenus des facteurs**; le modèle suggère donc non seulement que tous les pays retirent un gain à l'échange mais que chaque individu bénéficie de ce gain à l'échange. Dans le monde réel cependant, le commerce international a des effets substantiels sur la distribution du revenu au sein de chaque pays, les bénéfices de l'échange se répartissant souvent de manière inégale.

D'autre part, en négligeant l'existence de plusieurs facteurs de production, c'est l'hypothèse des **rendements** constants **d'échelle** (H6) qui n'est plus appropriée.

En effet, les "rendements constants d'échelle" signifient que si tous les facteurs productifs employés dans une activité croissent proportionnellement, la production se développe dans la même proportion.
Donc, la réduction du modèle de Ricardo, au seul facteur travail doublé de son hypothèse de rendement constant d'échelle, est contraire au monde réel où certains facteurs ne peuvent pas évoluer dans la même proportion que d'autres si, comme il est admis bien sûr, les ressources en facteurs sont limitées. Une telle situation, conduit à la possibilité de rencontrer, par exemple, des rendements décroissants d'un facteur alors que les rendements d'échelle sont constants. Ainsi, si on double la quantité de travail employée dans la production de blé, alors que la terre utilisée reste constante, la production de blé ne doublera pas : la production de blé croît, mais pas proportionnellement au travail. On dit que les rendements du travail sont décroissants, ou que sa productivité marginale est décroissante parce que la terre, autre facteur de production, n'a pu s'accroître dans la même proportion. Pourtant, les rendements d'échelle pourraient être constants si les deux facteurs de production (le travail et la terre) pouvaient évoluer proportionnellement. Mais, ramenée à l'unique facteur travail, l'hypothèse de rendements d'échelle constants n'est plus réaliste. Il en est de même dans une industrie manufacturière où l'équipement correspond au facteur capital : si l'équipement est utilisé à pleine capacité et si on augmente l'emploi dans cette industrie, la production augmentera moins que proportionnellement à l'augmentation de l'emploi.

De plus, les facteurs de production ne sont pas nécessairement utilisés dans la même proportion dans chaque industrie, donc un déplacement des ressources d'un des facteurs d'une activité vers une autre provoquera un changement dans les rendements de tous les facteurs.

2. LES RENDEMENTS D'ÉCHELLE ET LE REGIME DE CONCURRENCE

On le voit, dès que l'on introduit plusieurs facteurs de production dans le modèle afin de mieux cerner une réalité, on est confronté à la fois à la

problématique des rendements marginaux des facteurs et des rendements d'échelle.

Or, ces derniers peuvent déterminer, en plus, le régime de concurrence qui régit le marché des produits. Il est dès lors nécessaire de bien comprendre cette interdépendance entre deux hypothèses fondamentales de modèles explicatifs du commerce international, avant de préciser dans quel cadre hypothético-déductif s'inscrira l'analyse.

Rappelons que les rendements d'échelle décrivent la manière dont varie la production à la suite d'une variation équiproportionnelle de tous les facteurs de production. Si la production augmente dans la même proportion, les rendements d'échelle sont constants. Ils sont croissants si la production augmente dans une proportion plus grande et décroissants si elle augmente dans une proportion moindre.

Les rendements d'échelle se définissent aisément par une fonction de production homogène. Une fonction de production est homogène de degré λ si :

$$f(kK, kL) = k^{\lambda} f(K,L)$$

Si $\lambda = 1$, les rendements d'échelle sont constants, ils sont croissants si $\lambda > 1$ et décroissants si $\lambda < 1$.
Les rendements d'échelle décroissants d'une fonction de production se manifestent notamment lorsqu'il existe des **facteurs spécifiques** à la firme, en quantité limitée ou n'apparaissant pas explicitement dans la fonction de production. Ainsi, la terre est-elle spécifique à la production de vin : la superficie d'un vignoble étant fixée, une fonction de production de vin fondée sur les seuls facteurs travail et capital, sera à rendements d'échelle décroissants si la superficie du vignoble est entièrement utilisée.

A l'inverse, il arrive souvent, dans les technologies lourdes, et de façon plus générale dans la technologie moderne impliquant l'indivisibilité d'équipements importants, que l'on vérifie l'hypothèse de rendements d'échelle croissants. On dit que la technologie permet des "**économies d'échelle**". En effet, de telles technologies impliquent un capital (machines) minimum important afin de

rendre la production opérationnelle. Tant que le capital n'est pas utilisé à sa capacité maximale (par exemple, on l'utilise 8 heures par jour au lieu de 24 heures par jour), au fur et à mesure que l'on accroît la production en utilisant plus de travail et de capital, on répartit le coût du capital (la charge fixe) sur un plus grand nombre d'unités produites, ce qui tend à faire baisser le coût moyen et reflète l'hypothèse d'économies d'échelle : plus importante est la production, plus bas est le coût moyen. De plus, on sait, par l'analyse économique, que si le coût moyen décroît avec la production, le coût marginal est inférieur au coût moyen.

En vue de saisir le comportement des firmes lié à leurs rendements d'échelle, il est intéressant de connaître ce qu'il advient du profit dans chaque cas de figure.
Le profit π inhérent à la production x d'un bien peut s'écrire :

$$\pi = p \bullet x - (r \bullet K + w \bullet L)$$

où p, r, w sont les prix d'équilibre du bien et des facteurs K et L. Il est démontré dans la théorie de la production et en régime de concurrence parfaite qu'à l'équilibre, la rémunération de chaque facteur est égale à sa productivité marginale en valeur, soit :

$$r = p \bullet f'_K \text{ et } w = p \bullet f'_L$$

Donc,

$$\frac{\pi}{p} = x - \left(f'_K \bullet K + f'_L \bullet L\right)$$

Si λ est le degré d'homogénéité de la fonction f, on a :

$$\frac{\pi}{p} = x(1-\lambda)$$

car, d'après le théorème d'EULER :

$$f'_K \bullet K + f'_L \bullet L = \lambda x$$

D'où, à l'équilibre, trois cas sont à retenir :

- si les rendements d'échelle sont constants, le profit réel est nul $(\lambda = 1, \pi = 0)$;

-si les rendements d'échelle sont croissants, le profit réel est négatif $(\lambda > 1, \pi < 0)$;

-si les rendements d'échelle sont décroissants, le profit réel est positif $(\lambda < 1, \pi > 0)$.

Le cas des rendements décroissants suppose généralement que l'on n'ait pas réussi à déterminer tous les facteurs de production. Si l'on explicite tous les facteurs "visibles" et que l'on trouve cependant des rendements décroissants, donc un surplus, on l'attribue le plus souvent au génie propre de l'entrepreneur ou du manager.

Le cas des rendements croissants démontre que l'entreprise qui vendrait au coût marginal inférieur au coût moyen, ce qui est le cas sous l'hypothèse de concurrence parfaite, ferait nécessairement des pertes puisque le coût moyen est plus élevé que ce prix, donc cette entreprise disparaîtrait. Dès lors, l'entreprise devant couvrir au moins son coût moyen pour subsister, est-il encore possible de raisonner en hypothèse de concurrence parfaite avec des rendements d'échelle croissants ?

En fait, dans le cas des rendements d'échelle croissants, l'équilibre de la firme se représente suivant le schéma monopolistique bien connu, repris à la figure 1 ci-dessous .

La firme monopolistique choisit le niveau de production auquel son revenu marginal est égal à son coût marginal. Ce niveau de production où le profit est maximum est x_m, le prix est p_m.

Cette situation, où le prix d'équilibre est supérieur au coût marginal, n'est possible que si la firme peut faire valoir une position monopolistique et relève donc d'un régime de **concurrence imparfaite** sur le marché des produits.

Certains auteurs néo-classiques ont tenté de réintégrer le schéma monopoliste dans le schéma concurrentiel.

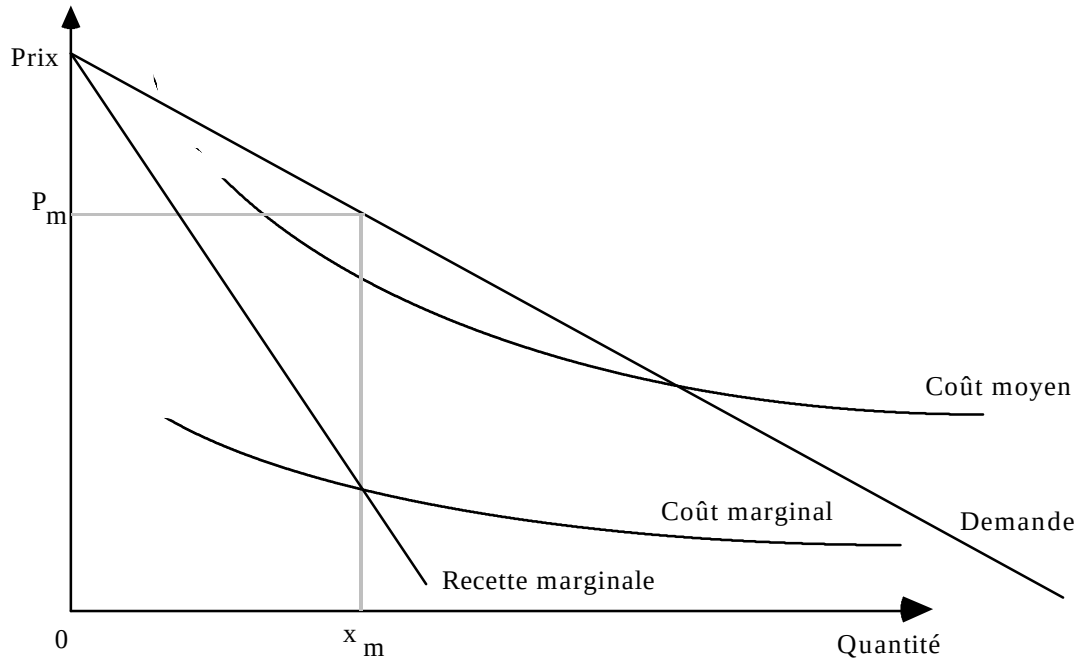

Figure 1 : Le comportement monopolistique

Ainsi, considérant que l'hypothèse des rendements croissants crée inévitablement certains degrés de monopole dès qu'une firme est dotée de rendements croissants, la théorie néo-classique estime que si l'entrée dans chaque industrie reste libre, le monopoleur sera en concurrence avec un nombre infini de producteurs potentiels, d'où la nécessité pour lui d'égaler prix et coût moyen et la possibilité de le faire par l'utilisation de son degré de monopole. Et il est possible de démontrer qu'en telle situation, la formation du prix au coût moyen produira la même allocation des ressources que la formation du prix au coût marginal si chaque industrie se caractérise du même degré de monopole. L'hypothèse de libre entrée dans l'industrie en situation de monopole est pourtant faible : il n'est pas facile aujourd'hui de "monter" une affaire faisant concurrence aux grandes firmes transnationales !

De plus, la réalité aujourd'hui rélève bien plus de situations de concurrence imparfaite que de concurrence parfaite. Mais, il a fallu attendre les années 70 et les années 80 pour que la théorie du commerce international aborde de façon pertinente la situation de concurrence imparfaite en tant que telle en se libérant du lourd et imposant édifice théorique développé en concurrence parfaite.

Il est dès lors nécessaire de distinguer dans l'étude du commerce international la situation de **concurrence parfaite avec rendement d'échelle non-croissants** de celle de **concurrence imparfaite avec rendements d'échelle croissants**.

Cette distinction fondamentale se reflète d'ailleurs dans la forme de la fonction des possibilités de production ou courbe de transformation comme nous allons le voir en présentant la technologie de production du modèle néo-classique, deux pays, deux biens, deux facteurs.

3. LA TECHNOLOGIE DE PRODUCTION DANS LE MODELE NEO-CLASSIQUE

Si la technologie utilisée répond mieux à la réalité que dans le modèle de Ricardo, nous serons toutefois amenés à formuler des hypothèses propres à l'analyse continue et marginaliste pour des raisons pédagogiques.
Symboliquement, la technologie, pour un pays quelconque, est représentée comme suit :

$$T = \left\{ -K, -L, x_1, x_2 \middle| x_1 = f^1(K,L), x_2 = f^2(K,L) \right\}$$

3.1. La fonction de production

La fonction de production est, d'une manière générale, représentée par $x = f(K,L)$, mais spécifiée par f^1 et f^2 pour les fonctions de production des industries produisant les biens 1 et 2 en quantité x_1 et x_2 en utilisant chacune du capital et du travail (L).
La fonction de production de chaque industrie est continue et différentiable aux deux premiers ordres où :

$$f'_K = \frac{\partial f}{\partial K} > 0, \quad f'_L = \frac{\partial f}{\partial L} > 0 \qquad (1)$$

sont les productivités marginales des facteurs.

3.2. Le domaine de production

Le domaine des productions jointes des biens 1 et 2 est défini comme l'ensemble des productions possibles des deux biens à partir des combinaisons des deux facteurs de production pour une quantité donnée de ceux-ci.

Ce domaine de production (D) est **convexe** si et seulement si pour

$$x' = \left(x'_1, x'_2\right) \in D \quad \text{et} \quad x'' = \left(x''_1, x''_2\right) \in D$$

tout vecteur de production intermédiaire

$$z = \alpha x' + (1-\alpha)\, x'' \in D, \quad \text{avec } 0 < \alpha < 1$$

La figure 2 représente un domaine de production convexe.

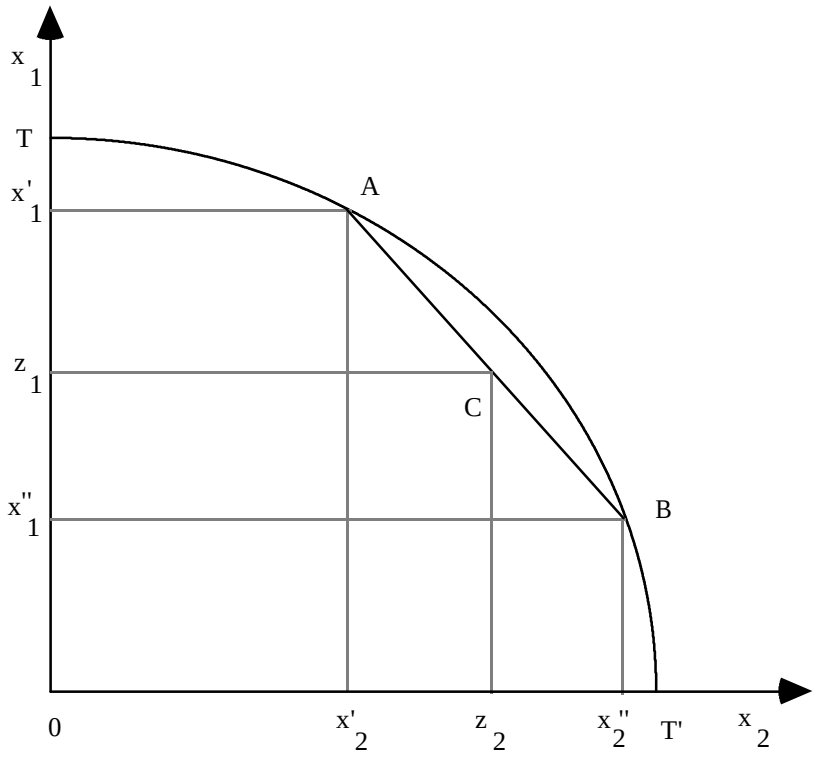

Figure 2 : Domaine de production convexe

Le domaine de production de la figure 2 est en fait **strictement convexe**, car la courbe TT' est strictement concave vers l'origine. Si la courbe TT' était une droite, il serait **convexe** sans être strictement convexe.

Par contre, le domaine de production de la figure 3 est **strictement concave**.

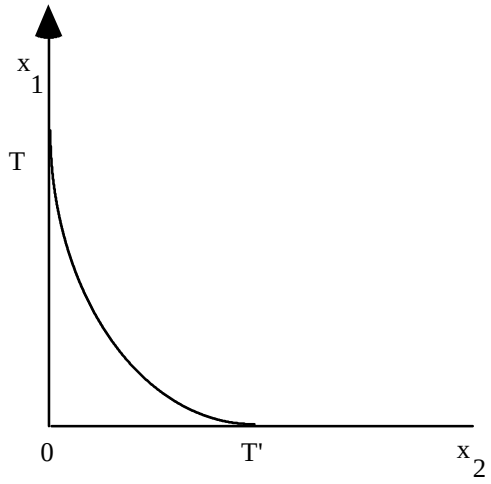

Figure 3 : Domaine de production concave

3.3. La courbe des possibilités de production

La courbe TT', frontière du domaine de production, est appelée **courbe des possibilités de production** ou aussi courbe de transformation. Etablie pour un pays, elle indique les combinaisons des deux biens que ce pays peut produire indifféremment avec le "stock" de facteurs (K,L) disponible en plein emploi en supposant des productivités physiques conformes à celles des fonctions de production pour le plein emploi des facteurs.
La courbe des possibilités de production est donc l'ensemble des **productions efficientes** au sens de l'optimum de Pareto.

Tout point intérieur (n'appartenant pas à la frontière) au domaine de production est donc inefficient, tout point extérieur étant inaccessible à l'activité productrice.

La courbe des possibilités de production peut donc être considérée comme une courbe d'**iso-coût** en termes physiques : le coût du stock disponible des facteurs de production, car il s'agit de l'ensemble des productions qui utilisent la totalité de ce stock de facteurs.

Sa forme générale implicite peut s'écrire :

$$F(x_1, x_2, K, L) = 0 \qquad (2)$$

3.4. Le coût d'opportunité, le taux marginal de substitution entre les productions et les rendements d'échelle

Le problème est de savoir si, lorsqu'une activité se développe au détriment de l'autre, il faut renoncer à des quantités de plus en plus ou de moins en moins importantes de l'autre bien pour obtenir chaque unité supplémentaire du bien dont l'activité est en expansion, ce qui qualifie l'évolution du coût d'opportunité et détermine la convexité ou la concavité du domaine de production.

Explicitons ce phénomène.

Etant donné une quantité constante des deux facteurs de production (par exemple, le stock disponible de chaque facteur K, L, il y a substitution possible d'une production à l'autre avec un même coût physique en facteurs pour autant que les facteurs de production soient parfaitement mobiles entre industries au sein d'une même nation et qu'on puisse substituer l'un à l'autre dans chaque industrie.

Ainsi, la courbe des possibilités de production considérée comme courbe d'iso-coût (relation 2) peut se représenter de manière à expliciter le coût du stock de chaque facteur,

soit par : $$K = g(x_1, x_2) \qquad (3)$$

soit par : $$L = h(x_1, x_2) \qquad (4)$$

Les différentielles totales donnent :

$$dK = g'_1\, dx_1 + g'_2\, dx_2 = 0 \qquad (5)$$

$$dL = h'_1\, dx_1 + h'_2\, dx_2 = 0 \qquad (6)$$

où g'_i est le coût physique marginal en facteur capital de la production du bien i, et

h'_i est le coût physique marginal en facteur travail de la production de ce même bien i.

D'où on tire :

$$\frac{g'_2}{g'_1} = \frac{h'_2}{h'_1} = -\frac{dx_1}{dx_2} \qquad (7)$$

où $-\frac{dx_1}{dx_2}$ représente le **taux marginal de substitution des productions**, aussi appelé **taux de transformation des productions** (TTP) représenté par la valeur absolue de la pente de la tangente au point considéré de la courbe d'iso-coût. Cette tangente a une pente négative, ce qui signifie que l'on ne peut produire plus de bien 1 qu'en produisant moins de bien 2.

Autrement dit, si on souhaite accroître la production du bien 2 d'une quantité dx_2 tout en maintenant le plein emploi, il faut renoncer à la production d'une quantité dx_1 du bien 1.

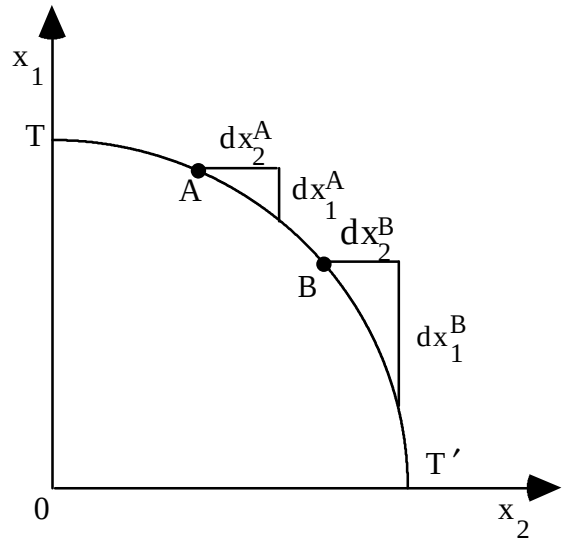

Figure 4.a
Coût d'opportunité croissant pour un domaine de production convexe

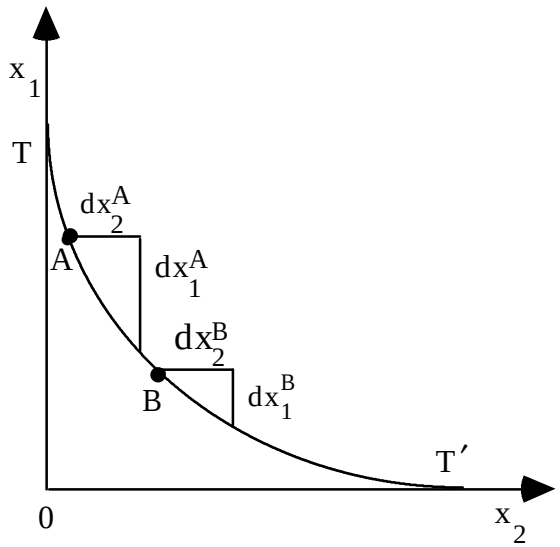

Figure 4.b
Coût d'opportunité décroissant pour un domaine de production concave.

Supposons que les coûts marginaux des facteurs soient strictement croissants selon la théorie néo-classique soit $g_i'' \geq 0$ et $h_i'' \geq 0$ $(i = 1,2)$. . Alors, si on se place en un point de la courbe des possibilités de production TT' (figure 4.a) et si l'on substitue à la production x_1 de la production x_2, le coût marginal physique en facteurs de la production x_2 augmente et celui de la production x_1 diminue, d'où la croissance du TTP en allant de T vers T'.

En définitive, si les coûts marginaux sont strictement croissants, le taux de transformation des productions (TTP) d'un bien par rapport à l'autre bien est croissant car pour produire une unité supplémentaire d'un bien, il faut renoncer à des quantités croissantes de l'autre bien au fur et à mesure qu'on augmente la production du premier bien. Ce phénomène traduit un **coût d'opportunité** croissant, qui n'est pas un coût en francs, en travail, en capital, ... mais bien un coût en termes de la quantité du bien auquel il faut renoncer suite aux nouvelles ressources nécessaires à l'industrie dont la production augmente.

Cette notion de coût d'opportunité caractérisant le domaine de production est très connue dans la littérature du commerce international. Elle a été introduite par HABERLER (1930). Il résulte de ce qui précède que le coût d'opportunité est **croissant** si et seulement si le domaine de production est strictement convexe. Le coût d'opportunité sera **constant** si et seulement si la courbe des possibilités de production est une droite (cas de Ricardo), il sera **décroissant** si et seulement si le domaine de production est strictement concave (figure 4.b).

Ainsi, on peut aussi associer le coût d'opportunité aux rendements d'échelle.

En effet, si le coût d'opportunité est constamment croissant, au fur et à mesure que l'on augmente la production d'un bien, on utilise les facteurs de façon de moins en moins efficace car la productivité marginale physique des facteurs (inverse du coût marginal physique) est décroissante donc les rendements d'échelle sont décroissants.

Par contre, si le coût d'opportunité d'un bien est continuellement décroissant, au fur et à mesure que l'on augmente la production d'un bien, on renonce, pour obtenir une unité supplémentaire de ce bien, à des quantités de plus en plus

faibles de l'autre bien et réciproquement, ce qui traduit que la productivité marginale des facteurs est croissante. Les rendements d'échelle sont donc croissants.

Enfin, si le coût d'opportunité est constant, les rendements d'échelle sont constants.

Dès lors, aux rendements d'échelle décroissants correspond un domaine de production strictement convexe. Tandis qu'aux rendements d'échelle croissants correspond un domaine de production concave. Enfin, aux rendements d'échelle constants, la fonction des possibilités de production est une droite.

L'hypothèse de rendements d'échelle constants s'accorde toutefois avec un domaine de production strictement convexe dans la mesure où la fonction de production n'intègre pas l'entièreté des facteurs de production comme explicité infra.

Rappelons que la convexité du domaine de production implique aussi la concavité des fonctions de production de chaque bien.

Autrement dit, $f''_{L^2} \leq 0$ et $f''_{K^2} \leq 0$, c'est-à-dire que les productivités marginales des facteurs ne peuvent être croissantes; on dit dès lors que la fonction de production est à rendement décroissant des facteurs ou à coûts marginaux croissants des facteurs.

Les économistes du 19ème siècle avaient souvent observé la décroissance des rendements marginaux dans la réalité de leur temps. Aussi, la baptisèrent-ils "loi des rendements décroissants". Il faut toutefois se garder de confondre les rendements **marginaux** décroissants avec les rendements **d'échelle** décroissants.

Aujourd'hui, comme nous l'avons souligné, on est souvent confronté à des rendements d'échelle croissants et donc, à la croissance des rendements marginaux et en particulier au rendement marginal croissant du capital. C'est généralement le cas, par exemple, pour la sidérurgie, l'industrie automobile, la chimie de base, l'électronique, ...

En définitive, il résulte de l'analyse précédente deux complexes d'hypothèses qui nécessitent chacun une approche différente du commerce international : d'une part, une situation de **concurrence parfaite** avec *rendements d'échelle non-croissants* et pour laquelle le *domaine de production est convexe*, voire strictement convexe si on estime que tous les facteurs agissant ne sont pas pris en considération dans la fonction de production; et d'autre part, la situation de **concurrence imparfaite** généralement caractérisée par des *rendements d'échelle croissants,* ce qui implique le *domaine de production strictement concave.*

Nous allons développer la théorie néo-classique sur le modèle d'Hechsher-Ohlin-Samuelson qui se fonde sur la première situation et qui est caractérisé par l'ensemble des hypothèses ci-dessous.

Nous aborderons la situation de concurrence imparfaite dans des chapitres ultérieurs.

4. LES HYPOTHESES DU MODELE NEO-CLASSIQUE

Les hypothèses H1, H2, H7 du modèle de Ricardo restent d'application. En définitive, sont modifiées les hypothèses relatives au marché des facteurs [1] et l'hypothèse H6.

Les hypothèses H'3, H'4, H'5, H'6 intègrent uniquement le fait d'une économie à deux facteurs de production et se formulent donc comme suit :

H'3 *Chaque activité utilise deux facteurs de production rémunérés, par exemple le capital et le travail. L'offre disponible de travail (L) et de capital (K) est constante.*

H'4 *Les marchés des facteurs (travail et capital) sont chacun des marchés de concurrence parfaite au sein de chaque espace national, ce qui suppose la mobilité interne de chaque facteur au sein de chaque pays. Par contre, il y a immobilité du facteur travail et du facteur capital entre les deux pays.*

---

[1] Chaque hypothèse de Ricardo numérotée sera ici identiquement numérotée et affectée du symbole "prime". De plus, si nécessaire, nous incluerons au sein de chaque hypothèse numérotée, les concepts nécessaires à sa compréhension.

Les conditions de production, en principe différentes entre les deux pays, le restent donc après l'établissement du libre-échange.
Par contre, pour chaque firme au sein d'un même pays, les conditions de production sont strictement identiques : on peut donc raisonner sur des fonctions de production agrégées (nation-producteur).
La mobilité interne à chaque pays postule que le travail et le capital soient homogènes au sein de chaque pays, de sorte que le taux de salaire et le taux de rendement du capital sont identiques pour toutes les firmes d'un même pays.

H′5 *L'économie de chaque pays est une écconomie de plein emploi, ce qui signifie que l'offre disponible de travail et de capital sont supposés entièrement utilisés.*

H′6 *D'une manière générale, suivant la théorie néo-classique, les rendements d'échelle sont non-croissants. En fait, nous considèrons ces rendements d'échelle constants.*

Rappelons que des rendements d'échelle constants s'accordent avec un ensemble de production strictement convexe car l'hypothèse H'3 ne considère que deux facteurs de production alors qu'en réalité, il en existe généralement plus de deux, ces facteurs supplémentaires ne pouvant pas nécessairement évoluer de façon proportionnelle aux deux facteurs retenus.

Enfin, outre ces hypothèses spécifiques à la théorie du commerce international, il convient d'ajouter les hypothèses habituelles de l'analyse marginaliste inhérente à la continuité des fonctions de production.

5. LA MAXIMISATION DU PROFIT ET L'EQUILIBRE DE LA "NATION-PRODUCTEUR" EN ECONOMIE FERMEE

L'analyse qui suit est caractéristique de la théorie néo-classique qui, dans le cadre des relations entre nations, agrège les diverses productions en un nombre limité de productions nationales, généralement deux industries. Ce sont des économies nationales qui entrent en concurrence, non des entreprises.

La réduction du problème à deux industries assimilées à deux firmes facilite toutefois la compréhension du problème qui consiste à déterminer quel peut être l'équilibre de la "nation-producteur" en économie fermée. En fait, la "nation-producteur" est confrontée à un double problème, d'une part, la **recherche d'une allocation efficiente des facteurs** entre les deux industries considérées, étant donné que le coût des facteurs est identique entre industries d'un même pays (hypothèse $H'4$ de concurrence parfaite du marché des facteurs), d'autre part, le **choix du niveau de production de chaque industrie** pour un prix des biens fixé en dehors des seules décisions des entreprises formant les deux industries, car c'est le marché des produits supposé en concurrence parfaite qui détermine le prix des biens.

Formellement, ce problème se ramène, dans ce modèle néo-classique simple, à rechercher les productions x_1 et x_2 qui maximisent le profit π défini par :

$$\pi = p_1 \bullet x_1 + p_2 \bullet x_2 - (r \bullet K + w \bullet L) \qquad (8)$$

sous la contrainte technique des fonctions de production de chaque industrie $\left(f^1 \text{ et } f^2\right)$, où :

- p_1 et p_2 sont les prix unitaires des biens établis par le marché;
- r et w sont les coûts unitaires des facteurs capital et travail, c'est-à-dire le taux de rémunération nationale du capital et le taux de salaire national;
- $p_1 \bullet x_1 + p_2 \bullet x_2 = R$, le revenu (le chiffre d'affaires) de la nation-producteur.

Ce problème peut être résolu par la méthode des multiplicateurs de Lagrange.

1°) Les allocations efficientes des facteurs de production

Le taux marginal de substitution technique sur une isoquante

L'allocation des facteurs de production à chaque industrie postule que l'on connaisse préalablement la variation de production induite par une variation

de la quantité des facteurs. Ceci s'obtient en différentiant totalement la fonction de production d'un bien, soit pour le bien i (i=1,2) :

$$df^i = f_K^{i'} \bullet dK_i + f_L^{i'} \bullet dL_i \qquad (9)$$

Mais, une production fixe peut être obtenue par des combinaisons différentes des facteurs. Ainsi, on peut se demander de combien il faut augmenter le facteur capital, s'il y a diminution du facteur travail, de telle façon que la production reste constante soit df = 0.

On aura :

$$-\frac{dK_i}{dL_i} = \frac{f_L^{i'}}{f_K^{i'}} = \text{T.S.T.} \qquad (10)$$

où T.S.T. est le **taux marginal de substitution technique**.

Sous l'hypothèse des coûts marginaux croissants, le **T.S.T.** est **décroissant** car si l'on substitue, par exemple, du travail au capital, il y a diminution de la productivité marginale du travail et augmentation de celle du capital, donc diminution du rapport $\frac{f_L^{i'}}{f_K^{i'}}$.

Graphiquement, le taux marginal de substitution technique (T.S.T.) est égal à la valeur absolue de la pente de la tangente au point considéré de l'isoquante dans le plan des facteurs.

Rappelons qu'une isoquante est l'ensemble des combinaisons des inputs (capital, travail) produisant un niveau déterminé du bien considéré.

Enfin, l'hypothèse des rendements d'échelle constants H'6 implique que la production évolue de façon équi-proportionnelle à l'évolution des facteurs. La production, correspondant à la combinaison des facteurs relative au point B de la figure 5, est le double de celle obtenue avec une allocation factorielle équivalente à celle du point A.

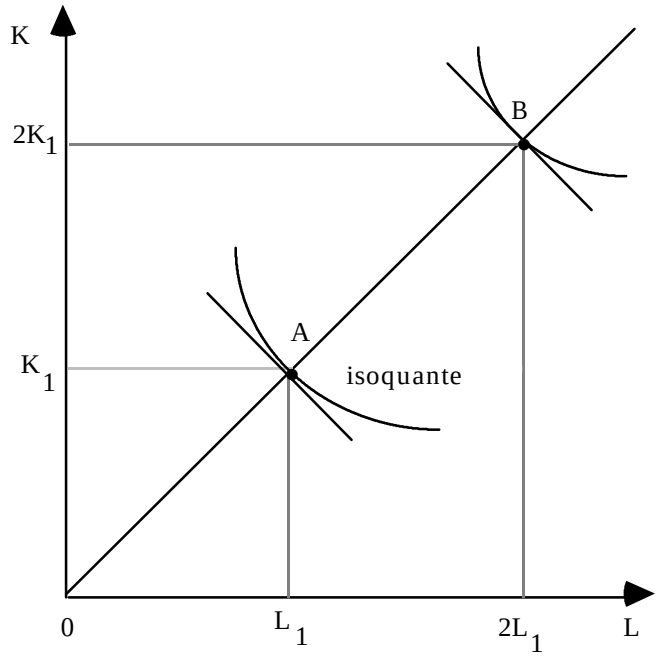

Figure 5

La recherche de l'allocation efficiente des facteurs

Dans chaque industrie, le choix de la technologie est guidé par les prix à payer pour "louer" le capital et la main-d'oeuvre.
Pour des prix fixés, (hypothèse de concurrence parfaite sur le marché des produits), la maximisation du profit revient à minimiser les coûts en choisissant la combinaison optimale des facteurs de production.

Il existe a priori un très grand nombre de répartitions possibles de ces facteurs entre les deux industries. Un procédé commode pour rechercher l'allocation efficiente des facteurs est celui de la boîte d'Edgeworth qui consiste à fixer la production de l'un des deux biens et à rechercher la quantité maximale de l'autre bien qu'il est possible de produire.

A cette fin, représentons les deux industries par le diagramme de la "boîte production" de la figure 6., dont les côtés représentent, pour la nation, les stocks limités de chaque facteur de production, soit K et L.
L'origine 0_1 est l'origine du plan des facteurs nécessaires à la production du bien 1.

L'origine 0_2 est l'origine du plan des facteurs nécessaires à la production du bien 2.

Pour chaque industrie, il existe une "carte" d'isoquantes correspondant aux différents niveaux de production. On démontre facilement que les points d'efficiences des productions des deux industries nationales, sont représentés par la courbe $0_1 0_2$ appelée **courbe de contrat**, qui représente l'ensemble des points de tangence entre deux isoquantes, une de chaque industrie.

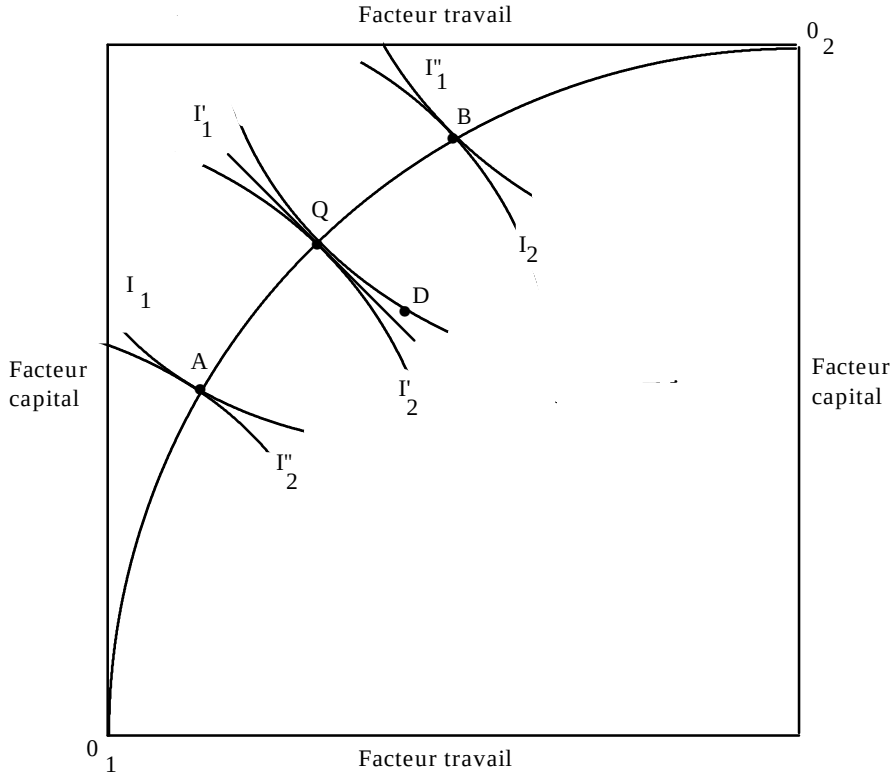

Figure 6 : Le diagramme de la boîte d'Edgeworth

En effet, toute technologie correspondant à un point qui n'est pas situé sur la courbe de contrat (point D), peut être remplacée par une autre allocation des facteurs correspondant à un point de la courbe de contrat (Q), pour lequel la production totale est supérieure pour au moins une industrie sans qu'elle ne soit inférieure pour l'autre industrie.

Par ailleurs, étant donné une allocation des ressources correspondant à un point de la courbe de contrat, il est impossible de trouver une autre allocation des ressources qui accroisse la production d'une industrie sans diminuer celle de l'autre.

La courbe de contrat est donc l'ensemble des **optima de Pareto** en matière d'allocation des facteurs et représente l'ensemble des allocations efficientes des facteurs de production.

Or, la courbe de contrat se caractérise par un taux marginal de substitution entre facteurs égal pour chaque industrie (égalité des pentes des tangentes aux isoquantes). Donc, toute allocation efficiente des facteurs entre deux industries nationales postule l'égalité des taux marginaux de substitution entre facteurs, soit :

$$\frac{f_L^{1'}}{f_K^{1'}} = \frac{f_L^{2'}}{f_K^{2'}} = -\frac{dK}{dL} \qquad \text{(TST)} \tag{11}$$

Par ailleurs, on sait que l'équilibre du producteur dans son choix d'une combinaison optimale de facteurs en concurrence parfaite (hypothèse $H'4$) est, suivant les conditions du 1er ordre appliquées au Lagrangien pour qu'il y ait minimisation des coûts, tel que le **taux marginal de substitution soit égal au rapport des coûts des facteurs**, donc :

$$\frac{f_L^{1'}}{f_K^{1'}} = \frac{f_L^{2'}}{f_K^{2'}} = \frac{w}{r} \tag{12}$$

compte tenu de (11) et encore parce que le taux de salaire et le taux de rendement du capital s'égalisent entre entreprises (hypothèse H'4).

2°) L'équilibre de la "nation-producteur" ou le choix du niveau des productions

Toute allocation efficiente des facteurs (point de la courbe de contrat) correspond à un point de la courbe des possibilités de production et réciproquement. Ces points constituent l'ensemble des optima de production au sens de Pareto.

En effet, l'équilibre de la "nation-producteur" ne peut être déterminé que par le choix d'un des optima possibles résultant de l'allocation efficiente des facteurs.

SAVOSNICK,K.M (1958) a mis au point une technique pour dériver la courbe des possibilités de production à partir du diagramme en boîte. Ce choix de l'optimum de production est évidemment déterminé par le prix des biens, en l'occurrence le prix relatif des biens, lui-même fixé par l'offre et la demande. Ce chapitre étant consacré exclusivement à l'offre, nous considérerons donné le prix relatif d'équilibre en économie fermée.

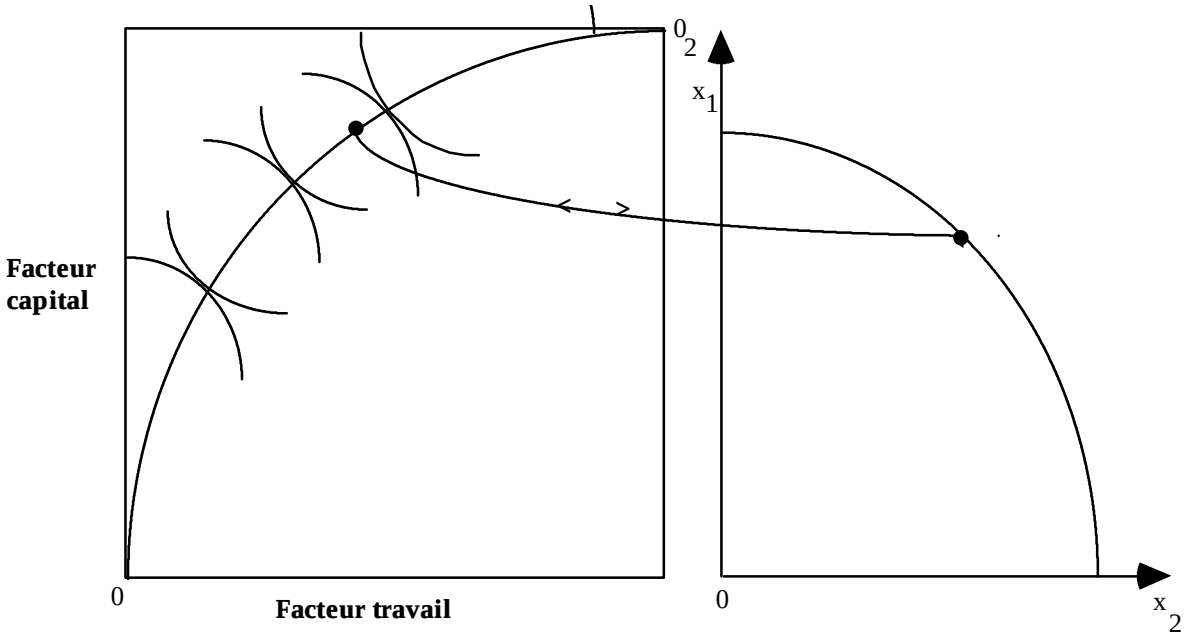

Figure 3.7

Allocation efficiente des facteurs **Productions efficientes (courbe de possibilité de productions)**

A chaque allocation efficiente des facteurs correspond une répartition efficiente de la production entre industries.

Graphiquement, étant donné la courbe d'iso-coût (courbe des possibilités de production), il s'agit pour la "nation-producteur" de trouver la droite d'iso-revenu $\left(R = p_1 x_1 + p_2 x_2\right)$ correspondant au revenu (R) le plus élevé possible encore compatible avec cette courbe d'iso-coût.

Le graphique 8 ci-après explicite ce phénomène que nous appliquons à la situation d'un domaine convexe ou à coûts d'opportunité croissants.

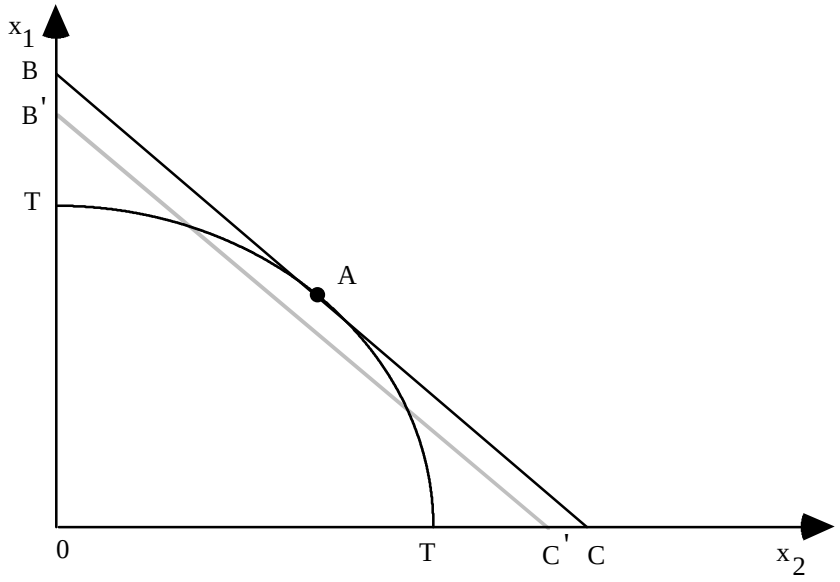

Figure 8

La droite d'iso-revenu, en trait plein, est tangente en A à la courbe d'iso-coût TT', la valeur absolue de sa pente étant égale au prix relatif du bien 2, soit $\frac{p_2}{p_1}$.

Elle correspond donc au revenu le plus élevé possible de la "nation-producteur" pour les prix relatifs donnés. Exprimés en termes de bien 1, le revenu optimal est égal à OB, tandis qu'il est égal à OC en termes de bien 2.

Tout revenu supérieur est inaccessible et, tout autre revenu accessible, tel celui de la droite iso-revenu en traits discontinus, est inférieur $(0B' < 0B \text{ et } 0C' < 0C)$.

Algébriquement, sous les hypothèses de concurrence parfaite, sur le marché des produits et sur le marché des facteurs, cet équilibre est déterminé par les conditions du 1er ordre (les conditions du second ordre postulant la convexité du domaine de production) qui supposent que le **prix d'équilibre de chaque facteur est égal au prix de chaque bien multiplié par la productivité physique marginale de ce facteur** pour la production du bien considéré ou encore à l'équilibre, le prix de chaque bien est égal au produit du prix de

chaque facteur multiplié par le coût marginal de ce facteur. Le coût marginal étant égal à l'inverse de la productivité marginale, on a :

$$p_1 = r \bullet g'_1 = w \bullet h'_1 \qquad (13)$$

$$p_2 = r \bullet g'_2 = w \bullet h'_2 \qquad (14)$$

où g'_i et h'_i sont les coûts marginaux du facteur capital et du facteur travail du bien i.

De ces deux égalités et de l'égalité (7), on déduit :

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{g'_2}{g'_1} = \frac{h'_2}{h'_1} = -\frac{dx_1}{dx_2} = \text{TTP} \qquad (15)$$

Donc, à l'équilibre de la "nation-producteur", le taux marginal de transformation des productions (taux marginal de substitution des productions) est égal au prix relatif des biens sur le marché des produits.

En résumé, une économie de concurrence parfaite sur le marché des facteurs assure une allocation des facteurs de production telle que les taux marginaux de substitution entre facteurs, égaux au rapport des coûts des facteurs, soient égaux entre industries et telle que la production soit efficiente au sens de Pareto. Cette dernière caractéristique situe la production en un point tel que le taux marginal de substitution des productions soit égal au rapport des prix du marché des produits.

6. LE COMMERCE INTERNATIONAL ENTRE ÉCONOMIES À COÛTS D'OPPORTUNITÉ CROISSANTS

Le modèle de Ricardo, établit les théorèmes de l'échange lorsque les économies sont caractérisées par des coûts d'opportunité constants, ce qui correspond à l'hypothèse classique.

Si les coûts d'opportunités sont croissants, les domaines de production de chaque pays sont strictement convexes conformément aux hypothèses néo-classiques.

Dans ces conditions de production, nous devons dégager les aspects positifs du modèle en économie ouverte, soit :

- la condition nécessaire et suffisante pour qu'il y ait échange international;
- l'intervalle de fixation des prix;
- l'orientation de la spécialisation des pays en économie ouverte;

et l'aspect normatif, soit :

- les gains de l'échange international.

Théorème 1 : Le théorème de l'échange

La condition nécessaire et suffisante pour qu'il y ait échange international entre deux pays dont les systèmes productifs sont à coûts d'opportunité croissants est qu'il existe une différence entre les prix relatifs d'équilibre de ces pays en économie fermée.
Chaque pays a alors intérêt à se spécialiser dans l'activité pour laquelle son prix relatif d'équilibre en économie fermée est plus faible qu'à l'étranger, c'est-à-dire dans l'activité du bien pour lequel il a un avantage comparatif.
En économie ouverte, le pays exportera ce bien et importera l'autre bien.

Le cas à coûts d'opportunité croissants est représenté par la figure 9.

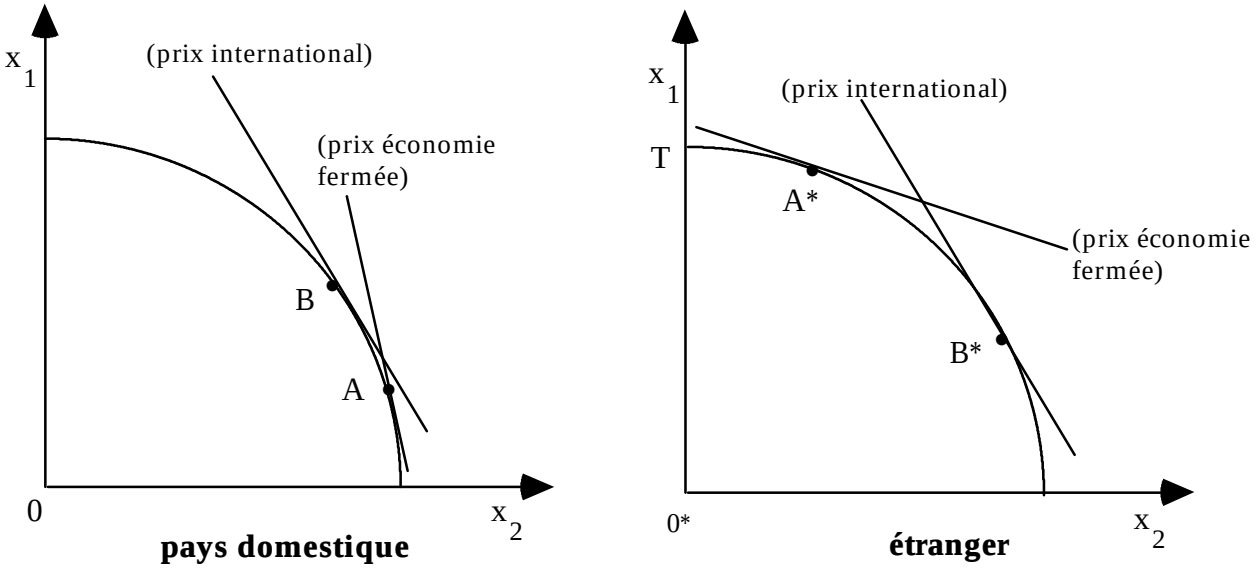

Figure 9

Soit $\frac{p_1}{p_2}$ et $\frac{p_1^*}{p_2^*}$ les prix relatifs d'équilibre du bien 1

en économie fermée dans le pays domestique et à l'étranger tel, par exemple que : $\frac{p_1}{p_2} < \frac{p_1^*}{p_2^*}$.

La démonstration du théorème est identique à celle du théorème de l'échange de Ricardo, c'est-à-dire à coûts d'opportunité constants.

La différence des prix relatifs est une condition nécessaire, car s'ils étaient identiques, un bien s'échangerait contre l'autre bien aux mêmes conditions sur le marché domestique qu'à l'étranger compte tenu de l'hypothèse H7. Il n'y avait pas d'intérêt à l'échange international.

La différence des prix relatifs est une condition suffisante.

Pour les mêmes raisons que chez Ricardo, le pays domestique aura intérêt à importer du bien 2 relativement moins cher à l'étranger et à exporter du bien 1, meilleur marché chez lui par rapport à l'étranger.

Donc, chaque pays aura intérêt à transférer des ressources productives, c'est-à-dire, du capital et du travail, vers la production du bien pour lequel il a un avantage comparatif et ainsi à se spécialiser dans la production de ce bien.

Théorème 2 : Le théorème de l'intervalle de fixation des prix internationaux

Pour la même raison que dans le modèle de Ricardo, absence d'information sur la demande, il n'est pas possible de déterminer exactement le prix relatif d'équilibre international.

En économie de libre échange et à coûts d'opportunité croissants, le prix relatif d'équilibre international d'un bien s'établira à un niveau ***strictement*** *compris entre les prix relatifs d'équilibre de ce bien de chaque pays en économie fermée.*

Si $\frac{\overline{p}_1}{\overline{p}_2}$ est le prix relatif d'équilibre international, pour les mêmes raisons que dans le modèle de Ricardo,

$$\frac{p_1}{p_2} \leq \frac{\overline{p}_1}{\overline{p}_2} \leq \frac{p_1^*}{p_2^*}$$

si on suppose

$$\frac{p_1}{p_2} < \frac{p_1^*}{p_2^*}$$

Toutefois, dans le cadre d'un modèle à coûts d'opportunité croissants, si le prix relatif international d'équilibre était égal à celui en vigueur en économie fermée d'un des pays, par exemple le pays domestique, cela supposerait que l'étranger transférerait des ressources productives vers la production du bien 2 et au détriment du bien 1, alors que le pays domestique maintiendrait le même niveau de ses productions. Ceci est impossible, car à ces prix relatifs, les citoyens du pays domestique consomment les productions de leur pays, alors que les étrangers ne sont pas disposés à diminuer leur consommation du bien 1 (dont le prix relatif a diminué) et à augmenter celle du bien 2 (dont le prix relatif a augmenté) car nous supposons que les biens ne sont pas des biens de Giffen.

Par conséquent,

$$\frac{p_1}{p_2} < \frac{\overline{p}_1}{\overline{p}_2} < \frac{p_1^*}{p_2^*} \qquad (16)$$

Théorème 3 : Le théorème de la spécialisation

En économie de libre-échange et à coûts d'opportunité croissants, chaque pays se spécialise généralement partiellement dans la production du bien pour lequel il a un avantage comparatif.

Le théorème de l'échange nous a montré dans quelle production s'oriente la spécialisation.

Dans une situation à coûts d'opportunité croissants, plus de ressources sont transférées vers la production d'un bien, plus le coût de production de la quantité supplémentaire produite augmente en terme de l'autre bien. Il en résulte que les nations fixeront leur production, en échange international, en un

point de la courbe des possibilités de production, tel que le coût d'opportunité et le prix relatif international soient égaux (aux points B et B* de la figure 9).

La situation la plus normale est celle selon laquelle il est possible de trouver, sur la courbe des possibilités de production de chaque pays, un point dont la pente corresponde à celle du prix relatif d'équilibre de l'autre pays en économie fermée (c'est le cas de la figure 9).

Comme le prix relatif international d'équilibre est nécessairement intermédiaire entre les prix relatifs d'équilibre en isolement, l'équilibre de production pour chaque pays en économie de libre-échange est un point de la courbe des possibilités de production à coordonnées non nulles. **Donc la spécialisation est partielle.**

Toutefois, si la pente de l'une des courbes des possibilités de production est "faible" à l'intersection d'un des axes, ou si celle de l'autre est "forte" à l'intersection de l'autre axe, il se peut que toutes les pentes intermédiares aux pentes d'équilibre en autarcie ne soient pas communes aux deux courbes de possibilités de production. Le prix relatif international peut, dès lors, ne correspondre à aucun coût d'opportunité des productions admissibles dans l'un des pays. Chaque pays serait dès lors complètement spécialisé dans la production d'un seul bien (voir figure 10).

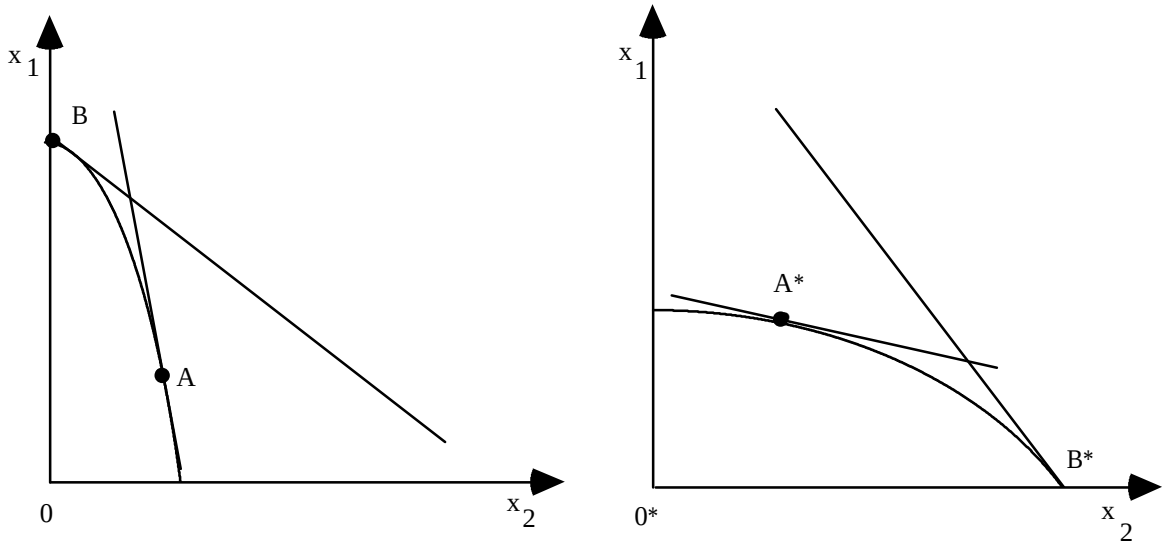

Figure 10

Dans ce cas, tout comme chez Ricardo, si l'un des biens est demandé par les deux pays au-delà de ce qu'un seul peut produire, l'autre sera contraint à une spécialisation partielle fournissant ce bien à un coût marginal supérieur à celui de son partenaire.

Les gains à l'échange dans le modèle à coûts d'opportunité croissants

Ce chapitre étant consacré exclusivement à l'adaptation du système productif au commerce international, c'est évidemment par rapport à celui-ci qu'il faut apprécier les gains à l'échange. Dans le modèle de Ricardo, les gains à l'échange se concrétisent par la possibilité d'accroître la production mondiale de plein emploi de chaque bien par rapport à celle qui prévaut en autarcie suite aux choix de spécialisation. En est-il de même lorsque les coûts d'opportunité sont croissants ?

L'ouverture des échanges implique un choix de production sur la courbe des possibilités de production de chaque pays, déterminée par des prix relatifs identiques dans chaque pays.

L'offre mondiale maximale potentielle de chaque bien est donc constituée par l'ensemble des couples de production mondiale possibles correspondant dans chaque pays à un couple de production déterminé par un même prix relatif.

Graphiquement, la frontière mondiale des possibilités de production TT' s'obtient en renversant le bloc de production du pays étranger sur celui du pays national de façon à ce qu'ils soients tangents entre eux par leur courbe de possibilités de production respective et afin que les ordonnées du bloc renversé restent parallèles avec celles du graphique (voir figure 11).

Ainsi, le point de production mondiale $A' \in \overline{T}\,\overline{T}'$ correspond aux couples de production de chaque pays déterminé par le point A, point de tangence commun des courbes des possibilités de production, pour un prix relatif international du bien 2 égal à la valeur absolue de la pente de la tangente 1.
A cet équilibre de production, les coûts d'opportunité étant égaux entre les deux pays, la tangente $1'$ à $\overline{T}\,\overline{T}'$ est parallèle à la tangente 1. Dans cet exemple, le pays domestique produit AC de bien 1 et AD de bien 2, tandis que l'étranger produit AB de bien 1 et AE de bien 2.

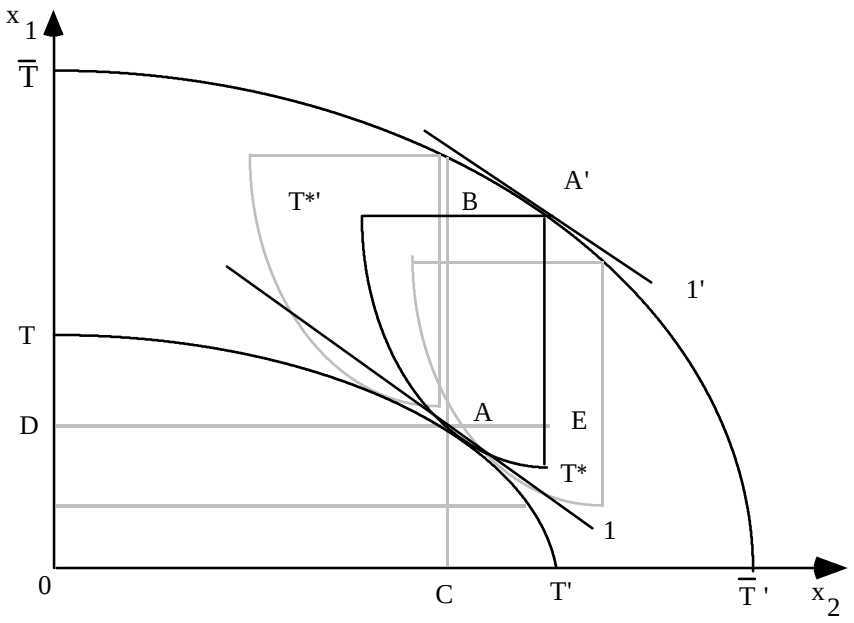

Figure 11
Courbe des possibilités mondiales de production

Démontrons qu'en autarcie, la somme des productions mondiales se situe à l'intérieur du bloc OTT'.

Pour la clarté, représentons à nouveau la courbe des possibilités mondiales de production sur la figure 12.

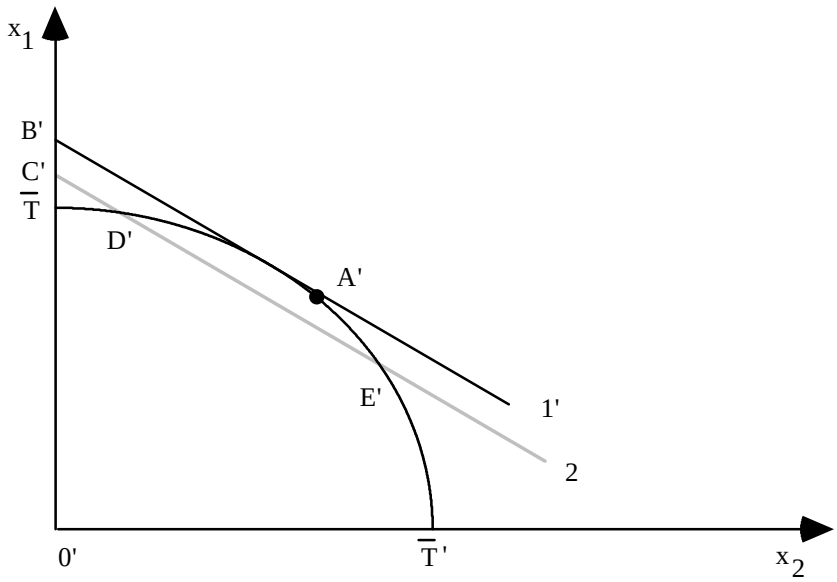

Figure 12

La tangente 1' au point A' représente la droite d'iso-revenu mondial pour les prix relatifs internationaux fixés et pour une production mondiale représentée par le point A'.

Par ailleurs, valorisées à ces prix internationaux, les productions en autarcie (en supposant des prix relatifs d'équilibre en autarcie différents dans chaque pays du prix relatif international) procure dans chaque pays, un revenu inférieur exprimé au prix international de celui représenté par la droite 1 car il ne correspond pas à l'optimum du producteur pour le prix international considéré; par exemple, en sommant des revenus d'autarcie, on aura un revenu correspondant aux points de la droite 2 parallèle à 1'.

Exprimés en termes du bien 1, on constate que le revenu mondial de l'équilibre international des productions est égal à 0B' supérieur à 0C' équivalent à la somme des revenus d'autarcie valorisés aux prix relatifs internationaux.

Or, la courbe $\overline{T}\overline{T}'$ est l'ensemble des sommes de couples de production d'équilibre de chaque pays pour chaque prix relatif international possible, compte tenu du fait que celui du bien 2 est représenté par la valeur absolue de la tangente commune aux deux courbes des possibilités de production.

Donc, les points de $\overline{T}\overline{T}'$ représentent l'ensemble des productions mondiales efficientes. Autrement dit, étant donné une production mondiale efficiente telle A', il n'est pas possible d'augmenter la production mondiale d'un bien sans diminuer celle de l'autre bien car cette situation est celle de chaque pays comme le montre la relation (17) ci-dessous adaptée aux prix internationaux :

$$\frac{\overline{p}_2}{\overline{p}_1} = \frac{\overline{g}'_2}{\overline{g}'_1} = \frac{\overline{h}'_2}{\overline{h}'_1} = -\frac{d\overline{x}_1}{d\overline{x}_2} = TTP \qquad (17)$$

Toute autre production mondiale, par exemple, celle résultant de la somme des productions d'équilibre autarcique de chaque pays, n'est pas efficiente (donc, on peut encore augmenter la production des deux biens) aux prix internationaux considérés, de ce fait, elle ne peut correspondre qu'à un point intérieur du segment D'E'. On en déduit le théorème suivant :

Théorème 4 : le théorème du gain à l'échange imputable au système productif

Lorsque les coûts d'opportunité de production sont croissants, le libre-échange international autorise une spécialisation de chaque pays dans la production du bien pour lequel il a un avantage comparatif, qui offre des potentialités de production mondiale inaccessibles en autarcie.

De la figure 11 et de la démonstration qui précède, il est bien évident que partant d'une production d'équilibre en autarcie dans chaque pays, la production mondiale de chaque bien ne s'accroît pas nécessairement. Toutefois, une production mondiale efficiente accroît nécessairement la production mondiale autarcique d'un bien. De plus, chaque "nation-producteur", réallouant ses ressources de manière efficace compte tenu des prix internationaux, accroît son profit global. En ce sens, il y a gain à l'échange pour chaque nation. Ce gain est imputable au système productif car il résulte uniquement d'une réaffectation des ressources productives.

La courbe des possibilités de production mondiale et les types de spécialisation

La figure 13 représente les courbes des possibilités de production mondiale et de chaque pays.

Sur la courbe des possibilités de production mondiale $\overline{T}\,\overline{T}'$, au point A, les prix relatifs internationaux sont égaux à ceux pour lesquels le pays étranger est complètement spécialisé dans le bien 1 (T*), la demande mondiale de ce bien étant relativement forte.

Lorsque les prix relatifs "se dirigent" de A vers $\overline{T}$, on tend à une spécialisation complète des deux pays dans le bien 1.
Au point B, le résultat est inversé, le pays domestique est complètement spécialisé dans le bien 2 (T').

Lorsque l'équilibre mondial s'établit entre B et $\overline{T}'$, les deux pays tendent à se spécialiser totalement dans la production du bien 2.

Entre A et B, on se trouve dans une situation de spécialisation partielle des deux pays qui représente le cas général.

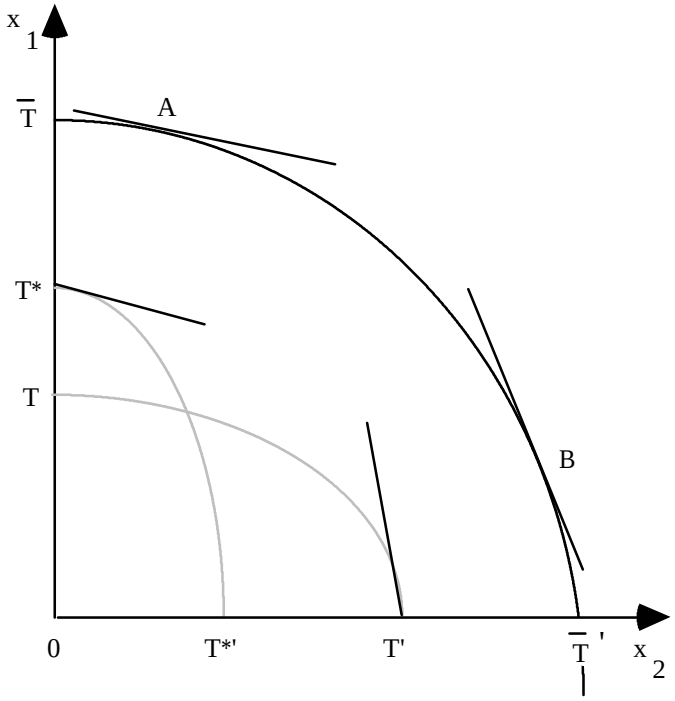

Figure 13

Il est à remarquer que plus les blocs de production des deux pays seront relativement semblables, plus l'espace entre A et B sur la courbe des possibilités mondiales de production sera grand, c'est-à-dire plus la situation de spécialisation partielle pour les deux pays aura des chances d'être réalisée.

7. CONCLUSIONS

1. Ce chapitre a permis d'étendre la théorie ricardienne de l'avantage comparatif à des systèmes de production moins restrictifs que celui du modèle de Ricardo en intégrant deux facteurs de production et notamment la possibilité, de rendements décroissants des facteurs, voire de rendements d'échelle décroissants.

2. Les différentes situations de production se caractérisent parfaitement par les coûts d'opportunité, c'est-à-dire par l'évolution des quantités d'un bien auxquelles il faut renoncer lorsqu'on augmente la production

de l'autre bien. Le modèle de Ricardo se caractérise dès lors par des coûts d'opportunité constants, situation qui postule des rendements d'échelle constants. Le modèle néo-classique postule généralement un domaine de production strictement convexe, ce qui implique des coûts d'opportunité croissants. Dans ce cas, la spécialisation des deux pays est généralement partielle, les pays se spécialisant dans la production du bien pour lequel ils ont un avantage comparatif.