

Le Modèle d'Heckscher-Ohlin-Samuelson

Résumé Chapitre 3 (*L. Bazzaoui*)

Le modèle de base de Heckscher-Ohlin (HO), développé par Eli Heckscher et Bertil Ohlin (Prix Nobel 1977), constitue l'un des piliers de la théorie du commerce international. Il met en évidence le rôle des dotations factorielles comme déterminant fondamental des échanges entre pays. Ce cadre a été approfondi par Paul Samuelson (1948–1949), donnant naissance au modèle **HOS**, qui formalise les principaux théorèmes reliant les prix, les revenus et la spécialisation : le théorème de *Stolper-Samuelson*, celui de *Rybczynski* et le résultat d'*égalisation des prix des facteurs*.

Les objectifs du chapitre sont :

- comprendre comment les différences de dotations factorielles déterminent la structure des échanges ;
- identifier les effets distributifs du commerce international ;
- analyser les liens entre ouverture commerciale, salaires et inégalités ;
- relier les trois théorèmes fondamentaux du modèle HOS.

1 Structure du modèle

1.1 Hypothèses principales

- Deux pays (Home et Foreign), deux biens (Chemises, Fruits), deux facteurs (Travail L , Capital K).
- Facteurs parfaitement mobiles entre secteurs mais immobiles entre pays.
- Technologies identiques, rendements d'échelle constants.
- Préférences identiques et convexes.

Les contraintes de ressources sont :

$$K_C + K_F = K, \quad L_C + L_F = L$$

avec des fonctions de production concaves :

$$Q_C = Q_C(K_C, L_C), \quad Q_F = Q_F(K_F, L_F)$$

La frontière de production (FPP) est issue de la combinaison des contraintes en capital et travail, et montre un **coût d'opportunité croissant**.

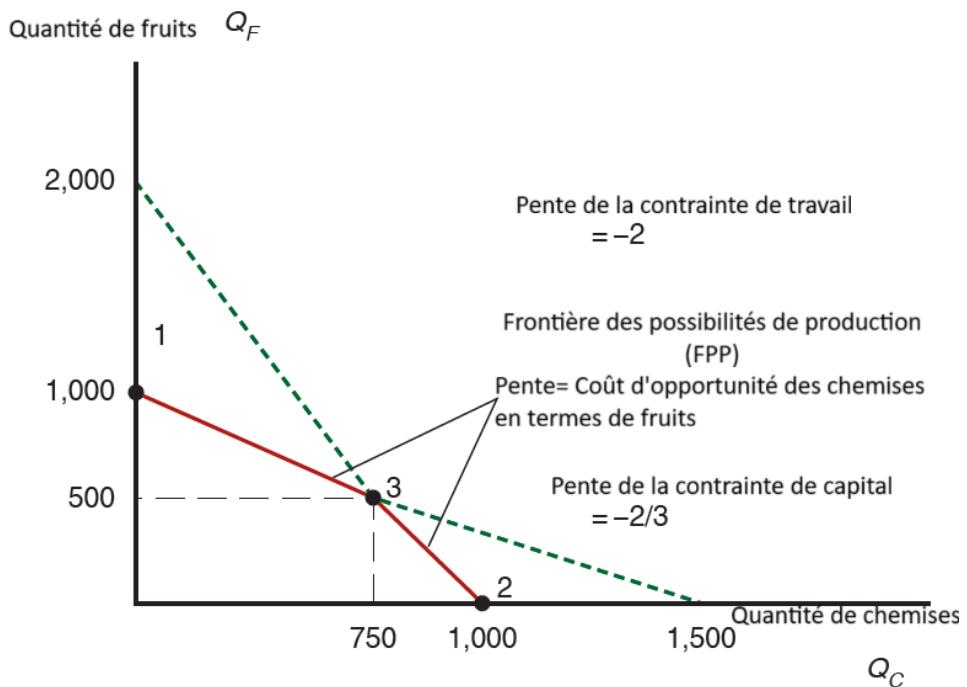


FIGURE 1 – Frontière des possibilités de production et contraintes de ressources, cas de l'absence de substitution entre facteurs

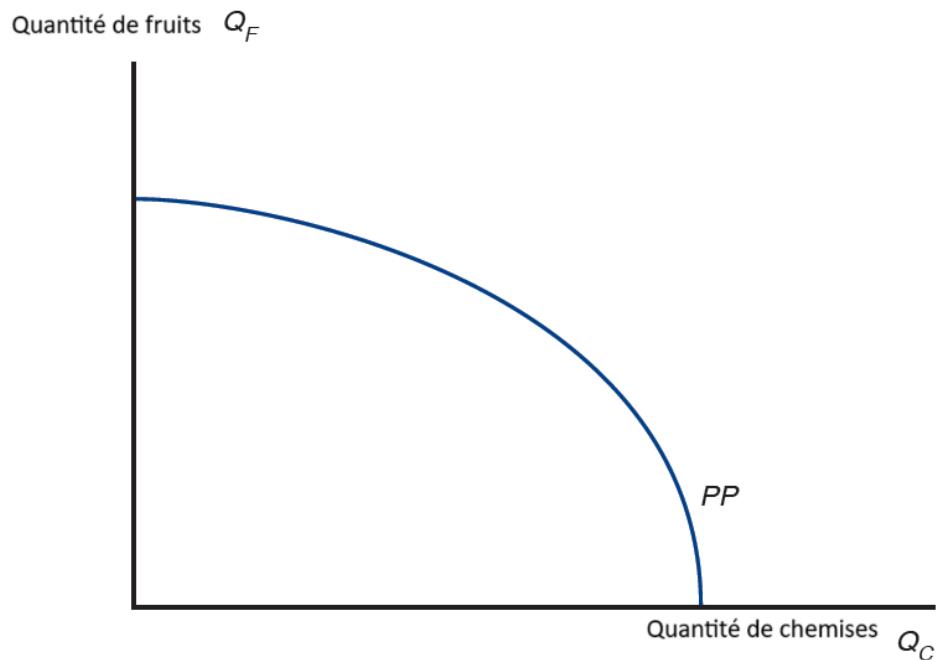


FIGURE 2 – Frontière des possibilités de production avec substitution entre facteurs

2 Choix des facteurs et intensité factorielle

2.1 Isoquantes, isocoûts, condition d'optimalité du choix des facteurs

Les isoquantes décrivent les combinaisons (K, L) donnant le même niveau de production :

$$Q = f(K, L) = Q_0$$

L'isocoût représente les combinaisons (K, L) de même coût :

$$C = wL + rK \quad \Rightarrow \quad K = \frac{C}{r} - \frac{w}{r}L$$

La tangence entre les deux implique : $\frac{PM_L}{PM_K} = \frac{w}{r}$

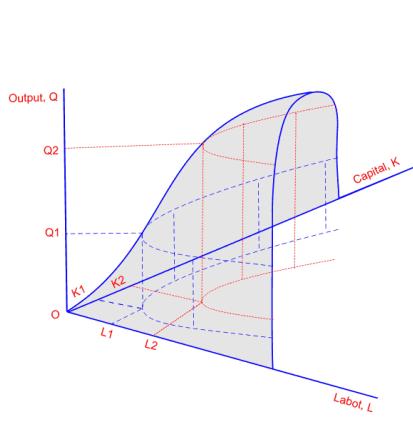


FIGURE 3 – Isoquantes

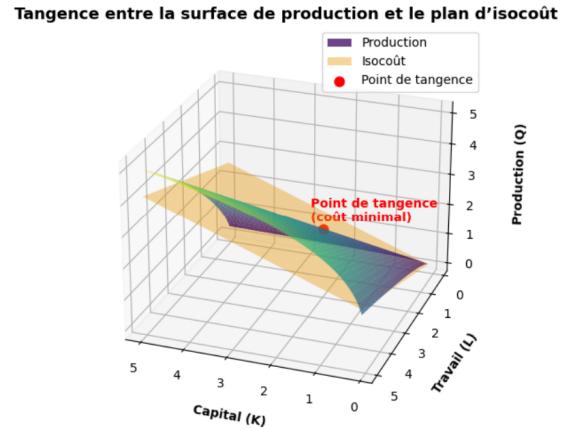


FIGURE 4 – Isocoûts

2.2 Courbe de demande relative des facteurs

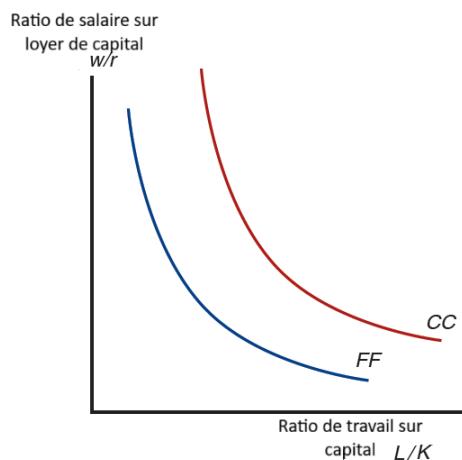


FIGURE 5 – Courbes de demande relative de facteurs pour les deux secteurs

La figure ci-dessus illustre la relation entre le coût relatif du travail et du capital (w/r) et le choix du ratio travail-capital (L/K) dans chaque secteur. Les courbes CC et FF représentent respectivement les combinaisons optimales d'intrants pour la production de chemises et de fruits.

2.3 Substitution et intensité factorielle

La figure montre que, pour un même rapport w/r , la production de chemises utilise un ratio L/K plus élevé : elle est donc **intensive en travail**¹, tandis que la production de fruits est **intensive en capital**. On note aussi qu'une hausse de w/r (le travail devient plus cher relativement au capital) entraîne une substitution du capital au travail dans les deux secteurs :

- Si le rapport w/r augmente \Rightarrow le travail devient plus coûteux, les entreprises substituent du capital.
- Si w/r diminue \Rightarrow les entreprises emploient davantage de travail.

3 Prix relatifs et rémunération des facteurs

3.1 Lien entre prix des biens et prix des facteurs

On a d'une part :

$$\frac{P_C}{P_F} = \text{pente de la FPP} = \text{coût d'opportunité des chemises en termes de fruits.}$$

D'autre part, la condition $\frac{PM_L}{PM_K} = \frac{w}{r}$ implique un lien entre le prix relatif et le salaire relatif. Une hausse du prix relatif des chemises (P_C/P_F) fait augmenter le salaire relatif (w/r). Ainsi :

$$P_C/P_F \uparrow \Rightarrow w/r \uparrow$$

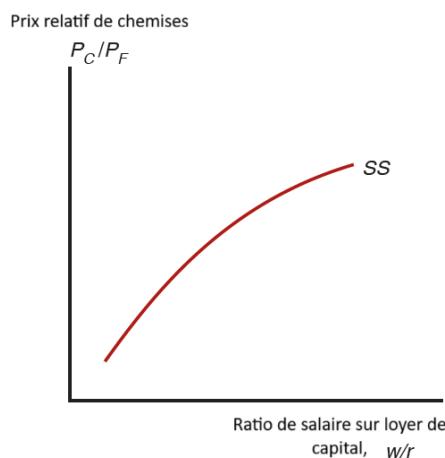


FIGURE 6 – Lien entre prix relatifs et rémunérations factorielles

Cela engendre un effet redistributif dans la mesure où les travailleurs gagnent en termes de salaire réel tandis que les propriétaires de capital perdent en termes de pouvoir d'achat.

1. Un bien est dit intensif en travail si son rapport L/K est plus élevé à prix des facteurs égaux.

3.2 Théorème de Stolper–Samuelson

Théorème de Stolper–Samuelson (1941)

Une hausse du prix relatif d'un bien accroît le revenu réel du facteur utilisé intensivement dans ce bien et réduit celui de l'autre facteur.

$$P_C \uparrow \Rightarrow w \uparrow, \quad r \downarrow$$

Conséquences :

- Le facteur intensif (travail) gagne du pouvoir d'achat.
- Le facteur rare (capital) perd en revenu réel.

4 Ressources et production : Théorème de Rybczynski

Une augmentation de la dotation en travail L déplace la frontière des possibilités de production de TT^1 vers TT^2 . L'expansion est *biaisée* : la production du bien intensif en travail (chemises) augmente plus que proportionnellement, tandis que celle du bien intensif en capital (fruits) diminue, à prix relatifs constants. La pente de la droite d'isovaleur ($-P_C/P_F$) reste inchangée, illustrant que les prix relatifs des biens (et donc le rapport w/r) sont constants. Cette réallocation des facteurs correspond au **théorème de Rybczynski**.

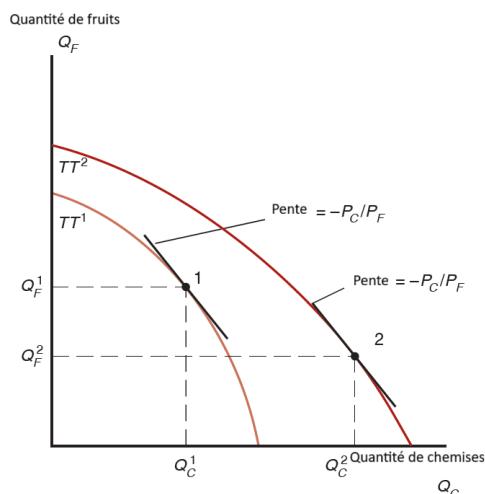


FIGURE 7 – Effet Rybczynski sur la FPP

Théorème de Rybczynski (1955)

À prix constants, une augmentation de la dotation d'un facteur augmente plus que proportionnellement la production du bien qui l'utilise intensivement et réduit celle de l'autre bien.

$$L \uparrow \Rightarrow Q_C \uparrow\uparrow, \quad Q_F \downarrow \quad \text{De même, si} \quad K \uparrow \Rightarrow Q_F \uparrow\uparrow, \quad Q_C \downarrow$$

5 Commerce international et répartition du revenu

5.1 Théorème d'Heckscher–Ohlin (1933)

Théorème d'Heckscher–Ohlin

Chaque pays exporte le bien qui utilise intensivement le facteur de production dont il est relativement abondant, et importe le bien utilisant intensivement le facteur dont il est relativement rare.

Pays abondant en travail \Rightarrow exporte le bien intensif en travail

Pays abondant en capital \Rightarrow exporte le bien intensif en capital

5.2 Conséquences distributives

- Le commerce modifie la répartition du revenu à long terme.
- Le facteur abondant (ex. travail) gagne en termes réels.
- Le facteur rare (ex. capital) perd.

5.3 Egalisation des prix des facteurs

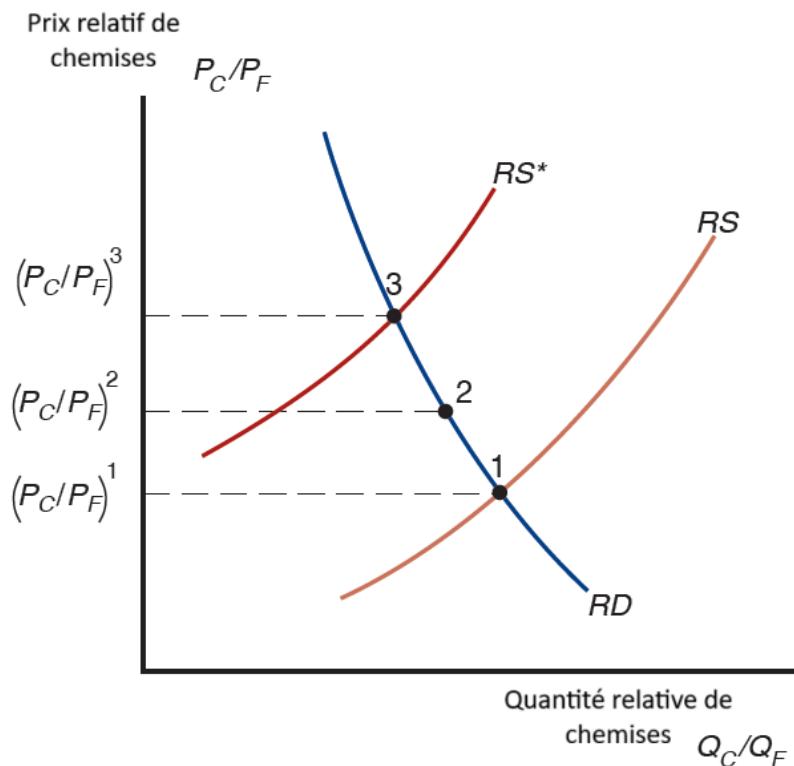


FIGURE 8 – Le commerce conduit à une convergence des prix relatifs

En l'absence d'échanges, l'équilibre intérieur du pays domestique est au point 1, où l'offre relative (RS) croise la demande relative (RD). Le pays étranger, plus abondant en capital,

aurait un équilibre au point 3, avec un prix relatif du bien intensif en travail (P_C/P_F) plus faible. L'ouverture au commerce crée un marché mondial où l'offre et la demande relatives s'agrègent, et le prix relatif converge vers un niveau intermédiaire (P_C/P_F^*) au point 2. Cette convergence des prix des biens est à la base du **théorème d'égalisation des prix des facteurs**.

Théorème d'égalisation des prix des facteurs (Factor Price Equalization, FPE)

Sous certaines conditions (technologies identiques, rendements d'échelle constants, absence de coûts de transport et de barrières commerciales), le libre-échange conduit à l'égalisation des prix des facteurs de production entre pays.

$$\frac{P_C}{P_F} \text{ identique entre pays} \Rightarrow w^H = w^F, \quad r^H = r^F$$

Le mécanisme repose sur le fait que, pour un même couple de prix des biens (P_C, P_F), les fonctions de coût unitaires $c_i(w, r)$ déterminent un unique couple de prix des facteurs (w, r). Ainsi, lorsque le commerce égalise les prix relatifs des biens :

$$\frac{P_C}{P_F} \text{ identique entre pays} \Rightarrow (w, r) \text{ identiques entre pays.}$$

En théorie, salaires et rendements du capital convergent donc entre pays. En pratique, cette égalisation reste partielle en raison des différences technologiques, des coûts de transport et des spécialisations productives, comme l'illustre le tableau qui suit.

TABLE 1 – Taux de rémunération comparés dans l'industrie manufacturière (États-Unis = 100)

Pays	Rémunération horaire des travailleurs de l'industrie manufacturière (2016, États-Unis = 100)
Suisse	154.64
Allemagne	110.63
États-Unis	100.00
Royaume-Uni	72.79
Japon	67.80
Corée du Sud	58.87
Argentine	42.97
Grèce	40.22
Portugal	28.08
République tchèque	27.43
Pologne	21.85
Brésil	20.45
Turquie	15.61
Mexique	10.02
Philippines	5.27

Source : The Conference Board, *International Labor Comparisons*.

5.4 Paradoxe de Leontief (1953) et autres tests empiriques

Dans son étude pionnière, Wassily Leontief constata que les exportations américaines de 1962 étaient, contre toute attente, **moins intensives en capital** que les importations. Selon le modèle Heckscher–Ohlin, un pays abondant en capital devrait exporter des biens intensifs en capital et importer des biens intensifs en travail. Le résultat de Leontief allait donc à l'encontre de la théorie — d'où le nom de **paradoxe de Leontief**.

Paradoxe de Leontief (1953)

Les États-Unis, pays riche en capital, exportent des biens moins capitalistiques que leurs importations.

TABLE 2 – Contenu factoriel des exportations et importations américaines en 1962

	Importations	Exportations
Capital par million de dollars	\$2,132,000	\$1,876,000
Travail (années-personnes) par million de dollars	119	131
Ratio capital-travail (dollars par travailleur)	\$17,916	\$14,321
Années moyennes d'éducation par travailleur	9.9	10.1
Proportion d'ingénieurs et de scientifiques dans la main-d'œuvre	0.0189	0.0255

Source : Robert Baldwin, « Determinants of the Commodity Structure of U.S. Trade », *American Economic Review*, vol. 61, mars 1971, p. 126–145.

Depuis, plusieurs explications ont été avancées :

- **Travail qualifié vs non qualifié** : En distinguant le travail selon le niveau de qualification, les États-Unis apparaissent comme exportateurs de biens *intensifs en travail qualifié*, ce qui rétablit la cohérence avec le modèle Heckscher–Ohlin.
- **Différences technologiques** : Selon Daniel Trefler (1995), les écarts de productivité entre pays expliquent une grande partie du paradoxe : à quantité de travail donnée, la production américaine incorpore davantage de technologie, ce qui réduit le *contenu en travail effectif* des exportations.
- **Évidences internationales** : Bowen, Leamer et Sveikauskas (1987) étendent le test à 27 pays et 12 facteurs. Dans seulement 61 % des cas, la direction du commerce concorde avec la prédition de Heckscher–Ohlin, suggérant que le paradoxe n'est pas propre aux États-Unis mais reflète les limites empiriques du modèle.
- **Commerce factoriel manquant (*missing trade*)** : Trefler (1995) souligne également que le volume de commerce prédit par le modèle H–O est beaucoup plus élevé que celui observé. En introduisant des différences d'efficacité technologique (*technological efficiency*), il montre que les volumes prédits et observés se rapprochent sensiblement.
- **Modèle H–O étendu** : Davis et Weinstein (2001) montrent qu'en assouplissant les hypothèses d'égalisation complète des prix des facteurs et d'identités technologiques, le modèle H–O retrouve une bonne adéquation empirique : les prédictions de direction du commerce sont correctes dans plus de 90 % des cas, et l'écart de volume (*missing trade*) est fortement réduit.

En somme, le paradoxe de Leontief a joué un rôle crucial dans l'évolution empirique du commerce international : il a conduit les économistes à raffiner le modèle H–O en intégrant

la qualité du travail, les différences technologiques et la diversité des structures productives entre pays.

6 Conclusions

- Le modèle Heckscher–Ohlin montre que les échanges internationaux découlent des différences de dotations factorielles : chaque pays tend à exporter les biens intensifs dans les facteurs dont il est abondamment doté et à importer les biens intensifs dans ses facteurs rares.
- Les prix relatifs des biens et des facteurs sont étroitement liés : une hausse du prix relatif d'un bien intensif en travail augmente le salaire réel et réduit le rendement du capital. Ainsi, le commerce modifie la distribution du revenu à l'intérieur des pays, créant des gagnants et des perdants durables.
- Une augmentation de la dotation d'un facteur élargit les possibilités de production, mais de façon biaisée : la production du bien utilisant intensivement ce facteur augmente, tandis que celle de l'autre bien diminue. C'est le théorème de Rybczynski.
- En théorie, le libre-échange devrait conduire à une égalisation internationale des prix des facteurs (salaires et rendements du capital). En pratique, cette égalisation reste incomplète en raison des différences technologiques, des coûts de transport et des spécialisations nationales.
- L'évidence empirique confirme partiellement le modèle H-O : les échanges entre pays développés et en développement suivent souvent les prédictions du modèle, mais les résultats initiaux, notamment le **paradoxe de Leontief**, ont mis en lumière l'importance du capital humain et des écarts technologiques.
- Les études récentes (Trefler, 1995 ; Davis & Weinstein, 2001) montrent qu'un modèle H-O élargi, intégrant les différences de productivité et de technologie, reproduit mieux les faits stylisés : il explique à la fois la direction et le volume des échanges observés.
- Enfin, le modèle H-O offre un cadre utile pour comprendre les débats contemporains sur les inégalités salariales : l'ouverture commerciale modifie la demande relative de travail qualifié et non qualifié, mais les preuves empiriques suggèrent que le progrès technique biaisé en faveur du travail qualifié a joué un rôle plus important que le commerce dans l'évolution des écarts de salaires.

Références des tests empiriques

- Bowen, H. P., Leamer, E. E., & Sveikauskas, L. (1987). *Multicountry, Multifactor Tests of the Factor Abundance Theory*. *American Economic Review*, 77(5), 791–809.
- Davis, D. R., & Weinstein, D. E. (2001). *An Account of Global Factor Trade*. *American Economic Review*, 91(5), 1423–1453.
- Leontief, W. (1953). *Domestic Production and Foreign Trade : The American Capital Position Re-Examined*. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 97(4), 331–349.
- Trefler, D. (1995). *The Case of the Missing Trade and Other Mysteries*. *American Economic Review*, 85(5), 1029–1046.