

# Le modèle Heckscher-Ohlin-Samuelson

Grégory Corcos et Isabelle Méjean

ECO 434: Economie Internationale  
Ecole Polytechnique, 2ème Année

[http://isabellemejean.com/Eco434\\_InternationalEconomics.html](http://isabellemejean.com/Eco434_InternationalEconomics.html)

# Résumé du dernier épisode

- **Le modèle ricardien**

- Introduit le concept d'avantage comparatif
- Explique le commerce entre pays différents en termes de technologie (de productivité marginale du travail)

- **Limites du modèle**

- Un facteur : Pas de rôle pour les dotations relatives en facteur (eg ressources pétrolières, climatiques, etc)
- Différences technologiques considérées comme structurelles (pas de spillovers)

- **Le modèle HOS**

- Avantages comparatifs induits par des différences de ressources factorielles
- Ingrédients : Différences d'intensités factorielles entre secteurs / Différences en dotations factorielles entre pays

# Organisation du cours

- **Le modèle HOS**

- Hypothèses
- Equilibre : Autarcie vs économie ouverte

- **Ouverture et inégalités de revenus**

- Le théorème de Stolper-Samuelson

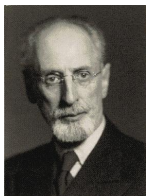
- **Evolution de l'avantage comparatif**

- Le théorème de Rybczynski

- **Tests empiriques**

- Le paradoxe de Leontieff

# Le modèle HOS



**Eli Heckscher**  
(1879-1952)

*The Effect of Foreign Trade  
on the Distribution of In-  
come, 1919*



**Bertil Ohlin**  
(1899-1979)

*Interregional and Interna-  
tional Trade, 1933*



**Paul Samuelson**  
(1915- )

*Foundations of Economics  
Analysis, 1947*

## Hypothèses du modèle

- Deux pays (Domestique et Etranger), deux biens ( $X$  et  $Y$ ), deux facteurs ( $K$  et  $L$ )
- **Les facteurs** : Parfaitement mobile entre secteurs, immobiles entre pays ( $w, w^*, r, r^*$ )
- **Les pays** :
  - Similaires en termes de préférences, de technologie et de productivité
  - Différents en termes de dotations factorielles :

$$\frac{K}{L} > \frac{K^*}{L^*}$$

(Domestique est relativement riche en capital)

- Environnement **parfaitement concurrentiel**
- **Contraintes de ressources** :

$$\begin{array}{ll} L_X + L_Y = L & \text{et} \quad K_X + K_Y = K \\ L_X^* + L_Y^* = L^* & \text{et} \quad K_X^* + K_Y^* = K \end{array}$$

# Hypothèses technologiques

- Le travail et le capital sont **substituables**

⇒  $K_i/L_i$  ( $i = X/Y$ ) dépend négativement de  $r/w$

- Hypothèse :

- La production du bien  $Y$  est relativement **intensive en capital** :

$$\left. \frac{K_Y}{L_Y} \right|_{w/r} > \left. \frac{K_X}{L_X} \right|_{w/r}$$

- Définition :

- **Isoquant** : Ensemble des combinaisons de facteurs qui permettent de produire une quantité donnée de biens

⇒ Entreprise choisit parmi ces combinaisons celle qui minimise ses coûts

# Comportements

- Ménages

$$\begin{cases} \text{Max } U(C_X, C_Y) \\ \text{s.t. } R = wL + rK \geq P_X C_X + P_Y C_Y \end{cases}$$

- Firmes

- du secteur  $X$  :

$$\begin{cases} \text{Min } wL_X + rK_X \\ \text{s.t. } X = F_X(L_X, K_X) \end{cases}$$

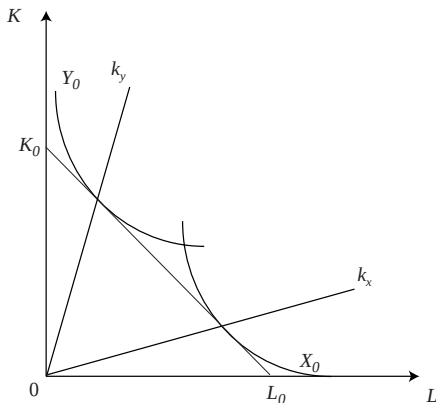
- du secteur  $Y$  :

$$\begin{cases} \text{Min } wL_Y + rK_Y \\ \text{s.t. } Y = F_Y(L_Y, K_Y) \end{cases}$$

$F_i(L_i, K_i)$  à rendements constants et productivité marginale décroissante



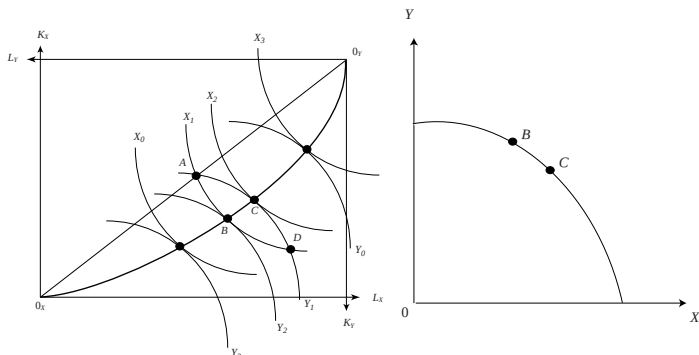
## L'utilisation relative des facteurs



A l'optimum :

$$TMT_X = \frac{\partial F_X(L_X, K_X)/\partial L_X}{\partial F_X(L_X, K_X)/\partial K_X} = \frac{w}{r}, \quad TMT_Y = \frac{\partial F_Y(L_Y, K_Y)/\partial L_Y}{\partial F_Y(L_Y, K_Y)/\partial K_Y} = \frac{w}{r}$$

# Boîte d'Edgeworth et frontière des possibilités de production



- **Boîte d'Edgeworth** : Ensemble des points de production assurant le plein-emploi des facteurs
- **Frontière des possibilités de production** : Ensemble des productions sectorielles qui assurent le plein-emploi à l'optimum des firmes

# Frontière des possibilités de production

- Avec deux facteurs de production, la FPP n'est plus linéaire
- Les productions sectorielles  $(X, Y)$  doivent respecter la contrainte de ressources sur le marché du travail **et** du capital
- La FPP est concave dans le plan  $(X, Y)$  :
  - Le coût d'opportunité du bien  $X$  en termes de bien  $Y$  augmente quand la production relative de bien  $X$  s'intensifie
  - $\uparrow X/Y \rightarrow \uparrow$  des besoins en travail  $\rightarrow$  Pour rester à l'équilibre du marché du travail, il faut renoncer à produire bcp de  $Y$

# Equilibre du modèle

- **Le consommateur :**

$$TMS = \frac{\partial U(C_X, C_Y) / \partial C_X}{\partial U(C_X, C_Y) / \partial C_Y} = \frac{P_X}{P_Y}$$

- **L'équilibre :**

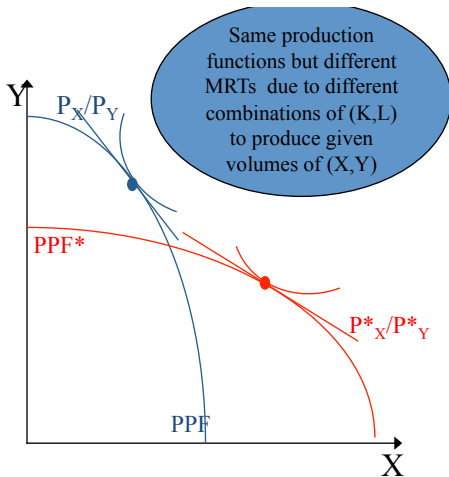
- Niveau des prix relatif qui permet de mettre en cohérence les comportements des entreprises et du consommateur :

$$TMS = \frac{P_X}{P_Y} = \frac{Cm_X}{Cm_Y}, \quad TMT_X = TMT_Y = \frac{w}{r}$$

⇒  $\frac{P_X}{P_Y}$  est une fonction croissante de  $\frac{w}{r}$

⇒ **Le prix relatif d'un bien est croissant du prix relatif du facteur utilisé intensivement dans la production de ce bien**

# L'équilibre en autarcie



# L'équilibre en autarcie

- **Les frontières de possibilités de production :**

- Technologies identiques mais FPP différentes
- L'abondance relative dans un facteur "biaise" la production en faveur des secteurs qui utilisent ce bien relativement intensivement

- **La production et la consommation**

- A l'autarcie, le prix relatif du facteur abondant est relativement faible :

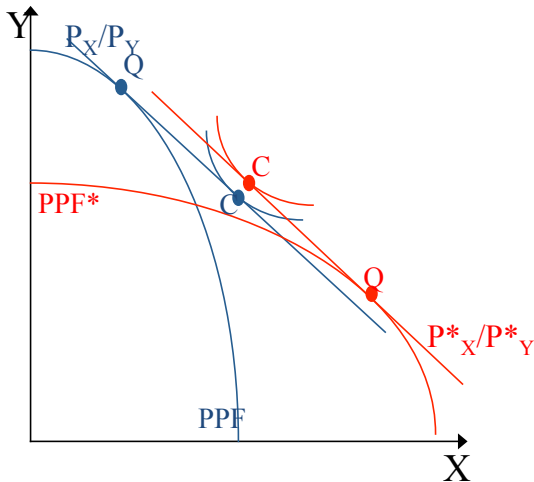
$$\frac{w^a}{r^a} > \frac{w^{a*}}{r^{a*}}$$

- Le prix relatif du bien qui utilise ce facteur abondamment est relativement faible :

$$\frac{P_X^a}{P_Y^a} > \frac{P_X^{a*}}{P_Y^{a*}}$$

- Le pays domestique produit/consomme un panier de biens relativement riche en bien Y
- **Plein-emploi** : chaque pays produit relativement plus le bien qui utilise intensivement le facteur disponible en relative abondance

## L'équilibre en économie ouverte



# L'équilibre en économie ouverte

- **Convergence des prix :**

- Ouverture offre des possibilités d'arbitrage
- $\uparrow$  demande relative de bien  $Y$  ( $X$ ) dans le pays domestique (étranger)
- $\uparrow P_X^*/P_Y^*, \downarrow P_X/P_Y$

- **Spécialisation** dans la production du bien qui utilise intensivement le facteur disponible en abondance

- **Consommation** en dehors de la FPP

$\Rightarrow$  **Hausse du bien-être**



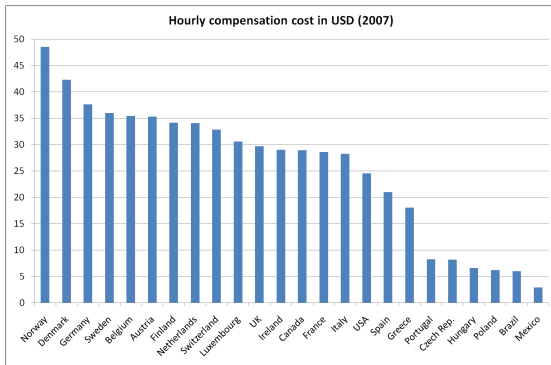
# L'équilibre en économie ouverte

- **Convergence des prix relatifs des facteurs** ( $\uparrow$  demande relative de bien  $Y \rightarrow \uparrow$  demande relative de capital  $\rightarrow \uparrow r/w$ )

$$\frac{P_X}{P_Y} = \frac{P_X^*}{P_Y^*} \quad \Rightarrow \quad \frac{w}{r} = \frac{w^*}{r^*}$$

- **Théorème de Heckscher-Ohlin-Samuelson** : *“le commerce international conduit à une égalisation du prix relatif des facteurs via la convergence internationale des prix relatifs”*
- Convergence **malgré l'absence de mobilité** : Spécialisation réalloue la production mondiale vers les pays qui disposent en abondance des facteurs utilisés intensivement dans la production (“Echange” indirect de facteurs)

# Ecarts salariaux au sein de l'OCDE



Source : US Bureau of Labor Statistics (August 2009)

⇒ Pas de convergence totale

- Hypothèses extrêmes : i) Pas de spécialisation complète, ii) Technologies identiques, iii) Pas de barrières à l'échange

# Ouverture et inégalités des revenus

# Ouverture et inégalités des revenus

- L'introduction d'un deuxième facteur de production permet d'étudier l'effet de l'ouverture sur la **répartition des revenus**
- L'échange est globalement **Pareto-améliorant** mais...
- ... il conduit à un **creusement des inégalités de revenus entre détenteurs du travail et du capital**
- Les **“gagnants”** sont les détenteurs de facteurs disponibles en abondance

# Ouverture et inégalités des revenus

- **Théorème de Stolper-Samuelson** : *“Une augmentation du prix relatif d'un bien augmente la rémunération relative du facteur qui est utilisé intensivement dans la production de ce bien et diminue la rémunération relative de l'autre facteur.”*

⇒ L'échange augmente la rémunération relative des détenteurs de facteurs disponibles en abondance dans le pays

- **Intuition :**

Ouverture

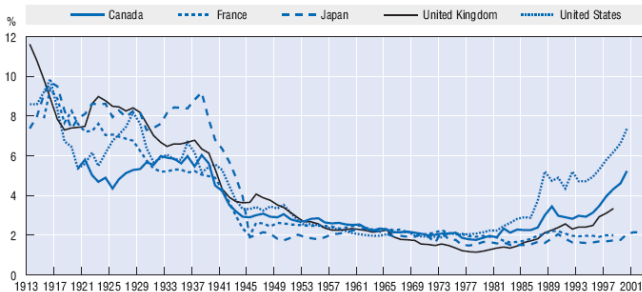
- Convergence du prix relatifs des facteurs :  $r/w \uparrow$
- Rétablissement de l'équilibre TMT/prix relatif :  $\downarrow K_i/L_i$ ,  $i = X/Y$
- Ajustement des productivités marginales :  $\partial F_i(L_i, K_i)/\partial K_i \uparrow$  et  $\partial F_i(L_i, K_i)/\partial L_i \downarrow$ ,  $i = X/Y$
- Ajustement des rémunérations factorielles réelles  
 $w/P_i = \partial F_i(L_i, K_i)/\partial L_i \downarrow$  et  $r/P_i = \partial F_i(L_i, K_i)/\partial K_i \uparrow$ ,  $i = X/Y$

# Ouverture et inégalités des revenus

- L'échange augmente la rémunération relative des détenteurs de facteurs disponibles en abondance dans le pays
- **Conflits d'intérêt** entre groupes de détenteurs de facteurs
- Peut expliquer des **pressions protectionnistes**
- **En théorie**, il existe des systèmes de transferts pour compenser les perdants

# L'augmentation des inégalités de revenus

## Part dans le revenu national des 0.1% les plus riches



Source : Piketty & Saez (2006)

Augmentation des inégalités de revenus depuis le début des années 70

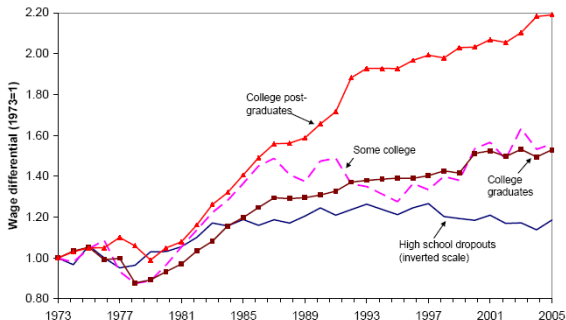
# L'augmentation des inégalités de revenus

- Hausse des **inégalités de revenus** depuis le début des années 70
- “Nouvel âge d’or” du commerce international à partir de 1970 :  
**Intensification des échanges Nord-Sud**
- Interprétation en termes d'effet Stolper-Samuleson :
  - Globalisation s'accompagne d'une spécialisation des pays
  - Spécialisation du Nord (du Sud) dans les produits intensifs en travail qualifié (non qualifié)
  - Augmentation du salaire relatif des travailleurs qualifiés dans le Nord



# Inégalités de salaires et inégalités d'emploi

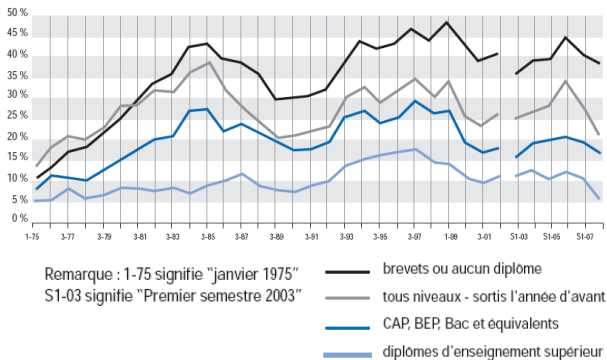
## Etats-Unis



Source : Lemieux (2008)

# Inégalités de salaires et inégalités d'emploi

## France



Source : INSEE

## Evidences empiriques

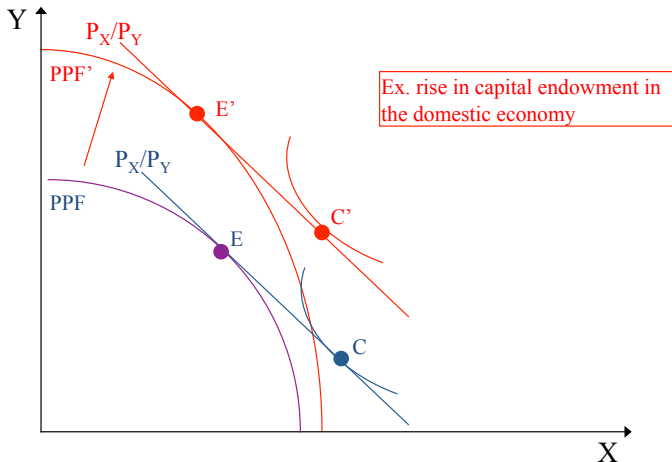
- Evolution des salaires/taux d'emploi dans les pays du Nord cohérente avec le Théorème de Stolper-Samuelson mais...
- **Evidences empiriques faibles** : Le commerce ne peut pas être la cause principale :
  - Pas d'augmentation dans les pays du Nord du prix relatif des biens intensifs en travail qualifié
  - Pas de réduction des inégalités salariales dans les pays du Sud (voir Piketty, 2013)
  - Volume du commerce (en % du PIB) n'est pas suffisant pour expliquer une contribution substantielle
- Explication communément admise : **Progrès technique biaisé**

# Le rôle des dotations sectorielles

# Intuition

- **Dotations factorielles** à la base des avantages comparatifs
- ⇒ **Changements** de dotations factorielles conduisent à des **évolutions** dans la structure des avantages comparatifs
- e.g. pays en phase d'émergence accumulent du capital ( $g > n$ ) et deviennent relativement plus compétitifs dans la production de biens intensifs en capital

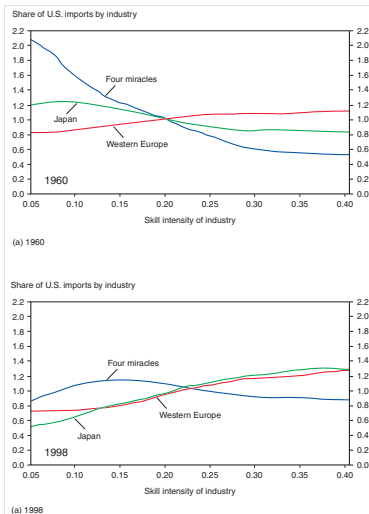
# Augmentation des dotations relatives en capital



# Augmentation des dotations relatives en capital

- Hypothèse de **Petite Economie Ouverte** (prix relatifs inchangés)
- Expansion des possibilités de production biaisée en faveur du bien intensif en capital
- Intensification de la spécialisation en bien  $Y$  ( $P_X/P_Y$  constant  $\rightarrow w/r$  constant  $\rightarrow K_i/X_i$  constant  $\rightarrow$  Absorption de la hausse relative de bien  $K$  via la hausse de la production de bien  $Y$ )  $\Rightarrow$  **Gains en bien-être**
- **Théorème de Rybczynski** : *“Pour un prix relatif donné, une augmentation de la dotation en un facteur de production augmente la production du bien qui est intensif dans ce facteur et diminue la production de l'autre bien.”*

# Evolution des avantages comparatifs

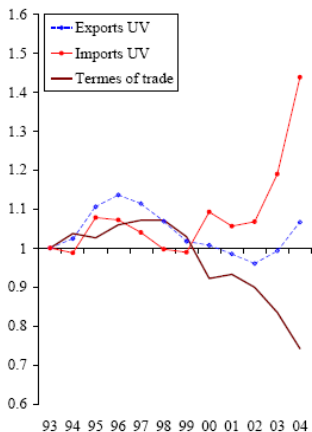


Source : Krugman et al (2012). "Four miracles" = Corée du Sud, Taiwan, Hong Kong et Singapour. L'axe des abscisses classent les secteurs en fonction de l'intensité en travail qualifié de leur production.



# Exogénéité des prix relatifs ?

## Evolution des termes de l'échange de la Chine (1993-2005)



Source : Gaulier et al (2006)

# **Evidences empiriques : Le paradoxe de Leontief**

# Prédictions empiriques

- Théorème de Hecksher-Ohlin se généralise dans un modèle multi-sectoriel
- **Corrélation positive** entre l'abondance relative en facteurs et les exportations relatives de biens intensifs en facteurs abondants
- Leontief (1953) propose un test basé sur des données américaines
- **Paradoxe de Leontief** : Les US, pays le mieux doté en capital au monde, exportent des biens intensifs en travail et importent des biens intensifs en capital

## Contenu en facteurs du commerce américain, 1962

|                                                              | Imports     | Exports     |
|--------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Capital par million de dollars                               | \$2 132 000 | \$1 876 000 |
| Travailleurs par million de dollars                          | 119         | 131         |
| Ratio Capital-Travail (dollars par travailleur)              | \$17 916    | \$14 321    |
| Nombre moyen d'années d'étude par travailleur                | 9,9         | 10,1        |
| Proportion d'ingénieurs et de scientifiques<br>dans l'emploi | 0,0189      | 0,0255      |

Source : Baldwin (1971)

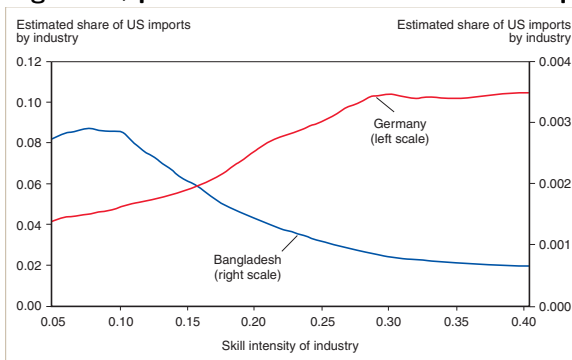
- Faible contenu en capital des exports...
- ... Mais contenu relativement important en travail qualifié et en technologie

# Explications du paradoxe de Leontief

- Pas de facteurs spécifiques (eg certaines matières premières ne sont pas produites aux US)
- Hypothèse d'homogénéité des facteurs
- Hypothèse d'uniformité des technologies productives (pas d'avantage comparatif ricardien)
- Hypothèse de parfaite mobilité inter-sectorielle des facteurs
- Basé sur la comparaison de pays suffisamment différents en termes de dotations factorielles

# Evidences empiriques sur le modèle HOS

## Importations des Etats-Unis en provenance de l'Allemagne et du Bangladesh, par intensité sectorielle en travail qualifié



Source : Romalis (2004)

- Cohérent avec HOS

# Conclusions

- Le modèle HOS comme le modèle ricardien explique **l'échange de biens différents entre pays différents...**
  - ... en termes de technologie (Ricardo)
  - ... en termes de dotations factorielles (HOS)
- La validation empirique de ces modèles est complexe
  - Une grande partie des échanges se fait entre pays similaires (entre pays riches, cf introduction sur l'équation de gravité)
  - Nécessite de restreindre l'analyse aux flux d'échanges qui sont cohérents avec les hypothèses sous-jacentes (pays différents)
- Pour expliquer l'échange entre pays similaires, un autre cadre analytique est nécessaire, cf chapitre 3