Introduction à l'Économie

Chapitre XXX Macroéconomie : la croissance

Renaud Bourlès Nicolas Clootens

Centrale Marseille
Aix-Marseille School of Economics

2021-2022

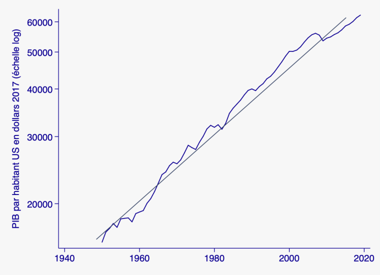
La science économique

D'une manière très schématique, la science économique peut être séparée en deux branches :

- La microéconomie étudie comment les individus, les entreprises, etc opèrent des choix, comment ces choix interagissent, et l'équilibre qui en résulte.
- La macroéconomie étudie quant à elle l'économie dans son ensemble. Elle consiste en l'étude des agrégats économiques (PIB, Chômage, Inflation,...)

Les deux grands objets d'étude de la macroéconomie sont

- l'étude des fluctuations
- l'étude de la croissance



Maximisation du profit et demandes de facteurs

L'objectif des entreprises est de maximiser leur profit :

$$\max_{q_i} \Pi(p, q) \Leftrightarrow \max_{q_i} pq_i - C_i(q_i)$$

- Nous avons jusqu'à maintenant supposé qu'une entreprise cherche la quantité à produire pour maximiser son profit
- Le coût de production est croissant dans la quantité produite

Il est toutefois possible de raffiner cette analyse en se posant la question suivante: comment une entreprise produit-elle ?

Maximisation et demandes de facteurs

Une entreprise produit en combinant des facteurs de production : machines, travail, connaissances, ressources naturelles, terre...

Pour simplifier, nous agrégerons dans un premier temps tout ce qui n'est pas le travail dans le capital qui regroupe donc :

- le capital physique (les machines)
- le capital naturel (les ressources naturelles)
- le capital humain (les connaissances)

L'entreprise combine donc ces facteurs pour produire à l'aide d'une technologie de production

$$F(K, L)$$

Maximisation et demandes de facteurs

Ces facteurs de production sont rémunérés :

- Les travailleurs demandent un salaire w en échange de leur travail
- Les détenteurs de capital demandent une rémunération r en échange de sa mise à disposition

L'entreprise i maximisant son profit cherche donc les quantités K_i et L_i qui maximisent son profit

$$\max_{K_i, L_i} \Pi(p_i, K_i, L_i) \Leftrightarrow \max_{K_i, L_i} pF(K_i, L_i) - wL_i - rK_i$$

L'agrégation

Une économie est constituée d'un très grand nombre de firmes adoptant ce comportement

Pour considérer l'économie dans son ensemble, nous allons agréger le comportement de l'entreprise i et supposer que les firmes sont représentées par une firme représentative produisant un bien représentatif (dont le prix est souvent normalisé à 1)

Le programme de la firme représentative est donc

$$\max_{K,L} \Pi(K, L) \Leftrightarrow \max_{K,L} F(K, L) - wL - rK$$

Pour plus de détails sur l'agrégation, voir la lecture complémentaire dédiée sur moodle

Demandes de facteurs

La maximisation du profit des entreprises donne

- $w = \frac{\partial F(K,L)}{\partial L}$
- $r = \frac{\partial F(K,L)}{\partial K}$

On peut alors en déduire les demandes de travail et de capital des firmes à l'échelle d'un pays

Exemple avec une fonction de production de type Cobb-Douglas :

Si $F(K, L) = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}$, (A une constante positive) alors la maximisation du profit mène à

- $w = A(1-\alpha)K^{\alpha}L^{-\alpha}$
- $r = A\alpha K^{\alpha-1}L^{1-\alpha}$

On notera que dans ce cas, les profits sont nuls (les entreprises opèrent dans des marchés concurrentiels)

La fonction de production Cobb-Douglas

Il s'agit d'une fonction proposée en 1928 par Paul Douglas et Charles Cobb pour décrire l'économie américaine

$$Y = F(K, L) = AK^{\alpha}L^{\beta}$$

α représente alors l'élasticité de la production au capital et β l'élasticité de la production au travail

Dans leur travail original, ils imposent 0<α,β<1 et $\alpha + \beta = 1$
Cette fonction est très facile à estimer : en passant en logarithme, on obtient :

$$lnY = lnA + \alpha lnK + \beta lnL$$

Pour les économies développées, on estime que $\beta \approx 2/3$ et $\alpha \approx 1/3$ (corollaire : 1/3 des revenus issus de la production vont au travail, 2/3 au capital)

Centrale Marseille

Maximisation de l'utilité et demande de biens et services

- Un consommateur représentatif cherche à maximiser son utilité qui dépend de la quantité consommée
- Il fait face à une contrainte budgétaire

$$\max_{q} v(q) \;\; s.c. \;\; pq \leq R$$

où R représente le revenu

- Le consommateur tire son revenu de son travail, et de la mise à disposition de son capital

$$R = wL + rK$$

Pour résumer, le consommateur choisit à chaque période la quantité de bien qu'il achète en fonction de son budget.

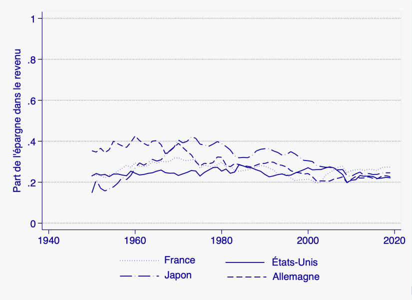
Centrale Marseille

Maximisation de l'utilité et demande de biens et services

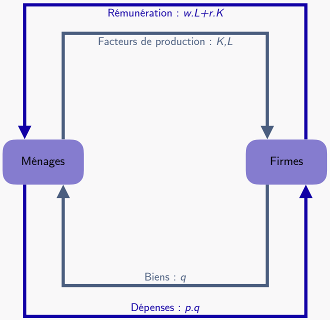
Ce cadre statique nous amène à penser que le consommateur va dépenser, à chaque période, l'intégralité de son revenu dans l'achat du bien (il obtient le plus de satisfaction lorsqu'il sature sa contrainte)

En réalité, il ne consommera qu'une partie de son revenu, épargnant le reste pour financer sa consommation future $S_t = (1 - c_t)R_t$ avec S_t l'épargne, et c_t la propension à consommer

On peut assez vite déduire cela d'un programme d'optimisation dynamique que l'agent réalise tout au long de sa vie mais pour le moment, on supposera que les agents épargnent une partie fixe de leur revenu



Résumé de notre modèle macroéconomique



Faits stylisés de la croissance économique

Fait 1 Les pays les plus pauvres sont considérablement plus pauvres que les pays riches

Fait 2 Les taux de croissance sont différents entre les pays (parfois très)

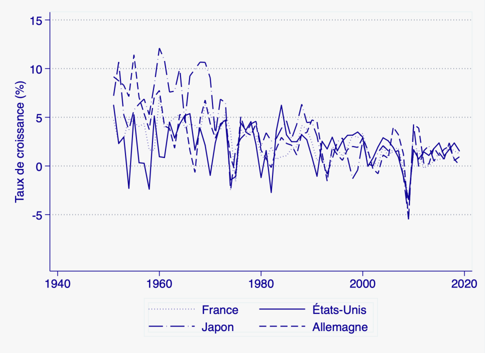
	France	États-Unis	Japon	Allemagne	Zimbabwe*	Madagascar**	Haiti**	Vénézuela
PIB par habitant en 1950 ($ de 2017)	8752	15854	3237	7205	1267	2523	2382	353
PIB par habitant en 2019 ($ de 2017)	44028	62491	40196	51655	2915	1667	1621	234
Taux de croissance annuel moyen (%)	2.37	2.01	3.72	2.90	1.29	-0.70	-0.65	-0.60
Temps de doublement du PIB par habitant(%)***	29	35	19	24	54	-99	-107	-116

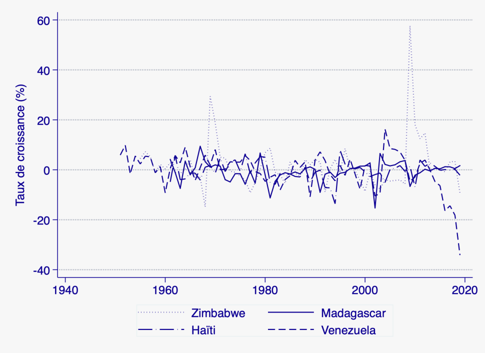
Souce : Penn World Table 10.0. *données disponible à partir de 1954. **données disponible à partir de 1960. ***en années.

Centrale Marseille

Faits stylisés de la croissance économique

Fait 3 Les taux de croissance varient dans le temps





Faits stylisés de la croissance économique

Fait 4 : le classement des pays en terme de ne revenu par tête change : certains pays deviennent riches et d'autres deviennent pauvres

Ex : Singapour, Taïwan, Corée du Sud, Hong-Kong depuis les années 1990. Chine actuellement.

Remarque : ce 4$^{\text{ème}}$ fait est le corollaire des faits 1 à 3.

Comprendre les racines de la croissance économique est d'importance majeure !

Centrale Marseille

Les faits de Kaldor

Les faits de Kaldor (notés dès 1958 par Nicholas Kaldor) sont valables pour les États-Unis, tout au long du XX$^{\text{ème}}$ siècle, mais sont valables pour la plupart des économies développés :

- le rendement réel du capital n'a pas connu de tendance haussière ou baissière
- la part de la production qui va au capital et celle allant au travail sont relativement constantes
- le taux de croissance de l'économie a été positif et plutôt constant

Kaldor précise aussi que la croissance réelle est positivement corrélée à celle du commerce international et que le travail (qualifié et non qualifié) a tendance à se déplacer des pays pauvres vers les pays riches mais ces deux derniers faits nous intéressent moins pour ce qui va suivre...

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

Forts de ces observations, nous allons à présent chercher à expliquer la croissance économique à l'aide du modèle de Solow

Nous vérifierons ensuite que les prédictions du modèle "collent" aux données

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

On suppose une fonction de production de type Cobb-Douglas avec rendements d'échelle constants

$$Y_t = F(K_t, L_t) = K^\alpha L^{1-\alpha}$$

Les firmes maximisent leur profit à chaque instant du temps

$$\max_{K_t, L_t} F(K_t, L_t) - r_t K_t - w_t L_t$$

CPO :

$$w = \frac{\partial F(K_t, L_t)}{\partial L_t} = (1-\alpha)\frac{Y_t}{L_t}$$

$$r = \frac{\partial F(K_t, L_t)}{\partial K_t} = \alpha \frac{Y_t}{K_t}$$

Mais ce qui nous intéresse, c'est la croissance de la production par tête. Les propriétés de la fonction de production nous permettent d'écrire

$$y_t = k_t^\alpha$$

avec $y \equiv \frac{Y}{L}$ et $k \equiv \frac{K}{L}$

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

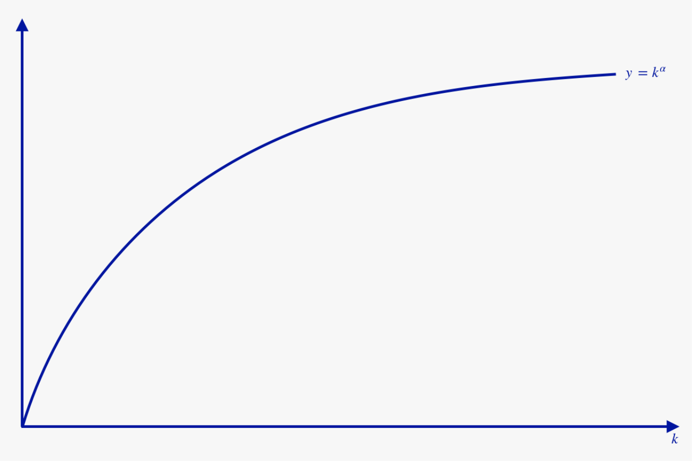


Figure: Le diagramme de Solow

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

Le capital d'une économie constitue un stock qui s'accumule de la sorte

$$\dot{K} = sY_t - \delta K_t$$

avec s le taux d'épargne, et δ le taux de dépréciation du capital

On suppose que les consommateurs épargnent une fraction fixe de leur revenu s

Comme vu précédemment, ce revenu est la rémunération qu'ils obtiennent en mettant les facteurs de production qu'ils détiennent à la disposition des entreprises

$$Y_t = w_t L_t + r_t K_t$$

Centrale Marseille

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

Les travailleurs offrent chacun une unité travail de manière inélastique.

Ils sont au nombre de L_t et on suppose que le taux de croissance de la population est une constante n

$$\frac{\dot{L}_t}{L_t} = n$$

et donc

$$L_t = L_0 e^{nt}$$

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

Par définition, on a

$$k_t = \frac{K_t}{L_t}$$

et

$$y_t = k_t^\alpha$$

En exprimant ces équations en taux de croissance, on obtient

$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = \frac{\dot{K}_t}{K_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t}$$

$$\frac{\dot{y}_t}{y_t} = \alpha \frac{\dot{k}_t}{k_t}$$

Or

$$\frac{\dot{K}_t}{K_t} = s\frac{Y_t}{K_t} - \delta$$

On en déduit

$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = s\frac{Y_t}{K_t} - n - \delta \quad \text{soit} \quad \frac{\dot{k}_t}{k_t} = s\frac{y_t}{k_t} - n - \delta$$

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

Résultat : tant que $\dot{k}_t > 0$, l'économie est en croissance (car $\dot{k}_t/k_t > 0$ et $\dot{y}_t/y_t = \alpha\dot{k}_t/k_t$)

$\dot{k}_t = 0 \Rightarrow sy_t = (n - \delta)k_t$ i.e. $sk_t^\alpha = (n - \delta)k_t$

Il existe donc un niveau de capital $k^* > 0$ tel que $\frac{\dot{k}}{k} = 0$

Ce niveau est atteint en $k^* = \left(\frac{s}{n+\delta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$

D'après le modèle de Solow, les économies tendraient vers un état stationnaire $y^* = \left(\frac{s}{n+\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$

Centrale Marseille

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

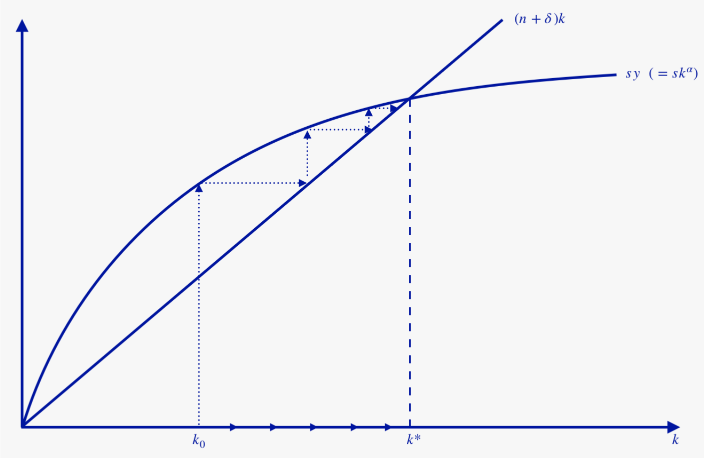


Figure: Le diagramme de Solow

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

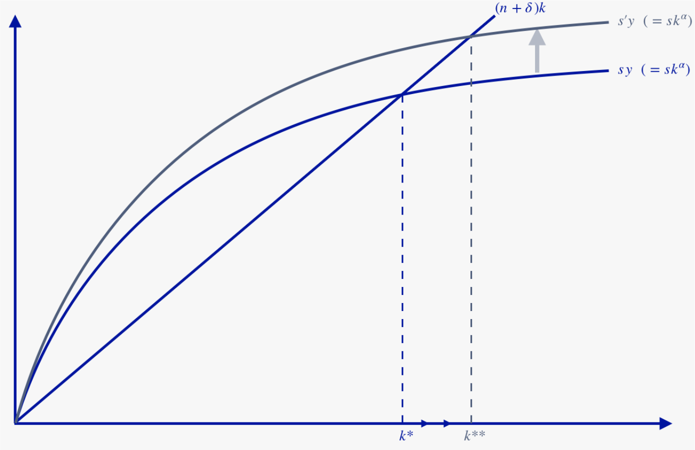


Figure: Effet d'une hausse de l'investissement

Expliquer la croissance : le modèle de Solow

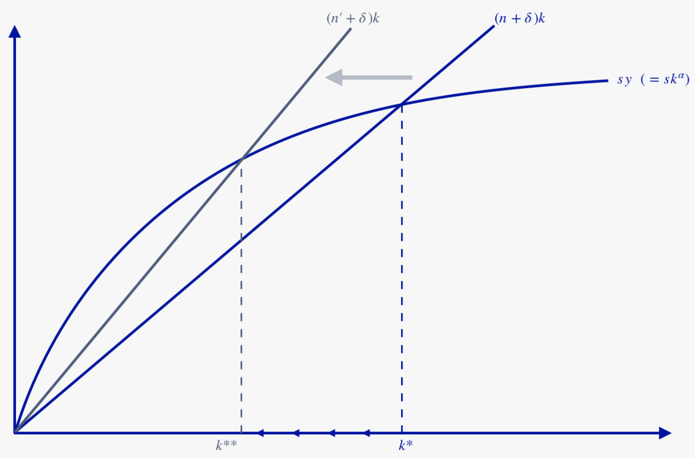


Figure: Effet d'une hausse du taux de croissance de la population

Confronter le modèle de Solow aux faits

Ce modèle donne une première réponse à la disparité des niveaux de richesses dans le monde : comme $y^* = \left(\frac{s}{n+\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$, les pays qui épargnent plus et qui ont une population qui croît moins vite ont un niveau de revenu supérieur

Concernant la croissance :

- Elle ne peut être que transitoire : à l'état stationnaire, la croissance est nulle
- Sur le sentier de transition vers l'état stationnaire, la croissance est positive , mais de moins en moins rapide
- Ces deux faits entrent en contradiction avec les faits de Kaldor : les données semblent montrer que les économies développées ont cru à taux constant positif.

Les parts respectives de la rémunération du capital et du travail sont bien fixes (α fixe, y^* constant et k^* constant)

Solow : la prise en compte du progrès technique

D'où vient la croissance continue du revenu par habitant ? Du progrès technique ?

Suivons Solow et ajoutons le progrès technique au modèle : on va supposer que le progrès technique rend plus efficace le travail

$$Y_t = F(K_t, A_t L_t) = K_t \alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}$$

avec

$$\frac{\dot{A}_t}{A_t} = g$$

L'équation d'accumulation du capital n'est pas modifiée : $\frac{\dot{K}_t}{K_t} = s\frac{Y_t}{K_t} - \delta$

Solow : la prise en compte du progrès technique

Définition

On appelle sentier de croissance équilibré un sentier sur lequel toutes les variables croissent à taux constant

Remarque

Un sentier de croissance équilibré est un état stationnaire en taux de croissance

Sur un sentier de croissance équilibré, $\frac{\dot{K}_t}{K_t}$ constant $\Leftrightarrow \frac{y_t}{k_t}$ constant $\Leftrightarrow$
$\frac{\dot{k}}{k} \equiv g_k = g_y \equiv \frac{\dot{y}}{y}$

En écrivant la production en variables par tête :
$y_t = k_t^{\alpha} A_t^{1-\alpha} \Leftrightarrow \frac{\dot{y}_t}{y_t} = \alpha \frac{\dot{k}_t}{k_t} + (1-\alpha)\frac{\dot{A}_t}{A_t}$

On en déduit $g_y = g$: d'après le modèle de Solow avec prise en compte du progrès technique le taux de croissance de long terme d'une économie est son taux de progrès technique (exogène !)

Solow : la prise en compte du progrès technique

Sur un sentier de croissance équilibré, les économies croissent au progrès technique. Nous avons vu qu'un tel sentier existe, il nous reste deux questions

- Est-il unique ?
- Les économies convergent-elles vers un tel sentier ?

Pour répondre à ces questions, nous devons réécrire le modèle en unités de travail efficaces. En effet :

- k n'est plus constant à long terme ($\nexists k^*, \dot{k} = 0$)
- en revanche $\tilde{k}_t = \frac{K_t}{A_t L_t}$ est constant à long terme ($\exists \tilde{k}^*, \dot{\tilde{k}} = 0$)
  - sur le sentier de croissance équilibré $g_k = g$
  - $\tilde{k} = \frac{k}{A}$

De la même manière, on va considérer $\tilde{y}_t = \frac{Y_t}{A_t L_t}$

Centrale Marseille

Solow : la prise en compte du progrès technique

En réécrivant le modèle en unités de travail efficaces, on a :

$$\tilde{y}_t = \tilde{k}_t^{\alpha}$$

$$\frac{\dot{\tilde{k}}_t}{\tilde{k}_t} = \frac{\dot{\tilde{K}}_t}{\tilde{K}_t} - \frac{\dot{\tilde{L}}_t}{\tilde{L}_t} - \frac{\dot{\tilde{A}}_t}{\tilde{A}_t}$$

On en déduit

$$\dot{\tilde{k}}_t = s\tilde{y}_t - (n + g + \delta)\tilde{k}_t$$

Solow : la prise en compte du progrès technique

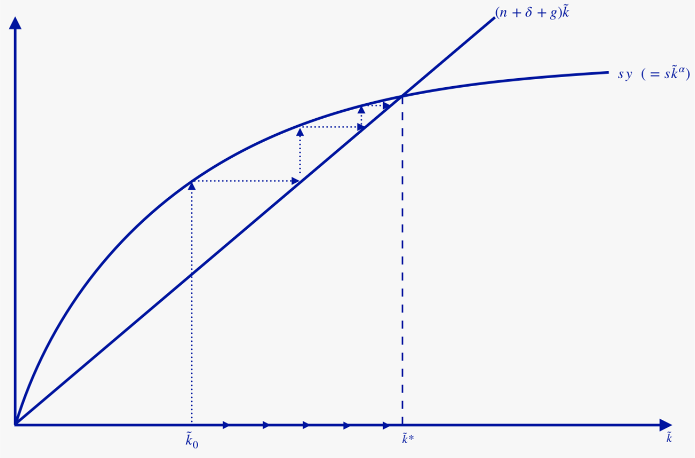


Figure: Effet d'une hausse du taux de croissance de la population

Solow : la prise en compte du progrès technique

Comme nous l'avions fait en l'absence de progrès technique, il est facile de calculer les valeurs d'état stationnaires

$$\tilde{k}^* = \left(\frac{s}{n+\delta+g}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n+\delta+g}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

Comme on sait que $\tilde{y}_t = y_t/A$, on en déduit que

$$y_t^* = A_t\left(\frac{s}{n+\delta+g}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

Centrale Marseille

Confronter le modèle de Solow avec progrès technique aux faits

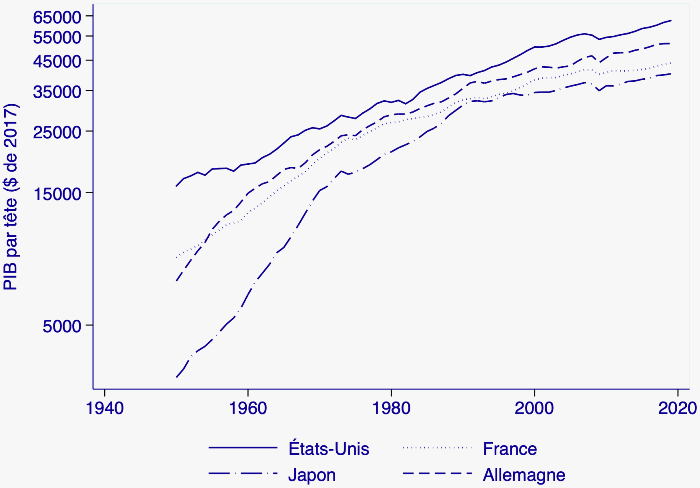
Les pays riches sont si riches (et les pays pauvres si pauvres) car

- Ils investissent plus que les pays pauvres
- Leur population croît moins vite
- Leur taux de croissance est plus élevé

Leur taux de croissance est si élevé car

- Ils ont un taux de progrès technique plus élevé

PIB par tête



Centrale Marseille

Pour aller plus loin

Ce modèle

- ne permet cependant pas d'identifier les racines profondes de la croissance
- il identifie juste le progrès technique comme une source de croissance
  - En existe-t-il d'autres ? Lesquelles ?
- mais ce progrès technique n'est pas expliqué (il est exogène, i.e. il tombe du ciel !)
- Il faut expliquer ce progrès technique

$\Rightarrow$ Répondre à ces questions a été l'objet des théories de la croissance endogène