# Capital humain et croissance

AES L3 AGE, AGT, CAI

2016-2017

# Objectifs de ce document

1. Donner une définition du capital humain.
2. Décrire les types d'investissement en capital humain.
3. Présenter le modèle de Lucas avec un secteur d'accumulation du capital humain.
4. Comprendre l'existence de clubs de convergence.
5. Apprécier la portée empirique du modèle de Lucas

# Qu'est ce que le capital humain ?

En 1964 dans son ouvrage *Human Capital*, Gary Becker, définit le capital humain comme "*l'ensemble des capacités productives qu'un individu acquiert par accumulation de connaissances générales ou spécifiques, de savoir-faire, etc.*"

Pour les néoclassiques, le travail est exclusivement quantitatif. Par exemple avec la fonction de production Cobb-Douglas les facteurs travail et capital ont une élasticité de substitution égale à l'unité [1].

L'augmentation du facteur travail peut donc avoir un effet plus ou moins important sur la production selon le niveau de capital humain des travailleurs

1. la diminution du capital de 1% peut être compensée par une augmentation du travail de 1% pour conserver le même niveau de production).

# Theodore Schultz : le précurseur

En 1961, Schultz publie dans l'AER un article intitulé "*Investment in Human Capital*" où il s'oppose aux modèles de croissance standard dominant (Harrod-Domar et Solow), qui relient le taux de croissance à l'accumulation du capital physique.

Schultz souligne qu'il « *y a peu de doute que l'investissement qui améliore les capacités des gens crée des différences dans la croissance économique et dans la satisfaction vis-à-vis de la consommation. Nous savons maintenant que l'oubli du capital humain biaise l'analyse de la croissance économique.* »

# Gary Becker formalise la décision d'accumulation du capital humain

Selon Becker, le capital humain est un actif, un patrimoine, un stock susceptible de procurer un revenu devenant ainsi un sous-ensemble dans la notion globale de capital.

La décision d'investir dans le capital humain relève d'un problème d'optimisation de l'agent en intégrant le coût d'opportunité de l'accumulation du capital humain.

# Comment investir en capital humain ?

La théorie économique retient trois forme d'investissement en capital humain

- L'investissement au sein de la famille
- le learning by doing (externalité)
- Le learning or doing (secteur éducatif)

# L'investissement au sein de la famille

Les parents éduquent les enfants. Les parents subissent les coûts (renoncement à de la production) et les enfants profitent des gains (salaire plus élevé). Il faut donc un paramètre d'altruisme pour que les parents éduquent leurs enfants Becker, Tamura et Murphy [1990].

- Mode d'accumulation peu pris en considération dans la théorie économique.
- Le niveau de capital humain de l'enfant dépend du niveau de capital humain des parents et du temps qu'ils consacrent à cette activité.
- Peut donner lieu à un contrat entre parents et enfants du type "je t'éduque et tu t'occuperas de moi quand je serai vieux"

# Le learning by doing

L'accumulation du capital humain se fait par la pratique. C'est en travaillant que l'on acquière des connaissances et que l'on devient plus productif.

- Le capital humain est donc une externalité positive de l'activité de production
- Dans "The economic implications of learning by doing" (1962), Arrow montre que l'efficacité des facteurs de production dépend de l'apprentissage c'est le fameux modèle AK.
- Yang et Borland (1991) ont montré que l'apprentissage par la pratique joue un rôle dans l'évolution du pays avec une plus grande spécialisation dans la production.
- Dans ces deux cas, l'apprentissage par la pratique des fournit un moteur de la croissance.

# Le learning or doing

L'accumulation du capital humain se fait par le renoncement à du travail pour accumuler du capital humain.

- vous pouvez vous enfermer dans une bibliothèque pour accumuler des connaissances.
- Vous pouvez passer du temps dans un système éducatif.
- Dans les deux cas, vous renoncez à aller sur le marché du travail. Ce manque à gagner doit être compensé par les gains issus d'un salaire plus élevé le restant de votre vie de travail.

# Les hypothèses

**Hypothèse #1 :**On considère une économie fermée sans État avec une population qui croît à taux constant $n$. A la date $t$, il y a $N_t$ agents.

**Hypothèses #2 :** A chaque période les agents choisissent de passer $u_t$ unités de temps à travailler dans le processus de production et $(1 - u_t)$ unité de temps à s'éduquer. A chaque la date $t$, il y a donc :

- $u_t N_t$ agents qui travaillent dans le processus de production
- $(1 - u_t)N_t$ agents en formation.

**Remarque :** Cette hypothèse considère que chaque année un agent travaille par exemple 10 mois et se forme 2 mois. Dans le cadre d'un système éducatif, l'agent passe ses $n$ premières années à se former et travaille les autres années.

**On supposera qu'au niveau macroéconomique ces deux cas de figure sont identiques.**

**Hypothèses #3 :** La fonction d'accumulation du capital humain

Lorsque les agents sont en formation, ils font progresser leur capital humain individuel $h_t$ de la façon suivante :

$$Dh_t = B(1 - u_t)h_t$$

La variation du capital humain $Dh_t$ dépend du niveau de capital humain déjà acquis $h_t$, du temps passé à la formation $(1 - u_t)$ mais aussi de l'efficacité de la formation $B$.

**Hypothèses #4 :** Comme chaque travailleur ($L_t = N_t$ puisqu'il n'y a pas de chômage) est doté à l'instant $t$ d'un montant de capital humain obtenu en formation, le stock global de capital humain dans le processus de production est :

$$u_t h_t N_t$$

La production est donnée par la combinaison de trois facteurs le capital, le capital humain et le travail suivant une technologie de type Cobb-Douglas :

$$Y_t = AK_t^{\alpha}(u_t h_t L_t)^{1-\alpha}$$

Soit par tête :

$$y_t = Ak_t^{\alpha}(u_t h_t)^{1-\alpha}$$

# Le côté demande du modèle

Comme dans le modèle de Ramsey, un dictateur bienveillant va chercher à maximser une fonction d'utilité intertemporelle du type :

$$\max_{c_t, u_t} \int_{t=0}^{+\infty} e^{-\rho t} \quad \frac{c_t^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} L_t dt$$

Sous les contraintes d'accumulation des deux de capitaux, le capital physique et le capital humain :

$$Dk_t = Ak_t^{\alpha}(u_t h_t)^{1-\alpha} - c_t - (n+\delta)k_t$$

$$Dh_t = B(1-u_t)h_t$$

# Interprétation du programme d'optimisation

Par comparaison a un jeu video, ce problème consiste à maximiser une somme pondérée d'utilités en utilisant deux manettes.

- Une première qui est la consommation qui affecte uniquement l'accumulation du capital physique
- une seconde qui est le temps de travail $(u_t)$qui affecte l'accumulation du capital physique et l'accumulation du capital humain.

# Remarque sur la façon de résoudre le problème

Ce type de problème d'optimisation dynamique se résout à l'aide d'un Hamiltonien (sorte de super Lagrangien). Il ya plusieurs types de conditions à respecter :

1. On doit utiliser la consommation de façon optimale
2. On doit utiliser le temps de production (et donc de formation de façon optimale)
3. L'augmentation du stock de capital physique par tête a un coût immédiat
4. L'augmentation du stock de capital humain par tête a un coût immédiat
5. Le capital physique n'a aucune valeur à l'infini (Il n'a pas d'autre utilité que de produire pour consommer).
6. Le capital humain n'a aucune valeur à l'infini (Il n'a pas d'autre utilité que de produire pour consommer). Cette dernière condition ne considère donc $h_t$ comme un "vulgaire capital".

# Le taux de croissance optimal d'état régulier

La solution du problème est identique à celle de Ramsey :

$$\frac{Dc_t}{c_t} = \frac{1}{\sigma}(r^* - \rho)$$

On montrerait qu'à l'état régulier on a :

$$Pmk^* = B + \delta \quad \text{soit} \quad r^* = B$$

Ainsi

$$\gamma_c = \frac{1}{\sigma}(B - \rho)$$

Ce résultat remarquable simple, nous apprend que le le taux de croissance de l'économie dépend positivement de l'efficacité du système de formation. En effet, pour $1 - u_t$ donné, $Dh_t/h_t = A$

# Le temps optimal de formation $(1-u^*)$

A l'état régulier on sait que : $\gamma_c = \gamma_h = \gamma_k$ On peut donc écrire :

$$\frac{1}{\sigma}(B-\rho) = B(1-u^*)$$

On en déduit facilement :

$$1-u^* = \frac{1}{\sigma B}(B-\rho) = \frac{\gamma}{B}$$

On constate que le paramètre d'efficacité du système de formation jour de façon ambigu sur le temps de formation.

- Lorsque le système de formation est efficace, cela incite l'agent à y passer du temps (relation positive).
- Mais pour une accumulation donnée $(\gamma_))$, plus le système de formation est efficace moins on a besoin d'y passer du temps.

# Variation de l'efficacité du système de formation

Pour étudier l'effet d'une variation de l'efficacité du système de formation calculons :

$$\frac{\partial(1-u^*)}{\partial B} = \frac{\rho}{\sigma B^2} > 0$$

et

$$\frac{\partial^2(1-u^*)}{\partial B^2} = -\frac{2\rho}{\sigma B^2} < 0$$

Une hausse de B augmente bien le temps de formation (dérivée première positive) mais moins que proportionnellement (dévirée seconde négative).

# calibration du modèle

En prenant $\sigma = 2, \rho = 2\%$ il faut pour avoir une croissance par tête de 2% un paramètre $B = 0.06$.

Le temps de formation est donc :

$$1 - u^* = \frac{\gamma}{B} = \frac{0.02}{0.06} = 1/3$$

Ainsi chaque agent passerait 1/3 de son temps en formation et 2/3 de son temps au travail.

# Conséquence #1 du modèle de Lucas

L'esprit de ce modèle veut que l'on assimile le système de formation au système éducatif. Dans les pays riches le systme éducatif est efficace alors que dans les pays pauvres le système éducatif est moins efficace

$$B^{\text{Riche}} > B^{\text{Pauvre}}$$

Ce modèle explique donc ce que les hétérodoxes affirmaient depuis longtemps, il faut développer le système éducatif des pays pauvres.

Mais ce modèle ne permet pas d'expliquer les différences du paramètre $B$ entre les pays.

# Conséquence #2 du modèle de Lucas

Puisqu'il a deux type de capital, ce modèle fait apparaître une convergence d'un pays vers son état régulier de croissance.
Pour comprendre ce point là, il faut écrire la $Pmk_t$ :

$$Pmk_t = A\alpha k^{\alpha-1}(u_t h_t)^{1-\alpha}$$

A l'état régulier on sait que $Pmk^* = B$. On peut donc écrire :

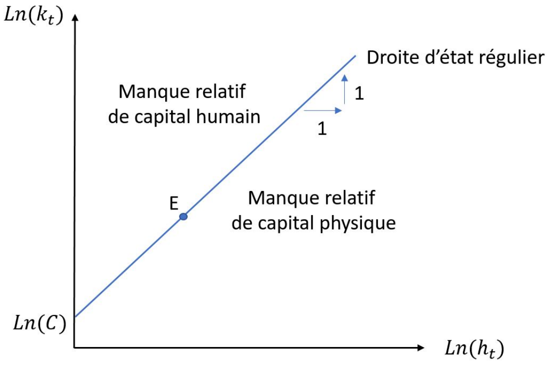
$$B = A\alpha(u^*)^{1-\alpha}\left(\frac{h_t}{k_t}\right)^{1-\alpha}$$

Pour simplifier, définissons : $C = B/(A\alpha(u^*)^{1-\alpha}$ :
En prenant le Logarithme :

$$\boxed{Ln(k_t) = Ln(h_t) - \frac{1}{1-\alpha}Ln(C)}$$

C'est l'équation d'une droite de coefficient directeur 1

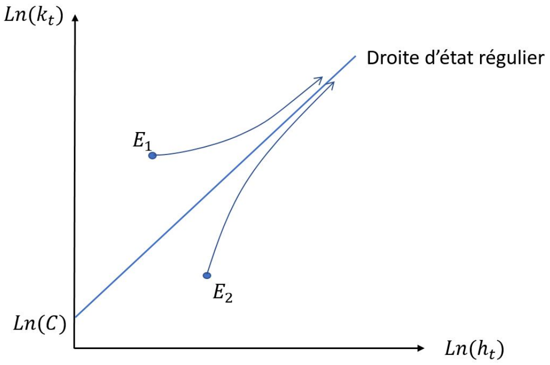
# Représentation graphique




Si les dotations initiales d'une économie sont au dessus de la droite d'état régulier, l'économie manque relativement de capital humain et inversement si on se trouv en dessous de la droite.

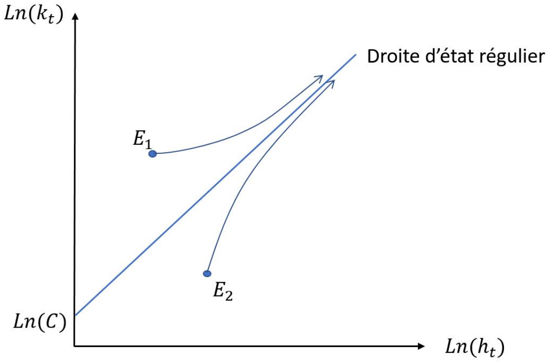
# Convergence vers l'état régulier 1/2

L'économie$E_1$ manque de capital humain, la rémunération du capital humain est élevée par rapport à celle du capital physique. Il va donc y avoir une rapide accumulation du capital humain.



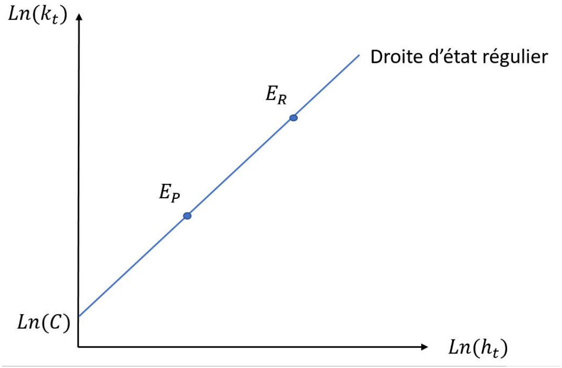
# Convergence vers l'état régulier 1/2

L'économie$E_2$ manque de capital physique, la rémunération du capital physique est élevée par rapport à celle du capital humain. Il va donc y avoir une rapide accumulation du capital capital physique.



# L'existence de club de convergence 1/2

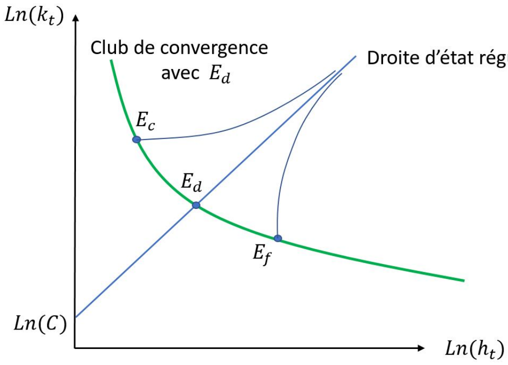
On sait que deux économies à l'état régulier ne convergeront pas, puisqu'elles ont le même taux de croissance mais pas les mêmes niveaux de capital physique et de capital humain.




Ainsi l'économie "pauvre" $E_P$ ne rattrapera jamais l'économie riche $E_R$. Dans ce cas il n'y a pas convergence.

# L'existence de club de convergence 2/2

En revanche il existe un ensemble de dotations qui font que les économies vont converger en niveau et en taux (Pigalle (1994)).



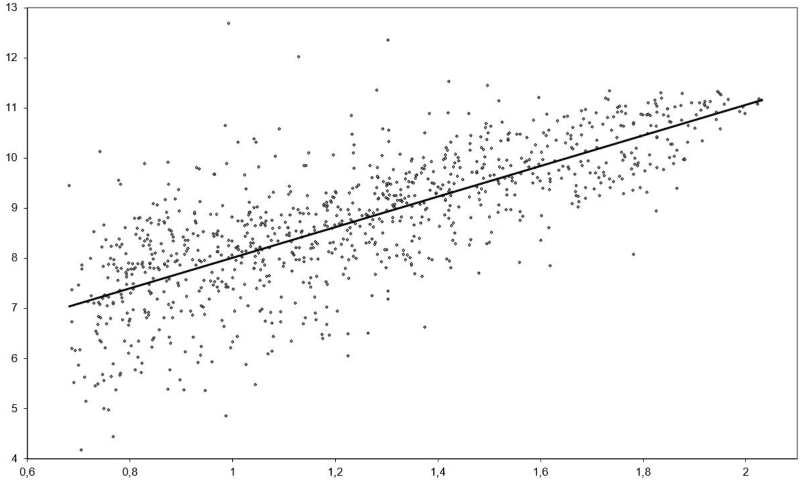

Ainsi les économies $E_c, E_d$ et $E_f$ sont à terme converger en taux et en niveau. Dans ce cas il y a convergence.

# Portée empirique du modèle de Lucas

Il est difficile de construire une variable reflétant le capital humain. Pour cela il faudrait introduire des variables explicatives de l'efficacité de la formation. Nous le ferons par la suite.

Nous allons voir à partir d'une base de données construite par Baier, Dwyer et Tamura (2006)qu'il existe bien cette droite d'état régulier.

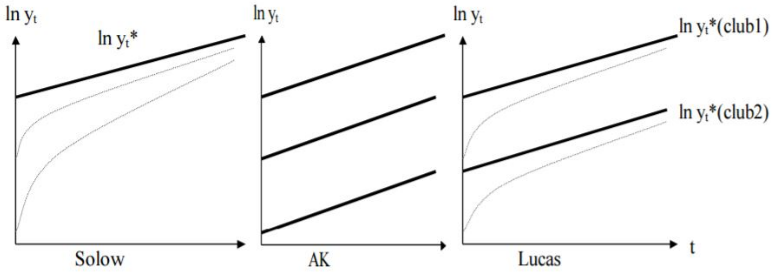
Le graphique montre la position des pays du monde à diverses dates connues dans le plan $(Ln(h_t), Ln(k_t))$.




La droite représente l'ajustement du nuage de points.

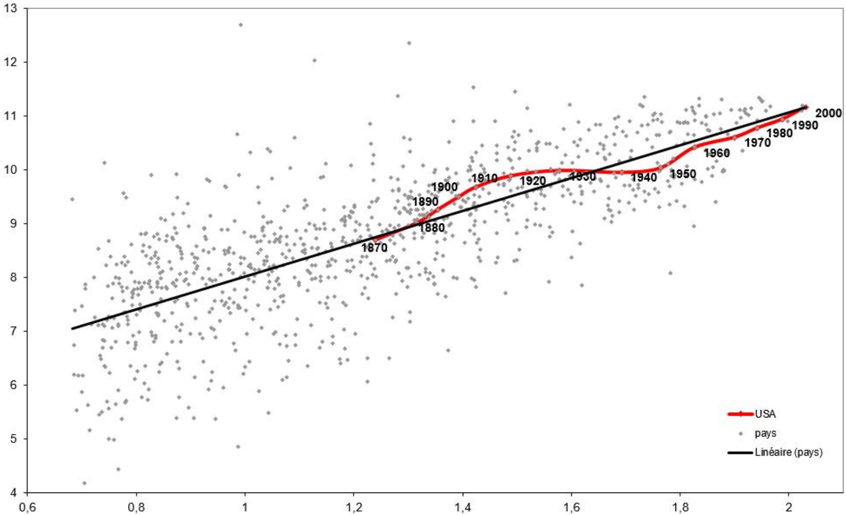
# Remarque importante

Le graphique suivante montre les diverses cas de convergence ou non convergence dans les différents modèles.

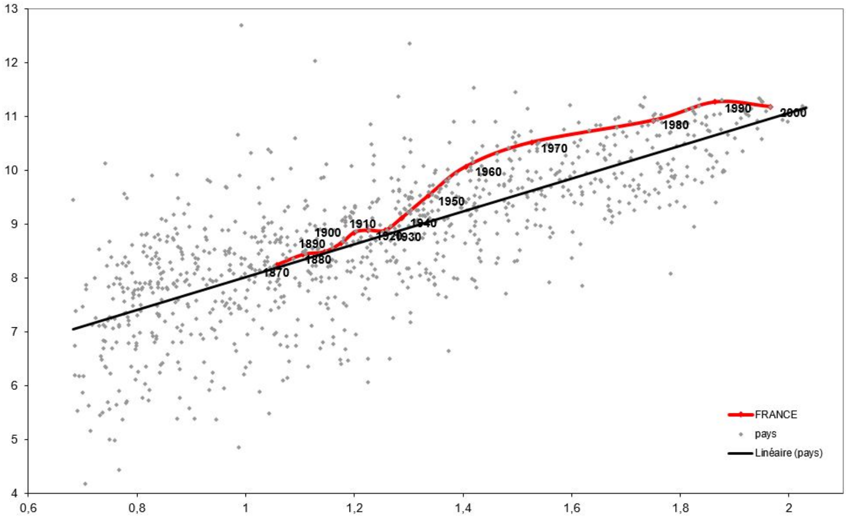



Le graphique précédent laisse penser qu'il n'y a qu'une seule droite de convergence accréditant le modèle de Solow ! Il convient donc de regarder les trajectoires des différents pays.

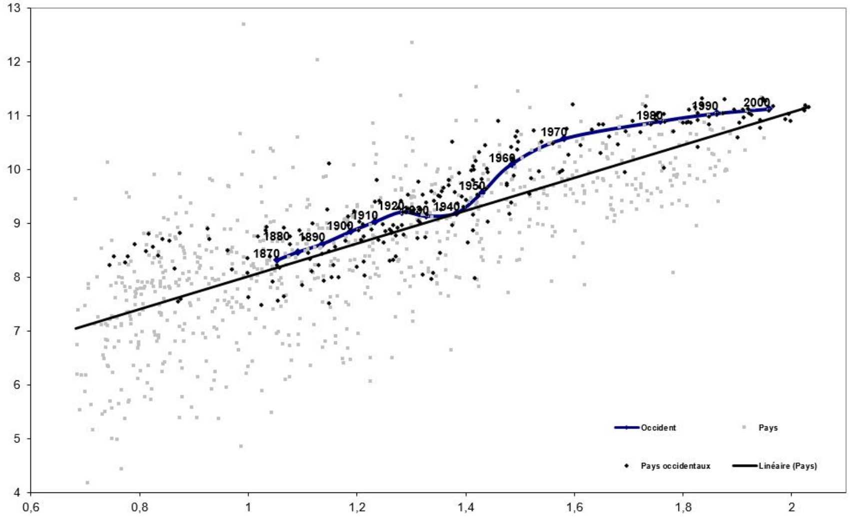
# Trajectoire des USA



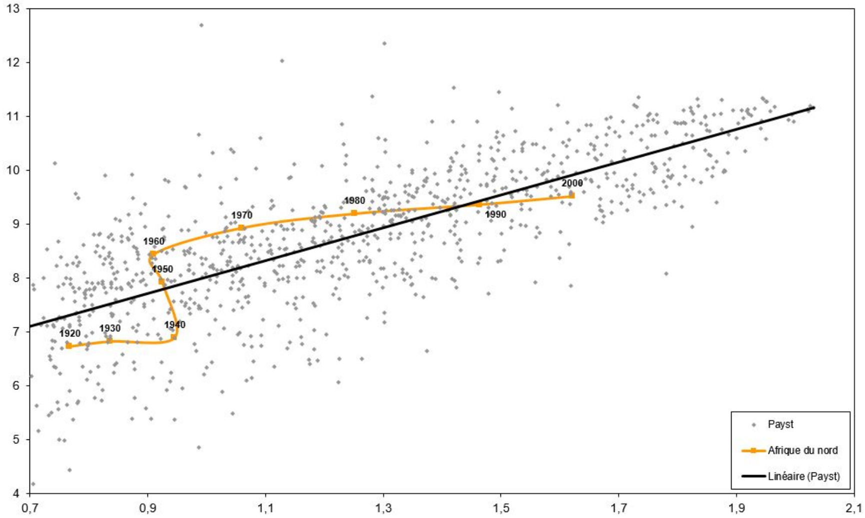
# Trajectoire de la France



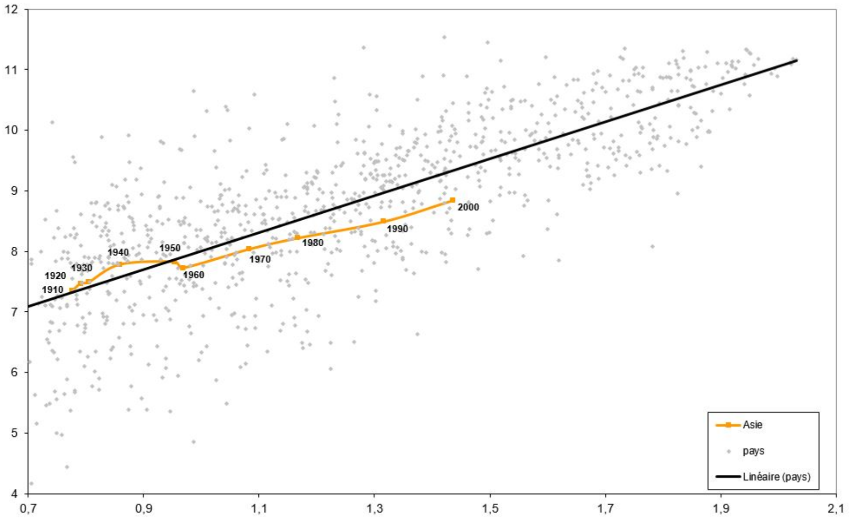
# Trajectoire du monde Occidental



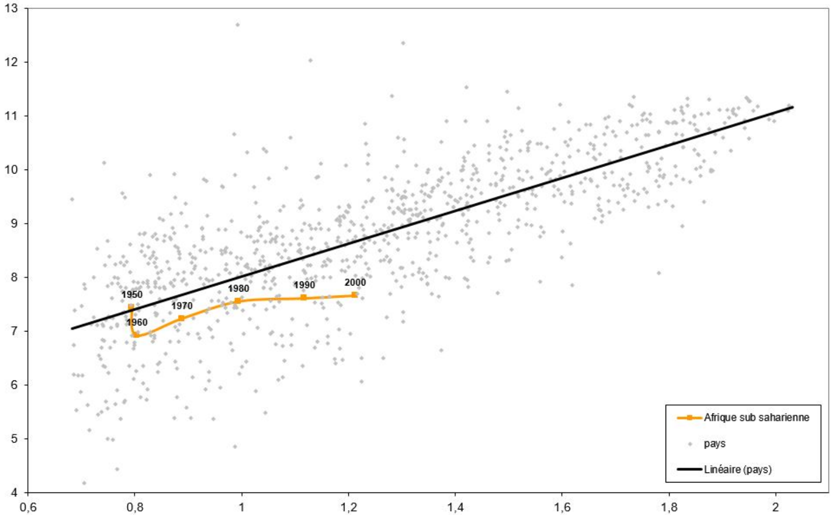
# Trajectoire de l'Afrique du nord



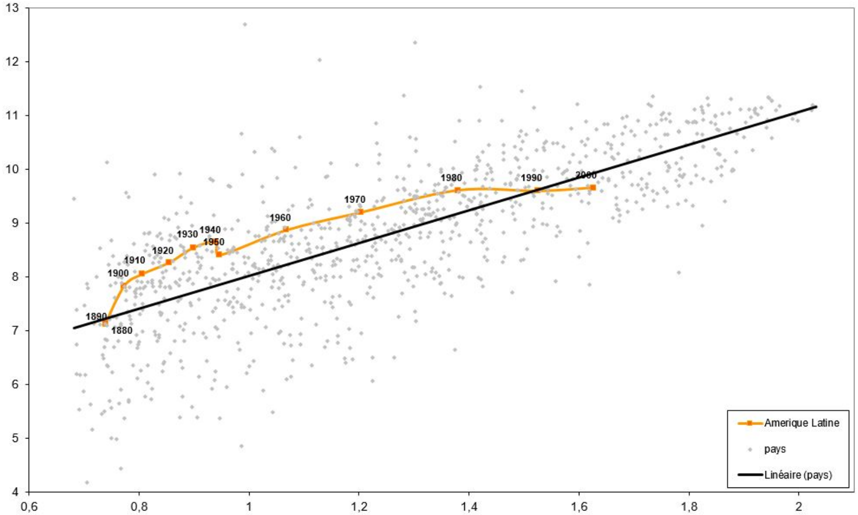
# Trajectoire de l'Asie



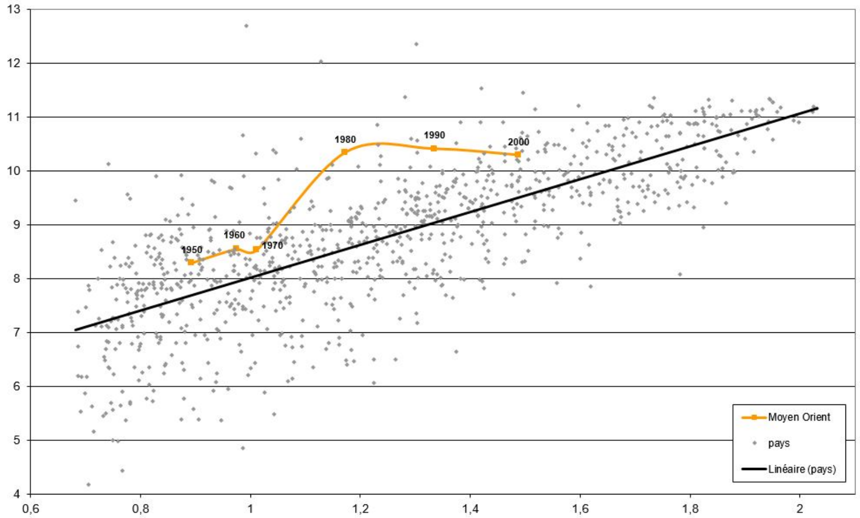
# Trajectoire de l'Afrique Sub-Saharienne



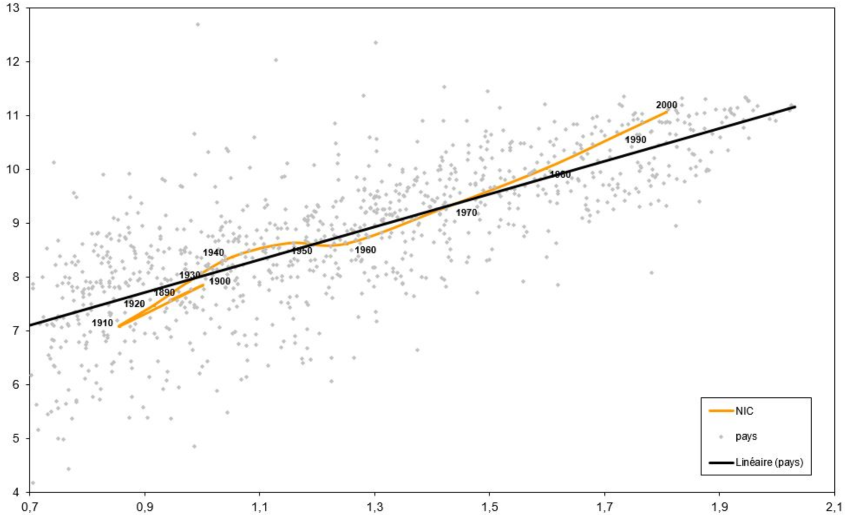
# Trajectoire de l'Amérique Latine



# Trajectoire du Moyen Orient



# Trajectoire des Nouveaux pays industrialisés



# Conclusion

Le modèle de Lucas (1988) a le mérite d'intégrer le capital humain avec un vrai secteur d'accumulation du capital humain. On peut regretter plusieurs choses :

- L'efficacité du système d'accumulation du capital humain n'est pas expliqué (de la même façon que la $Pmk$ n'était pas expliquée dans le modle AK.
- Il serait nécessaire d'expliquer la fonction d'accumulation du capital humain en particulier le rendement constant du capital humain.
- Le modèle de Lucas suppose l'existence d'autant de $Pmk$ qu'il a d'efficacité du système de formation. Il faudrait étudier plus en avant les possibilités de migration du capital physique et des individus éduqués.