2
LE MODELE NÉOCLASSIQUE

Ce chapitre présente un rappel synthétique du modèle de Solow (1956). Ce modèle, avec celui de Ramsey, constitue le modèle néoclassique de croissance en concurrence pure et parfaite. Il n'y a ni externalités, ni biens publics, ni monopoles. La croissance est donc équilibrée et optimale. Il n'y a aucune justification à la politique économique. Cette croissance est également exogène, le moteur en est le « progrès technique » envisagé comme un bien libre.

La section 1 présente le modèle de Solow en reprenant le cadre proposé dans l'ouvrage de Barro et Sala-i-Martin (1995) qui est devenu la référence obligée. La section 2 analyse le rôle de l'épargne dans la croissance. La section 3 présente les critiques empiriques du modèle de Solow qui sont à la base de la construction des modèles de croissance endogène.

2.1 LE MODÈLE DE SOLOW

Nous présentons les hypothèses du modèle, puis sa solution générale sans spécification particulière de la fonction de production, puis nous reprenons une nouvelle fois cette solution en spécifiant la fonction de production par une « Cobb-Douglas ».

2.1.1 Les hypothèses

H1 : la concurrence est pure et parfaite, les agents sont price takers.
H2 : il y a un bien unique. Par exemple il peut s'agir du blé. Cette abstraction traduit le phénomène central qui nous intéresse, selon lequel, à un moment donné, une économie a le choix entre affecter ses ressources rares à la consommation immédiate ou à l'investissement, pour consommer plus tard. Puisqu'il y a bien unique, la quantité produite de ce bien est égale à la quantité consommée et investie. Il y a équilibre sur le marché des biens : Y = C + I .
H3 : il y a équilibre sur le marché des capitaux : I = S.
H4 : le taux d'épargne est exogène : S = s Y. (Cette caractéristique « keynésienne » du modèle de Solow, permet dans un premier temps de simplifier l'analyse. Dans le chapitre suivant consacré au modèle de « Solow-Ramsey », l'épargne deviendra endogène).
H5 : l'investissement accroît dans le temps le stock de capital : I $\Rightarrow$ DK = dK/dt.
A long terme, le capital s'use et donc son stock se déprécie au taux δ. Alors l'accroissement net du stock de capital est : $DK = I - \delta K$.
H6 : la population croît à un taux exogène constant : DL/L = n.
H7 : il y a équilibre sur le marché du travail : $L^d = L^s$.
H8 : la fonction de production, Y = F (K, L, t) est dite « néoclassique » ou « bien élevée ».

1) Rendements factoriels : les productivités marginales du capital (F'_K = PmK) et du travail (F'_L = PmL) sont positives et décroissantes.
2) Les rendements d'échelle sont constants : $F(\lambda K, \lambda L) = \lambda . F(K, L)$.
3) Conditions d'Inada : $\lim_{K\to 0}(F'_K) = \lim_{L\to 0}(F'_L) = \infty$ et $\lim_{K\to\infty}(F'_K) = \lim_{L\to\infty}(F'_L) = 0$.

H9 : le progrès technique est neutre au sens de Harrod, c'est-à-dire qu'il augmente l'efficacité du travail. Y = F (K, A(t).L). Le progrès technique « croît » au taux exogène constant : DA/ A = x, En posant A(0) = 1, on a donc : A(t) = e $^{x\,t}$. Puisque le progrès technique améliore l'efficacité du travail au taux x, tout se passe comme si le facteur travail efficace croissait au taux (x+n).

2.1.2 Équilibre concurrentiel, état régulier et dynamique transitoire

On cherche la solution d'état régulier, c'est-à-dire une solution 1) d'équilibre concurrentiel où 2) toutes les variables croissent à taux constant. On étudie ensuite la stabilité de l'état régulier.

1) L'équilibre concurrentiel est réalisé quand les producteurs maximisent leur profit (pour w = PmL et r = PmK-δ) et quand les conditions d'équilibre des trois (deux) marchés sont satisfaites :

Sur le marché du capital : $DK = I - \delta K = sY - \delta K$ (2.1)

Sur le marché du travail : $L(t) = L_0\, e^{nt}$ (2.2)

Sur le marché des biens : $Y = C + I$ (2.3)

Puisque les rendements sont constants, on peut travailler avec la forme intensive de la fonction de production et avec les variables par tête « efficace » :

$\hat{y} = f(\hat{k})$ où : $\hat{y} = \dfrac{Y(t)}{e^{x.t}\,L(t)} = \dfrac{Y}{AL}$ et $\hat{k} = \dfrac{K(t)}{e^{x.t}\,L(t)} = \dfrac{K}{AL}$.

En utilisant $Y = e^{x.t}.L.f(\hat{k})$ et $K = e^{x.t}.L.\hat{k}$, on calcule les productivités marginales :

$PmK = \dfrac{\partial Y}{\partial K} = e^{x.t}L\dfrac{\partial f}{\partial \hat{k}}.\dfrac{d\hat{k}}{dK} = e^{x.t}L.f'\,(\hat{k})\dfrac{1}{e^{x.t}L} = f'\,(\hat{k}) = r + \delta$. Il faut remarquer que $\dfrac{\partial Y}{\partial K} = \dfrac{\partial \hat{y}}{\partial \hat{k}}$.

La productivité marginale du capital est constante si $\hat{k}$ est constant. Le taux d'intérêt est donc constant à l'état régulier.

$PmL = e^{xt}\,f(\hat{k}) + e^{xt}Lf\,'(\hat{k})\dfrac{d\hat{k}}{dL} = e^{xt}[\,f(\hat{k}) - \hat{k}f\,'(\hat{k})] = w$.

La productivité marginale du travail est croissante au taux x lorsque $\hat{k}$ est constant. Le taux de salaire est donc croissant à l'état régulier.

Remarquons que puisque les rendements sont constants, selon le théorème d'Euler :

$Y = \dfrac{\partial Y}{\partial K}K + \dfrac{\partial Y}{\partial L}L = (r+\delta)K + wL$, et en divisant par Y, on a : $1 = \dfrac{(r+\delta)K}{Y} + \dfrac{wL}{Y} = \alpha + (1-\alpha)$,

autrement dit en concurrence parfaite le revenu est intégralement distribué aux deux facteurs de production, α est la part du revenu qui revient au capital et $(1-\alpha)$ celle qui revient au travail. Dans les comptabilités nationales, on observe que la part du revenu qui revient au capital est approximativement $\alpha = 1/3$. Nous verrons dans la section 3, que cette contrainte paramétrique imposée par cette modélisation de la concurrence pure et parfaite, constitue la limite empirique du modèle de Solow.

Afin d'étudier la dynamique du système, réécrivons pour ces nouvelles variables par tête efficace l'équation (2.1) :

$$D\hat{k} = \frac{DK.AL - K(A.DL + L.DA)}{(A.L)^2} = \frac{DK}{AL} - \frac{K.DL}{A.L^2} - \frac{K.DA}{A^2.L} = \frac{DK}{AL} - \hat{k}\frac{DL}{L} - \hat{k}\frac{DA}{A}$$

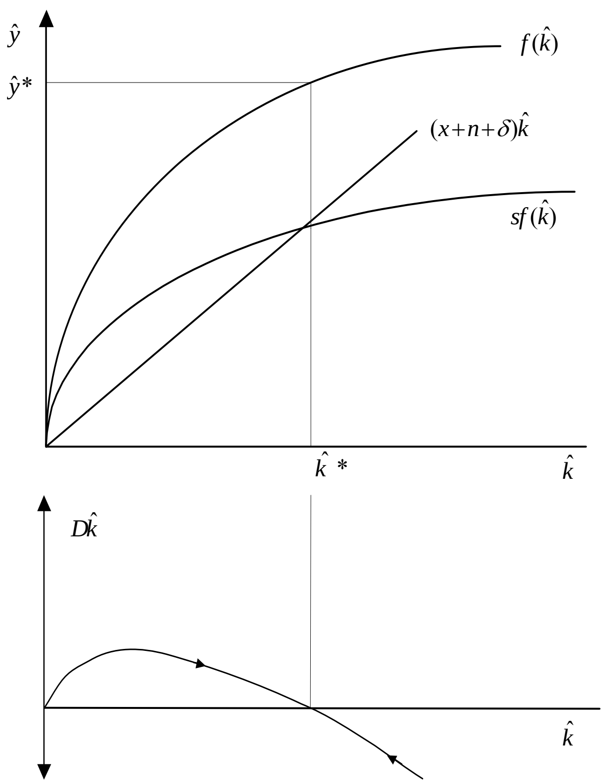
$$= \frac{sY - \delta K}{AL} - n\hat{k} - x\hat{k} = s\hat{y} - \delta\hat{k} - n\hat{k} - x\hat{k}$$

En définitive : $D\hat{k} = s.f(\hat{k}) - (x+n+\delta).\hat{k}$ (2.4)

L'équation (2.4) est appelée **l'équation dynamique fondamentale** du modèle de Solow avec progrès technique. Le taux de « dépréciation » effective du capital par tête efficace est (x+n+δ) puisque la croissance du facteur travail efficace est ici (x+n). Au cours du temps, le capital par tête efficace diminue, parce qu'il s'use au taux δ et parce que le nombre de travailleurs efficaces croît au taux (x+n). Il augmente grâce à l'épargne par tête efficace qui à l'équilibre (H3) est égale à l'investissement réalisé.

Sous nos hypothèses, notamment de concavité de la fonction de production (H8), on obtient la représentation graphique de la figure 2.1.

Figure 2.1 : le modèle de Solow



La courbe $s.f(\hat{k})$ représente l'investissement réalisé.
La droite $(x+n+\delta).\hat{k}$ représente l'investissement par tête efficace requis pour que la dotation par travailleur efficace reste constante.

A droite de $\hat{k}^*$, on a $s.f(\hat{k}) < (x+n+\delta).\hat{k}$, l'investissement réalisé est inférieur à l'investissement requis. Le capital par tête efficace décroît $D\hat{k} < 0$.

A gauche de $\hat{k}^*$, on a $s.f(\hat{k}) > (x+n+\delta).\hat{k}$, l'investissement réalisé est supérieur à l'investissement requis. Le capital par tête efficace croît $D\hat{k} > 0$.

En $\hat{k}^*$, on a $s.f(\hat{k}^*) = (x+n+\delta).\hat{k}^*$, l'investissement réalisé est égal à l'investissement requis. Le capital par tête efficace est constant $D\hat{k}^* = 0$.

2) Cherchons la croissance de $\hat{k}$ à taux constant. Pour faire apparaître le taux de croissance constant du capital par tête efficace à l'état régulier, divisons l'équation dynamique fondamentale par $\hat{k}$: $\dfrac{D\hat{k}}{\hat{k}} = \dfrac{s.f(\hat{k})}{\hat{k}} - (x+n+\delta)$.

A l'état régulier, par définition, $D\hat{k}/\hat{k}$ est une constante. Dans la partie droite de l'équation, s, x, n, δ, sont des paramètres constants, il s'ensuit que $f(\hat{k})/\hat{k}$ doit être constant à l'état régulier, et donc sa dérivée par rapport au temps nulle.

$$D\left(\frac{f(\hat{k})}{\hat{k}}\right) = \frac{f'(\hat{k})D\hat{k}.\hat{k} - f(\hat{k}).D\hat{k}}{\hat{k}^2} = -\frac{f(\hat{k}) - \hat{k}f'(\hat{k})}{\hat{k}}\frac{D\hat{k}}{\hat{k}} = 0$$

L'expression $[f(\hat{k}) - \hat{k}f'(\hat{k})]$ est égale à la productivité marginale du travail efficace qui est positive à l'équilibre concurrentiel. Donc, $D\hat{k}/\hat{k} = 0$ à l'état régulier. Le seul taux de croissance constant pour $\hat{k}$ est le taux nul. A l'état régulier, le taux de croissance du capital par tête efficace doit être **nul**, donc le capital par tête efficace est constant dans le temps.

3) Etat régulier. Puisqu'à l'état régulier $D\hat{k} = 0$, la valeur d'état régulier $\hat{k}^*$ satisfait la condition : $s.f(\hat{k}^*) = (x+n+\delta).\hat{k}^*$

$\hat{k}^*$ est le capital par tête efficace d'état régulier.

$\hat{y}^* = f(\hat{k}^*)$ est le produit par tête efficace d'état régulier.

$\hat{c}^* = (1-s)\,\hat{y}^* = (1-s).f(\hat{k}^*)$ est la consommation par tête efficace d'état régulier.

De ces équations, on déduit qu'à l'état régulier : $D\hat{k} = D\hat{y} = D\hat{c} = 0$ et donc :

Comme $\hat{k}^*, \hat{y}^*, \hat{c}^*$ sont constantes, $\dfrac{D\hat{k}}{\hat{k}} = \dfrac{D\hat{y}}{\hat{y}} = \dfrac{D\hat{c}}{\hat{c}} = 0.$ (2.5)

Comme $k = \hat{k}.e^{xt}$ et $y = \hat{y}.e^{xt}$, $\dfrac{Dk}{k} = \dfrac{Dy}{y} = \dfrac{Dc}{c} = \text{x}.$

Comme $K = k.e^{nt}$ et $Y = y.e^{nt}$, $\dfrac{DK}{K} = \dfrac{DY}{Y} = \dfrac{DC}{C} = \text{x} + \text{n}.$

A l'état régulier, les variables par tête croissent au taux exogène de croissance du progrès technique x. Le taux de croissance de l'économie est égal à $\gamma = (x+n)$, au taux de croissance de la population plus le taux de croissance du progrès technique.

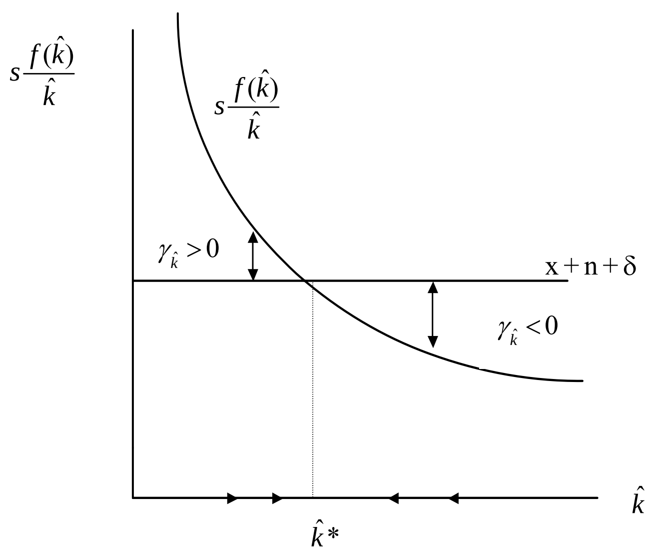
4) Dynamique transitoire

En dehors de l'état régulier :

$$\gamma_{\hat{k}} = \frac{D\hat{k}}{\hat{k}} = s.\frac{f(\hat{k})}{\hat{k}} - (x+n+\delta) \neq 0$$

On peut représenter sur la figure 2.2, les deux termes de cette différence. Puisque la productivité moyenne du capital, $f(\hat{k})/\hat{k}$, est décroissante en $\hat{k}$, puisque les conditions d'Inada sont respectées, puisque le terme (x+n+δ) est constant, la courbe coupe nécessairement la droite.

Figure 2.2 : dynamique transitoire du modèle de Solow



Si $\hat{k}(t) < \hat{k}^*$, $\hat{k}$ augmente vers $\hat{k}^*$: $\gamma_{\hat{k}} > 0$, $\gamma_k > x$, $\gamma_K > x+n$.

Si $\hat{k}(t) > \hat{k}^*$, $\hat{k}$ diminue vers $\hat{k}^*$: $\gamma_{\hat{k}} < 0$, $\gamma_k < x$, $\gamma_K < x+n$.

De $\hat{y} = f(\hat{k})$ on déduit $D\hat{y} = f'(\hat{k}).D\hat{k}$, et $\gamma_{\hat{y}} = \alpha\gamma_{\hat{k}}$ où $\alpha = \hat{k}.f'(\hat{k})/f(\hat{k})$ est la part du capital.

On déduit les taux de croissance pour les variables en niveau en dynamique transitoire :

$$\frac{DK}{K}=\frac{D\hat{k}}{\hat{k}}+x+n \;=\; s\;\frac{\hat{y}}{\hat{k}}-(x+n+\delta)+x+n=s\frac{Y}{K}-\delta \qquad (2.6)$$

$$\frac{DY}{Y}=\frac{D\hat{y}}{\hat{y}}+x+n=\alpha\frac{D\hat{k}}{\hat{k}}+x+n=\alpha\left[s\frac{\hat{y}}{\hat{k}}-(x+n+\delta)\right]+x+n=\alpha\left[s\frac{Y}{K}-\delta\right]-\alpha(x+n)+x+n$$

$$\frac{DY}{Y}=\alpha\frac{DK}{K}+(1-\alpha)\frac{DL}{L}+(1-\alpha)x \qquad (2.7)$$

Cette équation est celle utilisée en comptabilité de la croissance.
On remarque que le taux de croissance de dynamique transitoire dépend de s, nous reviendrons sur ce point dans la section 2.

Conclusions :
- L'état régulier existe. Les conditions d'Inada garantissent une solution intérieure.
- L'état régulier est stable. La convergence est garantie par la décroissance des rendements.

2.1.3 Exemple avec la fonction Cobb-Douglas

Puisque le progrès technique est neutre au sens de Harrod, la fonction de production s'écrit :

$$Y(t)=F\left[K(t),A(t)L(t)\right]=K^{\alpha}(AL)^{(1-\alpha)} \qquad (2.8)$$

où α est l'élasticité de la production au capital, égale en concurrence pure et parfaite, à la part du capital dans le revenu.
et A représente le niveau de technologie qui améliore le travail. Celui ci croît au taux de progrès technique exogène x. On pose $A(0)=1$ ce qui élimine $A(0)$ des formules suivantes :

$$A(t)=e^{xt} \qquad (2.9)$$

Les variables par tête sont : $y=Y/L$ et $k=K/L$.

Les variables par tête efficace sont : $\hat{y}=Y/L.e^{xt}$ et $\hat{k}=K/L.e^{xt}$.

En divisant $Y=K^{\alpha}(e^{xt}L)^{(1-\alpha)}$ à droite et à gauche par $e^{xt}L$, on obtient la fonction de production « intensive » : $\hat{y}=\hat{k}^{\alpha}$ (2.10)

Calculons les productivités du travail et du capital.
La productivité marginale du capital est : $PmK=\alpha K^{\alpha-1}(e^{xt}L)^{(1-\alpha)}=\alpha\hat{k}^{(\alpha-1)}$

Comme $\hat{k}$ est constant à l'état régulier,elle est constante à l'état régulier.

La productivité marginale du travail est : $PmL=(1-\alpha)K^{\alpha}(e^{xt}L)^{(-\alpha)}e^{xt}=(1-\alpha)\hat{k}^{\alpha}e^{xt}$

Comme $\hat{k}$ est constant à l'état régulier, elle croît au taux x à l'état régulier.

Déterminons l'équation dynamique fondamentale. L'équilibre du marché des biens exige : DK = s Y - δ K . Or, $K=Le^{xt}.\hat{k}$ et donc : $DK=D\hat{k}\,L\,e^{xt}+DL\,e^{xt}\,\hat{k}+x\,e^{xt}\,L\hat{k}$.

L'équation définissant l'équilibre sur le marché des biens s'écrit par conséquent :

$$D\hat{k}\,L\,e^{xt}+DL\,e^{xt}\,\hat{k}+x\,e^{xt}\,L\hat{k}=sY-\delta K\ .$$

Divisons à droite et à gauche par $L\,e^{xt}$ on obtient :

$$D\hat{k}+\frac{DL}{L}\,\hat{k}+x\,\hat{k}=s\hat{y}-\delta\hat{k}$$ ou encore : $D\hat{k}+n\,\hat{k}+x\,\hat{k}=s\hat{k}^{\alpha}-\delta\hat{k}$.

On obtient l'équation dynamique fondamentale : $D\hat{k}=s\hat{k}^{\alpha}-(x+n+\delta)\hat{k}$ (2.11)

L'état régulier, comme on l'a montré, est obtenu lorsque $D\hat{k}=0$, et donc :

$$\hat{k}^*=\left[\frac{s}{x+n+\delta}\right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \qquad \text{et} \qquad \hat{y}^*=\left[\frac{s}{x+n+\delta}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \qquad (2.12)$$

Les variables par tête efficace croissent à taux nul. Leur niveau est déterminé par les variables exogènes et par le paramètre α.

Comme $k=\hat{k}\,e^{xt}$ et $y=\hat{y}\,e^{xt}$: $k^*=e^{xt}\left[\frac{s}{x+n+\delta}\right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$ et $y^*=e^{xt}\left[\frac{s}{x+n+\delta}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$.

Les variables par tête croissent au taux constant x du progrès technique.
Ainsi, le modèle de Solow avec progrès technique neutre au sens de Harrod permet de reproduire le fait stylisé de la croissance régulière du produit par tête. De même il prédit à l'état régulier la constance de r, de K/Y, la croissance de w, et la croissance de k, cinq des faits stylisés de Kaldor.

Comme $K=k\,e^{nt}$ et $Y=y\,e^{nt}$: $K^*=e^{(x+n)t}\left[\frac{s}{x+n+\delta}\right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$ et $Y^*=e^{(x+n)t}\left[\frac{s}{x+n+\delta}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$.

Les variables en niveau (Y et K), croissent, au taux constant $\gamma=x+n$.
Le niveau des variables dépend du taux d'épargne, pas le taux de croissance de l'économie.

La dynamique transitoire est obtenue en posant $D\hat{k}\neq 0$. Le problème est que $D\hat{k}=s\hat{k}^{\alpha}-(x+n+\delta)\hat{k}$ est une équation différentielle non linéaire, que l'on peut résoudre par trois méthodes : En faisant un changement de variable, en linéarisant cette équation par un développement de Taylor d'ordre 1 au voisinage de $\hat{k}^*$ ou enfin en « log-linéarisant ». C'est cette dernière méthode que nous présentons.

Divisons par $\hat{k}$: $\frac{D\hat{k}}{\hat{k}}=s\hat{k}^{\alpha-1}-(x+n+\delta)$,

écrivons en logarithmes : $D\ln\hat{k}=s.e^{-(1-\alpha)\ln\hat{k}}-(x+n+\delta)$,

Linéarisons en prenant le développement de Taylor d'ordre 1 au voisinage de $\hat{k}^*$:

$$D\ln\hat{k}\approx D\ln\hat{k}^*+\left(\frac{\partial D\ln\hat{k}}{\partial\ln\hat{k}}\right)\left(\ln\hat{k}-\ln\hat{k}^*\right)$$

où : $D\ln\hat{k}^*=0$, $\frac{\partial D\ln\hat{k}}{\partial\ln\hat{k}}=-(1-\alpha).s.e^{-(1-\alpha)\ln\hat{k}}$ et au voisinage de $\hat{k}^*$: $s\approx s^*=\frac{x+n+\delta}{e^{-(1-\alpha)\ln\hat{k}}}$.

Donc $D\ln\hat{k}\approx-\beta.(\ln\hat{k}-\ln\hat{k}^*)$ où $\beta=(1-\alpha)(x+n+\delta)>0$ est le coefficient de convergence. Comme $D\ln\hat{y}=\alpha.D\ln\hat{k}$ et $\ln\hat{y}=\alpha\ln\hat{k}$, il vient de même : $D\ln\hat{y}\approx-\beta.(\ln\hat{y}-\ln\hat{y}^*)$ et en résolvant ces deux équations différentielles linéaires on déduit les sentiers de $\ln\hat{k}(t)$ et de $\ln\hat{y}(t)$.

$$\ln\hat{k}(t)=(1-e^{-\beta t})\ln\hat{k}^*+e^{-\beta t}\ln\hat{k}(0)$$

$$\ln\hat{y}(t)=(1-e^{-\beta t})\ln\hat{y}^*+e^{-\beta t}\ln\hat{y}(0) \qquad (2.13)$$

La dernière équation fait clairement apparaître la convergence conditionnelle de $\ln\hat{y}(t)$ vers $\ln\hat{y}^*$. Quand t tend vers l'infini, $e^{-\beta t}$ tend vers 0 et $\ln\hat{y}(t)$ converge vers $\ln\hat{y}^*$ et donc le PIB par tête vers sa valeur d'état régulier ; y(t) vers y*. Cette méthode de résolution en logarithme a l'avantage d'être utilisable en économétrie pour évaluer le résultat de convergence, comme on le verra dans la section 2.3. Pour passer à l'équation que nous testerons, enlevons $\ln\hat{y}(0)$ à droite et

à gauche : $\ln \hat{y}(t) - \ln \hat{y}(0) = (1-e^{-\beta t})\ln \hat{y}^* - (1-e^{-\beta t})\ln \hat{y}(0)$, passons aux PIB par tête en utilisant $\ln \hat{y}(t) = \ln y(t) - xt$, on obtient : $\ln y(t) - \ln y(0) = xt + (1-e^{-\beta t})\ln \hat{y}^* - (1-e^{-\beta t})\ln y(0)$
Le taux de croissance annuel moyen du PIB par tête sur une période 0T doit donc être égal à :

$$\frac{1}{T}\left(\ln y(T) - \ln y(0)\right) = x + (\frac{1-e^{-\beta t}}{T})\ln \hat{y}^* - (\frac{1-e^{-\beta t}}{T})\ln y(0) \qquad (2.14)$$

équation linéaire, dite « de convergence », qui lie le taux de croissance à la valeur du PIB initial. On estimera cette équation sur un échantillon de pays (i) sous la forme : $\gamma_{y_i}^{0T} = a - b\ln y_i(0)$. L'estimation du coefficient b permet d'évaluer le coefficient de convergence β. La constante a est conditionnée par la valeur du PIB par tête d'état régulier $\hat{y}^*$. Le modèle de Solow prédit la convergence conditionnelle à l'état régulier spécifique de l'économie, défini par les paramètres structurels : s, n, δ, α. Tournons nous vers le paramètre s.

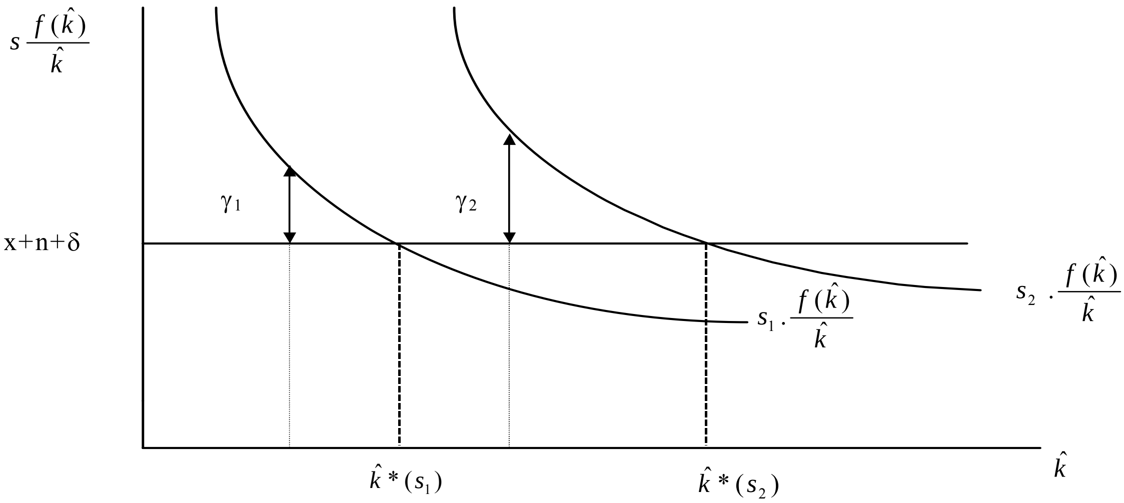
2.2 RÔLE DE L'ÉPARGNE

À l'état régulier, le niveau des variables dépend du taux d'épargne, pas le taux de croissance de l'économie. L'idée de Turgot et A. Smith était que la croissance s'expliquait par l'accumulation du capital résultant de l'épargne. La figure C1 de l'annexe C illustre la corrélation positive entre investissement et croissance. Le débat actuel de politique économique est que la fiscalité trop lourde peut décourager l'épargne et l'investissement, donc, diminuer la croissance. Dans les années 1960, la théorie du « big push », inspiré du modèle Harrod-Domar, proposait d'augmenter le taux d'épargne des PVD de façon à les faire sortir du piège de sous-développement (voir Easterly, 2001). Paradoxalement, dans le modèle de Solow, l'épargne de la société n'a pas d'influence sur le taux de croissance d'état régulier qui est exogène. L'état régulier du modèle de Solow ne semble donc pas être le bon cadre pour traiter de ces questions, nous verrons que dans les modèles de croissance endogène, le taux d'épargne explique le taux de croissance d'état régulier. Il convient toutefois de bien saisir le rôle de l'épargne dans la dynamique transitoire du modèle de Solow.

En dynamique transitoire, le taux de croissance est une fonction croissante du taux d'épargne. Il est indispensable d'en bien comprendre la raison. On a vu que le taux de croissance en dynamique transitoire est : $\gamma_{\hat{k}}(t) = \frac{D\hat{k}(t)}{\hat{k}(t)} = s.\frac{f(\hat{k}_t)}{\hat{k}_t} - (x+n+\delta)$.
Ce taux dépend directement de s, mais cette écriture est trompeuse. Cette dépendance passe par le terme s.Y/K, et il faut bien considérer qu'en dynamique, Y_t / K_t varie, donc l'influence du taux d'épargne sur la croissance n'est pas constante, elle diminue lorsqu'on se rapproche de l'état régulier. On veut insister sur le fait que l'épargne agit sur la croissance transitoire par l'intermédiaire de son action sur l'état régulier.
En effet, on a vu (en log-linéarisant) que le taux de croissance transitoire pouvait approximativement s'écrire : $\gamma_{\hat{k}}(t) \approx -\beta.\left[\ln \hat{k}(t) - \ln \hat{k}^*\right]$,
où β ne dépend pas du taux d'épargne. On voit donc que le taux d'épargne n'agit sur la croissance transitoire que dans la mesure où il détermine la valeur d'état régulier de $\hat{k}^*(s)$ et par ce biais, détermine la croissance transitoire.

La figure 2.3 illustre la convergence conditionnelle. L'économie 1 épargne moins que l'économie 2. Le capital par tête efficace d'état régulier de l'économie 1 est inférieur à celui de l'économie 2. Le taux de croissance de l'économie pauvre est ici inférieur à celui de l'économie riche parce qu'elle est plus proche de son état régulier. Le fait qu'elle épargne moins implique que son état régulier est plus faible, donc plus proche. Parce qu'elle est plus proche de son état régulier, sa croissance est plus faible.

Figure 2.3 : convergence conditionnelle



On comprend que l'épargne agit positivement sur la croissance transitoire parce qu'elle détermine un niveau plus élevé pour l'état régulier. En dynamique transitoire, « plus on épargne, plus on croît » parce que « plus on épargne, plus cela repousse l'état régulier, et plus on croît ». Pour actualiser les termes d'A. Smith, l'épargne détermine la « richesse des nations » d'état régulier et par ce biais, la croissance transitoire. C'est la conception classique du rôle de l'épargne dans la croissance, différente de celle des modèles de croissance endogène.

La leçon néoclassique de politique économique est donc que l'augmentation (permanente) du taux d'épargne provoque une augmentation transitoire du taux de croissance, parce qu'elle détermine un état régulier à un niveau plus élevé. Dans le modèle de Solow, le taux d'épargne est exogène et la question intéressante est de savoir si augmenter le taux d'épargne est toujours une amélioration pour le bien-être. Dans le modèle de Ramsey, le taux d'épargne optimal sera endogène et donc variable durant la dynamique transitoire. La question intéressante sera de savoir comment il évolue durant cette dynamique transitoire, de savoir si ce sont les pays pauvres qui ont intérêt à épargner le plus. Ce sont ces questions que nous allons étudier dans le chapitre suivant.

2.3 TESTS DU MODÈLE NÉOCLASSIQUE

Le modèle de Solow fait trois prédictions importantes : sur le niveau des variables à l'état régulier, sur le taux de croissance en dynamique transitoire, sur le taux de croissance d'état régulier.

2.3.1 Prédiction du niveau des variables d'état régulier

En utilisant la Cobb-Douglas, on a trouvé : $y_t^* = e^{xt} \left[\frac{s}{x+n+\delta} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$.

On réécrit cette équation en log : $\ln\left(\frac{Y(t)}{L(t)}\right) = x.t + \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln(x+n+\delta)$ (2.15)

Considérons deux variables structurelles importantes qui caractérisent les économies : s et n. Un pays qui épargne plus a un capital par tête plus élevé et donc un revenu par tête plus élevé. Un pays qui a une croissance de la population plus forte doit consacrer une plus grande part de son épargne à l'investissement requis et a donc un capital et un produit par tête plus faible. Intéressons nous à l'influence (l'élasticité) de s et n sur y.

En théorie (voir §2.1.2) on utilise une valeur du paramètre $\alpha = 1/3$, égale à la part du capital dans le revenu. Donc le modèle néoclassique présuppose une « élasticité du revenu par tête à l'épargne » égale à 0,5 ce qui, on va le voir, est trop faible d'un point de vue empirique.

Mankiw, Romer et Weil (1992) ont fait une estimation empirique de l'équation (2.15) sur données transversales pour un ensemble de 98 pays indicés (i). Pour chaque pays, y_i est la valeur en 1985, s_i et n_i sont les données moyennes pour la période 1960-1985, (x+δ) est supposé égal à 0.05. Ils testent donc l'équation :

$\ln y_i = a + b\left[\ln(s_i) - \ln(x+n_i+\delta)\right] + \varepsilon_i$ et trouvent les résultats suivants :

$$\ln y_i = 6{,}87 + 1{,}48\left[\ln(s_i) - \ln(n_i + 0{,}05)\right]$$

(0,12) (0,12) $R^2 = 0{,}59$

La figure C2 de l'annexe C illustre cette corrélation positive.

Deux conclusions sont favorables au modèle de Solow :

1) Les coefficients de s_i et n_i ont bien les signes prédits et les coefficients sont très significatifs.
2) Les différences de s_i et n_i entre les pays expliquent une large part des disparités des revenus par tête à l'échelle mondiale ($R^2 = 0{,}59$).

Une conclusion est défavorable au modèle de Solow :

3) Le coefficient estimé b = 1,48 est plus élevé que celui que le modèle théorique prévoit (0,5). En fait l'épargne agit plus sur la richesse par tête d'état régulier que ne le présuppose la théorie néoclassique. Réciproquement un b = 1,48 implique un α estimé égal à 0,6. Le α théorique du modèle de Solow est trop faible, ce qui est un argument fondamental qui plaide pour les modèles de croissance endogène.

En résumé, le modèle de Solow révèle bien les variables (s et n) qui déterminent le niveau de richesse des Nations, mais dans la réalité, l'épargne a plus d'effets sur la richesse que ne l'implique le modèle de Solow. Autrement dit, la valeur de α imposée par cette modélisation (voir §2.1.2) est trop faible.

2.3.2 Prédiction du taux de croissance transitoire

En utilisant la Cobb-Douglas, on a trouvé une prédiction théorique sur la croissance transitoire : $\ln \hat{y}(t) - \ln \hat{y}^* = e^{-\beta t}\left[\ln \hat{y}(0) - \ln \hat{y}^*\right]$, l'écart entre y(t) et y* se résorbe au taux β.

Comparons les vitesses de convergence impliquées par le calibrage de β et par l'estimation de β à partir des donnés sur les revenus par tête.

1) Le calibrage de $\beta = (1-\alpha)(x+n+\delta)$.

Si α = 0,3, x = 2%, n = 1%, δ = 5%, on trouve : β = 5,6 %.

Ce coefficient de convergence implique que la variable y(t) rattrape chaque année 5,6 % de l'écart qui la sépare de y*. Le modèle prévoit une convergence trop rapide, comme on peut le voir en calculant la demi-vie de la convergence : $e^{-\beta T}$ = ½ ⇒ - β T = ln ½ ⇒ T = 0,69/ β. Si β = 0,056 la moitié de l'écart initial est résorbé en T = 12 ans. On constate que d'après le modèle de Solow la convergence vers l'état régulier se fait très (*trop* ?) rapidement.

2) Mankiw, Romer et Weil (1992) estiment le coefficient de convergence en utilisant les données sur les revenus par tête. Ils estiment l'équation (2.14) de convergence conditionnelle :

$$\frac{1}{T}\left(\ln y_i(T) - \ln y_i(0)\right) = x + \left(\frac{1-e^{-\beta t}}{T}\right)\ln \hat{y}_i * - \left(\frac{1-e^{-\beta t}}{T}\right)\ln y_i(0) + \varepsilon_i .$$

C'est une explication du taux de croissance moyen des pays de l'échantillon sur la période 1960-1985, par une constante (conditionnée par l'état régulier des pays) et par le PIB par tête initial des pays. C'est une équation de la forme : $\gamma_{y_i}^{0T} = a_i - b \ln y_i(0)$ dont l'estimation de b permet de calculer β. Mankiw, Romer et Weil trouvent pour différentes équations : $\beta \in [0{,}01 \, à \, 0{,}03]$. Il existe un consensus (Sala-i-Martin 1996) pour une valeur de β = 2 %. La convergence se fait, dans les faits, à un taux de 2 % par an et non au taux prédit par le calibrage de 5,6 % par an. Si β = 0,02 la moitié de l'écart initial est résorbé en T = 34,5 ans. La convergence calibrée théoriquement se fait donc *trop* rapidement par rapport à la convergence estimée.

3) Comment théoriquement obtenir β = 2% ?

On admet que x = 2%, n = 1%, δ = 5% constituent des valeurs réalistes de ces paramètres. En revanche, la valeur de α = 0,3 nous est imposée par la théorie de Solow. Cette valeur doit correspondre à la part du capital dans le revenu (voir §2.1.2). Mais cette part s'applique au capital au sens étroit de capital physique. Si avec la théorie de la croissance endogène, on considère le capital « au sens large », si on considère que la part du « capital » doit aussi englober le capital humain, ou si l'on considère que le capital engendre des externalités non rémunérées, on peut prendre une valeur plus élevée du α. Si par exemple α = 0,75, on obtient bien une valeur calibrée de β = 2% qui correspond alors à la valeur estimée. En résumé, encore une fois, le α théorique du modèle de Solow est trop faible.

2.3.3 Prédiction du taux de croissance d'état régulier

Ce taux est égal à : $\gamma = (x + n)$, le taux de croissance de la population plus le taux de croissance du progrès technique.

Comme γ et n sont des données statistiques et comme on ne dispose pas de statistiques indépendantes du modèle sur le taux de croissance du progrès technique, on constate que x n'est qu'un résidu qui comble la différence entre le taux de croissance du PIB et le taux de croissance de la population. Autrement dit la partie de la croissance que l'on ne peut expliquer est « attribuée » au progrès technique. Il s'agit d'une « attribution » et non d'une explication. Cette prédiction est donc par nature non testable et en ce sens *ad hoc*. Ceci constitue une sérieuse limite du modèle. Autrement dit, la croissance est attribuée à deux arguments exogènes (x et n) et l'explication est donc très insatisfaisante. Ces trois critiques plaident pour les modèles de croissance endogène.

Conclusion

Le modèle de croissance néoclassique montre qu'une économie en concurrence pure et parfaite, converge toujours vers une situation de croissance équilibrée. Il n'y a dans ce modèle néoclassique aucune défaillance du marché et donc, aucune justification à la politique économique. De plus, on peut remarquer sur la figure 2.1, qu'il y a dans le modèle de Solow, deux états réguliers, $k=k^*$ et $k=0$, mais que ce dernier est instable. Les conditions d'Inada garantissent qu'une économie qui dispose d'un capital par tête, aussi faible soit-il, va converger, en accumulant du capital, vers l'état régulier k^*. Si dans les faits on observait la convergence, cela renforcerait effectivement la confiance dans les mécanismes du marché. Malheureusement, l'absence de convergence pour l'Afrique, les retards de convergence pour l'Amérique latine et l'Europe de l'est, de façon générale, la lenteur des processus de convergence conditionnelle (β = 2%), incitent à penser qu'il existe des défaillances aux mécanismes du marché qui justifient la mise en place de politiques économiques. Enfin le rôle de l'épargne semble sous-évalué dans le modèle néoclassique, examinons cette question.