Théorie de la croissance et des fluctuations

puf

Patrick Artus

ECONOMIE

N.C.

Théorie de la croissance
et des fluctuations

« ÉCONOMIE »

COLLECTION DIRIGÉE

PAR CLAUDE JESSUA, CHRISTIAN LABROUSSE

ET DANIEL VITRY

ÉCONOMIE

Théorie de la croissance et des fluctuations

PATRICK ARTUS

PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

ISBN 2 13 045585 9

Dépôt légal — 1re édition : 1993, juillet

Sommaire

DEUXIÈME PARTIE

ANALYSE DES CYCLES

Avant-Propos

Cet ouvrage regroupe un certain nombre de développements concernant la théorie de la croissance, d'analyse des fluctuations cycliques, celle de l'absence de coordination des activités.

Dans certains chapitres, il s'agit surtout d'une revue de la littérature économique existante; d'autres présentent des analyses ou des extensions originales. Certains des chapitres ont été préparés spécialement pour cet ouvrage; d'autres sont adaptés de publications séparées faites dans Annales d'Economie et de Statistique, Recherches Economiques de Louvain, la Revue Economique, la Revue d'Economie Politique.

L'auteur tient à remercier ses co-auteurs de certains des chapitres inclus dans l'ouvrage : Moncef Kaabi (description des cycles, dépenses publiques et croissance) et Raoul Salomon (cycle réel).

Introduction

Depuis quelques années, la théorie macroéconomique a considérablement progressé dans plusieurs directions, et en particulier celles de l'analyse de la croissance, des fluctuations cycliques, et des interrelations entre les comportements des agents économiques, thèmes qui font l'objet de cet ouvrage.

Le fait que, dans le modèle traditionnel de croissance, le taux de croissance de long terme d'une économie soit donné, déterminé par le rythme exogène du progrès technique et, par la progression de la population active, a été la source d'une insatisfaction claire vis-à-vis de ces modèles. En effet, on observe que les taux de croissance des économies sont différents, que les revenus par tête ne convergent pas, faits qui sont en contradiction avec les enseignements du modèle néo-classique. La théorie de la *croissance endogène* s'est donc développée, dans laquelle le taux de croissance résulte des choix des agents économiques, qui déterminent en particulier l'allocation des ressources rares entre la production de biens destinés à la consommation immédiate et celle de facteurs qui concourent à accélérer la croissance (capital humain, recherche et développement...). Cette théorie nouvelle justifie le recours à des politiques économiques de stimulation de la croissance; elle a été appliquée à des problèmes et des situations divers que nous évoquerons : croissance et prix des matières premières; rôle des marchés ou intermédiaires financiers, des dépenses d'investissement public; stratégie de rattrapage des pays moins avancés...

La théorie des cycles a aussi été considérablement renouvelée. Dans les modèles traditionnels, les cycles proviennent généralement d'imperfections de comportements : anticipations naïves, myopie des agents économiques, retards *ad hoc* d'ajustement... Ces développements récents consistent à expliquer pourquoi des cycles peuvent apparaître alors même que les agents économiques sont rationnels.

Nous exposerons trois voies de recherche très employés durant les dernières années : les cycles réels ou d'équilibre, où les fluctuations résultent des arbitrages intertemporels des agents économiques (portant sur la consommation, le loisir...) confrontés à des chocs aléatoires. La difficulté, comme nous le verrons, consiste à obtenir des modèles de cycle réel qui reproduisent les caractéristiques usuellement observées des cycles. La théorie du cycle politique a connu un profond renouvellement. Lorsque les anticipations des électeurs sont rationnelles, les partis politiques ne peuvent plus aisément les manipuler au moment des élections ; il peut cependant y avoir cycle en raison de l'incertitude sur le résultat de celles-ci ou d'une asymétrie d'information entre le gouvernement en place et les électeurs.

Enfin, une théorie du cycle financier s'est développée. Au lieu de jouer un rôle stabilisant, les marchés financiers peuvent conduire à amplifier les cycles réels dans plusieurs cas de figure : si la flexibilité des prix implique que, lors d'une récession, le taux d'intérêt réel augmente, ou, de façon équivalente, la valeur réelle des dettes des agents économiques progresse ; si la dégradation de la situation des entreprises implique qu'elles sont davantage rationnés sur le marché du crédit...

Enfin, nous finirons par l'évocation brève, illustrée de quelques exemples, de la théorie *des défaillances (ou absence) de coordination* des décisions. Cette théorie est utile à présenter en conclusion car elle propose, des écarts observés entre pays ou des irrégularités de la croissance, une explication très différente : la multiplicité des équilibres. Le point de départ de cette théorie est le suivant : les agents économiques sont dans une situation de complémentarité stratégique, c'est-à-dire que leurs décisions modifient le bien-être que les autres agents économiques tirent de leurs propres décisions. Cependant, les agents se comportent sur une base individuelle : certaines actions qui seraient favorables, en raison de la complémentarité stratégique, donc entreprises, si elles étaient coordonnées (menées simultanément), sont défavorables, donc abandonnées, si les agents supposent qu'ils seront les seuls à les entreprendre. L'économie peut donc se trouver dans une situation d'équilibre défavorable par l'absence d'un « coordinateur » qui ferait agir ensemble dans le bon sens les agents économiques et amènerait à un autre équilibre caractérisé par un bien-être supérieur.

Nous allons aborder successivement ces trois thèmes, en alternant présentation générale des théories et exemples variés de leurs utilisations et développements.

PREMIÈRE PARTIE

CROISSANCE ENDOGÈNE

Le modèle néo-classique de croissance implique l'exogénéité du taux de croissance de long terme, qui dépend de celui de la population active et des gains de productivité. Il ne peut, de ce fait, expliquer les écarts de croissance entre pays (chapitre 1). Les modèles de croissance endogène définissent un taux de croissance régulière optimale qui dépend en particulier des paramètres de comportement des agents économiques. Même s'ils décrivent des situations économiques très diverses (accumulation de savoir technologique, de capital humain, progrès dans la qualité des produits...), ils ont comme nous le verrons, des caractéristiques communes : allocation d'une ressource rare entre la production de bien final et celle d'un capital reproductible ; non-convexité dans le processus dynamique d'accumulation de ce capital. On montrera ici que ces modèles ont aussi des propriétés voisines de celles des variantes du modèle néo-classique qui font apparaître aussi une croissance endogène (cas de productivité marginale du capital bornée ou de croissance à deux secteurs). Les propriétés des modèles de croissance endogène sont intéressantes et parfois surprenantes. Nous les indiquerons et analyserons en particulier ici les mesures d'aide aux entreprises ou à la recherche (chapitre 2).

Après avoir décrit les caractéristiques de base du modèle de croissance endogène et les principaux modèles développés dans la littérature, nous nous pencherons sur les applications de cette théorie à quelques situations où il semble qu'elle a apporté un progrès dans l'analyse par rapport aux modèles traditionnels :

– croissance et prix des matières premières *(chapitre 3)*;
– rattrapage et choix de technologie dans un pays moins avancé *(chapitre 4)*;
– rôle des dépenses publiques dans la croissance *(chapitre 5)*;
– intermédiaire financiers, marchés et croissance *(chapitre 6)*;
– fonctionnement du marché du travail et croissance *(chapitre 7)*.

Chapitre 1

Le modèle de croissance néo-classique : quelques rappels

Pour bien comprendre ce qu'apportent les modèles de croissance endogène par rapport au modèle de croissance néo-classique, nous allons tout d'abord revenir sur celui-ci.

Ses caractéristiques principales, qui ont justement conduit au souci de le remanier, vont être retrouvées :

- il y a une solution stationnaire de long terme ;
- lorsque les facteurs de production entre plusieurs économies sont mobiles, il y a égalisation des prix des facteurs et des productions par têtes.

Cependant, les caractéristiques observées de la croissance mondiale (différences entre pays pour les taux de croissance, absence de convergence des économies...) peuvent être reconciliées avec le modèle néo-classique si on suppose qu'on n'observe que des situations de transitions d'un état stationnaire à un autre.

Revenons sur ces différents points.

1. LE MODÈLE NÉO-CLASSIQUE

a / Structure du modèle

Donnons d'abord les constituants de base du modèle.

Le modèle de base s'écrit :

• *Fonction de production*

(1) $$Y_t = AF(K_t, X_t).$$

Où Y est la production, K le capital, X un facteur non accumulable de production (travail, terre...), F est à rendements constants ; X croît au taux g_x ; A est un terme de progrès technique.

• *Équilibre des biens et accumulation de capital*

On a :

(2) $$Y_t = C_t + I_t,$$

où C est la consommation, I l'investissement

et

(3) $$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + I_t,$$

où δ est le taux de dépréciation du capital.

• *Utilité intertemporelle de consommation*

Elle est séparable dans le temps, et à aversion relative pour le risque constante soit :

(4) $$U = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{1-\sigma} C_t^{1-\sigma} \beta^t,$$

où β est le facteur d'actualisation, σ le degré d'aversion relative pour le risque.

b / Optimum (Cass (1965), Solow (1956), Phelps (1966)

Les autorités maximisent l'utilité intertemporelle des consommateurs par le choix de la chronique de consommation et d'investissement.

Notons λ_t le multiplicateur associé à (3). Les conditions d'optimalité s'écrivent :

(5) $$\begin{cases} \lambda_t = \beta^t C_t^{-\sigma} \\ C_t^{-\sigma} AF'_K(K_t, X_t)\beta^t - \lambda_{t-1} + (1-\delta)\lambda_t = 0 \end{cases}$$

d'où en éliminant le multiplicateur :

(6) $$\left(\frac{C_t}{C_{t-1}}\right)^{-\sigma} = \frac{1}{\beta(AF'_K + 1 - \delta)}.$$

La consommation croît dans le temps avec le taux d'intérêt (la productivité marginale nette du capital), décroît avec le degré de préférence pour le présent. La condition (6) exprime le fait qu'à l'optimum on n'améliore plus le bien-être en se privant de consommation à une période pour investir davantage et consommer de ce fait plus à la période suivante.

c / Long terme

F est supposée à rendements constants.

$$F(\lambda K, \lambda X) = \lambda F(K, X).$$

Notons

$$y_t = \frac{Y_t}{X_t}, \quad k_t = \frac{K_t}{X_t}, \quad f(k) = F(k, 1), \quad c_t = \frac{C_t}{X_t}.$$

les grandeurs par unité de facteur X (par tête par exemple si X représente le travail).

On a :

$$(7) \qquad \begin{cases} y_t = Af(k_t) \\ \dfrac{c_t}{c_{t-1}} = \dfrac{[\beta(Af' + 1 - \delta)]^{1/\sigma}}{1 + g_x} \end{cases}.$$

Soit k^* la solution stationnaire de long terme. Elle est définie par :

$$(8) \qquad Af'(k^*) + 1 - \delta = \frac{(1 + g_x)^\sigma}{\beta}.$$

La productivité marginale nette du capital à long terme croît avec la préférence pour le présent $(1/\beta)$ et avec le taux de croissance du facteur non accumulable (g_x). Le capital de long terme croît si A, terme de progrès technique, croît. Le taux de croissance de long terme est nul (égal à celui du facteur X, g_x pour les variables de départ non normées par X) : dans le modèle de croissance néo-classique, l'économie tend vers une situation où la production par tête (si X est le travail) ne varie plus.

Imaginons *une taxation du revenu*. On aurait :

(2′) $\qquad (AY_t(1 - \tau)) = C_t + I_t$ $\quad$ où τ *est le taux de taxe,*

(8) devient :

$$(8') \qquad Af'(k^*)(1 - \tau) + 1 - \delta = \frac{(1 + g_x)^\sigma}{\beta}.$$

Le capital de long terme est réduit (f' est accru) puisque la taxation réduit la consommation supplémentaire rendue possible par l'accumulation de capital.

▶ REMARQUE 1

Le taux d'épargne à long terme est :

$$s = 1 - \frac{c}{y},$$

puisque k est constant on a :

$$i = {}^{I_t}/X_t = k^*(g_x + \delta),$$

et

$$s = \frac{i}{y} = \frac{k^*(g_x + \delta)}{Af(k^*)}.$$

Toutes choses égales par ailleurs, s croît avec k^*, le niveau stationnaire optimal de capital.

▶ REMARQUE 2

On voit facilement qu'il peut y avoir multiplicité d'équilibres si on relie le progrès technique au capital.

Supposons que : $A = A_1$ si $k \leqslant \bar{k}$
$A = A_2 > A_1$ si $k > \bar{k}$.

Dans les premiers cas, on converge vers k_1 défini par :

$$A_1 f'(k_1^*) + 1 - \delta = \frac{(1 + g_x)^\sigma}{\beta}.$$

Dans le second cas vers $k_2^* > k_1^*$ défini de façon similaire. Si $k_1 < \overline{k} < k_2$ il y a deux équilibres possibles.

d / Mobilité des facteurs à long terme

Nous considérons maintenant deux pays différents. Supposons tout d'abord que *le capital K est immobile, mais le facteur X* (main d'œuvre par exemple) *mobile*.

La rémunération du facteur X est sa productivité marginale

(9) $$AF'_X(K,X) = Af(k) - kAf'(k) = w(k)(\omega' > 0).$$

La rémunération du facteur X croît avec le rapport k capital/facteur X, et avec le progrès technique A. Si dans un pays la rémunération w, définie par (9), est plus forte que dans l'autre à long terme, avant tout déplacement de facteur X (par exemple parce que la technologie est meilleure, A est plus élevé à k donné – ou que k est grand, plus faible préférence pour le présent par exemple), il y aura égalisation des rémunérations $w(k)$ par transfert de facteur X là où il est mieux rémunéré. Si les fonctions de production Af sont semblables, ceci implique aussi l'égalisation des rapports capital/facteur X.

Si le capital K est mobile, mais le facteur X immobile, le capital se déplace là où sa productivité marginale nette $Af' + 1 - \delta$ est la plus forte. Il ne doit pas rester dans ce cas d'écart entre les taux d'intérêts réels à long terme entre les pays. Si les productivités globales (les termes A) diffèrent, il peut rester un écart entre les productions par unité de facteur X, les $f(k)$. Enfin, si *le capital et le facteur X sont mobiles*, il y a égalisation par mobilité des facteurs à long terme de $Af'(k)+1-\delta$ et de $Af(k)-kAf'(k)$, donc de la production par tête si les taux de déclassement δ sont identiques.

Le modèle néo-classique implique donc normalement que, lorsque les facteurs de production sont mobiles, deux pays ne peuvent pas rester durablement caractérisés par des productions par tête différentes.

2. TRANSITION VERS LE LONG TERME

Le modèle de croissance néo-classique implique, comme on l'a vu, la convergence à long terme des productions par tête (si le facteur X est identifié au travail) dès lors que les facteurs de production sont mobiles. Les tests empiriques de convergence semblent donner les résultats suivants :

- il y a convergence entre les pays les plus développés (Baumol (1986), Barro (1989), Kormendi-Meguire (1985), Wolff (1991)), due apparemment aux mouvements du rapport capital-travail, ce qui va bien dans le sens du modèle néo-classique ;
- cependant, la convergence n'apparaît plus dès qu'on analyse d'autres pays que les plus avancés, en particulier en dehors de l'OCDE (De Long

(1988)) ; elle est de plus apparemment plus lente depuis 1978 (Baumol Wolff (1988) mais ce résultat est discuté par Dowrick Nguyen (1989)) ;

- il y a convergence (au sens où les pays les plus pauvres croissent plus vite) aussi entre les états des États-Unis et les régions européennes (Barro-Sala-I-Martin (1991)).

Le modèle de croissance néo-classique n'explique donc pas pourquoi les pays non avancés ne rattrapent pas les autres. De plus, s'il implique un long terme stationnaire, on ne comprend pas pourquoi les taux de croissance subsistent ou diffèrent pendant de longues périodes, sauf si la transition d'un équilibre stationnaire à un autre est très lente.

D'ailleurs certaines variations (politique fiscale) n'influencent pas les taux de croissance de long terme, mais seulement ceux qui apparaissent pendant la période de transition vers le nouvel équilibre (Feldstein (1974), King-Rebello (1989), Judd (1985)).

Pour réconcilier les faits avec le modèle de croissance néo-classique, on peut donc envisager :

- une transition lente, ce qu'on peut examiner en regardant si les vitesses de convergences empiriques coïncident avec celles suggérées par la théorie (King-Plosser-Rebelo (1988)) ;
- une multiplicité d'équilibres de long terme, les uns avec faibles revenu, les autres avec fort revenu. Azariadis-Drazen (1990) introduisent cette possibilité en faisant dépendre la productivité globale des facteurs du niveau de capital. On a donc un équilibre stationnaire avec beaucoup de capital et fort revenu et un autre caractérisé par la situation opposée ;
- le passage à un autre modèle de croissance (croissance endogène) où d'une part l'existence de rendements croissants explique l'absence de convergence à long terme, d'autre part est possible sans mobilité des facteurs s'il y a des mécanismes d'apprentissage d'un facteur de croissance accumulable (technologie, capital humain...) (Tamura 1991).

Revenons sur la première possibilité : la transition lente vers l'équilibre de long-terme.

La dynamique d'ajustement (6) s'écrit :

$$(6') \; \frac{c_t}{c_{t-1}}\,(1+g_x) = \frac{Af(k_t) - k_{t+1}(1+g_x) + (1-\delta)k_t}{Af(k_{t-1}) - k_t(1+g_x) + (1-\delta)\,.k_{t-1}}\,(1+g_x) = [\beta(Af'(k_t) + 1 - \delta)]^{1/\sigma}\,.$$

En écart à la solution stationnaire, (6′) s'écrit :

$$(10)\quad \begin{cases} -(1+g_x)^2(k_{t+1}-k^*)+(k_t-k^*)\Big[(1-\delta)(1+g_x) \\ +Af'(k^*)(1+g_x)+(1+g_x)^2 \\ -\frac{1}{\sigma}\Big[\beta(Af'(k^*)-(1-\delta)\Big]^{\frac{1}{\sigma}-1}A\beta f''(k^*) \\ \bullet\,(Af(k^*)-k^*(\delta+g_x))\Big] \\ +(k_{t-1}-k^*)\Big[-(1+g_x)Af'(k^*)-(1+g_x)(1-\delta)\Big]=0 \\ \text{avec } \beta\Big[Af'(k^*)+1-\delta\Big]=(1+g_x)^\sigma \end{cases}$$

Le polynôme caractéristique $P(\lambda)$ de (10) est :

$$(11)\quad (1+g_x)\lambda^2-\lambda\Big[(1-\delta)+Af'+(1+g_x)$$
$$-\frac{1}{\sigma}\,(1+g_x)^{-\sigma}A\beta f''(Af-k^*(\delta+g_x))\Big]+(Af'+(1-\delta))=0\,.$$

On voit que $P(0)>0$, $P(1)<0$: le polynôme a une racine stable λ^* comprise entre 0 et 1. On voit que λ^* croît avec σ (aversion pour le risque) et décroît avec β (croît avec la préférence pour le présent). La solution s'écrit donc :

$$(12)\quad k_{t+1}-k^*=\lambda^{*t+1}(k_0-k^*),$$

d'où

$$(13)\quad \frac{Af(k_{t+1})}{Af(k_t)}-1=\frac{y_{t+1}}{y_t}-1=\lambda^{*t}\frac{(1-\lambda^*)(k^*-k_0)f'(k^*)}{f(k^*)}$$
$$\simeq\lambda^{*t}(1-\lambda^*)\,\frac{f(k^*)-f(k_0)}{f(k^*)}\,.$$

Le taux de croissance observé de l'économie à un instant donné (y_{t+1}/y_t-1) dépend de l'écart relatif entre le niveau de production qui sera atteint à long terme $(Af(k^*))$ et celui de court terme $(Af(k_0))$. Pour qu'un mouvement durable de l'économie soit observable $(f(k_{t+1})/f(k_t)-1\neq 0$ pour un t suffisamment grand), il faut que λ^* soit grand, c'est-à-dire que l'inertie λ^* soit forte, la vitesse de convergence faible. Ceci apparaîtra, comme on l'a vu plus haut, par exemple si la préférence pour le présent est forte : dans ce cas, l'effort d'accumulation pour atteindre le capital de long terme est très progressif. On peut ainsi vérifier si les évolutions économiques observées sont compatibles ou non avec les vitesses de convergence théoriques du modèle néo-classique.

Cependant, même si on peut se reposer sur des phénomènes d'ajustement, le modèle néo-classique présente l'inconvénient majeur de ne pas permettre sous sa forme usuelle de croissance entretenue à long terme, ce qui justifie le développement des modèles de croissance endogène.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Azariadis C., Drazen A. (1990) "Threshold externalities in economic development" Quarterly Journal of Economics, mars, p. 501-526.

Barro R. Sala-I-Martin X. (1991) "Convergence across states and regions" Brookings papers on economic activity n°1, p. 107-159

Barro R. (1989) "Economic growth in a cross section of countries" NBER working paper n°3120 septembre.

Baumol W., Wolff E. (1988) "Productivity growth, convergence and welfare : Reply", American Economic Review, décembre, p. 1155-1159.

Baumol W. (1986) "Productivity growth, convergence and welfare : what the long run data show", American Economic Review, décembre, 1072-1085.

Cass D. (1965) "Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation" Review of Economic Studies, n°31, p. 223-240.

De Long B. (1988) "Productivity growth, convergence and welfare : comment" American Economic Review, décembre, p. 1138-1154.

Dowrick S., Nguyen D.T. (1989) "OECD comparative Economic growth 1950-1985 : catch up and convergence" American Economic Review, décembre, p. 1010-1030.

Feldstein M. (1974) "Incidence of a capital income tax in a growing economy with variable savings rates" Review of Economic Studies, octobre, p. 505-513.

Judd K. (1985) "Redistributive taxation in a simple perfect foresight model" Journal of Public Economics, octobre, p. 59-83.

King R., Plosser C., Rebelo S. (1988) "Production growth and business cycles I : the Basic Neo-classical model" Journal of Monetary Economics, vol. 21 p. 195-232.

King R., Rebelo S. (1989) "Transitional Dynamics and Economic growth in the Neo-classical model" NBER working paper n°3185, novembre.

Kormendi R., Meguire P. (1985) "Macroeconomic determinants of economic growth, cross-country evidence" Journal of Monetary Economics, septembre.

Phelps E. (1966) "Golden rules of Economic growth" Norton, New-York.

Rebelo S. (1991) "Long run policy analysis and long run growth", Journal of Political Economy, juin, p. 500-521.

Solow R. (1956) "A contribution the theory of economic growth" Quarterly Journal of Economics, vol. 70, p. 65-94.

Tamura R. (1991) "Income convergence in an Endogenous growth model" Journal of Political Economy, juin, p. 522-540.

Wolff E. (1991) "Capital formation and productivity convergence over the long term" American Economic Review, juin, p. 565-579.

Chapitre 2

Modèles de croissance endogène Principes généraux et exemples

Le modèle néo-classique de croissance implique, dans sa version habituelle, que le taux de croissance à long terme dépend de celui de la population active et des gains exogènes de productivité.

Cette explication n'est pas satisfaisante pour différentes raisons, que nous avons déjà évoquées dans le chapitre précédent :

– le taux de croissance est exogène et ne dépend donc ni des comportements des agents (investissement, recherche,...) ni de la fiscalité, ce qui n'est pas convaincant (Romer (1987));

– une telle spécification de la croissance ne permet pas de rendre compte des écarts entre pays ou entre régions (Barro-Sala I Martin (1990)); même s'il y a réduction des écarts entre taux de croissance, les écarts entre niveaux s'aggravent (Quah (1990 et 1990b));

– elle n'explique pas non plus que le capital ne se déplace pas des pays riches vers les pays pauvres où la productivité marginale du capital, plus réduit, devrait être supérieure (Lucas (1990));

– certains ont cru résoudre ce problème en disant qu'on observait une *dynamique de transition* vers la croissance équilibrée, et que les écarts entre pays étaient dus aux écarts entre les points de départ de la croissance (Christiano (1989), Barro (1987)). Cependant, cette thèse n'est pas satisfaisante : les taux d'intérêt réels n'ont pas le niveau cohérent avec le rattrapage; les pays à revenu bas ne rattrapent pas les autres (King-Rebelo (1989), Summers, Heston (1984));

– l'introduction de générations de capital ou l'incorporation du progrès technique au capital (Griliches (1988)), ne permet pas d'améliorer la compréhension des écarts de croissance (Jorgenson-Gollop-Fraumeni (1987), De Long (1988), Baumol-Wolff (1988)).

Pour obtenir une explication empirique satisfaisante de la croissance réelle, il faut introduire des facteurs explicatifs autres que simplement la progression du capital et du travail qui apparaissent dans le modèle néo-classique usuel, par exemple :

- le niveau de capital humain (formation..., Barro (1989), Becker (1989), Murphy (1988)) ;
- l'existence de rendements croissants, qui se manifestent dans l'évolution des prix et des taux de marge durant les cycles (Morisson (1990), Hall (1988)), ou qui résultent de la diffusion de la connaissance (Romer (1986), Adams (1990)) ; Stern (1991) confirme empiriquement l'importance des économies d'échelle externes liées au capital (les rendements sont croissants par rapport au capital de l'entreprise et au capital global de l'économie) ;
- le fait qu'il y a apprentissage ("learning by doing") et que l'efficacité croît avec l'expérience (Stokey (1988), Schmitz (1989)) ;
- l'endogénéité du progrès technique, qui croît avec la recherche, le capital humain, les dépenses publiques (Barro (1988), Easterly (1989)).

S'il y a croissance endogène, les chocs de productivité qui sont au centre du modèle de cycle réel, entraînent une croissance plus forte car ils accroissent soit le stock de progrès technique, soit le niveau de production et ont donc un effet rémanent (Bean (1990), King-Plosser-Rebelo (1988)).

Partant de l'observation que, dans la pratique, les écarts de croissance ne pouvaient être compris qu'en faisant appel à ces explications, la théorie de la *croissance endogène*, qui leur donne un rôle central dans la détermination du taux de croissance de long terme, s'est développée.

La pertinence de cette théorie est cependant encore contestée. Par exemple, Baily et Schultze (1990) défendent l'idée selon laquelle, si on se limite aux pays développés, on comprend bien la croissance avec le modèle néo-classique à condition de sophistiquer la mesure du capital (multiplicité des types de capital : en machines (De Long-Summers (1990)), capital public (Krueger-Orsmond (1990)), capital humain (Mankiw-Romer-Weil (1990)), de travail (Leamer (1984)), progrès technique incorporé), de prendre en compte le rattrapage entre pays, les imperfections de marché...

S'il n'est pas clair qu'il y a bien convergence entre pays de la production par tête, comme nous l'avons noté plus haut, certains (Dowrick-Nguyen (1989)) obtiennent une convergence de la productivité totale des facteurs. Ceci semble être le cas en tous cas pour les grands pays de l'OCDE (Abramovitz (1986), Wolff (1991)).

Dans le cadre de cette théorie de croissance endogène, comme on le verra dans ce qui suit, on peut définir un *taux de croissance équilibré optimal*, qui résulte de la maximisation de l'utilité intertemporelle du planificateur social et dépend des paramètres de l'économie, des comportements..., alors que dans le cas traditionnel du modèle de croissance néo-classique, la règle d'or définit une trajectoire optimale parmi un ensemble de trajectoires toutes caractérisées par le *même taux de croissance exogène*.

Il faut cependant interpréter avec précaution le taux de croissance obtenu : Alesina-Rodrick (1991) montrent que la maximisation du taux de croissance n'est pas un objectif normal pour les autorités, sauf si elles ne représentent que la catégorie particulière des capitalistes.

Les implications de politique économique du fait de ce que le taux de croissance est endogène soit nombreuse. Baldwin (1989) utilise un tel modèle pour montrer que l'unification européenne de 1992 aura un effet puissant sur la croissance. King et Robson (1989) en introduisant une non-linéarité dans le processus d'accumulation de progrès technique, mettent en évidence la responsabilité de la politique fiscale dans le passage d'un taux de croissance équilibré à un autre qui peut être différent.

On peut appliquer les modèles de croissance endogène au cas de l'économie ouverte (Krugman (1990), Romer (1990), Grossman-Helpman (1989, 1989b, 1990, 1990b), Segerstrom-Anant-Dinopoulos (1987), Feenstra (1990)). Les résultats sont bien compréhensibles, mais sont parfois quelque peu contre intuitifs :

– la protection d'un secteur (droits de douane) a un effet favorable sur la croissance (il y a plus de recherche-développement puisque le rendement du secteur a crû), mais aussi un effet défavorable (si le surcroît de production utilise des ressources qui pourraient être consacrées à la recherche-développement ; si la protection rend la recherche-développement moins rentable en limitant la concurrence étrangère) ;

– si les droits de douane à l'importation protègent d'un bien qui utilise le capital humain, le prix de ce dernier augmente, la recherche-développement est rendue plus coûteuse et la croissance est freinée ; s'ils protègent un secteur qui n'utilise pas le capital humain, l'effet est inverse ;

– pour les PVD, l'intégration économique peut signifier une concurrence accrue pour les produits les plus avancés qu'ils fabriquent, qui sont des produits de milieu de gamme pour les pays industrialisés, donc une forte réduction de la croissance (Young (1991)) ;

– disposer de plus de main-d'œuvre, immigrée par exemple, réduit le salaire, donc l'incitation à la recherche-développement et la croissance ;

– l'ouverture extérieure peut freiner la croissance si elle implique que plus de ressources sont consacrées à la production destinée à l'exportation ; par contre, il y a amélioration si le produit de la recherche-développement réalisée dans le reste du monde devient accessible, au moins partiellement, dans le pays (Grossman-Helpman (1990c)), grâce aux relations commerciales ;

– l'ouverture des frontières est d'autant plus favorable que l'effet intégration (suppression de recherches redondantes, exploitation de la taille accrue des marchés...) est puissant (Rivera-Batiz-Romer (1990b)) ;

– d'une façon générale, l'ouverture des frontières entraîne une modification de l'allocation des ressources entre le secteur de production et celui de recherche-développement, et il n'est pas sûr de ce fait qu'elle implique une croissance accrue (Rivera-Batiz-Romer (1990)). L'exploitation d'avantages comparatifs dans le secteur traditionnel (agriculture...) peut aussi priver l'industrie ou la recherche de ressources et ralentir la croissance (Matsuyama (1991)).

Ces effets contre-intuitifs ou pervers sont cependant tout à fait identiques à ceux qu'on peut examiner dans le cas d'économie fermée.

Ce type d'analyse s'est étendu à de nouveaux domaines, par exemple celui des modèles financiers de croissance (Greenwood-Jovanovic (1990)) ; les intermédiaires financiers sont coûteux à installer mais affectent plus efficacement l'épargne et accélèrent de ce fait la croissance. Les marchés ou les intermédaires assurent la liquidité des placements et permettent donc une hausse de la fraction de la richesse investie dans les entreprises (Levine (1990 et 1990b), Bencivenga-Smith (1989)).

L'objet de cet article est tout d'abord de passer en revue et d'analyser les mécanismes qui sont avancés pour expliquer que le taux de croissance est endogène :

- progression de la technologie, représentée par la diversion des produits utilisables soit comme facteurs de production, soit comme biens de consommation ;
- recherche-développement et amélioration de la qualité des produits ;
- accumulation de capital humain.

Synthétisant ces mécanismes proposés dans la littérature, on verra que l'externalité qui permet de générer la croissance est de fait toujours introduite de façon similaire et on s'interroge sur la robustesse de ce type d'explication de la croissance. On pourra, sur un modèle représentatif de l'ensemble des cas, analyser les causes et les moyens qu'ont les autorités de réduire l'écart entre l'optimum de premier rang et l'équilibre décentralisé qui résulte des externalités.

Avant d'entamer l'analyse des modèles de croissance endogène avec externalité, il est bon de les replacer dans le cadre de la problématique générale des modèles de croissance néo-classique. Dans sa version habituelle (Cass (1965), Solow (1956), Phelps (1966)) on sait que le capital de long terme ne croît que si le progrès technique croît.

La raison de base est simple à comprendre : lorsque le capital tend vers l'infini, la productivité marginale du capital tend vers 0 et l'accumulation optimale s'arrête nécessairement (Helman (1991)). Pour bien comprendre cela, nous allons distinguer deux cas un avec facteur de production *essentiel*, l'autre sans.

1. PROBLÉMATIQUE

1.1. Facteur de production essentiel

Notons $Y = F(K, X)$ fonction de la production.

Y est la production, K le capital, X un facteur de production non reproductible. F présente des rendements d'échelle constants.

Le facteur X est dit *essentiel* si :

(1-1) $$F(K, 0) = \forall K.$$

La croissance du capital est donnée par :

(1-2) $$\overset{\bullet}{K} = \frac{dk}{dt} = F(K, X) - C,$$

où C est la consommation.

La croissance maximale possible correspond au cas d'absence de consommation $(C = 0)$, d'où :

(1-3) $$\frac{\overset{\bullet}{K}}{K} \leqslant \frac{F(K, X)}{K} = F\Big(1, \frac{X}{K}\Big),$$

en raison des rendements constants de la fonction de production F. Lorsque K croît, si le facteur X est en quantité limitée (par exemple parce qu'il n'est pas reproductible : travail, terre...), $X/K \to 0$, $F(1, X/K) \to F(1, 0) = 0$.

La croissance tend nécessairement vers 0 s'il y a un facteur de production essentiel disponible en quantité limitée (Romer (1989)).

Comment sortir de cette difficulté (Rebelo (1991), Jones-Manuelli (1990)) ?

a / en supposant des rendements croissants sur le facteur accumulable K

Supposons que la fonction de production F est du type Cobb Douglas, $F = K^a X^b$:

si $a + b = 1$, $a < 1$, $F(X/K) = (X/K)^b \to 0$ quand $K \to +\infty$,

si $a > 1$, $\overset{\bullet}{K} \leqslant K^a K^b$, $\overset{\bullet}{K}/K \leqslant K^{a-1} X^b$,

avec $a - 1 > 0$, ce qui permet clairement la croissance.

Un exemple de cette solution est celle adoptée par Rebelo (1990) dans un modèle à deux secteurs.

Il y a deux sortes de capital :

- un capital reproductible K_t ;
- un capital non reproductible T (terre, offre de travail...) et deux secteurs de production :
  - celui des biens d'équipement, qui utilise une fraction $1-\varepsilon_t$ du capital reproductible, et produit le capital nouveau (l'investissement), selon :

$$I_t = (K_t(1 - \varepsilon_t))^a A, \tag{1-4}$$

  - celui des biens de consommation, qui utilise la fraction ε_t restante du capital reproductible, le capital non reproductible, avec la fonction de production :

$$c_t = (\varepsilon_t K_t)^a T^{1-a}. \tag{1-5}$$

On maximise la fonction d'utilité intertemporelle définie plus haut (chapitre 1) sous :

$$K_{t+1} = K_t(1 - \delta) + I_t. \tag{1-6}$$

Pour qu'il puisse y avoir croissance équilibrée, on voit qu'il faut que $a = 1$. ε_t est alors constant, égal à ε. (1-5) implique alors que le taux de croissance de c est égal à α fois le taux de croissance de K ; notons g ce dernier.

En croissance équilibrée, les conditions d'optimalités s'écrivent :

$$(1\text{-}7)\qquad \begin{cases} \dfrac{1}{(1+\rho)^t}\ \varepsilon^{\alpha(1-\sigma)}T^{(1-\alpha)(1-\sigma)}K_t^{-\alpha\sigma+\alpha-1} \\ \qquad\qquad +\lambda_t\Big[(1-\delta)+A(1-\varepsilon)\Big]-\lambda_{t-1}=0 \\ \dfrac{1}{(1+\rho)^t}\ \varepsilon^{-\alpha\sigma+\alpha-1}T^{(1-\alpha)(1-\sigma)}K_t^{\alpha(1-\sigma)}=A\lambda_t K_t \end{cases}.$$

D'où :

$$(1\text{-}8)\qquad \frac{\lambda_t}{\lambda_{t-1}}=\frac{1}{1+\rho}\ (1+g)^{\alpha(1-\sigma)-1},$$

où g est le taux de croissance de K.

D'où finalement,

$$(1\text{-}9)\qquad (1+g)^{1-\alpha(1-\sigma)}=\frac{A+1-\delta}{1+\rho},$$

soit :

$$(1\text{-}9')\qquad g\approx\frac{A-\delta-\rho}{1-\alpha(1-\sigma)},$$

et pour le taux de croissance de la consommation :

$$(1\text{-}10)\qquad \frac{c_{t+1}-c_t}{c_t}=\alpha\ \frac{A-\delta-\rho}{1-\alpha(1-\sigma)}.$$

Le taux de croissance optimal croît avec l'efficacité A du processus de production des biens d'équipement, et décroît avec la préférence pour le présent ρ (qui pousse à affecter le capital davantage à la production de biens de consommation que de biens d'équipement).

Dans une croissance néoclassique usuelle, a dans (1-4) serait strictement inférieur à 1. On aurait :

$$(1\text{-}11)\qquad \overset{\bullet}{K}=-\delta+\left(\frac{I}{K}\right)_t$$

et

$$\left(\frac{I}{K}\right)_t=(1-\varepsilon)^{\alpha}AK_t^{\alpha-1}.$$

Quand K grandit, I/K tend vers 0, ne peut rester supérieur à δ, et il n'y a pas croissance perpétuelle. Le résultat vient ici de la constance des rendements d'échelle dans l'activité de production du capital.

b / en introduisant des économies d'échelle externes

Au niveau de chaque entreprise, les rendements d'échelle sont décroissants, mais la production de chacune dépend du capital moyen installé dans l'ensemble des entreprises (par effet d'apprentissage, d'imitation, de synergie...), soit :

(1-13) $$Y = K^a X^b \overline{K}^c$$

où $\overline{K}$ est le capital moyen de l'ensemble des entreprises : $a + b < 1$ (rendements microéconomiques décroissant).

Au niveau macroéconomique, on a :

(1-14) $$\overline{Y} = \overline{K}^{a+c} X^b.$$

Si $a + c \geqslant 1$, il peut y avoir croissance entretenue. Supposons que $a + c = 1$, (1-14) n'implique alors aucune contrainte sur le taux de croissance réel. Si on considère une croissance optimale, on a toujours (6) qu'on peut réécrire :

(1-15) $$\frac{C_{t+1}}{C_t} = \left(\frac{1}{\beta(1+r)}\right)^{-1/\sigma}$$ où r est le taux d'intérêt réel.

On voit que le taux d'intérêt d'équilibre détermine le taux de croissance. En particulier, une modification de la fiscalité modifie ici r et le taux de croissance et non seulement l'état stationnaire (King-Rebelo (1990)). Ceci est le mécanisme inverse de celui qui apparaît dans une croissance néoclassique où (1-14), avec $a + c < 1$, impose le taux de croissance et où (1-15) détermine alors le taux d'intérêt seul compatible avec le taux de croissance exogène.

c / Possibilité d'accumuler un facteur de production autre que le capital

Ceci est le principe de base des modèles de croissance endogène que nous détaillerons plus loin. On a ici :

(1-16) $$Y = K^a H_1^c X^b$$

où H est ce second facteur accumulable, H_1 sa quantité consacrée à la production de biens de consommation :

$\overset{\bullet}{K} = Y - C$; accumulation du capital ;

$\overset{\bullet}{H} = \alpha H_2^d$;

où H_2 est la quantité du facteur consacrée à sa propre production.

$H_1 + H_2 = H$, la quantité disponible du facteur à un certain moment.

Puisque $\overset{\bullet}{H} = \alpha(H - H_1)^d$, le taux de croissance de la production et du capital, g, vérifie :

(1-17) $$g(1-a) = c\,\frac{\overset{\bullet}{H}_1}{H_1} + bg_x$$

où g_x est le taux de croissance de X.

Si le partage de H entre H_1 et H_2 reste stable,

$$\frac{\overset{\bullet}{H}_1}{H_1} = \frac{\overset{\bullet}{H}}{H} = \alpha H^{d-1}(1-k_1)^d$$

où $k_1 = H_1/H$.

Le taux de croissance g de l'économie, égal à $c\overset{\bullet}{H}/H + bg_x$, n'est pas exogène : il dépend en particulier du choix de la répartition du facteur H entre production et accumulation. Même si $g_x = 0$, le taux de croissance est perpétuellement entretenu si $d \geqslant 1$, c'est-à-dire s'il y a des rendements constants où croissants pour la production de H.

Ce modèle est à la base d'un très grand nombre de modèles de croissance endogène. Remarquons que si le facteur X intervient dans l'accumulation de H, la propriété se maintient si $d \geqslant 1$:

$$\text{Si } \begin{cases} \overset{\bullet}{H} = \alpha(H - H_1)X_2^e \\ Y = K^a H_1^c X_1^b \text{ avec } X_1 + X_2 = X \text{ donné} \end{cases}$$

on a :

(1-18) $$g(1-a) = c\alpha(1-k_1)X_2^e.$$

1.2. Facteur fixe non essentiel

Comme on l'a vu plus haut (1-3) pour qu'il y ait croissance à long terme, il faut que $F(1, X/K) \to 0$ quand $K \to \infty$, X étant donné ; c'est-à-dire que *le facteur X ne soit pas essentiel*. Cette situation est facile à imaginer.

On peut prendre par exemple :

$$F(K, X) = K^a X^{1-a} + \alpha K$$
$$F(K, X) = (\alpha K^\rho + (1-\alpha) X^\rho)^{1/\rho}$$

de qui revient au même quand $K \to +\infty$ (F devient linéaire en K).

Le problème de croissance est le suivant : on accumule du capital tant que sa productivité marginale nette est supérieure au degré de préférence pour le présent (voir (8)). Si la productivité marginale tend vers 0 avec K, l'accumulation s'arrête. Puisque F est à rendements constants :

$$Y = F(K, X) = KF'_K + XF'_x.$$

Si X est constant, le taux de croissance de Y est :

$$\dot{Y}/Y = F'_k K/Y \, \dot{K}/K.$$

Si s est le taux d'épargne, $\dot{K}/K = sY/K$ (en oubliant la dépréciation pour simplifier) d'où :

$$\dot{Y}/Y = sF'_K.$$

On voit que si $F'_K \to 0$ la croissance s'arrête.

$$F(1, X/K) = F'_K + X/KF'_x.$$

$X/K \to 0$: la non convergence vers 0 de la productivité marginale F'_K est bien équivalente à celle de $F(1, X/K)$.

Donnons un exemple de modèle où le facteur fixe n'est pas essentiel.

Nous reprenons ici en la simplifiant, l'analyse de Jones-Manuelli (1990), voir aussi Sala-I-Martin (1990) et Jones-Manuelli (1990b), dans un modèle de croissance avec générations. La fonction d'utilité intertemporelle est :

(1-19) $$U = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{u(c_t)}{(1+\rho)^t} \quad 0 < \rho, \; c \text{ est la consommation;}$$

avec :

(1-10') $$u = \frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma}.$$

La fonction de production est $f(k_t)$ où k est le capital (l'offre de travail est supposée constante et est ignorée). On a :

(1-20) $$f(k_t) = c_t + i_t \quad i_t \text{ est l'investissement ;}$$

(1-21) $$k_{t+i} = (1-\delta)k_t + i_t.$$

Le planificateur social maximise U, d'où les conditions d'optimalité :

$$\text{(1-22)} \qquad \begin{cases} u'(c_t) = \lambda_t(1+\rho)^t \\ \lambda_{t-1} = (1-\delta+f'(k_t))\lambda \quad (t \geqslant 1). \end{cases}$$

La consommation évolue selon :

$$\text{(1-23)} \qquad \frac{u'(c_t)}{u'(c_{t-1})} = \frac{\lambda_t(1+\rho)}{\lambda_{t-1}} = \frac{1+\rho}{(1-\delta+f'(k_t))}.$$

On prend pour la fonction de production la forme fonctionnelle :

$$\text{(1-24)} \qquad f(k) = bk + g(k) \text{ où } k > 0,\ g' > 0,\ g'' < 0,\ \lim_{k\to\infty} g' = 0.$$

On suppose que b est tel que :

$$\text{(1-25)} \qquad (b+1-\delta) > 1+\rho.$$

On sait que $f' = b + g' > b$, donc que $(f' + 1 - \delta) > 1 + \rho\ \forall k$.

A long terme : $f' \to b$, $\frac{c_t}{c_{t-1}} \to \left[\frac{1+\rho}{(1-\delta+b)}\right]^{-\frac{1}{\sigma}} > 1.$

La consommation tend vers l'infini. Il ne faut cependant pas que la croissance de la consommation soit telle que U de (1-19) soit infini. Il faut pour cela que le taux de croissance de la consommation soit inférieur à $(1+\rho)^{1/1-\sigma}$, soit :

$$\text{(1-26)} \qquad (b+1-\delta)^{1-\sigma} < 1+\rho.$$

On a donc finalement :

$$\text{(1-27)} \qquad (1+\rho)^{\frac{1}{1-\sigma}} > b+1-\delta > 1+\rho,$$

ce qui limite les possibilités pour les paramètres des fonctions d'utilité et de production. Si (1-27) est vérifiée, le taux de croissance converge à long terme vers :

$$\left(\frac{(1-\delta+b)}{1+\rho}\right)^{\frac{1}{\sigma}} - 1 > 0$$

et varie avec la préférence pour le présent ρ, les paramètres b et σ des fonctions de production et d'utilité.

Le cas usuel dans les croissances néo-classiques est celui où $b = 0$. On a alors, pour $k_t \geqslant \widehat{k}$, $(1-\delta+f'(k_t)) < 1+\rho$ puisque :

$$\lim_{k\to\infty} f'(k) = 0.$$

Pour $k_t > \widehat{k}$, c_t décroît ; pour $k_t < \widehat{k}$, c_t croît. Soit k^*, tel que pour $k_t \geqslant \widehat{k}$, $f(k_t) \leqslant \delta k_t$ (k^* existe nécessairement puisque $f' \to 0$ quand $k \to \infty$). Le capital ne peut pas devenir supérieur à k^* ; puisque $f(k_t) \geqslant c_t$, la consommation est bornée par $f(k^*)$; *il ne peut pas y avoir de croissance entretenue.*

Si nous introduisons du progrès technique et une croissance de l'offre de travail, on pourrait écrire par exemple :

$$f(k_t) = (1+n)^t z(k_t) \text{ où } n \text{ est un taux de croissance possible exogène, } \lim_{k\to\infty} z' = 0.$$

On voit que k_t^* est alors défini à la date t par :

$$(1+n)^t z(k_t^*) = \delta k_t^*.$$

Au cours du temps, ce capital limite progresse en fonction de n, *il peut y avoir croissance, mais elle est exogène, fonction du progrès technique et de la croissance de la population active.*

Nous allons maintenant examiner diverses possibilités de modèles de croissance endogène avec facteur essentiel d'accumuler un capital autre que le capital productif, selon les modalités vues plus haut.

2. CROISSANCE AVEC DIVERSIFICATION DES PRODUITS ET ACCUMULATION DE TECHNOLOGIE

Nous examinons maintenant la première des explications avancées de la croissance. Le point de départ est l'idée selon laquelle l'apprentissage pur n'est pas une explication satisfaisante, car il s'agit d'une accumulation de connaissance qui est *non intentionnelle* (voir par exemple Dasgupta, Stiglitz (1988)). L'accumulation intentionnelle de connaissance en vue de progrès technique est par contre une explication convenable puisque :

– une part du résultat de la recherche en vue de cette accumulation est appropriable par celui qui réalise cette recherche, et est donc incité à le mener ;

– une autre part est une externalité, un bien public non appropriable qui profite à tous (Cornes-Sandler (1986), Romer (1986), Griliches (1979)).