

Dominique Guellec
Pierre Ralle

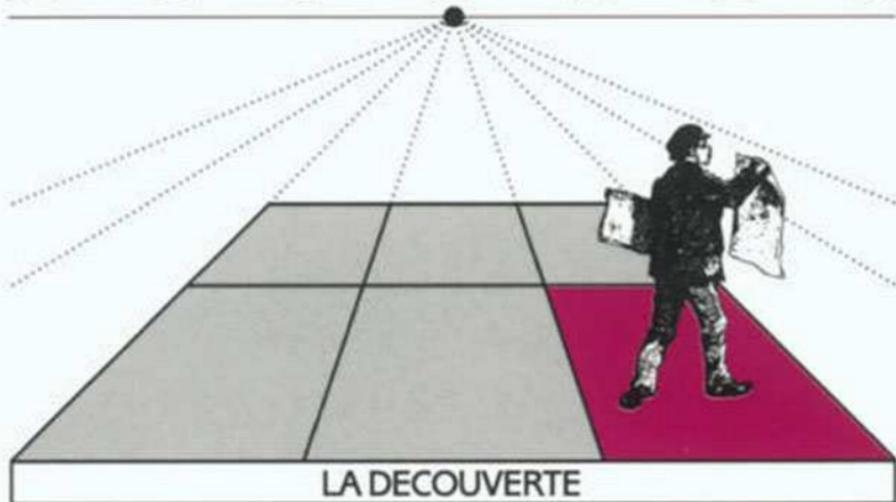
Les nouvelles théories de la croissance

5^e édition

« La référence incontournable. »

ALTERNATIVES ÉCONOMIQUES

R E P È R E S



Dominique Guellec
Pierre Ralle

LES NOUVELLES
THÉORIES
DE LA CROISSANCE
cinquième édition

ÉDITIONS LA DÉCOUVERTE
9 *bis*, rue Abel-Hovelacque
75013 Paris

Catalogage Électre-Bibliographie

GUELLEC, Dominique*RALLE, Pierre

Les nouvelles théories de la croissance. – 5^e éd. – Paris : La Découverte, 2003.
– (Repères ; 161)

ISBN 2-7071-4092-9

Rameau : développement économique

Dewey : 330.1 : Économie générale. Théorie générale de l'économie

Public concerné : Niveau universitaire. Public motivé

Le logo qui figure au dos de la couverture de ce livre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine des sciences humaines et sociales, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc qu'en application des articles L. 122-10 à L. 122-12 du Code de la propriété intellectuelle, toute reproduction à usage collectif par photocopie, intégralement ou partiellement, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris). Toute autre forme de reproduction, intégrale ou partielle, est également interdite sans autorisation de l'éditeur.

Si vous désirez être tenu régulièrement informé de nos parutions, il vous suffit d'envoyer vos nom et adresse aux Éditions La Découverte, 9 bis, rue Abel-Hovelacque, 75013 Paris. Vous recevrez gratuitement notre bulletin trimestriel **À la Découverte**. Vous pouvez également retrouver l'ensemble de notre catalogue et nous contacter sur notre site www.editionsladecouverte.fr.

© Éditions La Découverte, Paris, 1995, 1996, 1997, 2001, 2003.

Introduction

Pourquoi la richesse produite dans les pays les plus développés a-t-elle été multipliée par quatorze depuis 1820 ? Pourquoi, depuis la Seconde Guerre mondiale, le Japon a-t-il une croissance beaucoup plus rapide que les pays occidentaux ? Les théories de la croissance cherchent les réponses à ces questions. Elles ont été profondément renouvelées à la fin du xx^e siècle, à tel point qu'il est assez légitime de considérer qu'il existe un ensemble de « nouvelles théories », généralement qualifiées de « théories de la croissance endogène ».

Ces nouvelles théories utilisent largement les développements des autres branches de la théorie économique et, en particulier, de l'économie industrielle : concurrence imparfaite, différenciation de produits, économies d'échelle. Elles s'attaquent aussi à la compréhension de phénomènes nouveaux. Comprendre le ralentissement de la productivité survenu dans les pays développés depuis le milieu des années soixante-dix nécessite de modéliser les relations entre progrès technique et croissance. Comprendre pourquoi certains pays se développent rapidement alors que d'autres restent dans le sous-développement nécessite de modéliser les relations entre accumulation du capital humain et croissance.

« Robinson venait d'arriver sur l'île déserte. De son naufrage il n'avait sauvé qu'un sac de blé. Robinson le considéra : voilà de quoi vivre, mais pendant combien de temps ?

« Il regarda l'île. Elle était composée d'une bonne terre dont la quantité était telle qu'un homme seul ne pourrait jamais la

cultiver tout entière. Ce constat soulagea Robinson. Toute sa vie il avait vécu de son travail. Sur cette terre, ce serait comme ailleurs. Cette année il sèmerait. L'an prochain, la récolte lui permettrait de vivre et de semer de nouveau.

« Il avait cependant un souci : quelle quantité de blé devait-il semer ? Et combien pouvait-il en garder pour sa consommation ? »

C'est une première question posée aux théories de la croissance. L'analyse de la croissance traite donc du long terme. Cette définition mérite d'être explicitée. On peut tout d'abord considérer que, le long terme, c'est « ce qui se produit au bout d'un certain temps ». Ainsi, par exemple, l'effet d'un investissement après cinq années serait du domaine du long terme. Mais cette approche temporelle en cache une autre, au contenu plus économique. Ce qui distingue le court terme du long terme n'est pas la longueur de la période au cours de laquelle sont étudiés un certain nombre de phénomènes. C'est le rôle que joue l'accumulation des diverses formes de capital. A court terme, par définition, les effets de l'accumulation sont ignorés. L'investissement est considéré comme un élément de la demande qui ne modifie pas l'offre. A long terme, au contraire, on s'intéresse aux effets de l'accumulation du capital. L'investissement n'est donc plus simplement un élément de la demande, mais aussi (et surtout) un facteur d'offre.

Sur son île déserte, Robinson dispose de deux ressources : le travail qu'il peut fournir et la quantité de blé existant initialement (son capital). A l'aide de ce blé et de son travail, il produit du blé (cela revient à supposer que le capital et le bien produit sont homogènes). Il peut consommer, ce qui accroît son bien-être aujourd'hui. Il peut investir, donc produire demain, ce qui lui permettra d'accroître son bien-être demain. Il y a un arbitrage économique à réaliser entre ces deux objectifs.

« Robinson décida de planter une certaine proportion de son stock de blé. Les premières années celui-ci augmenta rapidement. En maintenant constante la proportion du stock qu'il plantait, Robinson consommait, plantait et récoltait toujours plus.

« Il se rendit cependant compte que son stock de blé s'accroissait de moins en moins vite. C'est que plus la quantité de grain semé était élevée, plus le rendement de chaque grain était faible. Un jour il s'aperçut qu'il n'avait plus d'intérêt à

accroître la quantité de grain semé : la quantité supplémentaire de blé qu'il semait devenant supérieure à la quantité qu'elle permettait de récolter. Il arrêta donc son expansion. La quantité de grain semé se stabilisa ainsi que les quantités produites et consommées. »

La situation dans laquelle se trouve Robinson semble paradoxale. A long terme, il n'y a pas de croissance économique. Cela provient du fait que le rendement marginal du processus qui transforme les facteurs de production (travail et blé) en produit (le blé) est décroissant. On retrouve là une crainte des économistes classiques des XVIII^e et XIX^e siècles : au fur et à mesure du développement économique, on utilise des ressources (selon eux, la terre) dont la productivité marginale est décroissante. La croissance économique doit donc naturellement s'arrêter un jour.

« Un matin Robinson rencontra le perroquet. Ce qu'il avait d'abord considéré comme un simple compagnon de jeu s'avéra d'une aide précieuse. Ce perroquet avait manifestement été en contact avec les plus grands savants et les cultivateurs les plus experts. Chaque jour il transmettait à Robinson un peu du savoir appris auprès d'eux. Et Robinson pouvait ainsi améliorer l'efficacité de son travail. La production se mit alors à croître et rien ne semblait pouvoir l'arrêter. »

Le modèle de Solow [1956]* étudie la situation dans laquelle se trouve Robinson. En présence d'un facteur qui améliore régulièrement l'efficacité du processus de production (le progrès technique), il est possible d'avoir une croissance illimitée. Cette croissance peut être qualifiée d'*exogène*, car le progrès technique est défini en dehors du modèle (le savoir du perroquet a été acquis en dehors de l'île, et Robinson en bénéficie gratuitement). Une propriété importante et sans doute surprenante d'une telle représentation est que le taux d'épargne n'a pas d'influence sur le rythme de croissance de long terme. Celui-ci ne dépend que de la vitesse du progrès technique (la croissance provient du perroquet, pas du choix que réalise Robinson entre consommer et investir).

« Un jour le perroquet disparut. Au bout de quelques années, la production se stabilisa de nouveau. Robinson comprit alors

* Les références entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'ouvrage.

qu'en étudiant ses expériences passées et en procédant à de nouvelles expérimentations il pourrait de nouveau améliorer l'efficacité de son travail. Mais une telle étude prendrait du temps qu'il ne pourrait pas utiliser à produire du blé. Cela lui donna un second souci : quelle part de son temps allait-il consacrer à accroître son savoir-faire ? Et combien pouvait-il en consacrer à produire ? »

Cette seconde question s'apparente à la première (choisir entre consommation et investissement). Cette fois, il y a aussi un arbitrage à réaliser entre le temps consacré à produire et celui consacré à améliorer l'efficacité du système de production. La part du temps disponible consacré à l'accumulation de « savoir » est en quelque sorte un taux d'épargne (ce ne l'est pas à strictement parler puisque, dans le premier cas, le capital et le bien sont homogènes et que, dans le second, ils ne le sont pas : le blé n'est pas homogène au « savoir »). Cette seconde question est posée directement par les nouvelles théories de la croissance. Ce qui ne veut pas dire qu'elle était ignorée auparavant. Le choix d'accroître son capital humain en se formant a de longue date été considéré comme un arbitrage à réaliser entre travailler (donc produire pour pouvoir consommer aujourd'hui) et se former (donc accroître son efficacité pour produire et pouvoir consommer plus demain). Les analyses empiriques de la croissance (par exemple Carré, Dubois et Malinvaud [1972]) ont d'ailleurs tenu compte de l'effet de la formation et de la technologie. Cependant, la théorie traditionnelle de la croissance ne prenait pas en compte le coût du progrès technique. Elle considérait l'accumulation du capital immatériel comme exogène et en ignorait les motivations économiques. L'originalité des nouvelles théories est de considérer que le choix d'accumuler du capital immatériel est *endogène* (Robinson doit faire lui-même un effort pour acquérir de nouveaux savoirs).

« Puis Vendredi apparut. Comme l'île était grande, les deux hommes se la partagèrent, chacun cultivant sur sa partie la quantité de blé nécessaire à sa consommation et à son investissement, chacun partageant son temps entre production du blé et étude.

« Robinson surveillait attentivement les modifications que Vendredi apportait à sa façon d'organiser la production : en les appliquant à son tour, il pouvait accroître la productivité de son travail. Quand Vendredi consacrait une grande partie de son

temps à étudier, les progrès de Robinson étaient considérables... A vrai dire, celui-ci aurait souhaité que Vendredi consacre une part plus importante de son temps à étudier et une part plus faible à produire.

« Vendredi était d'un naturel égoïste. Quand il comprit que son compagnon profitait ainsi de ses travaux d'étude, il décida de construire une palissade pour se protéger de l'espionnage. Ainsi, au bout de quelque temps, les méthodes de production des deux hommes devinrent différentes. Le blé de Robinson fournissait de hauts rendements, mais était d'une qualité médiocre, utile pour les usages courants. Celui de Vendredi était meilleur et pouvait servir dans les occasions exceptionnelles, mais ses rendements étaient faibles. Les deux hommes se mirent à échanger. Vendredi se rendit compte que les quantités de son blé que Robinson souhaitait se procurer étaient d'autant plus importantes que le prix fixé était bas. Ce dont il tint compte pour fixer le prix de son blé... »

L'apparition de Vendredi pose un nouveau problème à Robinson. Seul, il gère dans son intérêt les ressources dont il dispose. Ce faisant, il le fait efficacement (puisqu'il est rationnel). A partir du moment où un autre individu est présent, l'environnement de Robinson est modifié, ce dont il doit tenir compte. De ce fait, il faut que certaines conditions soient vérifiées pour que la recherche par chacun de ses intérêts propres aboutisse à une gestion efficace des ressources disponibles par l'ensemble des agents privés (c'est-à-dire pour que la poursuite de l'intérêt individuel concoure à l'intérêt général). Dans le domaine de l'analyse de la croissance, c'est rarement le cas. La raison principale en est que la croissance est rendue possible par l'innovation. Celle-ci a souvent des effets directs non seulement sur les agents qui la réalisent, mais aussi sur leur environnement, c'est-à-dire sur les autres agents.

Ainsi Robinson espionne Vendredi et profite de ses découvertes. Si Vendredi n'arrive pas à se protéger, il y a une externalité : Robinson préférerait que Vendredi travaille moins et étudie plus car il bénéficierait alors des effets des investissements intellectuels supplémentaires de son compagnon. Mais le comportement spontané de Vendredi n'aboutit pas à cela : il ne prend pas en compte les conséquences de ses actes sur Robinson. Dans un tel cas d'existence d'une externalité, une forme de coopération entre agents est justifiée, puisque les comportements individuels spontanés ne sont pas optimaux.

Si Vendredi arrive à protéger ses découvertes (en construisant une palissade ou... en les brevetant), il n'y a plus d'externalité. Mais, dans ce cas, les nouveaux biens vont se différencier des biens antérieurement disponibles. De ce fait la concurrence va devenir imparfaite [Gabszewicz, 1994], ce qui, là encore, va conduire les comportements spontanés des agents à ne pas être socialement efficaces (chacun se trouve en situation de monopole et n'est donc soumis qu'à une faible pression concurrentielle).

Ce livre est composé de cinq chapitres. Le premier est consacré aux « faits stylisés de la croissance » : les évolutions des principaux agrégats macroéconomiques en longue période sont présentées. Le deuxième chapitre analyse les principales théories de la croissance développées aux XIX^e et XX^e siècles. Les thèses des classiques puis de Harrod et de Domar sont présentées brièvement. Le modèle de Solow, fondateur de la théorie néo-classique de la croissance, est ensuite exposé.

Le troisième chapitre présente des généralités sur les modèles de croissance endogène. Le chapitre suivant est consacré aux modèles fondés sur l'accumulation de capital technologique et au progrès technique. Enfin, le dernier chapitre est consacré aux conséquences des nouvelles théories pour la politique économique.

Si les nouvelles théories s'attaquent à la compréhension de phénomènes réels, elles traitent difficilement d'un sujet majeur des vingt dernières années : les déséquilibres. Cela peut sembler surprenant. En effet, le chômage et l'inflation ont affecté de manière *durable* les économies des principaux pays développés. Or, traditionnellement, les théories de la croissance portent peu d'attention à ces deux phénomènes. Pour la plupart d'entre elles, les déséquilibres de court terme engendrent des fluctuations de l'activité économique qui n'ont pas d'influence sur le rythme de croissance de long terme (inversement, la plus ou moins grande rapidité de la croissance n'a pas d'influence sur les évolutions conjoncturelles). Aujourd'hui, ce schéma dichotomique (qui a toujours été débattu) est remis en cause. Ainsi, d'un côté, des théories censées représenter les fluctuations (les cycles réels) montrent que celles-ci peuvent avoir une influence à long terme. De l'autre, les nouvelles théories de la croissance considèrent que les conditions initiales d'une économie (donc affectées par les déséquilibres) peuvent influencer le rythme de la croissance. Il reste que si la place

accordée aux déséquilibres dans les nouvelles théories est plus importante que ce qu'elle était auparavant, ceux-ci sont cependant rarement au centre de l'analyse.

Une remarque finale permet de situer la place des théories économiques de la croissance dans un champ plus large. Aucune modélisation ne prétend rendre compte de la multiplicité des mécanismes (interdépendants et pour certains non élucidés) qui expliquent la croissance : la croissance « réelle » est modelée par de nombreux facteurs extra-économiques (politiques, culturels, institutionnels). Tout cela doit rendre le théoricien modeste, et le lecteur prudent.

I / Les chiffres de la croissance

Dans ce chapitre sont présentés quelques chiffres, jugés pertinents pour appréhender la croissance économique. Le fait de retenir une approche quantitative de la croissance peut sembler discutable. Un discours radical peut être tenu : le développement économique est un phénomène qualitatif dont la recherche d'une mesure est vaine. Ainsi vouloir comparer le niveau de la consommation en 1800 et à la fin du xx^e siècle est illusoire. Il est déjà difficile de mesurer l'évolution des quantités consommées des biens dont les caractéristiques ont relativement peu changé en deux siècles. Mais comment mesurer les différences de qualité entre un produit de 1800 et un produit actuel ? Et comment mesurer l'impact de l'apparition de nouveaux biens (ou de la disparition d'anciens biens) ? Quant à comparer les niveaux de vie, c'est encore plus problématique. L'espérance de vie s'est accrue ; des ressources naturelles non reproductibles ont été détruites ; l'organisation sociale et politique a été bouleversée (les libertés individuelles ont plus d'importance, mais les solidarités traditionnelles se sont relâchées). Quel est l'impact quantitatif de ces évolutions sur le bien-être ?

On considère ici que l'observation quantitative de certains faits permet d'éclairer les questions de la croissance qui sont étudiées dans ce livre. L'approche retenue consiste à présenter quelques grandes séries macroéconomiques utilisées dans les modèles théoriques présentés dans les chapitres suivants (production, emploi, accumulation du capital, productivité...). Ce sont les faits « stylisés » de la croissance qui sont discutés. Résumer en quelques chiffres l'histoire de la croissance peut

sembler un objectif vain. Cette démarche est cependant cohérente avec celle de la théorie économique. Il s'agit d'isoler les variables déterminantes et les mécanismes élémentaires, d'analyser leur fonctionnement, puis de les mesurer et de vérifier leur pertinence empirique. Il ne s'agit pas de rendre compte de toute la diversité de la croissance. Celle-ci étant définie comme un processus d'accumulation, le problème est d'identifier les variables qui sont accumulées, celles qui interviennent dans l'accumulation et les lois qui relient ces variables entre elles.

Ce chapitre est divisé en quatre sections. Dans la première, on présente rapidement l'évolution quantitative de la croissance. Dans les deux suivantes, on s'en tient à une analyse partielle : les deux principaux facteurs de production, le travail et le capital, sont présentés. Dans la dernière section, les facteurs de production sont considérés dans leur totalité. C'est leur efficacité d'ensemble (la productivité globale des facteurs de production) qui est analysée.

1. La croissance

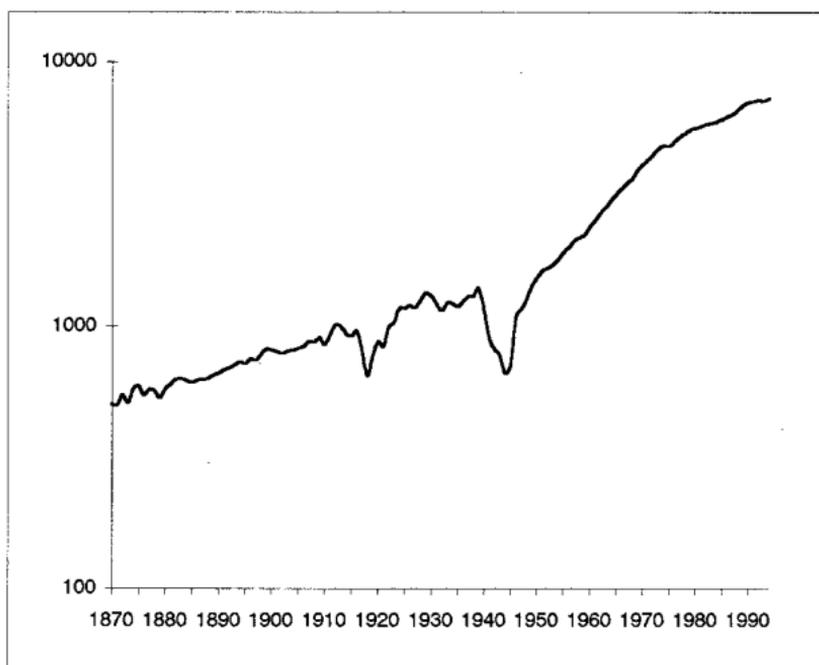
Entre 1400 et la fin du xx^{e} siècle, d'après Maddison ¹, la richesse par habitant produite chaque année dans les pays actuellement les plus développés (ouest de l'Europe, Amérique du Nord, Australie) a été multipliée par trente-trois. La précision de ce chiffre ne doit pas faire illusion ; sa signification non plus. La mesure de la production sur une période d'une telle longueur est imprécise. Elle est de plus conceptuellement délicate : l'évolution de la production n'a pas été que quantitative, mais aussi qualitative. Ainsi les biens produits ont-ils profondément évolué, ce dont ne rend pas compte le chiffre ci-dessus. Il n'empêche que l'économie a crû. A un rythme assez lent pendant plus de quatre siècles : 0,2 % par an pour la production par habitant entre 1400 et 1820. A un rythme plus rapide au cours du xix^{e} siècle et de la première moitié du xx^{e} : 1,2 % par an. A un rythme plus élevé ensuite : 2,8 % par an depuis 1950.

Une première rupture importante s'est produite à la fin du xviii^{e} siècle. Auparavant, la croissance des pays occidentaux était positive, mais très faible. Cela leur a cependant permis de

1. Sauf mention contraire, les chiffres cités dans ce chapitre sont issus de Maddison [1995].

dépasser largement le niveau de richesse de la Chine, pays qui, à la fin du Moyen Age, était le plus développé, mais dont la croissance a été quasi nulle... jusqu'au milieu du XX^e siècle.

PIB FRANÇAIS DEPUIS 1870



Échelle logarithmique

Source : MADDISON [1995].

Une deuxième rupture s'est produite après la Seconde Guerre mondiale (voir graphique). De 1860 à la Première Guerre mondiale, la croissance de l'économie française est d'environ 1,2 % par an. Elle n'est certes pas régulière : récessions et périodes de croissance rapide alternent. Mais cette évolution cyclique se réalise autour d'une croissance tendancielle qui, pour sa part, est régulière. Au cours des années de guerre, la production décroît fortement : de 36 % entre 1913 et 1918. Elle augmente ensuite rapidement et, à la fin des années vingt, le retard pris au cours de la Première Guerre mondiale est rattrapé : si, durant les années de guerre, le PIB avait continué sur sa lancée, son niveau à la fin des années vingt aurait été sensiblement équivalent à ce qu'il a effectivement été. Au cours des années trente, l'évolution de la production est « heurtée ». Le PIB diminue ainsi de 15 % entre 1929 et 1932. A la fin des

années trente, son niveau est à peu près celui de la fin des années vingt. Avec la guerre, la production diminue violemment : le PIB de 1944 est inférieur de moitié à celui de 1939. Puis, après-guerre, la croissance repart. Le redémarrage est très rapide (il y a comme dans les années vingt un rattrapage du niveau de production perdu pendant les années trente et les années de guerre).

A partir des années cinquante, la croissance devient *durablement forte* (beaucoup plus qu'entre 1860 et 1940) et *très régulière* : jusqu'en 1974, elle n'est jamais négative. Ces deux caractéristiques sont observées à des degrés variables dans tous les pays développés. L'accélération de la production est moindre aux États-Unis ; la régularité de la croissance est plus forte en France ; cependant, globalement, à partir des années cinquante et pendant un quart de siècle, le rythme de croissance des pays développés a été très soutenu. Cette période s'est achevée au milieu des années soixante-dix. En 1975, pour la première fois depuis la guerre, le PIB diminue en France de 0,3 %. Ce qui aurait pu n'être qu'un épisode conjoncturel est en fait le début d'une nouvelle période : depuis, la croissance est durablement plus faible. En 1993, pour la seconde fois depuis 1944, le PIB diminue (de près de 1 %).

Avant d'entrer dans le cœur du sujet, une remarque technique permet de saisir l'importance de ce qui peut ne sembler que de faibles modifications du taux de croissance. La croissance annuelle de la production par habitant entre 1400 et 1820 ne diffère que... d'un point de celle observée entre 1820 et 1950 ! Cela peut sembler un faible écart à qui n'a pas l'habitude des progressions géométriques. De fait, il n'en est rien. Si, pendant un siècle, le rythme annuel de croissance est de 1 %, le niveau de la production est multiplié par 2,7 ; si le rythme est de 2 %, le coefficient multiplicatif est de 7,2. Si, entre 1890 et 1990, la croissance française avait été de 1,35 % par an (elle a été effectivement de 2,35 %), la richesse produite en 1990 aurait été égale à 37 % de son niveau effectif. Inversement, si le rythme de la croissance avait été de 3,35 %, la richesse produite aurait été 2,6 fois supérieure à son niveau effectif.

2. Le travail

La création de richesses est obtenue à partir de facteurs de production dont les mieux identifiés sont le capital « humain » (communément appelé le « travail ») et le capital « matériel », ou encore « physique », qui est le stock de richesses accumulées (communément appelé le « capital »)².

La productivité d'un facteur est le rapport entre la quantité de bien produite et la quantité de facteur utilisée. Ainsi la production annuelle d'un pays peut être décomposée en un produit de deux termes : la quantité annuelle de travail multipliée par la production par heure travaillée. La première variable est un indicateur de la quantité de travail fourni. La seconde mesure la productivité et est en quelque sorte un indicateur de la « qualité » de ce travail. Le nombre total d'heures de travail au cours d'une année est lui-même le produit de l'emploi et de la durée annuelle du travail. En longue période, la croissance de l'emploi a été spectaculaire aux États-Unis, terre d'immigration. Entre 1870 et 1992, l'emploi est passé de 14,7 millions à 119,2. Il a donc été multiplié par 8 (voir tableau). La croissance de l'emploi a été relativement forte au Japon et en Allemagne et plus modérée en France.

Quant à la durée annuelle du travail, elle a suivi une

EMPLOI ET DURÉE ANNUELLE DU TRAVAIL EN LONGUE PÉRIODE

<i>Emploi en millions</i>	<i>Japon</i>	<i>Allemagne</i>	<i>France</i>	<i>États-Unis</i>
1870	18,7	10,3	17,8	14,7
1998	65,1	35,5	22,3	131,5

<i>Durée annuelle en heures</i>	<i>Japon</i>	<i>Allemagne</i>	<i>France</i>	<i>États-Unis</i>
1870	2 945	2 941	2 945	2 964
1998	1 842	1 580	1 599	1 833

Source : MADDISON [1995], OCDE [2000].

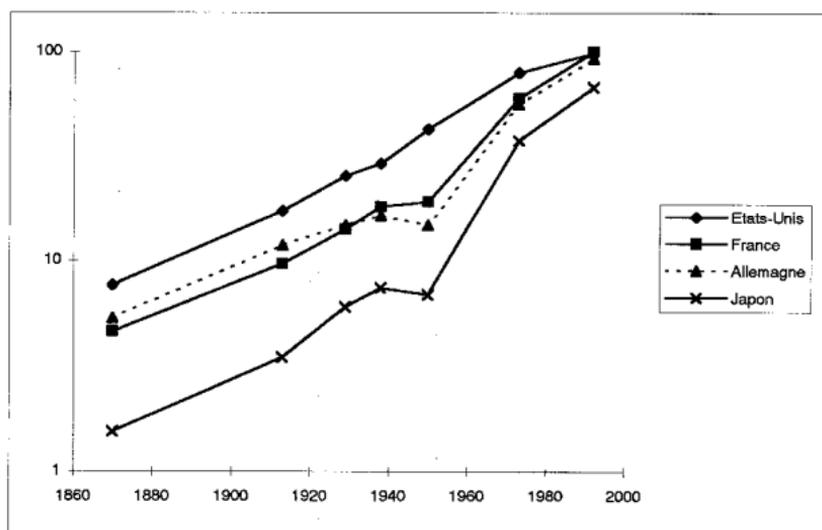
2. Au niveau macroéconomique, on peut raisonner en termes de valeur ajoutée. Les consommations intermédiaires peuvent alors être négligées. Dans le texte, on utilise le terme « production » pour qualifier le PIB qui est en fait un indicateur de la valeur ajoutée.

évolution inverse et a fortement diminué. Elle valait près de 3 000 heures en 1870 au Japon, aux États-Unis, en France et en Allemagne. Dans ces deux derniers pays, elle a été réduite de moitié et s'est établie en 1998 en dessous de 1 600 heures. Au Japon et aux États-Unis, la réduction a été moins importante : la durée annuelle du travail est de plus de 1 800 heures en 1998. Cette réduction du temps de travail a été rendue possible par la progression du niveau de vie. Quand celui-ci augmente, il y a un arbitrage à réaliser (pour une part, individuel, pour une part, collectif) entre accroissement de la consommation et accroissement des loisirs.

La productivité horaire du travail est une mesure simple de l'efficacité du travail qui joue un rôle crucial en matière d'analyse de la croissance.

En longue période, elle a crû fortement dans les quatre pays cités précédemment (voir graphique). Entre 1870 et 1992, elle a été multipliée par plus de 40 au Japon, par près de 20 en France et en Allemagne et par plus de 10 aux États-Unis. Un des points essentiels est que, dans les trois pays où la productivité était la plus basse en 1870, elle a crû beaucoup plus rapidement que dans le pays leader, où elle était la plus élevée en 1870 (les États-Unis). On observe ainsi un certain « rattrapage » du pays le plus développé par ceux qui le sont moins.

PRODUCTIVITÉ HORAIRE DU TRAVAIL



Échelle logarithmique

Source : MADDISON [1995].

A la fin du XIX^e siècle, la productivité de l'heure de travail japonaise valait environ 20 % de celle de l'heure de travail américaine ; elle en vaut les deux tiers au début des années quatre-vingt-dix. Quant aux heures de travail française et allemande, leur productivité est devenue, au cours de la même période, à peu près équivalente à celle de l'heure américaine³. Ainsi la croissance de la productivité d'un pays semble d'autant plus forte que le niveau initial de son efficacité est faible par rapport à celui du pays leader. On verra dans les chapitres suivants que ce résultat est compatible avec une interprétation en termes de « rendements décroissants du capital », qui suppose que plus une économie est fortement dotée en capital (c'est-à-dire plus elle est riche), plus son efficacité est faible et plus sa croissance est modérée. Il est aussi compatible avec une interprétation en termes d'« imitation ». Certaines dépenses sont réalisées par le pays le plus avancé (par exemple, les dépenses de recherche et de développement), mais tous les pays disposent à un moindre coût des facteurs en résultant : il est plus facile de copier que d'inventer. Chaque pays rejoint progressivement la « frontière technologique » sur laquelle le pays leader se situe.

Le rattrapage observé entre les quatre pays les plus développés est un fait majeur. Il est de plus observé dans l'ensemble des pays développés et dans certains pays (tels ceux du Sud-Est asiatique) où la croissance est très forte depuis les années soixante-dix. Dans l'encadré du chapitre III, consacré au développement, on montre cependant que ce n'est pas une règle absolue : certains pays ne rattrapent pas les plus riches et, au contraire, s'en éloignent.

L'évolution tendancielle de la productivité a connu, dans les quatre pays étudiés au cours du siècle écoulé, deux inflexions : la première au début des années cinquante ; la seconde au milieu des années soixante-dix. C'est là un élément majeur d'explication des ruptures tendanciennes observées ci-dessus pour le PIB français aux mêmes dates. On observe nettement qu'entre 1950 et 1973 la croissance de la productivité de l'heure de travail est devenue beaucoup plus forte qu'elle ne l'était auparavant (même si l'on exclut la période allant de

3. Il convient de souligner la relative fragilité des comparaisons internationales des *niveaux* de productivité qui reposent sur des estimations délicates des taux de conversion entre les monnaies.

1930 à la fin de la Seconde Guerre mondiale où la productivité a stagné en France, en Allemagne et au Japon). Depuis le milieu des années soixante-dix, une nette rupture s'est produite.

Le ralentissement de la productivité depuis 1973

Le choc pétrolier de 1974 et la récession de 1975 qui l'a suivi n'ont été que le point de départ d'un ralentissement *durable* de la productivité. Celui-ci a été observé dans tous les pays développés. Ainsi dans le pays leader (les États-Unis), la productivité horaire du travail augmentait à un rythme annuel de 2,7 % entre 1950 et 1973 (voir tableau). En moyenne, elle a ralenti de 1,6 point depuis, pour s'établir à 1,1 % par an depuis 1973. Dans les trois autres pays étudiés, le même phénomène s'est produit. En France et en Allemagne, la productivité horaire du travail est passée d'une croissance annuelle de plus de 5 % entre 1950 et 1973 à une croissance inférieure à 3 % après 1973. Quant au Japon, il a connu un ralentissement encore plus important : de près de 8 % avant 1973 à 3 % après.

PRODUCTIVITÉ HORAIRE DU TRAVAIL

	<i>Japon</i>	<i>Allemagne</i>	<i>France</i>	<i>États-Unis</i>
Taux de croissance annuel moyen en %				
1950-1973	7,7	6,0	5,1	2,7
1973-1998	2,9	2,6	2,5	1,2

Source : MADDISON [1995] et OCDE [2000].

Que la productivité ralentisse dans les pays qui ont initialement le niveau de productivité le plus faible peut s'expliquer largement par le phénomène de rattrapage : au fur et à mesure que celui-ci se produit, il est de plus en plus coûteux. A la limite, quand les pays « suiveurs » ont rattrapé le pays leader, la croissance de leur productivité devient équivalente à la sienne. Cependant, l'ampleur du choc est telle que ce mécanisme n'est pas suffisant pour l'expliquer. De plus, il ne rendrait pas compte du ralentissement de la productivité aux États-Unis. Peut-on trouver des éléments d'explication du côté de l'autre grand facteur de production : le capital ?

3. La productivité du capital

Le capital physique accumulé est une source de création de richesses dont l'analyse est inévitable. Le nombre de machines et d'usines a évidemment une influence sur le niveau de la production. Directement tout d'abord : toutes choses égales par ailleurs, le niveau de la production est d'autant plus élevé que celui du capital l'est. Indirectement aussi : l'accumulation du capital physique permet un progrès technique « incorporé » dans les machines. Le capital a ainsi un double rôle : économiser le travail et favoriser le progrès technique [Joly, 1993].

Sur longue période, la quantité de capital⁴ par personne employée a crû fortement (voir tableau). Entre 1890 et 1992, elle a été multipliée par près de 50 au Japon (pays où en 1890 la productivité de l'heure de travail était la plus faible), et par 4 aux États-Unis (pays le plus développé en 1890).

CAPITAL (HORS LOGEMENT) PAR PERSONNE EMPLOYÉE
En milliers de dollars de 1990

	1890	1913	1950	1973	1992
Japon	1,5	2	8	40	113
Allemagne	nd	nd	18	58	102
France	nd	nd	18	49	103
États-Unis	14	45	58	86	112

Source : MADDISON [1995].

RAPPORT DU CAPITAL (HORS LOGEMENT) AU PIB

	1890	1913	1950	1973	1992
Japon	0,7	0,9	1,7	1,7	3,0
Allemagne	nd	nd	1,8	1,9	2,3
France	nd	nd	1,6	1,6	2,3
États-Unis	3,1	3,3	2,5	2,1	2,4

Source : MADDISON [1995].

Le coefficient de capital (qui est le rapport entre le stock de capital et le PIB annuel, c'est-à-dire l'inverse de la productivité

4. Le capital considéré ici est le capital physique privé hors logement. Le rôle du capital public est présenté dans le chapitre v. Signalons aussi que les incertitudes de mesures, toujours importantes en longue période, le sont encore plus pour les stocks de richesses que pour les flux.

du capital) est passé de moins de 1 à 3 entre 1890 et 1992 au Japon (voir tableau). Aux États-Unis, il a décliné entre les deux guerres mondiales et est quasi stable depuis.

La hiérarchie des pays pour le capital par personne employée peut s'expliquer par les phénomènes de rattrapage. En effet, la convergence observée précédemment entre les niveaux de la productivité horaire du travail des quatre pays a été rendue possible par le fait que le rythme d'accumulation du capital était d'autant plus intense que le pays était initialement peu développé. Ce constat met en évidence les limites d'une approche en termes de productivité partielle de chaque facteur de production, pris isolément. C'est la productivité globale que l'on va maintenant analyser.

4. La productivité globale des facteurs de production

De ce qui précède il vient naturellement que l'analyse de la productivité doit se faire en considérant à la fois le travail et le capital. Il est assez intuitif de supposer que la productivité globale de l'économie est obtenue en agrégeant la productivité du travail et celle du capital. Mais comment effectuer cette agrégation ? On n'additionne pas aisément du travail et du capital. Réaliser cette opération nécessite d'aller au-delà du simple calcul arithmétique. Des hypothèses économiques supplémentaires sont nécessaires (voir encadré).

Selon Maddison, le facteur de production « global » a un profil d'évolution presque similaire dans les quatre pays étudiés : il croît plus vite entre 1950 et 1973 qu'entre 1913 et 1950 et qu'entre 1973 et 1992 (aux États-Unis, l'évolution est légèrement différente et il n'y a pas de ralentissement après 1973). Dans les quatre pays, l'évolution du PIB a connu le même profil : accélération très nette entre 1950 et 1973, ralentissement ensuite. Le point important est que ce mouvement ne s'explique pas entièrement par l'évolution du facteur « global » de production. Ainsi, depuis le milieu des années soixante-dix, on observe le même ralentissement de la productivité globale des facteurs de production que de la productivité du travail. Arithmétiquement, ce n'est pas étonnant. En longue période, la part de la rémunération du travail dans le PIB est d'environ 70 %. Dès lors, comme le rapport entre la production et le capital évolue assez peu, les évolutions de la productivité

Le calcul de la productivité globale

La méthode de calcul la plus usuelle d'une productivité globale des facteurs de production suppose que l'économie est représentée par une fonction de production traditionnelle :

$$(1) \quad Q_t = F(K_t, L_t, t)$$

où Q est la production, K le stock de capital, L le travail et t le temps. Le temps apparaît comme un argument explicite de la fonction de production : cela signifie que les deux facteurs, travail et capital, ne suffisent pas à « expliquer » le produit. D'autres facteurs jouent qui ne sont pas explicites, mais sont représentés indirectement par le temps. Ces facteurs supplémentaires sont généralement qualifiés de « progrès technique », dénomination qui est maladroite pour deux raisons. La première est que des facteurs autres que techniques peuvent évoluer au cours du temps et accroître l'efficacité globale de la fonction de production. On peut même penser que l'organisation de la société joue un rôle important et que le terme « progrès technico-sociétal » serait plus pertinent que celui de « progrès technique ». La deuxième est que l'on pourrait tout à fait introduire un facteur représentant explicitement le niveau de la technologie (par exemple un stock des dépenses de recherche-développement) dans la fonction de production (1). La variable « temps » ne représenterait plus alors que l'ensemble des autres facteurs que le travail, le capital et le stock de recherche-développement, qu'il est évidemment très difficile de qualifier alors de « progrès technique » ou même « technico-sociétal ». En fait dans la formulation (1), le temps apparaît comme variable mesurant l'ensemble des facteurs qui ne sont pas pris explicitement en compte dans la fonction de production.

Mesurer la productivité globale revient en fait à calculer l'influence du

« progrès technique » sur le niveau de la production, alors que cette variable n'est évidemment pas directement mesurable. Toute l'astuce de la méthode de calcul consiste à effectuer les hypothèses nécessaires pour obtenir, par solde, une évaluation de la productivité globale à partir de données empiriques disponibles. Un point essentiel est que la fonction de production (1) repose sur l'hypothèse que seuls le capital et le travail doivent être rémunérés, alors que le « progrès technique » y est considéré comme gratuit. Dès lors, l'observation de la part des salaires et des profits dans le PIB va permettre, moyennant une hypothèse sur le lien entre rémunération et productivités marginales des facteurs, d'identifier les valeurs des différents paramètres de la fonction de production.

En différenciant l'équation (1) au cours du temps, on obtient :

$$(2) \quad \dot{Q}/Q = F'_K \cdot dK/dt + F'_L \cdot dL/dt + F'_t$$

et en notant \dot{x}/x le taux de croissance de la variable x :

$$(3) \quad \dot{Q}/Q = F'_K \cdot (K/Q) \cdot \dot{K}/K + F'_L \cdot (L/Q) \cdot \dot{L}/L + F'_t/Q$$

Dans le cas où les rendements d'échelle des seuls facteurs explicites de production (travail et capital) sont constants¹, on a l'égalité (4) :

$$(4) \quad \dot{Q}/Q = F'_K \cdot K/Q + F'_L \cdot L/Q$$

et donc de (3) et (4), on obtient :

$$(5) \quad \dot{Q}/Q = \alpha \dot{K}/K + (1-\alpha) \dot{L}/L + F'_t/Q$$

où :

$$(6) \quad \alpha = F'_K \cdot (K/Q)$$

Sous cette forme il apparaît que la croissance du produit est la somme de deux termes. Le premier est une moyenne (pondérée par α et $1-\alpha$) de la croissance du capital et du travail. C'est donc la part de la croissance qui est expliquée par l'évolution des facteurs de production ; le second terme est, par construction, la part de la

croissance inexpliquée par ces facteurs. Il mesure l'évolution de la productivité globale des deux facteurs de production.

Une étape supplémentaire peut être franchie si l'on suppose que les marchés des biens et des facteurs sont parfaits. Dans ce cas, la rémunération d'un facteur de production est égale à sa productivité marginale : F'_K est donc égal au taux d'intérêt et F'_L au taux de salaire. Ainsi $1 - \alpha$ est égale à la part des salaires dans la production et α est égale à la part des profits. Dans l'équation (5) tous les termes sont donc observables au niveau macroéconomique, sauf F'_L/Q . On peut alors utiliser (5) pour calculer cette quantité. L'équation (7) indique comment ce « résidu » est obtenu :

$$(7) \quad \text{résidu} = \dot{Q}/Q - (\alpha \dot{K}/K + (1-\alpha)\dot{L}/L)$$

où \dot{Q}/Q , K/K , L/L , et α sont des grandeurs observables (par exemple, au niveau d'un pays).

Trois remarques méritent d'être formulées à propos de cette méthode de calcul.

Tout d'abord, cette méthode de calcul du résidu n'est pas simplement « technique », mais elle repose sur des hypothèses économiques fortes. Ainsi il est supposé que les deux facteurs de production, travail et capital, sont rémunérés à leur productivité marginale, et que l'ensemble des autres facteurs de production n'est pas rémunéré. Pourtant, la recherche et le développement (par exemple) sont

deux activités indéniablement coûteuses.

Ensuite, cette méthode de calcul ne valide aucune théorie économique. En particulier, ce n'est pas une validation du modèle de Solow (présenté dans le chapitre II). En revanche, elle repose sur des hypothèses qui sont aussi celles du modèle de Solow : il existe deux facteurs de production qui sont coûteux, le travail et le capital ; la rémunération des facteurs de production est égale à leur productivité marginale. Les nouvelles théories de la croissance remettent fortement en cause ces hypothèses en considérant, par exemple, que d'autres facteurs de production sont coûteux (le capital public, la technologie) ou qu'il existe des externalités et des situations de monopole qui conduisent les rémunérations des facteurs à être différentes de leur productivité marginale.

Finalement, le calcul du résidu a l'inconvénient d'être entaché de toutes les erreurs qui sont faites lors de la mesure des variables présentes à droite de l'équation (7).

Maddison [1995] a calculé un facteur de production « global » obtenu comme une pondération de trois composantes :

- le travail a une pondération de 70 %² ;
- le capital a une pondération de 27 % ;
- les ressources naturelles sont considérées comme un facteur de production et la pondération retenue est de 3 %.

1. Dans ce cas, lorsque l'on multiplie les deux facteurs de production travail et capital par une quantité x , le produit est lui aussi multiplié par cette quantité x ; voir le chapitre II.

2. Maddison prend en compte un effet de l'accroissement de la qualité, appréhendée par le nombre d'années d'étude.

globale des facteurs sont assez corrélées avec celles de la productivité du travail.

Ainsi, par rapport à la période postérieure à la Seconde Guerre mondiale, depuis 1973, la productivité globale a ralenti

FACTEURS DE PRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ GLOBALE
(Taux de croissance annuels moyens en %)

	FACTEURS DE PRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ GLOBALE			
	<i>États-Unis</i>	<i>France</i>	<i>Allemagne</i>	<i>Japon</i>
	PIB (1)			
1913-1950	2,8	1,2	1,1	2,2
1950-1973	3,9	5,0	6,0	9,3
1973-1992	2,4	2,3	2,3	3,8
	« Volume » des facteurs de production (2)			
1913-1950	1,3	nd	nd	1,9
1950-1973	2,2	1,8	1,9	4,2
1973-1992	2,2	1,5	0,8	2,7
	Productivité des facteurs de production (3) = (1) – (2)			
1913-1950	1,5	nd	nd	0
1950-1973	1,7	3,2	4,1	5,1
1973-1992	0,2	0,8	1,5	1,1
	Autres effets (4)			
1913-1950	0,4	0,1	- 0,1	0,0
1950-1973	0,3	0,9	1,3	2,9
1973-1992	- 0,1	0,3	0,4	0,3
	Facteur résiduel (5) = (3) – (4)			
1913-1950	1,1	nd	nd	0,4
1950-1973	1,4	2,3	2,7	2,2
1973-1992	0,2	0,4	1,2	0,8

(2) Obtenu comme une moyenne pondérée du travail, du capital et des ressources naturelles (le travail est pondéré par 0,7, le capital par 0,27, les ressources naturelles par 0,03).

Le facteur travail prend en compte le nombre d'années d'éducation (mesure de la « qualité »).

(4) Effets d'échelle (nationaux ou liés au commerce extérieur), effets sectoriels, etc.

Source : MADDISON [1995].

de plus de 1 point aux États-Unis, de 2,5 points en Allemagne et en France, de 4 points au Japon. D'où peut provenir un tel ralentissement ? Une première explication est qu'il ne s'agit que d'un artefact statistique, provenant du fait que toutes les erreurs de mesure se retrouvent dans le résidu. Elle est cependant insuffisante. Il est plus pertinent de rechercher l'explication du côté des facteurs de production autres que le travail et

le capital. Le principal est la technologie⁵. Cependant, le ralentissement de la productivité globale se produit alors même que les innovations technologiques se multiplient et que la part des dépenses de recherche et de développement dans le PIB s'accroît. C'est le « paradoxe de la productivité ».

Le paradoxe de la productivité

On doit à Solow une phrase qui résume simplement ce paradoxe : « Les ordinateurs sont partout [...] sauf dans les statistiques de PIB. » L'observation empirique quotidienne (« les ordinateurs sont partout ») est confirmée par les évaluations statistiques de l'innovation ou de la recherche dont on dispose. Un indicateur assez pertinent de l'accroissement annuel de la technologie est le flux de dépenses de recherche et développement. Son évolution n'est pas ambiguë : la part des dépenses de recherche et de développement dans le PIB a augmenté dans le dernier quart du xx^e siècle (voir tableau). Dans les quatre pays étudiés, elle était d'environ 2 % en 1975 (un peu moins en France, un peu plus en Allemagne et au Japon). En 2001, elle s'établit entre 2,2 et 3,1 %⁶. On peut relativiser l'importance de cette augmentation. Tout d'abord, l'indicateur retenu a ses limites : par exemple, une dépense peut être plus ou moins « efficace »⁷. Ensuite, le « stock de recherche et développement » (obtenu en cumulant les flux annuels et en supposant un certain déclassement) a, quant à lui, ralenti [Joly, 1993]. En effet, plus le stock a crû, plus il a fallu un flux important pour que la croissance du stock se maintienne à un rythme élevé. On peut aussi considérer qu'il faut du temps pour que l'impact positif sur la croissance des innovations technologiques réalisées au cours des années soixante-dix et quatre-vingt apparaisse [Griliches, 1991]. Une telle interprétation serait cohérente avec le scénario de la « nouvelle économie ».

5. En ce qui concerne le rôle du capital public dans le ralentissement de la productivité, voir les travaux d'Aschauer, chapitre v.

6. La France a un profil différent de celui des autres pays en fin de période. Dans la seconde moitié des années 1990, la part des dépenses de R&D diminue légèrement, alors qu'elle augmente aux États-Unis, au Japon et en Allemagne.

7. Cette remarque peut s'appliquer aussi à l'investissement physique. Dès lors que l'on se tient à une approche macroéconomique, on est conduit à ne s'intéresser qu'à l'efficacité moyenne d'une dépense d'investissement.

DÉPENSES DE RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT
(En % du PIB)

	1975	1981	1995	1999	2001
France	1,8	1,9	2,3	2,2	2,2
Allemagne	2,2	2,4	2,3	2,3	2,5
États-Unis	2,2	2,3	2,5	2,8	2,8
Japon	2,0	2,1	2,7	3,0	3,1

Source : OCDE.

Une « nouvelle économie » ?

La croissance aux États-Unis a repris à partir de 1992. Cette phase de croissance s'est distinguée par sa durée (le plus long cycle de croissance de l'histoire américaine), son rythme (4 % l'an environ après 1995) et surtout le fait qu'elle soit assise sur une reprise de la productivité du travail (3 % l'an environ). Elle a coïncidé avec un investissement très élevé dans les technologies de l'information et de la communication (TIC) et l'expansion d'Internet. Il est alors tentant d'y voir la fin du paradoxe de la productivité, les nouvelles technologies produisant enfin leurs effets : une vague de productivité et une vague d'investissement (OCDE, 2000).

Dans le même temps, les difficultés rencontrées par l'Europe, et plus encore par le Japon, au cours des années quatre-vingt-dix ont abouti à ce que, pour la première fois au cours du xx^e siècle l'écart de productivité entre le leader (les États-Unis) et les autres pays s'accroisse, signalant l'interruption du rattrapage.

Ainsi, entre 1996 et 2000 (selon l'OCDE, 2002), la productivité des facteurs aurait crû à un rythme annuel moyen de 1,3 % aux États-Unis, de 1,1 % en France, de 0,8 % en Allemagne et de 0,7 % au Japon.

Le rôle de la technologie dans le processus de croissance apparaît au début du xxi^e siècle plus visible qu'auparavant. Seuls les pays aptes à créer les technologies nouvelles ou à en tirer le meilleur parti peuvent maintenant prétendre à une croissance durable et soutenue.

LA PRODUCTIVITÉ GLOBALE DES FACTEURS DE 1990 À 2000
(Taux de croissance annuels moyens en %)

	<i>1990-2000</i>	<i>1996-2000</i>
États-Unis	1,1	1,3
France	1,0	1,1
Allemagne	0,9	0,8
Japon	1,0	0,7

Source : OCDE [2002].

II / Les théories traditionnelles de la croissance

Les nouvelles théories de la croissance puisent une large part de leurs idées dans des courants plus anciens de la pensée économique. Ceux-ci sont présentés dans ce chapitre : classiques, keynésiens, néo-classiques. Ces courants sont abordés à partir d'une question centrale des nouvelles théories : une croissance durable est-elle possible ? Si oui, à quelles conditions ?

De plus, deux économistes ont exercé une influence essentielle sur les nouvelles théories. L'apport de Kaldor est évoqué dans le chapitre III, celui de Schumpeter, dans un encadré du chapitre IV.

1. Les économistes classiques

Fondateurs de l'économie politique moderne, les auteurs classiques anglais ont aussi posé les premiers jalons d'une théorie de la croissance. Adam Smith (1776) et David Ricardo (1819) présentent tous deux la croissance économique comme résultant de l'accumulation du capital, c'est-à-dire de la quantité des instruments (« moyens de production produits », selon Smith) à la disposition des travailleurs. L'augmentation de la richesse par tête provient de celle du capital par tête. Cependant, les classiques partagent une vision plutôt pessimiste du long terme : la croissance est destinée à disparaître progressivement, à s'annuler dans un « état stationnaire ». La raison à cela réside dans l'évolution de la répartition du revenu national induite par l'accumulation des facteurs.

Les facteurs sont au nombre de trois : le travail, le capital et la terre. Le travail est rémunéré par le salaire, qui ne peut être inférieur au niveau de subsistance et qui, lorsqu'il lui est supérieur, entraîne une expansion démographique. Celle-ci à son tour détend la situation sur le marché du travail, ramenant le salaire à son niveau de subsistance : ce mécanisme de régulation par la démographie, qui est au centre de la théorie de Malthus, est aussi présent chez les autres auteurs classiques.

La terre est un facteur fixe (non sujet à accumulation), contrairement aux deux autres. Elle est donc source d'une rente pour ses propriétaires. Plus précisément, Ricardo reprend la théorie de la rente différentielle développée par Malthus : le prix des grains est égal au coût de production sur les terres « marginales », les moins productives. En effet, s'il lui est supérieur il est alors rentable de mettre en culture d'autres terres, moins productives encore, et s'il lui est inférieur, ces terres sont cultivées à perte et seront donc promptement abandonnées. La rente issue d'une terre est égale à la différence entre le coût de la production sur cette terre et le prix du marché, c'est-à-dire le coût de production sur la terre la moins productive.

Le capital est rémunéré par le profit, lequel apparaît comme un revenu résiduel : c'est la part du revenu national qui n'est pas captée par les travailleurs ni par les propriétaires fonciers. Le profit constitue le motif de l'accumulation du capital : il doit dépasser un certain niveau (strictement positif) pour que les capitalistes décident d'investir. Le profit est aussi la source de l'investissement. L'épargne, qui finance l'investissement, est essentiellement le fait des capitalistes, tandis que les salariés (astreints au minimum vital) et les propriétaires fonciers (portés sur la consommation de luxe correspondant à des activités improductives) consomment tout leur revenu. L'accumulation du capital est ainsi représentée par les classiques comme résultant de l'investissement du surplus, de la fraction non consommée du produit.

La dynamique du système peut alors être résumée de la façon suivante. L'accumulation du capital entraîne une augmentation de la demande de main-d'œuvre. Transitoirement, les salaires sont plus élevés, jusqu'à ce que l'ajustement s'opère par la démographie. Une quantité plus grande de travailleurs induit une demande plus grande de grains, qui justifie la mise en culture de nouvelles terres, moins productives que

les anciennes : d'où une augmentation du prix des grains, donc de la rente foncière, et aussi du salaire nominal correspondant au minimum vital. Salaires et rente s'accroissent alors, au détriment du profit qui diminue jusqu'à atteindre le niveau auquel cesse l'investissement. L'arrêt de l'accumulation du capital signe celui de la croissance démographique, et donc la stabilisation de l'ensemble du système économique : c'est l'état stationnaire.

C'est là le schéma d'ensemble tel qu'il transparait dans *La Richesse des nations* aussi bien que dans le *Traité de l'économie politique et de l'impôt* : un épuisement de la croissance économique dû à la décroissance des rendements marginaux dans l'agriculture. Cependant, au-delà de ce modèle bouclé, un certain nombre de remarques et d'intuitions des auteurs classiques permettent d'anticiper un dépassement de la fatalité de l'état stationnaire.

Le premier de ces éléments est le chapitre bien connu qui ouvre *La Richesse des nations*, sur le thème de la division du travail. Smith, partant de l'exemple de la manufacture d'épingles, avance l'idée que la division du travail est une source de gains de productivité : par l'économie faite sur les temps de changement d'opération par un même individu, et surtout par l'augmentation de l'expertise qui naît de la spécialisation. Il s'agit non seulement de l'habileté à mener une opération donnée, mais aussi de la capacité à inventer des techniques et des outils plus spécialisés et donc plus efficaces. Ce n'est pas la seule division du travail au sein de l'entreprise qui est invoquée, mais aussi la division du travail entre firmes, liées par le marché, et qui a des conséquences similaires. La division du travail verticale est également soulignée : des « philosophes » peuvent consacrer leurs efforts à améliorer les techniques de l'industrie. De plus, l'intensité de la division du travail est déterminée par l'étendue du marché : une activité peut être d'autant plus divisée qu'elle emploie une quantité importante de main-d'œuvre, et celle-ci est déterminée par le volume de la production. On peut alors boucler ce schéma : la productivité dépend de l'échelle de l'activité, qui elle-même dépend de la productivité (par le niveau du revenu qui en est issu). On a ainsi un cercle vertueux de croissance, qui annonce certains modèles plus récents de croissance. Au passage, Smith intègre dans le stock de capital, aux côtés des équipements, les « habi-

tudes acquises et utiles de tous les membres de la société », annonçant la notion moderne de capital humain.

Le progrès technique est donc présent dans la pensée des classiques, mais il reste cantonné dans une position périphérique. Il n'est pas intégré à l'analyse globale de la croissance et n'est pas invoqué pour éloigner la perspective de l'état stationnaire. Ainsi Ricardo, dans le chapitre (tardivement ajouté au *Traité*) qu'il consacre au machinisme, ne s'intéresse qu'aux effets de celui-ci sur l'emploi. La machine est vue comme destructrice d'emploi, substituant le capital au travail, et non comme source de gains de productivité. Ce sont donc les effets de court terme du progrès technique qui sont examinés et non les effets de long terme. Cela peut se comprendre par l'objectif que Ricardo donnait à ses réflexions théoriques : comprendre les conséquences des lois sur le blé, qui en restreignant les importations en Angleterre tendaient à augmenter la surface des terres cultivées, à augmenter la rente, et donc à réduire le profit. Ce désintérêt relatif pour le long terme est présent dans l'ensemble de la démarche des classiques : le fait que Smith n'ait pas intégré son analyse de la division du travail à son schéma de croissance renvoie à ce même phénomène.

Les conclusions de Marx rejoignent celles des classiques. La croissance économique n'est pas un phénomène durable. Mais l'analyse de Marx est sans doute plus riche sur ce thème que celle des classiques. D'une part, le déclin inéluctable de la croissance trouve son origine dans des rendements d'échelle décroissants dans l'industrie (hausse de la « composition organique du capital ») et non dans l'agriculture. D'autre part, Marx identifie et analyse le progrès technique comme facteur de productivité. Mais celui-ci n'est pas suffisant pour contrecarrer l'épuisement de la croissance (voir dans l'encadré du chapitre IV consacré à Schumpeter une présentation de la microéconomie du progrès technique chez Marx).

Enfin, Marx met au premier plan le rôle des institutions politiques, sociales et économiques, et donc le rôle de l'histoire. C'est un thème sur lequel les théories récentes reviennent, même si c'est avec une optique différente (il ne s'agit plus de montrer le caractère provisoire du mode de production capitaliste).

2. Harrod et Domar ¹

A la fin des années trente et au cours des années quarante, plusieurs auteurs, essentiellement Domar [1942] et Harrod [1947] ont prolongé au long terme les analyses de Keynes, en introduisant l'accumulation des facteurs capital et travail. Selon Keynes [1936], le fonctionnement spontané des économies de marché débouche presque inévitablement sur le chômage. Il existe deux raisons à cela : des rigidités nominales qui interdisent aux salaires et aux prix de s'ajuster ; des défauts de coordination qui conduisent les agents à avoir des anticipations de dépenses dont la somme (la demande effective) ne permettra pas le plein usage des capacités d'offre, et notamment de la main-d'œuvre. Les mécanismes invoqués par Keynes concernent le court terme, lequel est défini par le fait que les capacités de production sont fixées. Harrod et Domar prolongent l'analyse, en se posant plus la question de la stabilité de la croissance que celle de ses sources.

Domar et Harrod sont très pessimistes quant à la possibilité d'une croissance durable et assurant le plein emploi. Cependant, ils n'attribuent pas cela à des facteurs techniques (rendements d'échelle décroissants), mais aux problèmes de rigidités et de coordination identifiés par Keynes. En particulier, il n'existe pas de lieu où les agents puissent se communiquer leurs projets d'investissement et coordonner leurs anticipations de demande. Ils sont donc éloignés des nouvelles théories qui se concentrent sur la technologie.

Par d'autres aspects, ils en sont proches. D'une part, ils considèrent que les rendements d'échelle sont non décroissants en retenant une fonction de production qui est une référence aussi pour les nouvelles théories ($Q_t = A K_t$). D'autre part, les problèmes de coordination sont réintroduits dans les nouvelles théories, pour lesquelles l'équilibre décentralisé peut être sous-optimal. Il ne s'agit donc pas d'une instabilité de l'équilibre, comme pour Harrod et Domar, mais le message général est identique. Le marché ne régule pas parfaitement les mécanismes d'accumulation.

1. On ne présente ici des travaux de Harrod et Domar que les aspects qui les relient aux nouvelles théories de la croissance.

3. La représentation néo-classique

En 1956, Solow apporte une réponse aux prédictions pessimistes de Harrod. Il construit un modèle qui engendre un déplacement au cours du temps de l'équilibre économique, le niveau d'activité devenant de plus en plus élevé. La succession d'équilibres, qualifiée de sentier de croissance, est de plus stable, c'est-à-dire que si, à un moment donné, pour une raison quelconque, l'économie s'en éloigne, elle y retournera par la suite.

Pour obtenir ce résultat, Solow lève l'hypothèse de rigidité de la technique de production, que Harrod retenait. Mais il fait plus, en postulant qu'à chaque instant les décisions *ex ante* d'épargne et d'investissement coïncident. Le problème de la coordination des agents privés est donc d'emblée résolu et le plein emploi des facteurs de production obtenu. Le modèle de Solow est ainsi la dynamisation du modèle statique néo-classique.

Ce modèle décrit un monde où il existe un seul bien, qui sert à la fois à la production et à la consommation et qui est produit à partir de lui-même et de travail selon une technique de production représentée par :

$$(1) \quad Q_t = F(K_t, N_t, t).$$

Q est le niveau de la production, K celui du stock de capital, N celui de l'emploi. L'indice t représente le temps.

Par hypothèse, cette fonction possède un certain nombre de propriétés qui vont impliquer l'existence, l'unicité et la stabilité de l'équilibre. La principale de ces hypothèses est que le rendement marginal du capital est décroissant (voir encadré).

En économie fermée, l'investissement est par définition égal à la fraction non consommée de la production (épargne), et l'évolution du capital est donnée par l'équation suivante (d est le taux de déclassement du capital supposé constant et s le taux d'épargne²) :

$$(2) \quad \dot{K}_t = s_t Q_t - d K_t.$$

Une troisième relation, d'ordre économique, permet de boucler le modèle. Elle postule que le taux d'épargne est constant au cours du temps.

2. On note $\dot{x} = dx/dt$ l'accroissement au cours du temps de x .

On obtient alors l'équation (3) qui décrit l'évolution du capital :

$$(3) \quad \dot{K}_t = s F(K_t, N_t, t) - d K_t.$$

L'accumulation du capital provient de l'écart entre l'investissement et le déclassement. Ce dernier est une fraction constante du capital installé. Quant à l'investissement, c'est ce qui reste de la quantité produite une fois ôtée la consommation. Puisque le taux d'épargne est constant, c'est une fraction constante de la production. *Or F est telle que le rendement marginal du capital est une fonction décroissante du capital* : plus le niveau du capital installé est élevé (relativement à la quantité de main-d'œuvre), plus sa rentabilité marginale est faible. Ainsi, quand il y a peu de capital dans l'économie, la partie de la production qui est investie permet d'accroître fortement le capital. Plus il y a de capital, moins c'est le cas. A la limite, lorsque la quantité de capital est infinie, sa productivité marginale devient nulle.

Imaginons tout d'abord que le nombre de travailleurs soit constant et que la technologie n'évolue pas. Au cours du temps, la productivité va diminuer, puisque le seul facteur de production qui se modifie est le capital et que son accumulation réduit son efficacité. *Il y a une valeur du stock de capital telle que l'augmentation d'une unité de l'investissement induit un accroissement de la production épargnée plus faible que l'accroissement du déclassement.* A cette valeur limite, l'accumulation s'arrête.

A ce niveau de capital, l'investissement permet simplement de renouveler le stock de capital. A un niveau de capital légèrement inférieur, il serait rentable d'investir (puisque l'investissement supplémentaire rapporterait plus que le déclassement du capital). A un niveau légèrement supérieur, ce ne le serait plus. L'équilibre est donc stable : quand l'économie se trouve à ce niveau d'équilibre du capital, elle y reste.

Ce raisonnement est illustré par le graphique 1. Visuellement, on observe que quand le niveau du capital est « petit » (c'est-à-dire situé à gauche du point d'équilibre de long terme), l'investissement (qui est proportionnel à la production) est inférieur au déclassement (qui est proportionnel au capital). Cela provient du fait que la courbe représentant la production est concave, c'est-à-dire... que la productivité marginale du capital est décroissante ! En effet, cette propriété entraîne que la

Le modèle de Solow

1. La fonction de production

Dans le modèle de Solow, sans progrès technique, la fonction de production est :

$$Q_t = F(K_t, N_t).$$

Q est la production, K le capital, N l'emploi.

Elle vérifie les propriétés suivantes :

1) Dérivées partielles premières continues, positives et décroissantes. La décroissance traduit l'hypothèse que les rendements marginaux de chacun des *inputs*, pris séparément, sont décroissants.

2) Homogénéité de degré 1. Les rendements d'échelle sont constants, c'est-à-dire que si tous les facteurs de production sont multipliés par une quantité donnée, il en sera de même pour la production.

Comme F est homogène de degré 1, on peut réécrire la fonction de production par tête :

$$q_t = f(k_t) \text{ où}$$

$q_t = Q_t/N_t$ et $k_t = K_t/N_t$ sont les grandeurs par tête [et $f(x) = F(x, 1)$]. Il suffit alors que f vérifie les propriétés suivantes :

3) $f(0) = 0$; sans capital, pas de production ;

4) $f(\infty) = \infty$; la production n'est pas bornée ;

5) $f'(0) = +\infty$; le rendement marginal du capital est infini quand le niveau du capital est nul ;

6) $f'(\infty) = 0$; l'efficacité marginale du capital est nulle quand son niveau est infini ; il y a saturation.

Les propriétés 3 à 6, dites conditions d'Inada, vont permettre à l'équilibre d'exister, d'être unique et d'être stable dans le modèle de Solow. Compte tenu du degré de sophistication des hypothèses, il n'est pas inutile de rappeler que la fonction de production représente de manière très simpli-

fiée et évidemment schématique la technologie de production. Cette simplification est le prix à payer pour l'obtention de résultats généraux.

2. Le modèle

L'équilibre épargne-investissement s'écrit, en notant s le taux d'épargne et d le taux de déclassement (supposé constant) :

$$(1) \quad \dot{K}_t = s_t Q_t - d K_t.$$

Soit en grandeurs par tête, en notant n le taux de croissance, constant au cours du temps, de la population :

$$(2) \quad \dot{k}_t = s_t f(k_t) - (d + n) k_t.$$

L'hypothèse économique est la constance du taux d'épargne ($s_t = s$). Si $d + n$ est strictement positif, il existe alors, pour chaque valeur de s , une valeur unique k^* , constante au cours du temps, qui vérifie :

$$(3) \quad s f(k^*) = (d + n) k^*.$$

Une fois que l'économie a un niveau de capital par tête égal à k^* , le rythme de croissance (de K et de Q) est égal à n , le taux de croissance de la population. L'économie est sur son sentier de croissance d'équilibre.

3. Règle d'or

Le taux de croissance d'une telle économie ne dépend donc pas du comportement d'épargne des ménages. Cependant le taux d'épargne influence directement le niveau de consommation. On peut donc chercher quel est le meilleur sentier, en un sens particulier : celui où la consommation est maximale.

Il convient de résoudre le programme :

$$\text{Max } f(k^*) - s f(k^*) \text{ sous (3).}$$

La solution est obtenue quand $f' - d = n$. Dans une économie décentralisée, cela signifie que la rémunération marginale du capital, après prise

en compte du déclassement, donc le taux d'intérêt, est égale au taux de croissance. En effet, dans une telle économie, la rémunération du capital est égale à sa productivité marginale.

On peut aussi calculer la rémunération du capital, à l'optimum. On a :

$$f' \cdot K = (d + n) K = s Q.$$

Ainsi la solution optimale est obtenue quand la rémunération totale du capital est égale à l'épargne totale de l'économie.

Ces deux règles, équivalentes, sont connues sous le nom de règle d'or.

4. Introduction du progrès technique

Il est aisé d'introduire du progrès technique dans le modèle de Solow, à

la condition qu'il soit neutre au sens de Harrod, c'est-à-dire qu'à taux d'intérêt donné il laisse inchangé le coefficient de capital. La neutralité du progrès technique au sens de Harrod implique que le travail et le progrès technique ont des rôles similaires. Ce qui importe est l'efficacité du travail, qui peut être accrue en augmentant le nombre d'unités de travail ou l'efficacité par unité de travail. Tous les résultats établis précédemment restent. Il suffit de remplacer n (le taux de croissance de la population) par le taux de croissance de la population plus celui de l'efficacité de la population.

courbe de l'investissement est, elle aussi, concave et donc que les deux courbes (investissement et déclassement) se croisent, en un point qui est l'équilibre de long terme. Ainsi quand le capital est « petit » l'écart entre investissement et déclassement est positif et donc le capital augmente. Au contraire, quand le capital est « grand » (c'est-à-dire supérieur à son niveau d'équilibre de long terme), l'investissement est inférieur au déclassement et le capital décroît. Il y a donc convergence vers le niveau du capital de long terme.

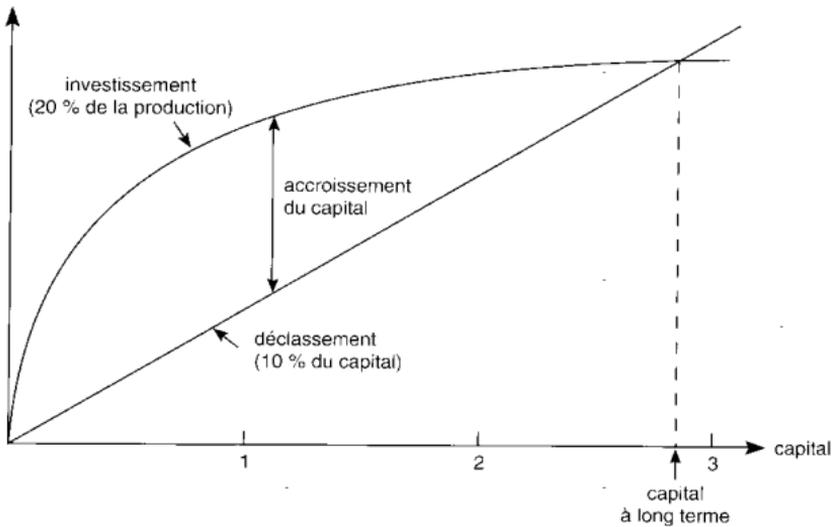
Imaginons maintenant que le nombre de travailleurs croisse à un rythme constant et que l'efficacité de la fonction de production croisse à un rythme constant. Solow suppose que le progrès technique est neutre au sens de Harrod ; cela revient à considérer que la démographie et le progrès technique jouent à peu près le même rôle économique : la démographie détermine le nombre d'unités de main-d'œuvre, le progrès technique celui de l'efficacité d'une unité de main-d'œuvre. D'un point de vue économique, c'est l'efficacité de l'ensemble des unités de main-d'œuvre qui compte. Le mécanisme précédent va jouer, une fois prise en compte la nécessité de doter en capital les nouvelles unités efficaces de travail. Comme dans le cas précédent, il existe une valeur d'équilibre du capital, mais ici, elle croît à un rythme constant au cours du temps. De plus, si le capital s'éloigne du sentier de croissance d'équilibre (l'ensemble des valeurs d'équilibre au cours du temps) à cause d'un

choc exogène au champ de l'économie (qui, par exemple, détruirait du capital), il y revient ensuite. Il y a stabilité du sentier de croissance, ce qui est la réponse optimiste aux thèses de Harrod.

Après avoir exposé une explication littéraire du modèle de Solow, puis une illustration graphique, on peut maintenant présenter une résolution mathématique, assez simple dans le cas où la fonction de production est Cobb-Douglas :

$$(4) \quad Q_t = A_t K_t^a N_t^{1-a} \text{ avec } 0 < a < 1.$$

LE MODÈLE DE SOLOW



Ce cas est particulièrement intéressant, non seulement parce qu'il permet d'exhiber aisément les solutions, mais aussi parce qu'en posant $a = 1$, on retrouve le modèle de Harrod et le premier modèle de croissance endogène (le modèle AK). Le taux de croissance du capital est alors égal à :

$$(5) \quad s A_t K_t^{a-1} N_t^{1-a} - d.$$

Quand les ajustements dynamiques ont joué, on obtient la solution stationnaire. Le taux de croissance est alors constant, ainsi que le coefficient de capital (rapport entre K et Q). Pour obtenir cette solution, il faut que la quantité $A_t K_t^{a-1} N_t^{1-a}$ soit constante, ce qui implique que :

$$(6) \quad \dot{K}/K = \dot{N}/N + (\dot{A}/A)/(1-a).$$

Le taux de croissance de long terme est égal au taux de croissance de la population auquel s'ajoute un progrès technique,

fonction de l'évolution de la technologie. Ainsi, à long terme, la croissance *économique* ne dépend que des évolutions *démographiques* et *technologiques*. Dans le cas où la population et le niveau technologique sont constants, il n'y a pas de croissance. Le résultat *a priori* paradoxal obtenu est que les comportements économiques (résumés dans ce modèle par le choix d'un taux d'épargne) n'ont pas d'influence sur le rythme de croissance de long terme. Toutes choses égales par ailleurs, *ce n'est que dans la période de transition*, où l'économie n'a pas encore rejoint son sentier de croissance de long terme, que le taux d'épargne influence positivement la croissance. Une fois ce sentier rejoint, la *croissance* ne dépend plus de l'effort d'épargne. Ce n'est que le *niveau* d'équilibre du capital (et de la production) qui dépend de l'effort d'épargne.

Le modèle de Solow a un contenu normatif fort. On peut en effet en déduire le « meilleur » taux d'épargne et donc le meilleur sentier de croissance parmi les sentiers de croissance équilibrée et sans tenir compte de la situation initiale des économies. Cela provient de l'hypothèse d'exogénéité des comportements d'épargne. On obtient alors la règle d'or qui donne le niveau optimal de capital par tête de l'économie, celui qui maximise la consommation par tête, en fonction des paramètres du modèle. La présentation moderne de la théorie néo-classique de la croissance rend endogènes les comportements d'épargne en supposant que les consommateurs choisissent d'épargner en fonction de leurs préférences (voir encadré). On montre alors que sur le sentier de croissance équilibrée, la productivité marginale du capital (qui est aussi sa rémunération) est égale à la somme du taux de croissance et du taux de préférence pour le présent : c'est la règle d'or modifiée. Quant au taux de croissance, il ne dépend, comme dans le modèle de Solow, que des caractéristiques démographiques et technologiques de l'économie et non des préférences des agents. Que ceux-ci soient impatients (ils « préfèrent » le présent) ou non ne modifie en rien le taux de croissance de long terme.

Le message du modèle de Solow et de son successeur « à épargne endogène » est optimiste pour deux raisons.

Solow décrit un monde où la croissance est régulière. Cela est possible car il suppose que les problèmes de coordination sont résolus (l'épargne est d'emblée égale à l'investissement et le plein emploi des facteurs de production est postulé). Contre-

Le modèle de Ramsey

Le modèle néo-classique de référence que l'on considère ici est légèrement différent du modèle de Solow. Dans ce dernier, le taux d'épargne est exogène, ce qui est une limite importante. Or le choix du niveau d'épargne dépend des préférences des ménages (et, en particulier, de leur plus ou moins grande impatience à consommer aujourd'hui).

L'endogénéisation des comportements d'épargne se fait en considérant un ménage, à durée de vie infinie, qui maximise la fonction d'utilité intertemporelle :

$$(4) \quad \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(c_t) dt$$

où ρ est le taux de préférence pour le présent, u est la fonction d'utilité instantanée ($u' > 0$, $u'' < 0$), et c la consommation par tête.

En notant n le taux de croissance du nombre de personnes du ménage, on déduit que la consommation par tête vérifie :

$$(5) \quad c_t = f(k_t) - \dot{k}_t - (n+d)k_t.$$

Il faut donc maximiser (4) sous la contrainte (5). Des solutions du premier ordre on obtient la relation :

$$(6) \quad f'(k_t) = n + d + \rho - (u''/u')$$

Une fonction d'utilité communément retenue est la fonction logarithmique :

$$(7) \quad u(c_t) = \text{Log}(c_t).$$

Cette fonction a une élasticité intertemporelle de substitution constante et unitaire. Dans ce cas, (6) se réécrit :

$$(8) \quad f'(k_t) - d = \rho + n + \dot{c}_t/c_t.$$

A chaque instant, la rémunération marginale du capital, après prise en compte du déclassement (donc le taux d'intérêt), est ainsi égale au taux de croissance de la consommation auquel il faut ajouter le taux de préférence pour le présent.

Que se passe-t-il à long terme ?

Par définition, dans le sentier de croissance équilibrée, la consommation par tête est constante (pour simplifier, on a supposé qu'il n'y avait pas de croissance exogène du progrès technique) et on obtient :

$$(9) \quad f' - d = n + \rho.$$

Le taux d'intérêt est donc égal au taux de croissance auquel il faut ajouter le taux de préférence pour le présent. *C'est la règle d'or modifiée.* Selon cette règle, le taux d'intérêt est supérieur au taux de croissance, puisque les agents privés préférant le présent (ρ est positif), il est nécessaire de leur offrir une rémunération élevée de leur épargne afin qu'ils acceptent de consommer moins aujourd'hui que demain, et donc qu'il y ait de la croissance.

partie de cet optimisme, le modèle de Solow n'est pas utilisable pour rendre compte de phénomènes de « déséquilibre » tel que le chômage, même si celui-ci est massif et durable. Dans cette tradition orthodoxe, chômage et sous-utilisation des facteurs de production sont renvoyés à l'analyse conjoncturelle.

Solow décrit un monde où la croissance est naturelle. Cela signifie tout d'abord qu'elle ne dépend pas de la sphère économique (des « efforts » d'épargne). Certes, les économistes utilisant le modèle de Solow pour mesurer les sources de la

croissance n'ont jamais été naïfs. Ils ont toujours su que le progrès de la technologie dépendait d'efforts de recherche, eux-mêmes liés à des comportements économiques. Ils ont eu aussi conscience que l'offre de travail dépendait (quantitativement et qualitativement) de comportements économiques. Mais cela n'était pas intégré dans leur modèle, ce qui est une faiblesse certaine. Cela signifie ensuite que la croissance peut être optimale sans intervention extérieure, notamment d'intervention publique.

Cet « optimisme » du modèle de Solow n'est pas partagé par la plupart des nouvelles théories de la croissance.

III / Les théories de la croissance endogène

Les théories de la croissance endogène considèrent la croissance comme un phénomène économique. La croissance résulte d'investissements effectués par des agents motivés par le gain. Le taux de croissance de l'économie est déterminé par les comportements des agents et par des variables macroéconomiques. Ces différentes façons de présenter la croissance endogène soulignent la rupture qu'opèrent les nouveaux modèles par rapport à la théorie néo-classique de la croissance. Le renouvellement des théories de la croissance s'appuie sur les acquis de l'économie industrielle, comme il en avait été au début des années quatre-vingt du renouvellement des théories du commerce international. Il permet à son tour d'éclairer d'un jour nouveau les relations entre théorie de la croissance et théorie des cycles, ou les problèmes du développement, par exemple (sur ce dernier point, voir l'encadré en fin de chapitre).

Ce chapitre présente tout d'abord les caractéristiques principales de la croissance endogène : la présence de rendements d'échelle croissants, les formes de la concurrence qui permettent un équilibre décentralisé, les sources de la croissance. Il analyse enfin les relations entre croissance et cycles.

1. Croissance et rendements d'échelle

La représentation de la croissance qu'offre Solow, à la suite des classiques, peut être résumée de la façon suivante. Le rendement de l'investissement et donc le taux de croissance du stock de capital par tête diminuent lorsque ce stock devient plus

élevé. Le capital a des rendements décroissants qui fixent une limite au processus d'accumulation et conduisent donc spontanément la croissance à s'annuler. Seul le progrès technique permet au taux de rendement du capital de se maintenir, contrecarrant la tendance à la stagnation. Mais ce progrès technique est exogène : il est donné aux agents, en ce sens que son niveau est fixé en dehors de leur intervention et que de plus il est gratuit. L'équilibre dans un tel modèle consiste en un taux de croissance de l'économie (par tête) égal au taux de progrès technique, qui est lui-même fixé en dehors du modèle. Celui-ci n'explique donc pas la croissance. Il rend compte des ajustements des variables (capital, production, épargne) autour d'un sentier de croissance qui est fixé. La portée du modèle est donc singulièrement limitée. Il n'est pas possible avec un tel outil de rendre compte des tendances de long terme des économies.

Pourquoi les économistes ont-ils été amenés à considérer le progrès technique comme exogène ? Deux types de raisons sont invoqués. Le premier s'appuie sur la pertinence empirique d'une telle hypothèse. Le progrès technique consiste en une plus grande maîtrise des lois de la nature. Dans tous les cas, celles-ci commandent, et l'homme ne peut leur imposer son rythme. La technologie est du ressort des ingénieurs, pas des économistes. Le second type de raison est l'incompatibilité supposée des rendements d'échelle croissants (qu'entraînerait l'incorporation du progrès technique) et de l'équilibre concurrentiel. C'est là une raison technique sur laquelle nous reviendrons.

Deux intuitions sont donc à la base du modèle néo-classique : les rendements marginaux décroissants et l'exogénéité du progrès technique. Revenons sur la première idée. Pourquoi les rendements décroissants inhibent-ils la croissance ? Car, lorsque le stock de facteur accumulé augmente, la productivité décroît, jusqu'à un niveau tel que la quantité de capital produite par une unité de capital (utilisant une quantité donnée de travail) est moindre qu'une unité de capital. La quantité produite est alors inférieure à la quantité d'intrant consommée.

Le point de départ de la croissance endogène consiste à poser l'hypothèse que la productivité marginale du capital ne s'annule pas quand le stock de capital devient grand. L'une des propriétés fondamentales de la fonction de production néo-classique est donc remise en cause. Une façon simple de représen-

ter cette propriété consiste à supposer que la productivité marginale est constante. On peut dire, de façon équivalente, que le rendement du capital dans la production de capital (c'est-à-dire le nombre d'unités de capital produites à chaque période par une unité de capital) est constante. C'est là une condition nécessaire à la croissance auto-entretenu, qui caractérise de façon générale les modèles de croissance endogène.

Le modèle « AK »

Ce qui intervient ici est le rendement du capital dans la production de capital. Les facteurs fixes (terre, matières premières) ne jouent aucun rôle dans la croissance, quasi par définition... La façon la plus simple de visualiser la croissance endogène consiste à éliminer de l'analyse tous les facteurs fixes, par exemple en considérant la main-d'œuvre elle-même comme capital humain, donc sujet à accumulation. Le « capital composite » est défini comme un agrégat qui intègre tous les facteurs accumulés. On a alors le modèle « AK » [Rebelo, 1991] constitué d'une fonction de production et d'une équation d'épargne :

$$(1) \quad \dot{Q} = A.K$$

$$(2) \quad \dot{K} = s.Q$$

où Q est la production, K le capital, s le taux d'épargne et A un paramètre d'échelle. De (1) et (2), on déduit le taux de croissance :

$$(3) \quad \dot{K}/K = sA.$$

La croissance est alors auto-entretenu et, qui plus est, son rythme dépend directement du comportement des agents (c'est-à-dire du taux d'épargne s) et de la productivité marginale du capital. On réalise la simplicité de l'exercice : il suffit de changer l'interprétation d'une des variables du modèle de Solow, la main-d'œuvre, pour obtenir un modèle totalement différent... En effet, si celle-ci est renommée « capital humain » et peut à ce titre faire l'objet d'accumulation comme le capital physique, alors le modèle de Solow est identique au modèle précédent. Cependant, un tel modèle est assez pauvre d'un point de vue économique. Il permet de comprendre la racine formelle de la croissance endogène, mais réduire celle-ci à un tel modèle revient à lui retirer beaucoup de sa richesse.

Une forme plus élaborée de ce modèle considère un comportement d'épargne endogène. L'équation (2) est alors remplacée

par la règle de Ramsey (en supposant que le ménage a la fonction d'utilité traditionnelle – voir chapitre II), et à la place de (3) on obtient :

$$(4) \quad \dot{C}/C = A - \rho$$

où C est la consommation et ρ le taux de préférence pour le présent.

La lecture néo-classique consiste à considérer comme fixe le taux de croissance de la consommation (puisque'il dépend seulement du progrès technique qui est exogène) et à déduire de cette équation le niveau correspondant de capital par tête (qui est endogène). A l'inverse, en croissance endogène, la productivité marginale du capital est fixe [d'après (1), elle vaut A], et la variable endogène est le taux de croissance de la consommation (et donc du produit). Il y a ainsi un renversement complet de perspective.

La fonction de production AK rejoint celle de Harrod-Domar : la production dépend linéairement du capital. La différence avec celui-ci est que des mécanismes de marché sont réputés assurer le plein emploi (en fait l'impossibilité de sous-emploi est une hypothèse et non un résultat). Cependant, considérons une fonction de production AK étendue du type suivant :

$$(5) \quad Q = \text{Min} (AK, BL)$$

où L est le travail, B est un paramètre d'échelle et Min désigne la fonction minimale. On retrouve dans ce cas les résultats de Harrod et Domar. Si sA est élevé, la croissance bute sur une pénurie de main-d'œuvre ; si sA est trop faible, le stock de capital décroît, et avec lui le niveau de l'emploi. Seule une valeur précise de sA assure le plein emploi (telle que $AK = BL$), et il n'y a, *a priori*, aucune raison pour que cette valeur soit réalisée.

Cette formulation est aussi très proche de celle de Kaldor (« loi de Kaldor-Verdoorn »), qui fait dépendre la croissance de la productivité directement du niveau de l'investissement [Boyer et Petit, 1981]. La différence, on le verra, réside dans l'invocation de fondements microéconomiques pour ce modèle AK, que Kaldor refusait pour son propre modèle. De plus, le modèle de Kaldor, écrit directement en taux de croissance, est compatible avec d'autres formes structurelles que le seul modèle AK.

Terminons par deux remarques sur ce modèle. D'une part, l'hypothèse d'une élasticité exactement unitaire du capital dans

la production du bien peut sembler arbitraire. Si celle-ci est légèrement plus grande que l'unité, le modèle explose (le taux de croissance croît sans limite), et si elle est légèrement plus faible, la croissance tend à s'annuler. En effet, dans le premier cas, la productivité marginale du capital s'accroît avec le niveau de celui-ci ; dans le second cas, elle décroît. Un argument avancé pour justifier les rendements unitaires dans la fonction de production néo-classique est de dire que cette fonction est elle-même fixée à l'équilibre. La « vraie » fonction de production de la firme exhiberait des rendements variables à l'échelle : d'abord croissants, puis décroissants pour les niveaux élevés de production. Une firme située en dessous du point de retournement des rendements aura intérêt à grandir pour augmenter sa productivité, et une firme plus grande aura intérêt à rétrécir. La fonction de production de la firme à l'équilibre serait donc à rendements d'échelle unitaires. Si la fonction de production macroéconomique n'est que la somme des fonctions microéconomiques, alors elle est aussi elle-même à rendements unitaires. Un tel argument peut s'appliquer à la fonction AK à condition que celle-ci soit considérée comme « complète », c'est-à-dire comme intégrant tous les facteurs de production. C'est la seconde remarque : qu'en est-il de la main-d'œuvre, de la terre, des matières premières et autres ressources non productibles dans ce modèle ? En effet, ces ressources ne peuvent, *a priori*, être incluses intégralement dans le concept même élargi de capital. Si le rendement est unitaire dans celui-ci, alors l'ajout des ressources non productibles va transformer la fonction de production en une fonction à rendements croissants, par exemple :

$$(6) \quad Q = A \cdot K \cdot L^\alpha.$$

En effet, dans ce dernier cas, une augmentation d'une certaine amplitude de tous les facteurs, un doublement par exemple, entraîne une augmentation plus que proportionnelle de la production. Les fondements microéconomiques du modèle posent plus de problèmes. C'est ce que nous allons voir maintenant.

2. L'équilibre du marché

Rendements d'échelle et équilibre concurrentiel ont de longue date connu des problèmes de cohabitation. En principe, une

firme qui produit avec des rendements croissants n'a que deux niveaux possibles de production d'équilibre concurrentiel : zéro et l'infini. En effet, pour un prix de marché donné, l'entreprise peut toujours réduire ses coûts unitaires et donc accroître ses profits en produisant plus. A moins que le prix soit trop bas, et qu'un niveau de production si élevé soit-il ne permette pas de réduire suffisamment le coût.

La mise au point de modèles macroéconomiques avec rendements d'échelle croissants et compatibles avec un équilibre concurrentiel a été permise par les progrès de la microéconomie au cours des années soixante-dix (à partir d'idées très antérieures). Deux formes d'équilibres sont proposées : l'équilibre avec externalité ou bien public (« à la Marshall »), et l'équilibre avec différenciation des biens (« à la Chamberlin »). Il convient d'abord de signaler que tous ces modèles sont « à agent représentatif », dans la lignée de la macroéconomie des années soixante-dix. Tous les individus, d'une part, toutes les firmes, d'autre part, sont considérés comme identiques. Chacun procède donc à des calculs similaires, prenant en compte les mêmes variables au même niveau. Par exemple, toutes les firmes ont le même stock de capital, la même fonction de production, la même fonction de demande. Le résultat est que les équilibres de tels modèles sont généralement symétriques, en ce sens que tous les agents d'une même catégorie obtiennent les mêmes résultats.

Dans le cas des externalités, les rendements d'échelle sont extérieurs aux agents privés. Chacun de ceux-ci mène une activité avec des rendements marginaux décroissants. Le rendement social de l'investissement est constant, mais son rendement privé a tendance à décroître. Les agents privés font donc face à une situation de concurrence traditionnelle. Mais au niveau agrégé, un surplus se dégage (*free lunch*) qui bénéficie à tous. L'externalité est définie comme une interaction entre les agents ne passant pas par le marché, à laquelle ne correspond aucun prix [Cornes et Sandler, 1986]. Dans d'autres domaines de l'économie, un tel surplus peut être négatif : ce sera notamment le cas de la pollution. Mais ici il est en général supposé positif. Il s'agit, par exemple, d'un savoir-faire collectif, donc de l'information, issu de l'activité de chaque firme, mais que celle-ci ne peut garder pour elle (appropriation imparfaite). Une forme plus indirecte d'externalité est la division du travail. Celle-ci est supposée permettre une plus grande spécia-

lisation et donc une plus grande efficacité de chaque agent. Le fait que d'autres agents existent (qui permet à un agent donné de se spécialiser) agit bien comme une externalité.

De façon analogue, le facteur commun peut être un bien public. Comme dans le cas précédent, il s'agit d'un actif collectif, non appropriable par un agent privé. La différence est que la constitution de cet actif est coûteuse et doit donc être financée directement. Chaque agent bénéficiaire se verra donc demandé le versement d'une taxe. Beaucoup de biens entrent dans cette catégorie : les infrastructures de transport, par exemple, qui sont du ressort des collectivités publiques, mais aussi nombre d'actifs qui s'apparentent plutôt à des *club goods*, c'est-à-dire des biens publics locaux d'accès payant (des écoles professionnelles, par exemple). Les théories de la croissance se focalisent plutôt sur le premier type de bien, plus facile à modéliser dans un cadre macroéconomique.

Une conséquence directe de la présence d'externalités ou de biens publics est la sous-optimalité de l'équilibre concurrentiel. En effet, dans le premier cas, chaque agent ne prend en compte dans sa décision d'investissement que le rendement privé de celui-ci, et non ses effets positifs sur le rendement des autres agents. Il est donc conduit à investir moins qu'il ne serait souhaitable collectivement. Les biens publics, eux, sont soumis au problème, analogue au précédent, de *free rider* (passager clandestin). Chacun a intérêt à ce que le bien ait la taille la plus grande, mais en laissant les autres le financer... Un résultat de la plupart des modèles de croissance endogène est que l'équilibre concurrentiel aboutit à un taux de croissance de l'économie inférieur à l'optimum social. On le verra, cela fournit un argument important en faveur de certaines interventions publiques. Par exemple, dans le cas des biens publics, la solution est de mettre en place un prélèvement obligatoire.

Dans les cas où il y a des biens publics ou des externalités, la dimension de l'économie peut entrer en jeu. En effet, des agents plus grands ou plus nombreux peuvent constituer, à contribution individuelle relative donnée, un bien collectif plus grand. Si le niveau du bien collectif joue sur le taux de croissance, alors un ensemble plus grand d'agents connaîtra une croissance plus rapide. Par exemple, si le taux de progrès technique est déterminé par le nombre des chercheurs, l'économie qui peut rémunérer le plus grand nombre de ceux-ci aura un plus grand dynamisme technologique. Un tel effet pose pro-

blème. Pris au premier degré, il semble prévoir que la France croîtrait (dans le long terme) plus vite que la Belgique. Il est nécessaire de le nuancer. Par exemple, les externalités peuvent être coûteuses (coûts de communication) et le coût croît avec la taille, de façon qu'au-delà d'une certaine taille l'effet ne joue plus. Ou certains biens publics ont un coût proportionnel à la taille de l'économie (le réseau routier par exemple). La notion même de taille doit être précisée. La taille ne concerne que les agents impliqués dans une même externalité, et il ne s'agit pas forcément de tous les agents de l'économie nationale. Par exemple, le progrès technique et donc les externalités associées peuvent être sectoriels, et donc une spécialisation adéquate d'un pays de faible dimension lui permettra d'avoir la taille critique sur son segment. Des externalités reposant sur une grande proximité des agents seront de portée locale, insensibles à la taille globale de l'économie (la Silicon Valley, par exemple). Certaines externalités, à l'inverse, peuvent être mondiales (par exemple, en matière de science fondamentale). Dans tous les cas, il est abusif d'assimiler l'ensemble des agents impliqués dans une externalité à la nation. Les conclusions en matière de politique publique doivent prendre en compte le fait que l'économie nationale n'est pas toujours le niveau pertinent d'intervention.

Une autre forme de concurrence développée dans les nouvelles théories repose sur la différenciation des biens. Chacun est produit avec des rendements d'échelle croissants (qui sont donc internes à la firme), et donc monopolisé par un seul producteur. La concurrence, « à la Chamberlin », s'exerce alors entre firmes produisant des biens différents, imparfaitement substituables. La courbe de demande à laquelle fait face chaque producteur réagit donc de manière limitée à ses variations de prix, de telle sorte qu'un prix d'équilibre peut s'établir qui correspond à une production non nulle et non infinie.

Ce type de concurrence permet de rendre compatible l'équilibre décentralisé avec des rendements d'échelle statiques. Or la croissance auto-entretenu nécessite des rendements d'échelle dynamiques. La différenciation ne peut donc venir qu'en complément d'autres mécanismes de croissance, qui reposent sur des externalités intertemporelles.

3. Les sources de la croissance

La théorie néo-classique identifie une seule source de croissance : l'accumulation de capital physique. Les théoriciens n'ignorent évidemment pas les autres sources, mais ils ne les intègrent pas explicitement dans les modèles, considérant que la variable exogène appelée « progrès technique » capte tous ces effets. A l'inverse, les modèles de croissance endogène sont caractérisés par une grande diversité des sources retenues : investissement en capital physique, en capital public, en capital humain ; apprentissage par la pratique ; division du travail ; recherche et innovation technologique (qui fait l'objet du chapitre suivant). Ces sources ont de longue date été identifiées par les économistes (la plupart sont citées par Adam Smith), mais la croissance endogène les formalise pour la première fois, et permet donc de mieux comprendre leurs effets.

Le capital physique

L'investissement privé en capital physique est une source commune à l'ancienne et à la nouvelle théorie, mais celle-ci le traite différemment. En effet, pour qu'il y ait croissance auto-entretenu, il faut une constance du rendement marginal du capital. Le modèle fondateur de la croissance endogène ([Romer, 1986] : présenté en encadré) repose sur des externalités entre firmes : l'investissement de chacune à non seulement pour effet d'accroître sa production, mais aussi d'accroître la productivité des autres firmes du fait de l'existence d'externalités technologiques. L'investissement est une source d'apprentissage par la pratique, et ce savoir ne peut être approprié par la firme qui le produit : il se diffuse inévitablement aux autres firmes. L'investissement cause la croissance directement et par ses effets sur le progrès technique. Parmi les formes d'apprentissage, citons : l'amélioration des équipements en place, les travaux d'ingénierie (agencement de technologies existantes), l'augmentation de la compétence des travailleurs.

La technologie

La technologie peut être définie comme un « ensemble de connaissances relatives à certains types d'événements et d'activités associés à la production et à la transformation de

Le modèle de Romer [1986]

Dans le modèle de Romer, il existe un nombre constant N d'entreprises identiques, c'est-à-dire ayant toutes la même fonction de production.

$$(1) \quad q_{it} = k_{it}^{1-\alpha} (A_t l_{it})^\alpha.$$

q est le niveau de la production, k celui du capital, l celui du travail. Les indices i et t représentent l'entreprise et le temps. A est commun à l'ensemble des entreprises : c'est en quelque sorte le niveau de la technologie ou de la connaissance qui est donné pour chacune d'entre elles. Cette fonction de production est à rendements d'échelle constants pour chaque entreprise.

Le niveau technologique est une fonction du stock de capital total :

$$(2) \quad A_t = A^{1/\alpha} \left(\sum_{i=1}^N k_{it} \right)^\beta$$

où A est un paramètre. On peut donner plusieurs interprétations à cette relation. Soit un effet d'apprentissage (à la suite de Arrow) ; soit l'existence de complémentarités entre entreprises, la productivité d'une activité étant plus élevée quand une autre activité est développée (les chemins de fer et la sidérurgie au XIX^e siècle).

Supposons que tous les consommateurs ont des préférences symétriques (ils désirent « autant » tous les biens). Alors, comme toutes les entreprises sont identiques, elles auront à l'équilibre le même niveau d'activité. Aussi en notant Q_t , K_t et L_t la production totale, le stock de capital total et l'emploi total ($Q_t = N q_{it}$, $K_t = N k_{it}$ et $L_t = N l_{it}$) et en supposant que L est constant au cours du temps, on obtient les formules du rendement privé et du rendement social du capital.

Le rendement marginal privé du capital est obtenu à partir de (1) sans

tenir compte de l'impact du capital sur la connaissance :

$$(3) \quad r_{it} = (1 - \alpha) k_{it}^{-\alpha} (A_t l_{it})^\alpha,$$

soit encore, en utilisant (2)

$$(4) \quad r_t = (1 - \alpha) A L^\alpha K_t^{\alpha(\beta-1)}.$$

A partir de (1) et (2), on calcule la fonction de production agrégée :

$$(5) \quad Q = A K_t^{1-\alpha+\alpha\beta} L^\alpha.$$

Ce qui permet d'obtenir le rendement marginal social du capital :

$$(6) \quad r_t^* = (1 - \alpha + \alpha\beta) A L^\alpha K_t^{\alpha(\beta-1)}.$$

Sous cette forme, il apparaît que le rendement social est supérieur au rendement privé, ce qui s'explique par la présence de l'externalité.

On n'est pas encore là dans un modèle de croissance endogène. C'est le cas seulement si β est égal à 1, c'est-à-dire s'il y a une stricte proportionnalité entre stock de capital et connaissance. Dans ce cas, la rentabilité marginale du capital ne dépend plus du niveau du capital (quelle soit privée ou sociale) : dans (4) et (6), les termes en K disparaissent.

L'hypothèse que β est égal à 1 est nécessaire à l'obtention d'une croissance auto-entretenu. Si β est inférieur à 1, il n'y a pas de croissance ; si β est plus grand que 1, la croissance est explosive. Il y a là un problème de « fil du rasoir » analogue à celui du modèle de Harrod.

Quand β est égal à 1, on obtient le taux de croissance, en supposant que le consommateur représentatif a une fonction d'utilité à élasticité intertemporelle constante et unitaire :

$$(7) \quad g = (1 - \alpha) A L^\alpha - \rho \text{ à l'équilibre décentralisé ;}$$

$$(8) \quad g^* = A L^\alpha - \rho \text{ à l'optimum social,}$$

où ρ est le taux de préférence pour le présent.

matériaux » [Rosenberg, 1982]. Le progrès technique désigne donc une augmentation de la capacité des hommes à maîtriser la nature, sous la forme d'une plus grande productivité ou de nouveaux produits. La technologie est pour partie de l'information, c'est-à-dire des ensembles de données aisément transposables : le coût (marginal) de reproduction est largement inférieur au coût (fixe) de production. Une même technique peut être utilisée simultanément par un nombre quelconque d'agents (cette propriété a pour nom la « non-rivalité » dans la théorie des biens publics). Cela explique la capacité singulière de ce facteur à engendrer des externalités.

Le capital humain

Le capital humain désigne le stock de connaissances valorisables économiquement et incorporées aux individus. Ce sont non seulement les qualifications, mais aussi (et dans le cas de pays en voie de développement surtout) l'état de santé, la nutrition, l'hygiène.

Le capital humain est un facteur de croissance. Il n'y a là rien de nouveau et les théories antérieures le soulignaient déjà. Ainsi, dans le modèle de Solow, la croissance provient, d'une part, de l'augmentation de la population active (or la quantité de capital humain est liée au nombre de personnes actives) et, d'autre part, de l'accroissement de l'efficacité de la combinaison productive (ce qui peut s'interpréter aussi bien par le progrès technique que par l'accroissement de la « qualité », au sens d'efficacité productive du capital humain). Cependant, contrairement aux anciennes théories, les nouvelles analysent les fondements économiques de la formation du capital humain. Dans les années cinquante et soixante, Solow étudiait comment la croissance économique et la formation du capital humain étaient liées tandis que Becker se penchait sur les raisons économiques de l'accumulation du capital humain. En reliant ces deux approches, on trouve naturellement un modèle de croissance économique endogène, où le capital humain joue un rôle fondamental.

Le capital humain est donc appropriable par l'individu qui en est porteur, contrairement au capital technologique qui est pour partie un bien public (voir chapitre suivant). Par exemple, le théorème de Thalès fait partie du capital technologique : il

n'est pas nécessaire de le redécouvrir pour l'utiliser. Mais la connaissance ou non de ce théorème est une caractéristique d'un individu donné : on peut le connaître ou ne pas le connaître. Il y a donc une différence essentielle entre les mécanismes de rémunération du capital humain et du capital technologique : le rendement de l'accumulation du capital humain est privé (même s'il existe des externalités ; ainsi le fait d'être entouré de personnes efficaces rend sans doute plus efficace), alors que celui du capital technologique est d'abord public (même si la technologie est d'usage partiellement exclusif).

Le modèle canonique de croissance avec capital humain est un modèle à deux secteurs (voir encadré). Le premier secteur est consacré à la production. Un bien de consommation est fabriqué à partir d'une technique de production tout à fait traditionnelle, où interviennent le capital matériel (homogène au bien) et le capital humain. Le second secteur est consacré à la formation du capital humain qui ne dépend que du capital humain (mais on pourrait, sans difficultés, élargir le modèle en considérant que le capital matériel est un élément nécessaire à la formation du capital humain).

Le capital humain disponible dans l'économie est réparti en deux catégories : celui qui est utilisé dans la production (les travailleurs) ; celui qui est dans le système de formation (c'est-à-dire à la fois les professeurs et les élèves). La part des professeurs et des élèves dans la population active est en quelque sorte un taux d'investissement de l'économie. En effet, de même que l'investissement est la partie de la production qui n'est pas consommée (mais investie afin d'accroître la production et donc la consommation future), les personnes qui ne sont pas employées dans le secteur de la production soustraient une ressource (il y a moins de bien produit), mais permettent d'accroître l'efficacité future du travail (puisque les personnes formées sont plus efficaces), donc la production et la consommation.

Pour qu'un tel modèle puisse engendrer une croissance auto-entretenu, il suffit que le rendement marginal du capital humain dans la formation du capital humain soit constant. S'il est décroissant, il n'y aura pas de croissance à long terme. S'il est croissant, il y aura une croissance explosive.

Un modèle de croissance endogène avec capital humain

L'économie considérée a deux secteurs. Dans le premier, chaque individu produit le bien de consommation à partir de son capital physique (homogène au bien) et d'une fraction de son capital humain. Dans le second, le capital humain est formé à partir de lui-même. L'hypothèse est que la compétence d'un individu et le temps qu'il consacre à l'étude déterminent son rythme d'apprentissage. De plus, tous les individus sont semblables et on peut écrire directement les fonctions de production macroéconomiques :

$$(1) \quad Q_t = A_t K_t^\alpha (u_t H_t)^{1-\alpha}$$

$$(2) \quad \dot{H}_t = B (1 - u_t)^\beta H_t$$

où A , B , α et β sont des paramètres positifs, Q est la production, K le stock de capital physique, H le stock de capital humain et u la proportion du capital humain affecté à la production ($1 - u$ est donc la proportion de capital humain affecté à la formation du capital humain, soit encore une sorte de taux d'investissement de chaque individu puisque le temps consacré à la formation n'est pas consacré à produire aujourd'hui, mais permet d'accroître la production demain) ; t représente le temps. Le bien est produit à partir d'une fonction de production de Cobb Douglas, à rendements constants. Quant à l'activité de formation, elle est telle que le rendement marginal du capital humain y est constant. Cette hypothèse est essentielle : c'est elle qui assure le caractère auto-entretenu de la croissance.

Dans les situations où u_t est constant, il vient immédiatement que :

$$(3) \quad \dot{H}/H = B(1 - u)^\beta$$

et que dans les sentiers de croissance équilibrée (où Q et K augmentent au même rythme) :

$$(4) \quad \dot{Q}/Q = \dot{H}/H + (\dot{A}/A)/(1 - \alpha).$$

Ainsi une économie aura une *croissance* du capital humain d'autant plus forte qu'elle consacre une part importante de ses effectifs à la formation (et donc une faible part à la production). Quant au taux de croissance de la production, il est lui aussi fonction de l'effort de formation.

Pour boucler le modèle, il suffit d'endogénéiser l'« investissement » (u) des consommateurs. Pour retrouver à partir de ce modèle celui de Lucas [1988], il suffit d'ajouter une externalité du capital humain dans l'activité de production : la productivité de chaque individu est d'autant plus élevée que le niveau du capital humain de l'économie est fort (chacun est d'autant plus efficace que l'économie est composée de personnes plus compétentes). L'optimum social de l'économie est alors différent de l'équilibre concurrentiel puisque les comportements privés ignorent l'effet externe.

Une remarque finale permet d'éclairer les liens entre ce modèle et celui de Solow. En posant $u = 1$ et $\beta = 0$ dans les équations (1) et (2), on obtient le modèle de Solow qui apparaît ainsi comme un cas très particulier : tout le capital humain est consacré à l'activité de production ($u = 1$), ce qui n'est pas grave puisque l'activité de formation se réalise sans effort ($\beta = 0$).

Le capital public

Le capital public est constitué de l'ensemble des infrastructures possédées par les collectivités publiques : transports, télécommunications... On peut y adjoindre d'autres biens et services fournis par les collectivités publiques, telles la sécurité ou l'éducation. Il est clair que la croissance du secteur privé requiert l'existence d'infrastructures (le rôle des infrastructures publiques est analysé dans le chapitre v).

Des sources interdépendantes

Dans le processus de croissance réellement existant, ces différentes sources agissent simultanément et interagissent. Prenons l'exemple de la division du travail. Elle fait l'objet de longs développements dans *La Richesse des nations* [1776]. Le sens donné à cette expression est double : la division du travail peut se faire au sein de l'entreprise (il s'agit alors d'une division des tâches, coordonnée hiérarchiquement au sein des entreprises) ou entre les entreprises (spécialisation des activités coordonnée par le marché). Les deux formes en fait sont prises en compte de façon identique dans les modèles de croissance endogène. Au-delà des effets statiques (gains de temps à ne pas changer d'activité), ce sont les effets dynamiques qui sont mis en avant par la croissance endogène : apprentissage notamment.

En pratique, la division croissante du travail est permise par le progrès technique (qui engendre une diversité croissante d'activités), et par la quantité croissante de capital humain (de plus en plus spécialisé). Celle-ci repose aussi sur le progrès technique (qui donne matière à apprendre), et réciproquement ce sont des chercheurs, donc du capital humain, qui créent les techniques nouvelles. Le progrès technique se matérialise pour partie dans des équipements nouveaux, qui sont de l'investissement en capital physique. Dans le modèle néo-classique aussi, l'accumulation du capital physique ne se poursuit que grâce au progrès technique, mais il n'y a aucune rétroaction.

Une limite des modèles de croissance est de présenter séparément ces différentes sources : chaque modèle se focalise sur une, parfois deux, d'entre elles. Leurs interactions ne sont donc pas prises en compte, ce qui peut limiter la portée de certains

résultats. Il est notamment important de savoir si ces facteurs sont substituables ou complémentaires, par exemple pour choisir les politiques publiques : dans le premier cas, aider une forme d'investissement reviendra à réduire l'incitation pour les autres formes, alors que, dans le second cas, cela accroîtra au contraire l'incitation. La prise en compte simultanée de ces facteurs dans un même modèle requerrait donc une réflexion sur la façon dont ils s'articulent dans la fonction de production, et poserait sans doute des problèmes de robustesse et d'agrégation plus profonds encore que dans les modèles actuels.

4. Cycles et croissance

La représentation traditionnelle de la dynamique économique repose sur la distinction entre tendance et cycle. La première représente le long terme, le second traduit le court terme. Les deux composantes sont supposées indépendantes car les forces qui y agissent sont différentes. Le court terme, domaine de la macroéconomie, suppose fixées les capacités de production et étudie les conséquences des frottements de tous ordres (information imparfaite des agents, rigidité des grandeurs nominales, coûts d'ajustement des capacités de production) sur les choix des agents et donc les grandeurs macroéconomiques. Le long terme est le domaine des théories de la croissance, qui étudient l'accumulation des facteurs de production en supposant que les ajustements de prix et de quantités sont réalisés. La déconnexion entre les deux échelles de temps se justifie par le fait que les frottements qui agissent dans le court terme ne durent pas. Le long terme dépend donc seulement du progrès technique, qui est insensible aux forces économiques notamment de court terme. Cette déconnexion a pour conséquence qu'un choc transitoire sur les facteurs disponibles a des effets seulement transitoires sur la trajectoire des grandeurs économiques : celles-ci finissent par retourner sur la trajectoire qu'elles suivaient antérieurement et les effets du choc sont gommés. La longueur effective d'un phénomène transitoire n'est pas forcément très courte du fait de l'inertie du système, mais elle est en tout cas finie. La seule composante irréversible du modèle, la connaissance technologique, ne dépend pas des variables économiques, ce qui conduit le système à oublier les chocs passés. Une telle vision amène à penser, par exemple, que s'il n'y avait pas eu

la Seconde Guerre mondiale ou le choc pétrolier en 1973, le niveau du produit aujourd'hui serait proche de ce qu'il est effectivement.

Les modèles de croissance endogène conduisent à une vision sensiblement différente de l'articulation du court et du long terme. A la base de ces modèles, il y a des rendements d'échelle croissants, qui font que la productivité est croissante avec le niveau des facteurs ou de la production. Un niveau plus élevé de production suscite une accumulation plus intense de savoir technique, lequel est essentiellement irréversible. Supposons un choc transitoire et positif sur la production, dû, par exemple, à la découverte d'une nouvelle source de matières premières (épuisable) ou à un afflux temporaire de main-d'œuvre. Si les rendements d'échelle sont non croissants, alors le niveau de la production n'est affecté que dans le court terme et revient à sa trajectoire antérieure dès que le choc s'interrompt. Si les rendements d'échelle sont croissants et sont dus à la technologie, alors la hausse momentanée de la production a permis l'accumulation d'un savoir technique supplémentaire, qui n'est pas perdu lorsque le choc s'interrompt. Inversement, un choc négatif sur le niveau de la production ralentira l'accumulation de technologie sans que le retard pris soit ultérieurement rattrapé.

Cela peut être résumé de façon technique en disant que, dans les modèles de croissance traditionnels, le niveau du produit, une fois retirée la tendance exogène du progrès technique, est stationnaire (indépendant du temps), alors que dans les modèles de croissance endogène, c'est le taux de croissance du produit qui est stationnaire (le produit est intégré d'ordre un). Cela se traduit dans la résolution du modèle de Ramsey (voir encadré du chapitre II) : la solution du modèle en croissance néo-classique est un niveau d'équilibre du produit, tandis qu'en croissance endogène il s'agit d'un taux de croissance d'équilibre. Le produit suit une marche aléatoire, il n'a pas de niveau d'équilibre.

Les conséquences de cette différence entre les modèles sont drastiques. Ainsi la prévision d'un rattrapage des économies développées par celles qui ne le sont pas, faite par les modèles traditionnels, ne tient plus en croissance endogène : deux économies dont les taux de croissance d'équilibre diffèrent, du fait de leurs taux d'épargne par exemple, divergeront dans le long terme. A l'opposé, lorsque le progrès technique est exogène, il

Les équilibres multiples

Un modèle est un ensemble de relations entre des variables économiques. Parmi les relations les plus importantes se trouvent les fonctions d'utilité qui représentent les préférences des agents, les fonctions de production qui représentent les contraintes physiques, les caractéristiques des marchés (type de la concurrence, etc.) qui représentent l'environnement institutionnel dans lequel évoluent les agents économiques et, enfin, les comportements des agents (maximisation du bien-être ou du profit).

Un équilibre est un état d'un système qui, s'il est atteint, ne sera plus quitté en l'absence d'un choc exogène (c'est-à-dire un choc dont l'origine est externe au système). Un équilibre est qualifié de stable si, à la suite d'un choc exogène, le système revient spontanément, au bout d'un certain temps, dans la situation initiale.

Un modèle néo-classique de croissance tel que celui de Solow a un équilibre unique et stable. Plus précisément, il a une succession d'équilibres, qualifiée de trajectoire d'équilibre, unique et stable. Cela signifie que si le système s'éloigne de cette trajectoire à la suite d'un choc exogène, alors il y revient spontanément. Cette propriété provient de la concavité des fonctions de production et d'utilité.

Il est possible qu'à partir d'un ensemble de relations économiques on n'obtienne pas un équilibre unique et stable (c'est même bien souvent le cas : ainsi certaines relations considérées comme techniques sont introduites pour permettre d'obtenir des solutions acceptables sans que leur réalisme soit toujours évident). Dans de nombreux modèles de croissance endogène, les hypothèses nécessaires

pour qu'un équilibre unique existe ne sont pas vérifiées. Le système économique peut ainsi *a priori* se stabiliser sur différentes trajectoires. La question posée est double : laquelle parmi ces trajectoires sera sélectionnée ? Et pour quelle raison ?

Schématiquement, deux cas de natures très différentes peuvent se présenter : la trajectoire d'équilibre dépend du niveau initial d'une variable d'accumulation (donc du passé) ; la stratégie optimale de chaque agent dépend de celle des autres agents (donc des anticipations que les agents ont de l'avenir). Dans ce second cas, il y a des « complémentarités stratégiques » dont la modélisation fait appel à la théorie des jeux.

Pour illustrer cette affirmation, considérons le cas d'une économie où le rendement marginal du capital humain est très faible quand le niveau du capital humain est faible, très fort quand le niveau du capital humain est « moyen », puis retrouve un niveau intermédiaire (par exemple, un rendement marginal unitaire) ou faible. Il est alors possible qu'une économie « pauvre » (c'est-à-dire ayant un faible niveau initial de capital humain) ne puisse jamais se développer, puisqu'elle ne pourra jamais atteindre un niveau tel que la rentabilité marginale du capital humain soit élevée. En revanche, une économie « riche » partant d'un niveau initial de capital humain élevé (c'est-à-dire supérieur au seuil où la rentabilité est fortement croissante) aura une croissance endogène régulière. Une situation voisine est modélisée par Azariadis et Drazen [1990]. *Dans ce cas, le taux de croissance d'une économie dépend de ses conditions initiales, c'est-à-dire de son passé.*

Considérons maintenant le cas d'une économie où existent des exter-

nalités. L'efficacité d'un agent dans une certaine activité est d'autant plus élevée que les autres agents font eux-mêmes des efforts dans cette activité, du fait par exemple de la présence de complémentarités technologiques. Les innovations d'une entreprise sont d'autant plus faciles à mettre au point que telle autre entreprise a, au préalable, inventé tel autre dispositif. Bresnahan et Trajtenberg [1992] considèrent ainsi que les complémentarités permettent de diminuer le coût de la recherche. C'est le cas aussi en présence de complémentarités productives. Chandler [1977] considère que le développement des chemins de fer et celui de la sidérurgie aux États-Unis ont été conjoints, les premiers ayant besoin de la seconde pour fondre les rails, la seconde ayant besoin des premiers pour transporter minerais et produits.

De nombreux modèles théoriques ont formalisé de telles situations (par exemple, Krugman [1991] ou Matsuyama [1991]). Ces modèles théoriques ont une conséquence commune, soulignée par d'Autume et Michel [1993]. Dire que les anticipations peuvent être optimistes ou pessimistes ne signifie nullement que chaque individu puisse choisir entre les deux termes de l'alternative. L'option est collective. Il s'agit de savoir si les agents sont capables de se coordonner pour atteindre l'équilibre haut, ce que rien n'assure dans le modèle. Une intervention extérieure peut contribuer à obtenir la « bonne » solution du système. Ainsi l'État peut jouer un rôle qui dépasse la simple subvention à la formation : il peut être l'instance coordinatrice permettant de converger vers le bon équilibre. A l'effet direct des subventions s'ajoute un effet d'annonce : l'engagement de l'État rend probable pour chaque individu le fait que les autres aussi vont investir, ce qui en soi accroît la rentabilité de l'investissement.

Le rôle crucial que jouent les anti-

cipations est bien connu depuis Keynes, selon qui la croissance dépend des « esprits animaux des entrepreneurs ». Il y a une parenté certaine entre les modèles évoqués précédemment et la théorie keynésienne. Une vision optimiste des entrepreneurs les conduit à investir, entraînant une croissance de l'activité à long terme. *A contrario*, une vision pessimiste les conduit à freiner leurs dépenses d'investissement, donc à diminuer le rythme de croissance. Une différence essentielle est que Keynes met l'accent sur des externalités de demande alors que les nouvelles théories de la croissance insistent sur des externalités d'offre.

L'État n'est pas le seul à pouvoir modéliser les « esprits ». Les « institutions » peuvent aussi jouer un rôle. Les institutions sont ici comprises comme étant l'ensemble des mécanismes de coordination, y compris les règles de la concurrence sur le marché : dispositifs collectifs explicites ou implicites telles les normes de comportement. En présence d'incertitudes, des normes de comportement partagées par les agents peuvent fournir des points de repère sur les réactions mutuelles.

L'existence d'équilibres multiples serait alors la conséquence de la non-prise en compte des comportements d'anticipation et des mécanismes de coordination autres que les prix. On pourrait alors considérer qu'un modèle qui admet plusieurs solutions est simplement un *modèle insuffisamment spécifié*. Si des hypothèses réalistes aboutissent à ce que plusieurs équilibres existent, c'est que les éléments de base pris en compte dans le modèle (préférences des agents, contraintes techniques de la production, comportements de maximisation et caractéristiques des marchés) sont insuffisants. Elles ne permettent pas de prévoir l'équilibre qui sera finalement sélectionné. Les hypothèses concernant la fonction de production

et la recherche dans les modèles de croissance endogène engendrent fréquemment des équilibres multiples. Cela est révélateur du besoin d'intro-

duire des hypothèses supplémentaires pour comprendre la croissance, hypothèses concernant en particulier les institutions.

n'y a aucune raison pour que le rythme du progrès technique et donc de la croissance du produit diffère d'une économie à l'autre. Une autre prévision des modèles de croissance endogène est que l'histoire compte. Puisque tout choc temporaire laisse irrémédiablement son empreinte sur le niveau du produit, le niveau du bien-être des individus dans le long terme dépend des chocs passés auxquels a été soumise leur économie. Cet argument est parfois invoqué pour expliquer le fait que les pays où la colonisation a opéré le plus de dommages (Afrique, Inde) sont aussi ceux où le développement est le plus lent à venir. Dans ce cas, sans doute les irréversibilités en cause ne sont-elles pas à chercher du côté de la technologie, mais plutôt du côté des institutions. De même, les politiques économiques, qui n'ont dans le modèle traditionnel que des effets transitoires, ont en croissance endogène des effets permanents.

Dans certains modèles de croissance endogène, les conditions initiales déterminent la trajectoire que suivra l'économie. La cause en est la croissance des rendements d'échelle, qui engendre des mécanismes auto-réenforçant (*self-enforcing*). Ainsi une économie pauvre investira peu, ce qui inhibe les forces de la croissance. En croissance endogène, le court terme influence la dynamique de long terme. Ainsi les mécanismes invoqués par la nouvelle économie keynésienne pour expliquer les désajustements de court terme peuvent aussi jouer dans les nouveaux modèles de croissance. En effet, économies d'échelle et externalités entraînent dans certains cas une multiplicité d'équilibres macroéconomiques, dont le plus favorable peut ne pas être atteint. L'économie peut rester bloquée dans un équilibre de sous-emploi alors que tous les agents bénéficieraient d'un changement d'équilibre (voir l'encadré sur les équilibres multiples).

Développement

Depuis les années soixante, de nombreux pays dont le niveau initial de développement était faible ont connu une croissance rapide alors même que d'autres ne décollaient pas. C'est le cas en particulier de certains pays d'Asie orientale tels que Hong-Kong, la Corée, Taiwan... Solow [1994] soutient que cette croissance rapide peut s'expliquer uniquement par le rattrapage des économies les plus développées. Celui-ci aurait été rapide du fait que les taux d'investissement et les taux d'activité (part des actifs dans la population totale) auraient été particulièrement élevés. Solow en conclut que la croissance rapide de ces quatre pays résulte du fait que leur intensité capitalistique initiale était faible, qu'ils ont investi fortement et qu'une part importante de la population a été active. Ainsi la croissance aurait une explication très néo-classique : elle résulterait essentiellement de la mobilisation des facteurs travail et capital, qui permet un rattrapage rapide des économies les plus développées.

Mais d'autres pays ne décollent pas. De nombreuses études empiriques ont été réalisées depuis la fin des années quatre-vingt, cherchant à comprendre le développement. Une approche néo-classique est suivie par Mankiw, Romer et Weil [1990] qui considèrent une fonction de production où interviennent le capital physique, le capital humain (assimilé au travail qualifié) et le travail non qualifié. Sur le sentier de croissance équilibrée, il existe une relation entre le PIB par tête, les « taux d'épargne » (les fractions de la production affectées à l'accumulation du capital physique et du capital humain) et le taux de croissance. Ils testent cette équation sur un échantillon de 98 pays, pour la période 1960-1985. Pour ce faire, il considèrent

le rapport entre le nombre d'enfants scolarisés dans l'enseignement secondaire et la population en âge de travailler est une bonne approximation de la fraction de la production affectée à l'accumulation du capital humain. Ils en déduisent que les élasticités de la production à chacun des facteurs sont d'environ un tiers. Ainsi le capital humain (en pratique, le taux de scolarisation dans le second degré) aurait la même importance quantitative que le capital physique. Ce type d'analyse empirique a l'avantage que la forme estimée est très proche de celle suggérée par la théorie. Elle a cependant l'inconvénient de supposer que tous les pays sont sur leur sentier de croissance d'équilibre.

Un autre type d'analyse peut être effectué qui s'éloigne du modèle théorique. Du modèle néo-classique de base on déduit qu'il existe une relation entre le taux de croissance de la productivité au cours d'une période et son niveau initial (c'est le rattrapage). A cette première variable explicative on peut alors ajouter d'autres variables jugées pertinentes par d'autres modèles théoriques ou par... le bon sens. Moins élégante d'un point de vue formel, cette démarche a un avantage pratique indéniable : on peut utiliser toutes sortes de données du moment qu'elles sont disponibles !

De nombreux travaux empiriques ont été réalisés en suivant une telle démarche. Barro [1991] trouve ainsi que les taux de scolarisation dans le primaire et dans le secondaire en 1960 ont une influence positive sur la croissance. Barro et Lee [1993], par exemple, réalisent le même type d'estimations en incorporant des variables mesurant le rôle des gouvernements (part des dépenses publiques, stabilité politique, etc.). La méthode

suivie induit que les résultats obtenus par Barro et Lee ne sont pas à prendre au pied de la lettre. Le plus important est qu'une part élevée de la croissance reste « expliquée » par des variables muettes, indicatrices de spécificités continentales. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, les pays d'Afrique subsaharienne ont une croissance plus faible de 1,2 % et les pays d'Amérique latine plus faible de 0,9 % que les autres pays.

Si les théories traditionnelles permettent de rendre compte du développement rapide de certains pays d'Asie, elles n'arrivent pas (même en s'éloignant des schémas théoriques les plus stricts) à rendre compte des disparités les plus fortes : toutes choses égales par ailleurs, on bute sur la spécificité africaine qui reste inexplicquée dans ces modèles.

Une explication peut être recherchée dans un contexte d'équilibres multiples (voir l'encadré précédent). On peut alors interpréter le développement rapide des « quatre dragons ». Si, à un moment donné, un pays est capable de franchir le seuil au-delà duquel il quitte l'équilibre « bas » (celui des pays peu développés) et converge vers l'équilibre « haut » (celui des pays développés), alors son développement peut se réaliser de manière très rapide. En quelque sorte, une fois que l'on a rejoint la « cour des grands », il est relativement facile (en travaillant dur) de grandir vite. Mais la principale difficulté est de quitter la « cour des petits ». On retrouve là des phénomènes bien mis en évidence par François Perroux dans sa théorie des « industries industrialisantes ».

IV / Progrès technique endogène

Les théories de la croissance endogène s'accordent avec la plupart des théories antérieures pour attribuer au progrès technique un rôle moteur dans la croissance. Elles vont cependant plus loin que leurs prédécesseurs, sur deux points : elles intègrent le progrès technique comme résultant d'une activité économique rémunérée, et dont le niveau est donc endogène ; et elles modélisent de façon plus riche les formes de la technique et leur évolution (on pourra aussi se reporter à Guellec [1999] pour une présentation plus large de l'économie de l'innovation).

Les idées présentées dans ce chapitre et dans le prochain sont les suivantes. C'est la nature de bien partiellement public du savoir qui en fait un moteur de la croissance. Le progrès technique affecte les formes de la concurrence, la structure des marchés. Il est modélisé comme différenciation des produits, qui peut être horizontale ou verticale. La dynamique de la technique est composite et complexe : les découvertes sont de natures différentes (radicales ou progressives), et elles sont fortement interdépendantes (complémentarité/substituabilité). Enfin, les travaux empiriques, effectués par des historiens ou des statisticiens, bien qu'encore limités, confirment plutôt les nouvelles théories.

La plupart des modèles sont à deux secteurs. Un secteur de production, d'une part, qui assure le bien-être présent des individus, et un secteur de recherche, d'autre part, qui assure la croissance de ce bien-être au cours du temps. L'équilibre d'un modèle correspond à une trajectoire de l'investissement en recherche (allocation de ressources) qui assure à chaque agent

un bien-être intertemporel maximal compte tenu des choix des autres agents. A chaque équilibre sont associées des trajectoires du taux de croissance et du taux d'intérêt, des trajectoires de prix, etc. L'accumulation du savoir et la production des biens sont des activités très différentes, dans leurs caractéristiques techniques et économiques : nous allons donc les examiner séparément. Dans ce chapitre, nous présenterons les hypothèses sur l'accumulation du savoir et sur la structure des marchés, les représentations de l'innovation, l'apprentissage par la pratique comme source du progrès technique et les validations empiriques de la croissance endogène dans le domaine de la technologie. Finalement, nous traiterons des limites des nouveaux modèles. En fin de chapitre, un encadré est consacré à Joseph Schumpeter, en quelque sorte « père spirituel » de cette lignée de travaux.

1. Le processus d'accumulation des connaissances

Le progrès technique est défini de façon générale comme un accroissement de la connaissance que les hommes ont des lois de la nature appliquées à la production. Il consiste donc en l'invention de produits et procédés nouveaux, qui augmentent le bien-être des individus soit par un accroissement soit par une transformation de la consommation. De plus, ces inventions vont s'ajouter au stock des produits et procédés déjà existants. Le progrès technique a été de longue date reconnu par les économistes comme le moteur principal de la croissance, pour de multiples raisons. La première est l'évidence. Les comparaisons entre nations de niveau de vie différent montrent l'utilisation de technologies d'efficacité très différentes. Et les analyses temporelles soulignent les changements profonds qui interviennent dans ce domaine. Des indicateurs simples peuvent en rendre compte partiellement : par exemple, la consommation de carburant d'un véhicule de type donné, ou la possibilité de soigner telle maladie. Il est clair, en tout cas, que les machines utilisées aujourd'hui sont très différentes de celles utilisées hier. Ces évidences partielles peuvent toujours être questionnées. Ainsi, si l'on sait maintenant soigner certaines maladies grâce à la technologie, il est vrai aussi que celle-ci, au moins indirectement, a entraîné l'apparition de nouvelles maladies ou de nouveaux risques pour la santé. Une comparai-

son de l'espérance de vie à la naissance de populations vivant dans des contextes techniques différents montre que le bilan est assez largement positif.

Cependant, la croissance est un processus global, dont le progrès technique n'est qu'une composante aux côtés notamment de l'accumulation du capital physique et du capital humain, qui peuvent expliquer aussi une part de l'augmentation de l'espérance de vie (conditions d'hygiène dues aux équipements urbains, à l'alimentation, à l'éducation). La spécificité du progrès technique est double. D'une part, il transforme les autres facteurs, créant des opportunités d'investissement qui, sans lui, n'existeraient pas. La demande des ménages et celle des entreprises ne peuvent croître à structure constante durablement sans saturer. Que serait un monde dans lequel chacun consommerait les mêmes biens que nos ancêtres du xv^e siècle, en quantité de dix ou vingt fois plus grande ? Au-delà des biens, c'est aussi l'accumulation de capital humain qui est dynamisée par l'extension du savoir. L'allongement des études et la croissance de la part de la population qui y a accès proviennent d'abord du fait qu'il y a aujourd'hui plus de choses qu'hier qui peuvent être apprises (et dont l'apprentissage peut être rentabilisé).

La technologie : un bien cumulatif...

Par ailleurs, le progrès technique apparaît comme un bien public cumulatif. C'est un bien cumulatif dans la mesure où chaque découverte s'appuie sur d'autres découvertes faites dans le passé. Selon les mots de Newton : « Nous sommes des nains montés sur les épaules de géants » ; autrement dit, il suffit d'apporter une amélioration même très mineure à un résultat important pour obtenir un résultat plus fort encore. Les inventions les plus « simples » *a priori*, semblant se résumer à une idée, certes géniale, nécessitent la mobilisation de connaissances étendues et diversifiées. Ainsi Gutenberg, pour réaliser le premier système d'imprimerie avec des caractères mobiles, a utilisé sa maîtrise de la métallurgie (la réalisation des fontes est difficile), de la mécanique (construction de la presse). Aucune invention ne sort du vide... La réalisation des grandes innovations modernes, tels l'automobile ou l'avion, a nécessité le rassemblement de connaissances de la plus grande diversité. Cela est tout aussi évident dans la science, par exemple en mathé-

matique, où chaque chercheur est amené à utiliser les théorèmes établis par ses collègues pour en établir de nouveaux. Et il contribue par là même à augmenter le stock des connaissances disponibles pour les générations suivantes de chercheurs.

Ce stock, dont il sera largement question par la suite, peut être visualisé comme un ensemble d'idées, de thèmes, de résultats et aussi de questions. Il serait sans doute utile de distinguer à ce stade la technologie (invention d'artefacts) de la science (création de connaissance sur la nature). Certaines des propriétés qui seront énoncées dans la suite peuvent s'appliquer plus, selon les cas, à l'une ou l'autre de ces activités. Et il est vraisemblable, si l'on en croit les travaux d'historiens [Gille, 1978], que la façon dont s'articulent ces deux domaines d'activité a des effets importants sur leurs progrès respectifs et donc sur la croissance économique. Cependant, l'approche économique de cette question n'est pas réellement avancée (Dasgupta et David [1992] font le point sur la théorie économique de l'activité scientifique, comparée à l'innovation technologique), et son intégration dans des modèles macroéconomiques n'est pas à l'ordre du jour. Il n'en sera donc plus question qu'épisodiquement par la suite, et le terme innovation désignera indifféremment ces deux domaines.

... et un bien public

La technologie est non seulement un bien cumulatif, mais elle présente aussi nombre de traits de ce que les économistes appellent des « biens publics » [Arrow, 1962a]. Le plan d'un bien, la formule d'un produit chimique ou la description d'un procédé nouveau sont de l'information. A ce titre, ils sont communicables à un coût qui est largement inférieur à leur coût de production (à la limite, le coût sera celui d'une simple photocopie !), et ils peuvent être utilisés simultanément par un nombre quelconque d'agents. En ce sens, la connaissance est dite « non rivale » (il n'y a pas de rivalité physique entre les usagers : voir Cornes et Sandler [1986] pour une analyse générale des biens publics). De la même façon, on peut remarquer que la connaissance ne s'use pas, physiquement, à l'usage : on utilise aujourd'hui encore le théorème de Thalès... Bien au contraire, c'est le non-usage d'une connaissance qui menace son existence, la faisant sombrer dans l'oubli.

Cumulativité et non-rivalité font de la connaissance un bien particulier. En effet, non seulement un innovateur peut utiliser les découvertes passées, mais il peut (*a priori*) les utiliser en totalité et cela simultanément à tous les autres chercheurs. Chacun peut mobiliser l'ensemble du stock, ce qui n'est bien sûr pas le cas pour le stock de capital physique dont l'usage est rival (une même machine ne peut servir simultanément à un nombre quelconque d'utilisateurs).

Formellement, et cela concerne tous les modèles de croissance endogène fondés sur la technologie, cela se traduit par l'équation suivante : $a = f(A)$, où a est le nombre des découvertes effectuées *par un chercheur* durant une période donnée, A le stock *total* des connaissances disponibles, et f est une fonction croissante. Cela peut être modifié en introduisant un aléa sur la durée de la recherche [Aghion et Howitt, 1992] : le chercheur peut mettre un temps variable à trouver, ou il peut effectuer une découverte de « taille » variable. Le point essentiel est que cette équation diffère des équations traditionnelles d'accumulation du capital physique. Ainsi, dans le modèle de Solow, c'est l'évolution du capital *total* qui est fonction du stock de capital *total*.

Si chaque chercheur peut utiliser les résultats de tous ses collègues et prédécesseurs, la réciproque est également vraie : les découvertes de chacun sont disponibles pour ses collègues et successeurs, car elles vont à leur tour s'ajouter au stock des connaissances. Cela traduit une externalité, qui est au cœur du processus de croissance. Chaque chercheur contribue à accroître la productivité de ses collègues, et l'externalité est même intertemporelle puisque parmi les collègues figurent ceux des générations suivantes.

Il faut, pour assurer une croissance auto-entretenu, faire l'hypothèse supplémentaire d'une élasticité unitaire de l'innovation par rapport au stock : la fonction f est homogène de degré 1. Ainsi en appelant \dot{A} la variation totale du stock des connaissances, H le nombre des chercheurs et g une fonction croissante, on a la forme analytique suivante : $\dot{A} = g(H).A$, qui donne le taux de croissance du stock des connaissances, ou taux de progrès technique, comme fonction du nombre des chercheurs : $\dot{A}/A = g(H)$.

Une telle description « pure » ne va, bien sûr, pas sans poser de problèmes. Les hypothèses précédentes méritent toutes d'être nuancées. Ainsi, il peut y avoir un délai entre la décou-

verte et son incorporation dans le stock public [Caballero et Jaffe, 1993]. Le coût d'accès à une connaissance est en général loin d'être nul. Il faut savoir l'existence de celle-ci, acquérir les connaissances qui permettent de la maîtriser, et l'étudier directement. Il ne suffit pas de réciter $E = mc^2$ pour être expert en théorie de la relativité. A l'extrême, nombre de résultats utilisés en recherche de pointe ne sont compris que par une poignée de chercheurs, qui sont donc seuls à même de les mobiliser directement. Coût d'accès important, faible nombre d'individus concernés : la connaissance doit donc, pour partie, être considérée plutôt comme un bien public local et soumis à un coût d'entrée. C'est cependant un bien public, puisque chacun des spécialistes concernés n'aura pas à refaire entièrement les efforts de ses collègues pour retrouver leurs résultats. Seules certaines connaissances ne sont, *a priori*, pas des biens publics : il s'agit des connaissances tacites, des savoir-faire qui ne sont pas codifiés, ne peuvent être bien rendus par des mots et des formules, et nécessitent des démonstrations directes, un apprentissage par la pratique. Les tours de main de l'artisan ou la capacité de Schlumberger à prospecter les puits de pétrole sont des exemples de ces compétences non séparables de leur support. Mais ces connaissances s'apparentent plutôt à du capital humain, et sont loin de constituer l'ensemble du stock de technologies.

Une seconde hypothèse forte est de considérer que chaque connaissance vient s'ajouter au stock. Il y a en fait souvent substitution à des connaissances anciennes qui sont alors sorties du stock. L'effet net est inférieur à l'effet brut, il y a un déclassement endogène des techniques. Il s'agit là d'un problème parmi d'autres dans la comptabilisation du stock ; par exemple : comment pondérer les innovations que l'on agrège ? Ou bien : le stock a-t-il une structure interne qui soit elle-même porteuse d'informations ? (Auquel cas une description macroéconomique complète de la technologie disponible doit comprendre non seulement le stock global, mais aussi les éléments pertinents de la structure de ce stock.)

Plus fondamentalement, l'hypothèse de linéarité du processus d'accumulation des connaissances semble assez arbitraire. Elle signifie que chaque chercheur contribue au taux de croissance du stock des connaissances et non simplement à son niveau. Elle s'apparente à l'hypothèse de « fil du rasoir » de Domar. Sa principale justification est qu'elle est nécessaire à

la croissance auto-entretenu. On peut la considérer comme la forme réduite, un résultat intermédiaire provenant de processus plus complexes, qui resteraient à décrire.

2. Le fonctionnement du marché

La non-rivalité permet la diffusion large et à bas coût de la connaissance, contribuant ainsi à la croissance. La contrepartie de cette facilité de circulation est la difficulté d'assurer la rémunération de l'inventeur. En effet, un concurrent peut mettre sur le marché un produit identique, imité de l'invention initiale, et il peut même le vendre à un prix inférieur puisqu'il n'a pas à amortir les frais de recherche. L'innovateur peut ainsi se faire expulser du marché qu'il a créé. Si les choses suivent régulièrement ce cours, les innovateurs potentiels hésiteront à se lancer, et le rythme de l'innovation en sera réduit d'autant. Cependant, les choses ne suivent pas systématiquement ce cours.

La connaissance n'est pas seulement non rivale, elle est aussi partiellement exclusive. Un bien est dit exclusif lorsqu'un agent, le propriétaire, peut en contrôler l'usage [Cornes et Sandler, 1986]. Elle va de soi pour la plupart des biens courants sur lesquels des droits de propriété clairs sont établis, et leur respect est contrôlable dans le cadre de la loi. Cela est beaucoup plus difficile pour la connaissance du fait de son caractère non rival. En effet, l'usage de l'innovation par l'inventeur n'exclut pas physiquement son usage par un autre agent (ce qui serait le cas pour un bien matériel : en règle générale, deux agents ne peuvent utiliser simultanément un même objet, ou au moins l'accès au bien peut être contrôlé et donc tarifé). Le droit de propriété sur une invention est donc beaucoup moins évident à mettre en place que sur les biens matériels. Le système des brevets d'invention en est la forme généralement adoptée. Il assure à son propriétaire un monopole temporaire d'exploitation de son invention, qu'il peut mettre lui-même en fabrication ou dont il peut vendre des licences [Guellec et Kabla, 1994].

En procurant une position de monopole à certains agents, le brevet opère donc une distorsion de la structure du marché, l'éloignant de la concurrence parfaite. Les nouvelles théories de la croissance reposent sur des mécanismes de concurrence monopolistique, alors que le modèle néo-classique supposait la

concurrence parfaite. Chaque bien est produit par une seule entreprise, qui peut ainsi fixer un prix supérieur au coût marginal et donc rembourser le coût fixe qu'est la recherche. Il y a cependant concurrence : entre les firmes produisant des biens substituables (la concurrence est alors de type Chamberlin), ou des biens de qualité différente. La condition de libre entrée sur le marché est supposée fonctionner, de telle sorte qu'un monopole de fait est soumis à une concurrence au moins potentielle. Chaque firme est donc soumise à une certaine pression concurrentielle, qui assure qu'à l'équilibre son revenu n'exécède pas son coût total. La rente est juste suffisante pour couvrir le coût fixe de la recherche. Si la firme fixe un prix supérieur à son coût total, soit elle voit ses ventes se réduire de telle façon qu'elle fait des pertes (car ses concurrentes profitent de ce prix élevé pour gagner des parts de marché), soit elle est éjectée du marché par un nouvel entrant qui propose un bien parfaitement substitut, de qualité supérieure, à un prix relativement avantageux. Il n'y a pas de rente, de profit pur, dans ces modèles de concurrence.

La « valeur d'une invention » est définie, comme celle de tous les actifs en économie, par la somme des revenus actualisés qu'elle procurera à son propriétaire. Puisque le revenu couvre juste le coût à l'équilibre, la valeur de l'invention elle-même égale son coût. Tout cela suppose que les agents fassent des anticipations rationnelles (qui, dans un environnement déterministe, sont donc parfaites). Cette hypothèse, retenue par la plupart des modèles de croissance endogène, pose dans ce cadre des problèmes spécifiques sur lesquels nous reviendrons.

Cependant, le problème de la protection de l'inventeur se pose de façon plus compliquée. En effet, le processus d'invention est de type cumulatif : chaque invention repose sur les précédentes, se sert d'elles pour les dépasser. Le droit de propriété ne s'étend pas jusque-là, on ne peut interdire l'usage d'une idée, d'une invention, pour produire une autre invention. On peut donner deux raisons à cela. D'une part, le coût de mise en œuvre d'une telle interdiction serait rédhibitoire (il faudrait un policier derrière chaque chercheur !). D'autre part, cela n'est pas souhaitable socialement puisque des droits de propriété très stricts ralentiraient la circulation de l'information, accroissant ainsi le coût du progrès technique.

Cette limite au droit de propriété engendre des externalités qui sont inhérentes à l'innovation. Une innovation aboutit,

d'une part, à un bien, qui est vendu sur le marché et rémunère son inventeur ; et, d'autre part, à un accroissement du stock des connaissances, qui lui n'est pas rémunéré. Ainsi chaque innovateur non seulement accroît son propre revenu, mais en plus permet une augmentation des connaissances et donc de la productivité de ses collègues et successeurs. Et pour cela il n'est pas rémunéré. Le rendement social de l'innovation est supérieur à son rendement privé.

Griliches [1979] identifie deux formes d'externalités technologiques. La première consiste en des améliorations de la qualité des produits du fait de la recherche, qui ne sont pas complètement reflétées dans le prix des biens du fait de la concurrence entre producteurs (l'acheteur reçoit donc une prime, qui est une part du surplus social engendré par l'innovation). La seconde correspond à la diffusion du savoir. C'est celle-ci qui est à la racine de la croissance auto-entretenu, mais la première n'est pas non plus absente des modèles de croissance. En effet, il y a concurrence entre innovateurs, empêchant ceux-ci de capter la totalité du surplus engendré par leur invention. Dans les modèles d'équilibre concurrentiel, on l'a vu, l'innovateur ne peut faire mieux qu'amortir le coût de sa recherche, sous peine de faire des pertes ou d'être exclu du marché par un concurrent. Dans les modèles de concurrence monopolistique, la condition de libre entrée implique que chaque innovateur amortisse juste ses dépenses de recherche, sans faire de profit pur. Or ces dépenses représentent un coût fixe. Ainsi le revenu total que le marché accordera à l'inventeur est fixé, *a priori*, indépendamment de la taille du marché. En conséquence, le coût payé par chaque consommateur pour une découverte donnée est inversement proportionnel au nombre des consommateurs. Il y a là une externalité de demande entre clients. Il est donc possible que la taille du marché contribue dans ces conditions à déterminer le taux de progrès technique puisqu'elle détermine la capacité d'absorption de nouvelles technologies.

Si le domaine de la recherche est caractérisé par la non-rivalité et par l'exclusivité partielle, le domaine de la production, qui est le second secteur des modèles de croissance, se caractérise plus traditionnellement par la rivalité et l'exclusivité. Cependant, la prise en compte précise du progrès technique modifie singulièrement la représentation de ce secteur par les modèles de croissance endogène.

3. Représentations du progrès technique

En focalisant l'attention sur les sources de la croissance, les nouvelles théories ont soulevé la question de la représentation et de la modélisation du progrès technique. En effet, le modèle néo-classique pose une fonction de production macro-économique, avec un bien unique qui est à la fois facteur et bien de consommation. Le progrès technique est alors, par construction, identifié à une augmentation de la quantité du bien produite par individu et qui ne provient pas de l'augmentation de la quantité du facteur. La technologie est donc simplement une variable qui affecte uniformément l'ensemble du système économique. Le contenu de cette variable (de quoi est-elle composée ?) et ses déterminants ne sont pas explicites. Cette modélisation est cohérente avec la vision selon laquelle la technologie est extérieure à l'économie et ne mérite donc pas d'investigation particulière (les débats concernant la modélisation du progrès technique dans les années soixante ont été centrés sur la notion de « neutralité », qui revient à spécifier les conditions sous lesquelles le progrès technique n'affecte pas le partage du produit). Cohérente aussi avec la vision de la technologie comme bien public pur, qui n'est donc pas susceptible d'affecter les conditions de fonctionnement du marché (la concurrence n'est pas affectée par la technologie). La technologie est, dans cette vision, un stock de connaissances aussi homogène que le stock de capital dans ces mêmes modèles néo-classiques. Ce point mérite d'être questionné, d'un point de vue théorique comme d'un point de vue empirique.

En explicitant la production du progrès technique, en le faisant résulter de comportements d'agents, les nouvelles théories sont amenées à modéliser la technique plus précisément que les théories antérieures. Les représentations proposées par les nouvelles théories restent bien entendu très stylisées, loin du foisonnement des techniques que décrivent les ingénieurs et les historiens. Mais elles captent néanmoins, on le verra, des traits fondamentaux du progrès technique. Il faut en effet mesurer l'effet spécifique de chaque invention sur un certain nombre de variables, tels la richesse de l'inventeur, la production agrégée, le stock des connaissances. Chaque invention doit être analysée, et non plus seulement un stock indifférencié d'inventions assimilé à un « niveau général de productivité ».

Prendre en compte la diversité des biens est donc nécessaire

pour atteindre une représentation plus réaliste du progrès technique. La voie de ce point de vue a été tracée par Schumpeter, et s'est enrichie par les travaux des économistes industriels. Ceux-ci ont modélisé la concurrence technologique entre firmes dans différents contextes, en utilisant la notion de différenciation des biens.

Commençons par une remarque générale. La croissance désigne en dernier ressort l'augmentation du bien-être matériel des individus. Le plus grand bien-être peut venir de deux sources : l'évolution de la qualité des biens de consommation, qui permet une plus grande satisfaction du consommateur, et l'évolution du volume de la production, qui permet au consommateur de disposer d'une plus grande quantité de biens. Autrement dit, l'innovation peut concerner soit les biens de consommation, soit les procédés de production. Dans le premier cas, la technologie intervient directement au niveau du consommateur dans la fonction d'utilité ; dans le second cas, elle intervient dans la fonction de production de l'entreprise. Cependant, d'un point de vue économique comme du point de vue de la formalisation, que l'innovation concerne les biens de consommation ou les biens de production n'a que peu d'importance. Les formes de la concurrence et l'évolution du bien-être ne sont pas affectées par cette différence : nous présenterons donc en parallèle les deux possibilités.

La différenciation horizontale

Le progrès technique consiste en l'invention de nouveaux produits et procédés : il procède donc par différenciation des biens. Deux formes polaires de différenciation ont été analysées par l'économie industrielle : la différenciation horizontale et la différenciation verticale. La différenciation horizontale (modélisée par Dixit et Stiglitz [1977]) désigne l'augmentation de la diversité des biens disponibles (également appelés « variétés » dans ce contexte). Il n'y a pas de gradation, de hiérarchie entre ces biens, qui sont tous équivalents en ce sens qu'ils apportent la même utilité ou la même productivité. Seul importe leur nombre. Dans le cas des biens de consommation, le bien nouveau élargit le choix offert au consommateur. Deux mécanismes peuvent être invoqués pour lier diversité et utilité. Le premier repose sur l'idée que chaque consommateur a en tête une « variété idéale », et qu'il est d'autant plus satisfait

lorsqu'il trouve sur le marché une variété s'en rapprochant le plus. Il est clair qu'une plus grande diversité de l'offre permet en moyenne aux consommateurs de s'approcher de leur idéal (exemple : le menu d'un restaurant). Une seconde interprétation consiste à invoquer au niveau individuel une préférence pour la diversité : l'individu est plus heureux lorsqu'il consomme une unité du bien A et une unité du bien B que lorsqu'il consomme deux unités de l'un quelconque de ces biens (par exemple, il préfère deux petites portions de deux fromages différents plutôt qu'une grosse portion d'un seul d'entre eux).

Du côté des biens de production, des scénarios similaires justifient le lien entre diversité et productivité. Un choix plus grand permet à chaque producteur de trouver des outils plus précisément adéquats à ses besoins et lui procure donc une plus grande productivité. L'importance de la diversité est visible, par exemple, dans les listes d'outils dont peuvent ou pouvaient disposer des artisans : combien de marteaux de types différents pour un forgeron ou un tonnelier... La disponibilité d'un nombre croissant de machines différentes entraîne une augmentation de la productivité. Ce caractère de plus en plus composite des équipements peut aussi s'interpréter en termes de « sophistication » accrue des équipements, qui intègrent chacun un nombre croissant d'innovations sous-jacentes.

Le modèle fondateur (voir encadré) dans cette direction est celui proposé par Romer [1990], qui se fonde sur une fonction de production issue des travaux d'Ethier [1982] et Judd [1985]. La fonction de production est composite. Le niveau de la production du bien de consommation (qui est unique) dépend non seulement de la quantité de travail et de la quantité de capital, mais aussi de la diversité de celui-ci, c'est-à-dire du nombre de machines différentes utilisées. Ainsi une augmentation d'un pourcentage donné du stock de capital aura un effet différent sur la production selon qu'elle consiste en un accroissement de la quantité utilisée de chaque type de machine ou en l'adjonction de machines nouvelles. L'effet sera plus important dans ce dernier cas : à l'augmentation du stock de capital s'ajoute le progrès technique, ici incorporé. Dans ce modèle, chaque type de machine est produit par une seule firme, qui est monopolistique (titulaire du brevet). La concurrence est de type Chamberlin : elle s'exerce entre producteurs de machines substituables.

Le modèle de Romer [1990]

Le modèle de Romer tient compte de la spécificité de la connaissance technologique comme bien économique. La technologie est un bien non rival : l'utilisation d'une connaissance par un agent n'en empêche pas l'usage simultané par un autre. C'est aussi un bien partiellement exclusif : s'il est possible d'interdire l'utilisation d'une connaissance par un agent pour produire un bien, cela est en revanche difficile lorsque cette connaissance est utilisée pour produire une autre connaissance. Le droit de propriété sur une découverte ne peut donc être que partiel.

Se fondant sur une telle caractérisation, le modèle proposé par Romer comporte trois secteurs.

Dans le secteur de la recherche, la connaissance est non rivale et non exclusive. Chaque chercheur peut donc utiliser l'ensemble des connaissances existantes pour produire des inventions :

$$(1) \quad \dot{A} = \delta \cdot L_A \cdot A$$

où A est le stock des connaissances (nombre des technologies disponibles), \dot{A} sa variation, L_A le nombre des chercheurs (quantité de main-d'œuvre affectée à la recherche) et δ un paramètre d'échelle et de productivité. Par une telle formulation, chaque unité supplémentaire de main-d'œuvre affectée à la recherche augmente le taux de croissance de la technologie et pas seulement son niveau.

Une première externalité (inter-agents et intertemporelle) est présente ici : les découvertes de tous les chercheurs, et à toutes les époques antérieures, bénéficient à tout chercheur d'aujourd'hui, en augmentant sa productivité. La non-rivalité de la connaissance joue donc pleinement. On peut aussi remarquer que la linéarité du progrès des connaissances \dot{A}

dans le nombre de chercheurs L_A n'est pas une condition nécessaire à la croissance auto-entretenu : seule compte la linéarité dans le stock des connaissances A .

Chaque découverte permet la production d'une machine ou d'un bien intermédiaire de type nouveau. Le capital est représenté non comme un agrégat indifférencié, mais comme la somme d'un ensemble de biens différents :

$$(2) \quad K = \sum_{i=1}^A x_i$$

où x_i est la quantité disponible de chaque type de capital. L'entreprise qui fabrique un type donné de capital i doit d'abord acheter le brevet attaché à la technologie i : elle paie un coût fixe, qu'elle peut rembourser car elle a un droit exclusif sur l'usage de ce brevet. Elle est en position de monopole sur ce marché et en obtient une rente. La concurrence (« à la Chamberlin ») entre les entreprises offrant des types de machines différenciées entraîne que la rente égale le coût fixe à l'équilibre.

Les biens capitaux sont produits selon une technologie identique à celle du bien de consommation :

$$(3) \quad \dot{K} = Q - C.$$

Le bien de consommation indifférencié est produit selon la technologie :

$$(4) \quad Q = L_y^{1-\beta} \cdot \sum_{i=1}^A x_i^\beta$$

où L_y est la quantité de main-d'œuvre affectée à la production des biens.

Il s'agit d'une fonction proche d'une Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants [$\beta + (1-\beta) = 1$]. Elle prend cependant en compte l'hétérogénéité du capital : il n'est pas en effet équivalent de doubler le stock de capital en doublant la quantité de chaque composant ou de le faire en doublant le nombre de ces composants. L'élasticité de la production au

capital est de β dans le premier cas, de 1 dans le second. L'équation (4) peut en effet se réécrire :

$$(5) \quad Q = L_y^{1-\beta} \cdot A^{1-\beta} \cdot K^\beta.$$

Sous cette forme, il apparaît une seconde externalité dans le modèle : les entreprises productrices du bien achètent une certaine quantité de capital et bénéficient non seulement de ce capital, mais aussi d'un accroissement (gratuit) de la technologie. Cela tient à la nature non rivale de la connaissance ; la technologie incluse dans une unité d'un type donné de capital bénéficie en effet pleinement à l'ensemble des agents qui achètent ce type de capital, alors même qu'ils ne paient qu'une fraction du coût de la production de cette technologie.

La résolution du modèle consiste en l'allocation de la main-d'œuvre totale (donnée et constante) entre les activités d'innovation et de production, et en l'allocation du produit entre consommation et investissement. L'innovation détermine le taux de croissance du produit, le capital physique intervient sur son niveau. On

obtient alors les taux de croissance d'équilibre décentralisé g et d'optimum social (g^*) :

$$(6) \quad g = \frac{\delta L - \rho / (1-\beta)}{1 + 1 / (1-\beta)}$$

$$(7) \quad g^* = \delta \cdot L - \rho.$$

La dynamique de l'économie ainsi décrite appelle plusieurs remarques. En premier lieu, la taille de l'économie importe : c'est la quantité totale de capital humain et non son niveau moyen par individu qui détermine le taux de croissance, cela tenant à la nature fixe du coût de l'activité de recherche.

Ensuite, du fait que β est inférieur à 1, le taux de croissance d'équilibre est sous-optimal. Les agents privés ne prennent pas en compte les externalités engendrées par leur activité.

Enfin, une politique publique visant à accélérer la croissance devra porter sur la recherche et non sur l'investissement, car une augmentation de ce dernier aura pour effet une augmentation du produit d'équilibre, mais non de son taux de croissance.

La différenciation verticale

La différenciation verticale désigne une augmentation de la qualité : le bien nouveau répond mieux que l'ancien au même besoin. Dans le domaine des biens de consommation, cette notion n'a rien d'évident ; elle suppose en particulier que tous les consommateurs rangent les biens sur une même échelle (de qualité), c'est-à-dire qu'ils aient des goûts parfaitement identiques. La notion de qualité peut être rapprochée plus aisément de celle de productivité, puisqu'elle consiste à comparer le service rendu par des biens par ailleurs identiques. De fait, la notion de qualité pour les biens de production est assimilée à leur productivité [Aghion et Howitt, 1992]. Par opposition à la différenciation horizontale, qui ne fixe *a priori* aucune limite au nombre de variétés viables sur le marché, la différenciation verticale engendre l'exclusion : le meilleur produit chasse le plus mauvais, ou plutôt il existe un nombre fini de variétés qu'un marché peut contenir. Il y a alors « destruction créa-

trice ». La substituabilité entre des biens répondant avec une efficacité différente à un même besoin est en effet plus grande que celle qui prévaut entre des biens répondant à des besoins différents.

Prenons l'exemple du modèle de Grossman et Helpman [1991, chap. 4]. L'économie est représentée par un vecteur fixe de biens différents (des secteurs), chacun étant consommé car il répond à un besoin spécifique des consommateurs. Chacun de ces biens est indexé par un niveau de qualité. Formellement, l'amélioration de la qualité d'un bien est traitée comme une diminution de son prix permettant, pour un niveau de dépense donné, d'en consommer une plus grande quantité. La qualité est donc ici une notion simple, unidimensionnelle. La qualité est mesurée en termes d'utilité supplémentaire apportée au consommateur par l'innovation. Par exemple, un lecteur de CD est considéré comme une version améliorée du phonographe, puisqu'il remplit mieux la même fonction. Comme le service rendu par un bien et celui rendu par sa version améliorée sont identiques, ils sont parfaitement substituables. Chacun de ces deux biens est monopolisé par un producteur propriétaire de la technologie correspondante. Le consommateur va choisir un seul d'entre eux, celui qui lui rend le plus grand service par unité monétaire dépensée (meilleur rapport qualité/prix). Le comportement de prix optimal des deux producteurs concurrents donne l'avantage à l'innovateur. Ainsi, de période en période, la qualité des biens consommés s'améliore.

Ces deux formes de différenciation de produit engendrent des trajectoires de croissance sensiblement différentes. Dans le premier cas, le progrès technique consiste en un élargissement permanent de la palette des biens disponibles. C'est le cas dans le modèle de Romer [1990]. La main-d'œuvre affectée à chaque bien diminue de période en période, mais l'augmentation de l'efficacité permet de maintenir constante la quantité produite de chacun des biens, et ainsi d'accroître la quantité globale. La croissance procède donc par addition. Il n'y a substitution que parce que chaque bien restreint la demande pour les autres, du fait de la contrainte budgétaire du consommateur. Tous les biens inventés depuis l'aube des temps sont encore consommés : puisque tous les biens sont équivalents, il n'y a pas de raison que l'un chasse l'autre. Dans le cas de la différenciation verticale, chaque bien nouveau exclut un ancien, le sort du marché. La croissance consiste en une augmentation de

la qualité des biens, *inputs* ou biens finaux. La destruction créatrice est montrée dans Aghion et Howitt [1992]. Stockey [1991] et Grossman et Helpman proposent des modèles mixtes. Il y a différenciation horizontale des produits en ce sens que plusieurs secteurs coexistent dans l'économie. Au sein de chacun de ceux-ci, la concurrence est verticale, les produits nouveaux chassant les anciens. Mais il n'apparaît pas au cours du processus de croissance de nouveaux secteurs (la liste est figée). Ceux-ci sont donc une donnée plutôt qu'une composante du progrès technique. Un modèle plus complet de différenciation devrait intégrer à la fois l'apparition de nouveaux secteurs, de nouveaux biens et l'élevation de la qualité de ces biens. Une appréhension plus rigoureuse des différents attributs d'un même bien, donc une approche multidimensionnelle, à la Lancaster (un bien est défini par de multiples caractéristiques correspondant aux critères des utilisateurs) permettrait de rapprocher les deux formes de différenciation, verticale et horizontale.

4. Complémentarité et dynamique technologique

Les modèles exposés précédemment représentent une avancée certaine vers une modélisation du progrès technique. Cependant, la différenciation n'est pas la seule dimension du progrès technique. Les travaux d'historiens [Gille, 1978 ; Mokyr, 1990] montrent l'existence d'autres dimensions théorisées par Schumpeter. Le progrès technique n'est pas la simple juxtaposition de découvertes équivalentes trouvant leur origine dans un vaste panier commun de toutes les connaissances. D'une part, certaines découvertes sont plus importantes que d'autres. Schumpeter distingue les innovations radicales des innovations progressives, celles-ci consistant en des améliorations progressives des précédentes. D'autre part, les découvertes sont organisées en familles liées par des complémentarités, les « grappes » de Schumpeter. L'espace des technologies est donc hétérogène et organisé, contrairement à la vision simplificatrice qu'en donnent les modèles précédents de différenciation.

Nous allons maintenant nous tourner vers des modèles qui tentent de rendre compte de cela. Il faut cependant souligner la difficulté de l'exercice. Il s'agit en effet de faire entrer dans un

cadre macroéconomique, donc uniformisé, avec un nombre limité de paramètres et de variables, des phénomènes dont la caractéristique est l'hétérogénéité. Ces modèles sont ainsi nécessairement d'une plus grande complexité analytique et contiennent nombre d'hypothèses intermédiaires très fortes destinées à permettre leur résolution.

Un premier modèle [Young, 1993a] développe l'articulation innovations majeures/innovations progressives (assimilées à du *learning by doing* : voir *infra*). L'économie est composée d'un certain nombre de biens satisfaisant le goût du consommateur pour la diversité. Le progrès technique prend deux formes : d'une part, l'invention de nouveaux biens (innovation radicale) qui repose sur une activité de recherche ; d'autre part, l'amélioration des biens existants, qui est un sous-produit de l'activité productive. Celle-ci est bornée en ce sens que chaque bien a un potentiel d'amélioration fixe, un niveau plafond de productivité, qui une fois atteint met fin au processus d'apprentissage sur ce bien. Chaque bien nouveau naît avec un niveau de productivité initial (et potentiel) supérieur à celui du bien précédent. Ainsi chaque bien nouveau se trouve également avoir un niveau de productivité initial plus élevé que le niveau final atteint, après apprentissage, par des biens plus anciens encore. Comme le goût du consommateur pour la diversité est limité, par hypothèse, il en est de même du nombre de biens viables sur le marché. Seuls les biens les moins chers, pour lesquels la productivité est plus élevée, restent sur le marché. Donc le bien nouveau chasse le plus ancien de ses concurrents.

Un second modèle [Young, 1993b] montre comment chaque innovation peut être complémentaire de certaines technologies existantes et en même temps se substituer à d'autres. Plus précisément, les biens nouveaux sont complémentaires entre eux, en ce sens que la demande adressée à chacun est accrue par la présence des autres. En quelque sorte, ils appartiennent au même « système technique ». Cela se concrétise par leur utilisation conjointe dans la production des biens récents. Ainsi l'apparition d'un nouveau bien de production va améliorer l'efficacité de ceux qui sont apparus récemment avant lui et donc accroître la demande qui leur est adressée. Dans le même temps, les biens plus anciens ne bénéficient pas de cette complémentarité, et ils voient donc leur efficacité relative diminuer : ils vont être éjectés du marché. Il y a destruction créa-

trice au sens de Schumpeter. Ainsi chaque bien suit un cycle de vie avec une croissance de la demande suivie d'un déclin.

Prenons un exemple dans l'informatique. La mise sur le marché d'un microprocesseur plus puissant va accroître la demande pour les micro-ordinateurs haut de gamme, dotés également de mémoires de plus grande capacité. Le sort des innovations des producteurs de mémoires est donc lié à celui des producteurs de puces. Dans le même temps, la nouvelle puce va restreindre la demande adressée à l'ancienne, et donc celle adressée aux mémoires de faible capacité qui fonctionnent mieux avec celle-ci. L'histoire de la technique montre nombre d'exemples de ce type, autour de la machine à vapeur ou du moteur électrique, par exemple.

Une idée proche est présentée par Bresnahan et Trajtenberg [1992], avec une relation de complémentarité dissymétrique. Une technologie « générique » (exemples : la machine à vapeur, le traitement binaire de l'information) se caractérise par trois traits : son évolution très rapide ; la multiplicité de ses secteurs d'application ; et l'existence, dans chacun de ceux-ci, d'un potentiel d'innovations complémentaires, subséquentes à l'innovation générique. Les secteurs situés en aval incorporent la technologie générique aux côtés de technologies spécifiques à leur usage. Les développements de la technologie générique encouragent la mise au point des technologies dérivées (en réduisant les coûts de recherche par exemple), et le développement de celles-ci dynamise en retour la demande adressée au secteur générique, qui est donc encouragé à innover encore. Il y a donc deux cercles vertueux, un premier qui lie secteur générique et secteur d'application (fournisseur et client) et un second qui lie les secteurs d'application entre eux (une forte croissance dans l'un d'entre eux va encourager le secteur générique, ce dont bénéficient tous les secteurs d'application).

Ce modèle, comme le précédent, a une propriété supplémentaire intéressante : pour certaines valeurs des paramètres, il possède des équilibres multiples. La raison en est la complémentarité des innovations. Il est d'autant plus rentable pour un agent d'innover que les autres le font également. Chacun va donc caler son comportement sur son anticipation quant au comportement des autres. Dans ce cas, en supposant une symétrie entre les agents, les anticipations sont autoréalisatrices, les croyances des inventeurs devenant le déterminant de la croissance. Un tel jeu peut avoir plusieurs voire une infinité d'équi-

libres, selon la façon dont chacun forme ses anticipations. Il y a là un problème de coordination entre les agents. Le choix de chacun concernant l'action de demain se fait aujourd'hui, en fonction de ce que les autres feront demain et qu'ils décident aujourd'hui. Cette configuration est appelée « complémentarité stratégique » par les théoriciens des jeux [Milgrom et Roberts, 1990] ; ils montrent qu'alors les modes de formation des anticipations et les modes de coordination des agents interviennent dans la sélection qui sera faite *in fine* de l'équilibre. Si les agents peuvent échanger de l'information *ex ante*, s'ils peuvent passer des accords crédibles (soit que chacun ait intérêt à les mettre en œuvre, soit qu'ils aient un caractère obligatoire), alors une telle forme de coopération pourra permettre d'atteindre les équilibres plus favorables.

5. L'apprentissage par la pratique

Le thème de l'apprentissage par la pratique (*learning by doing*) remonte très loin dans l'histoire de la pensée économique. Adam Smith [1776], dans sa fameuse parabole de la manufacture d'épingles, en fait un moteur de la productivité. La manufacture, rassemblant un nombre d'ouvriers plus grand que l'atelier d'artisan, permet de parcelliser plus le travail, de confier à chaque travailleur un ensemble plus restreint d'opérations. Les travailleurs vont alors pouvoir se perfectionner dans leur spécialité, entraînant une augmentation de la productivité. La liaison entre division du travail et apprentissage par la pratique a été maintenue par Young [1928]. Dans les travaux ultérieurs de Kaldor [1957] et Arrow [1962b], l'apprentissage par la pratique est posé directement comme hypothèse de base. Les théories récentes de la croissance ont repris ce thème, en le modélisant de façon plus rigoureuse, et aboutissent à des résultats (des formes réduites et des conclusions) similaires à ceux de leurs prédécesseurs.

L'apprentissage par la pratique désigne les formes d'accroissement du savoir dérivant de l'activité productive, par opposition à des activités spécifiques (éducation, recherche). Le savoir, la maîtrise naissent de la répétition d'une même opération, par un individu ou par un collectif. Or, la répétition est proportionnelle à la production cumulée. Ainsi le niveau de la production cumulée va déterminer la variation de la produc-

tivité. L'apprentissage par la pratique engendre donc des rendements d'échelle dynamiques qui, s'ils sont suffisamment puissants, peuvent autoriser une croissance auto-entretenu.

Les modèles de Kaldor reposent sur ce mécanisme [Boyer, 1988]. La relation positive entre productivité, d'une part, et investissement ou production, d'autre part, est posée directement au niveau macroéconomique. Cette « loi de Kaldor-Verdoorn » permet d'engendrer une croissance auto-entretenu sans poser de fonction de production. C'était d'ailleurs le but de Kaldor que de travailler directement à un niveau macroéconomique. Il est clair cependant qu'à un tel niveau d'agrégation une multiplicité de mécanismes peuvent expliquer ces rendements d'échelle, parmi lesquels l'apprentissage n'est qu'une possibilité.

Le modèle d'Arrow [1962b] vise à obtenir un résultat similaire sur la base d'une fonction de production. Celui-ci est fondé sur l'idée que chaque génération de capital bénéficie, lors de sa construction, de l'expérience accumulée dans la construction des générations précédentes. La quantité de travail requise pour construire une machine décroît en fonction de la production cumulée de machines. La productivité augmente donc à chaque génération de machines, permettant d'en construire un nombre croissant avec une main-d'œuvre fixée. Le taux de croissance d'équilibre du produit est un multiple de celui de la population, puisque c'est l'évolution de celle-ci qui détermine celle de la quantité d'expérience accumulée. Lorsque la population croît, l'économie est donc sur un sentier de croissance endogène due à des rendements d'échelle dynamiques. Cependant, dans ce modèle, une stagnation de la population entraîne un arrêt de la croissance de la productivité. Par hypothèse, en effet, l'apprentissage croît moins vite que la production cumulée et il faut donc un moteur supplémentaire d'augmentation de la production totale pour que la croissance de la productivité soit maintenue.

L'idée selon laquelle l'apprentissage serait le moteur de la croissance dans le long terme est très discutée. Elle suppose un caractère général au savoir qui en est issu, en ce sens que la connaissance acquise aujourd'hui dans une opération précise est censée être utilisable demain dans une autre opération. De plus, ce savoir est supposé non rival, puisqu'il peut être appliqué par un autre individu. Par tous ces traits, le savoir issu de la pratique s'identifierait donc à celui issu de la recherche. Les

analyses empiriques [Malerba, 1993] insistent plutôt sur le caractère local de ce savoir (spécifique à l'opération qui lui a donné naissance), également souligné par les théoriciens [Atkinson et Stiglitz, 1969]. De plus, ce savoir est pour une bonne part tacite, incorporé dans l'individu ou la collectivité qui l'a acquis, et donc difficilement transférable à d'autres agents.

Enfin, attribuer l'ensemble du progrès technique à cette forme de savoir semble excessif. Des études empiriques ont montré son importance (90 % des gains de productivité dans la production de rayonne chez Du Pont de Nemours durant les années cinquante en proviendraient, selon Hollander [1965]). Mais il s'applique à des technologies qu'il a d'abord fallu inventer. L'apprentissage par la pratique doit donc être vu plutôt comme un complément à l'innovation technologique, laquelle naît d'une activité et d'une réflexion spécifiques, plutôt que comme une force autonome. Cela avait été souligné par Kaldor, puis modélisé par Young [1993a]. Ce dernier modèle, qui a été présenté plus en détail au paragraphe précédent, articule bien les deux sources de progrès de productivité, chaque bien nouveau (né de la recherche) présentant un niveau de productivité initial et un potentiel d'apprentissage supérieur à ses prédécesseurs.

Le très long terme au prisme des nouvelles théories de la croissance

La deuxième moitié des années quatre-vingt-dix a vu s'épanouir une nouvelle application des théories de la croissance endogène, dont l'objet est d'expliquer la dynamique longue de l'économie (depuis l'aube de l'humanité jusqu'à nos jours !). De façon très stylisée, cette dynamique est caractérisée par la succession de deux grandes périodes : la période « malthusienne », où la croissance du revenu global s'accompagne d'une expansion démographique, de telle sorte que la consommation par tête est stagnante ou faiblement croissante ;

puis la période « industrielle », marquée à l'inverse par une croissance du revenu par tête avec une population éventuellement stagnante. Entre les deux périodes se produisent deux événements liés : la révolution industrielle (accélération du changement technique), et la transition démographique (ralentissement de la population lorsqu'un niveau élevé de revenu par tête est atteint). Les analyses qui suivent peuvent aussi dans une certaine mesure s'appliquer à l'économie du développement, avec la réserve cependant que les mécanismes du rat-

trapage (à la base du développement) diffèrent par certains aspects de ceux de l'innovation sur la frontière technologique (caractéristique de la révolution industrielle).

Les trois variables qui caractérisent la dynamique du système sont la population (comportements démographiques), le revenu (production de biens), et le savoir (accumulation de la technologie ou du capital humain).

La théorie repose sur deux mécanismes fondamentaux, auxquels s'ajoutent un certain nombre de mécanismes auxiliaires. Le premier mécanisme fondamental est un mécanisme de rendements décroissants : le facteur de production essentiel dans les sociétés préindustrielles est la terre. La production par tête diminue lorsque la population s'accroît, puisque des terres de moins en moins fertiles sont mises en exploitation ou parce que le rendement d'une terre donnée croît moins fortement que la quantité de travail qui lui est appliquée. Ensuite, un mécanisme de rendements croissants : l'invention de nouvelles technologies augmente avec le niveau total de capital humain, qui est le produit de la population et du capital humain par tête. Un nombre plus élevé d'hommes est susceptible, toutes choses égales d'ailleurs, d'engendrer un nombre plus grand d'idées nouvelles, lesquelles sont utiles à tous (la connaissance est non rivale). Cependant, l'effet positif de la démographie sur la croissance disparaît dans les étapes de développement où l'accumulation du capital humain par tête devient prépondérante, car une population qui croît trop vite peut nuire à l'éducation.

Le jeu combiné de ces deux mécanismes détermine le processus de croissance. Le progrès technique s'oppose aux rendements décroissants de la terre, engendrant une augmentation du revenu total. Celle-ci, à son tour, permet la croissance de la population, laquelle engendre une accélération de la technologie, et ainsi

de suite. Le revenu par tête, qui ne peut durablement être inférieur au « minimum vital », croîtra ou non selon les rythmes relatifs du revenu total et de la population. Ceux-ci dépendent de la puissance relative des mécanismes de rendements croissants et décroissants. Pour déterminer le bilan de ces deux forces opposées, et aussi pour engendrer dans le modèle une révolution industrielle et une transition démographique (qui sont des ruptures de rythme), il faut spécifier plus précisément les comportements démographiques et la dynamique de la technologie.

Il existe différents comportements démographiques (fécondité, mortalité) compatibles avec l'existence de la transition démographique. La fécondité dépend de la fonction d'utilité des parents : les parents arbitrent entre « plus d'enfants » et « plus de consommation par tête (pour eux-mêmes) » puisque les enfants consomment sans produire [Jones, 1999] ; ou ils arbitrent entre « plus d'enfants » et « plus de capital humain pour chacun des enfants » [Becker *et al.*, 1988], puisque éduquer les enfants prend du temps, et qu'un nombre plus grand d'enfants réduit le temps d'éducation dont chacun bénéficie. Dans le premier cas, un niveau plus élevé de la productivité du travail augmente le coût d'opportunité des enfants pour les parents (ils perdent plus en termes de consommation) : le coût d'une unité de consommation diminue alors que le coût unitaire de l'enfant est constant. Dans le second cas, un niveau de savoir plus élevé accroît le rendement de l'investissement en capital humain (il y a plus de choses à apprendre, et la demande de travail est plus intense en qualification). Dans les deux cas, un niveau technologique ou un revenu par tête plus élevé (qui vont de pair) entraîneront une réduction de la fertilité. Quant à la mortalité, elle est bien sûr décroissante avec le niveau de consommation par tête et avec le niveau technologique.

La modélisation de la production du savoir doit rendre compte de l'accélération technologique correspondant à la révolution industrielle. En effet, les rendements croissants dans la production du savoir expliquent bien une accélération *tendancielle* de la production de savoir nouveau, liée à l'expansion démographique, mais ils n'expliquent pas la brusque accélération qui se produit en Occident à la fin du XVIII^e siècle. Il faut pour cela le déclenchement d'un « moteur » supplémentaire, ou l'ouverture d'un cercle vertueux nouveau. Il peut s'agir d'une complémentarité entre capital humain et changement technique : un changement technique plus rapide entraîne une élévation du rendement de l'investissement en capital humain, lequel à son tour permet une accélération du changement technique. La relation part ici du *changement* technique et non du *niveau* de la technologie — une technologie établie, quelle que soit sa complexité, étant supposée demander moins de capital humain qu'une technologie nouvelle [Galor et Weil, 1998].

Un premier scénario construit autour de ces mécanismes est le suivant. Pendant la période malthusienne, caractérisée par un faible niveau de savoir, l'accumulation (lente) de savoir se traduit par une augmentation de la population, avec une consommation par tête stagnante à son niveau minimal puisque le supplément de revenu est « dissipé » dans l'expansion démographique. Avec une population de plus en plus grande, la production d'idées nouvelles (le changement technique) s'accélère, il devient plus rentable d'investir dans le capital humain, ce qui stimule encore le changement technique. Enfin, le revenu par tête plus élevé induit une réduction de la croissance démographique alors même que le progrès technique reste élevé. On atteint donc un nouveau régime de croissance, à démographie ralentie et progrès technique rapide.

Un scénario différent est proposé par Jones [1999]. Durant la période malthusienne, technologie et revenu global augmentent en parallèle, lentement. À la différence du scénario précédent, la consommation par tête croît aussi, bien qu'à un rythme très lent, du fait de l'augmentation du coût d'opportunité de l'enfant lorsque la technologie s'améliore. Lorsque la consommation par tête atteint un certain seuil, la baisse de la mortalité et la hausse de la natalité qu'elle entraîne provoquent une brusque augmentation de la population. Le niveau plus élevé de population à son tour entraîne une accélération du progrès technique. L'effet positif sur la consommation par tête est d'autant plus fort que le coût de la croissance démographique en termes de consommation est maintenant réduit grâce à la diminution de la mortalité infantile : ce coût dépend en effet de la consommation de tous les individus qui naissent, qu'ils atteignent ou non l'âge où ils deviennent productifs, et diminue donc avec la réduction de la mortalité infantile. La baisse de la mortalité permet d'atteindre un niveau donné de croissance nette de la population avec un taux de natalité moindre, donc un coût plus faible. Lorsque le revenu par tête arrive à un niveau plus élevé, la natalité diminue à son tour, entraînant une accélération supplémentaire du revenu par tête.

D'autres scénarios, plus simples, rendent compte de la révolution industrielle sans s'attacher à la transition démographique. Hansen et Prescott [1999] proposent un modèle à deux secteurs : un secteur « agricole », à rendements décroissants, et un secteur « industriel », à rendements croissants. Le premier compose initialement la plus grande part de l'économie. Celle-ci croît lentement, du fait d'un progrès technique ou démographique. Cette augmentation de taille entraîne un accroissement plus que proportionnel du secteur industriel, du fait des rendements d'échelle dans la

production. Ce processus connaît à un certain moment une accélération, qui correspond à un changement d'équilibre du système (une grande masse de ressources change d'affectation sectorielle brusquement car le rendement relatif dans le secteur industriel a bondi).

S'en tenant à un degré très élevé de

stylisation, ces théories ne peuvent bien sûr rendre compte de toute la richesse et de la diversité de l'histoire économique. Ce n'est d'ailleurs pas leur objet, lequel est seulement (mais c'est déjà beaucoup) d'identifier des mécanismes à l'œuvre derrière certaines tendances profondes de l'histoire longue.

6. Validations empiriques

Le terme de « progrès technique » a été largement utilisé dans les analyses quantitatives de la croissance fondées sur le modèle de Solow. Il désignait alors le résidu, c'est-à-dire cette fraction de la croissance non expliquée par les facteurs explicitement pris en compte. Le sens qui lui est donné ici est plus précis, et plus proche du sens commun. Il désigne bien la transformation des techniques utilisées dans la production, à l'exclusion de tout autre facteur.

La méthode utilisée dans ces études consiste à retirer du taux de croissance de la production observé toutes les composantes que l'on pense pouvoir mesurer (contributions du capital, du travail, et effets de facteurs plus « fins » tels les changements de la structure sectorielle, par exemple). Une fraction du progrès technique est d'ailleurs ainsi prise en compte à travers la « qualité du capital », qui est calculée en imputant à chaque génération (annuelle) du stock de capital un taux de progrès technique choisi arbitrairement (Maddison [1991]) évalué ce taux à 1,5 %). Le résidu obtenu après cette soustraction incorpore tout ce qui n'a pu être explicité, dont le progrès technique proprement dit. Sur certaines périodes, ce résidu peut être négatif, par exemple en France après le second choc pétrolier [Dubois, 1985]. *Ces études ne constituent évidemment pas une validation, mais une application du modèle néo-classique.*

La pertinence empirique des modèles de croissance endogène fondés sur le progrès technique peut être évaluée à différents niveaux (test des hypothèses ou de certaines prévisions) et selon différentes méthodes (statistiques, historiques, études de cas). Il est difficile de tester l'un contre l'autre les modèles néo-classique et de croissance endogène dans le champ de la technique dans la mesure où, par construction, le modèle néo-

classique exclut la technique de l'analyse économique. On peut cependant tester la légitimité de cette exclusion.

Les travaux des historiens de la technologie [Gille, 1978 ; Rosenberg, 1982 ; Mokyr, 1990] offrent un tableau vivant de ce que les économistes ont réduit à son squelette... La question est de savoir si le squelette que les économistes ont dessiné est le bon. Une première évidence qui ressort de ces travaux est le caractère profondément économique de l'activité technologique. La perspective de revenus est l'incitation la plus forte au moins depuis deux siècles en Occident. Ainsi la plupart des ingénieurs anglais impliqués dans la révolution industrielle de la fin du XVIII^e siècle (Arkwright, Crompton, Watt, etc.) étaient eux-mêmes entrepreneurs ou du moins étroitement associés à des entrepreneurs. La recherche fondamentale obéit certes à des systèmes d'incitation différents de ceux qui régissent la technologie, dans lesquels l'aspect monétaire est secondaire [Dasgupta et David, 1992], mais elle est elle-même nourrie par les revenus issus d'autres activités économiques, et son avancée en dépend. Donc, par l'incitation comme par le financement, le progrès technique est endogène, et l'exclure de l'analyse économique conduit à confiner celle-ci au court et au moyen terme.

L'image du progrès technique qu'offrent les historiens a nourri nombre de modèles de croissance endogène ; il est donc normal que ceux-ci les reflètent assez fidèlement. La multiplicité des sources du progrès technique (recherche, apprentissage), de ses formes (innovations radicales, progressives), la complémentarité entre sources, entre formes, entre découvertes, tout cela est établi historiquement.

Une seconde approche consiste à tester par l'économétrie les hypothèses microéconomiques des modèles de croissance, et notamment l'existence d'externalités liées à la recherche (voir le panorama de Mohnen [1993]). Le principe de la démarche est de calculer les effets des dépenses de recherche d'un agent (firme ou secteur) sur les performances d'autres agents. Une difficulté consiste à identifier les agents concernés : quels sont les récepteurs de ces externalités ? Ce point est crucial car l'omission de certains récepteurs va conduire à une sous-estimation systématique des externalités. Les estimations varient grandement d'une étude à l'autre, selon les méthodes statistiques et les sources utilisées. Cependant, la plupart des études concluent que le rendement social de la recherche est de 50 %

à 100 % plus élevé que le rendement privé. Les vecteurs de ces externalités sont multiples et leur importance relative est discutée : achat de brevets et licences, de biens d'équipements, échanges directs d'information entre firmes poursuivant des programmes similaires. Certains secteurs sont plus diffuseurs que d'autres (chimie, matériels non électriques, par exemple). La recherche conduite dans les universités, donc plutôt fondamentale, semble engendrer plus d'externalités que celle conduite dans les firmes [Trajtenberg et *al.*, 1992], ce qui conforte l'idée d'une diffusion plus aisée et d'une moindre rétention du savoir universitaire, qui est plus proche d'un bien public.

Des études monographiques concernant des technologies particulières montrent aussi l'existence d'externalités. Ainsi Bach et *al.* [1992] montrent l'ampleur et la diversité des retombées pour les entreprises ayant travaillé avec l'Agence spatiale européenne. Ces retombées prennent parfois une forme différente des externalités informationnelles traditionnellement reconnues. Ainsi cette collaboration a permis à certaines entreprises d'acquérir (par elles-mêmes) un savoir-faire qui leur est ensuite utile dans d'autres activités : il y a apprentissage par la pratique.

Des études macroéconomiques

Enfin, il existe des études macroéconomiques qui ont cherché à établir un lien entre innovation technologique et croissance. Une difficulté d'ordre général dans l'appréhension statistique de la croissance de long terme est de rendre commensurables des grandeurs éloignées dans le temps. Calculer le PIB de la France en 1900 au prix de 1990 est une opération dont le sens n'est pas évident. Le problème est que, entre ces deux dates, la structure de la production comme la nature, la qualité des biens consommés n'ont plus rien de commun, rendant délicates les évaluations de prix. Combien paierait-on aujourd'hui un kilogramme de pain de la qualité disponible en 1900 ? De plus, les goûts et les besoins eux-mêmes sont endogènes dans le long terme, donnant une signification réelle, pas seulement nominale, aux mouvements de prix relatifs (qu'il n'est donc pas légitime de gommer totalement). La méthode des prix hédoniques, qui consiste à calculer pour chaque bien un indice de service rendu, ou de qualité, n'est de toute façon

applicable qu'à des situations dans lesquelles il y a une certaine continuité temporelle des biens. Elle ne permet pas, dans la pratique, de comparer la valeur d'une diligence à celle d'une locomotive. Les approches statistiques de la croissance sont donc plus fiables sur le long que sur le très long terme. Le problème est ici renforcé par la difficulté qu'il y a à mesurer la technologie, en niveau comme en variation, par la difficulté à séparer les effets propres des différents facteurs accumulés dans le processus de croissance (colinéarité), et par la longueur des délais avant que certaines découvertes n'exercent pleinement leurs effets (jusqu'à trente ans selon Adams [1990]).

Une première famille d'études a examiné les liens entre dépenses de recherche et croissance au niveau des nations. Joly [1993] trouve une élasticité du PIB à la recherche (pour les cinq grands pays industrialisés sur la période 1960-1990) de 0,14. Ce chiffre est considérable si on le compare à la part des dépenses de recherche dans le PIB, qui est de l'ordre de 2 % à 3 % selon les pays. Il signifie qu'une hausse des dépenses de recherche de 1 %, soit 0,02 % à 0,03 % du PIB, entraîne une hausse du PIB de 0,14 %, soit cinq à sept fois plus. Cela confirmerait l'ampleur des externalités identifiées au niveau microéconomique.

Une seconde approche consiste à mesurer la technologie par les brevets. Guellec et Ralle [1993] ont testé une équation structurelle de la croissance endogène, à savoir une relation entre le nombre des chercheurs et le taux de croissance de la technologie (approximé par le nombre des brevets déposés). La relation est estimée pour les États-Unis sur un siècle. L'estimation montre un lien statistiquement significatif (à condition de prendre non le niveau, mais le logarithme du nombre des chercheurs, ce qui n'affecte pas le caractère auto-entretenu de la croissance), qui tendrait donc à valider les nouvelles théories.

Une utilisation sophistiquée des données de brevets américains est proposée par Caballero et Jaffe [1993]. L'idée de départ est d'utiliser les brevets cités en référence par chaque brevet pour établir une relation entre le stock de connaissances et sa variation, pour évaluer ce stock, pour mesurer l'évolution de la productivité de la recherche et des effets de la technologie sur la croissance économique. C'est donc un test assez complet des théories de la croissance endogène qui est proposé, mais qui nécessite un grand nombre d'hypothèses complémentaires, parfois fragiles. Selon cette étude, la capacité des connais-

sances établies à engendrer de nouvelles connaissances a fortement chuté depuis le début du siècle. Autrement dit, chaque découverte entre pour une part décroissante dans le stock des connaissances publiques. Cela permettrait d'expliquer la baisse, constatée par d'autres études, de la productivité du travail dans la recherche (ratio du nombre des découvertes sur celui des chercheurs). En conséquence, le taux de croissance de la technologie aurait lui aussi diminué, notamment depuis les années soixante. Cela validerait l'explication technologique du ralentissement de la productivité observé aux États-Unis et dans les autres pays industrialisés depuis cette période.

Un certain nombre de concepts mis (ou remis) à jour par les nouvelles théories suscitent ainsi des analyses empiriques tout à fait pertinentes. Au total, les études empiriques montrent la nature économique du progrès technique ; sans valider des formes fonctionnelles très spécifiques, elles montrent globalement la pertinence des mécanismes représentés dans les modèles.

7. Les limites des nouveaux modèles

Les nouvelles théories de la croissance fondées sur le progrès technique reviennent à formaliser les idées de Schumpeter dans un cadre d'équilibre général. Elles parviennent à engendrer des trajectoires dans lesquelles la croissance est expliquée par les propriétés techniques et les comportements d'agent, similaires aux thèses de Schumpeter. En ce sens, elles vont largement au-delà du modèle néo-classique, qui constatait la croissance plus qu'il ne l'expliquait. Elles parviennent aussi à donner une plus grande rigueur à certaines intuitions de Schumpeter, en dégagant des hypothèses nécessaires au bon fonctionnement de la dynamique que celui-ci décrivait.

Bien des phénomènes identifiés par les études empiriques et historiques du progrès technique sont pris en compte dans ces théories. Ainsi les notions de « système technique » ou de « trajectoire technologique » apparaissent sous la forme de complémentarités entre innovations, qui traduisent l'existence d'un certain ordre dans le monde de la technique.

Nombre de modèles engendrent une multiplicité d'équilibres, donc un certain indéterminisme, qui laisse un rôle à l'his-

toire, aux structures sociales, aux choix politiques. La technologie ne fait pas tout.

Ces modèles sont sujets à différentes critiques. En premier lieu, si l'ensemble des théories rend compte de l'ensemble des formes du progrès technique, chaque modèle, en revanche, ne rend compte que d'une seule. Le modèle général recouvrant l'ensemble des formes du progrès technique est sans doute trop complexe pour être élaboré, ce qui limite la portée des résultats obtenus puisque les interactions entre plusieurs formes existantes sont ignorées.

Ensuite, la prise en compte des différents aspects du progrès technique repose sur des formes fonctionnelles assez spécifiques. Il est donc légitime de s'interroger sur la robustesse des résultats. Plus cruciale que les autres, l'hypothèse de rendements unitaires dans la fonction d'accumulation s'apparente au problème de « fil du rasoir » soulevé par Domar. Il suffit que les rendements soient légèrement plus élevés que l'unité pour que la croissance devienne explosive, légèrement moins élevés pour qu'elle ne soit pas auto-entretenu.

En troisième lieu, les comportements d'agents supposés par ces modèles sont discutables. Anticipations rationnelles (et parfaites *ex post*), rationalité totale des individus, autant tout cela peut être considéré comme des simplifications acceptables lorsque les conditions de l'activité sont données (technologies, structures de marchés), autant lorsqu'elles sont endogènes cela devient douteux, et les résultats obtenus y sont sensibles. En effet, lorsqu'il est question de changement structurel, d'innovation, c'est par définition la *nouveauté* qui émerge : quelque chose qui n'existait pas auparavant et dont l'apparition ne peut dans bien des cas être probabilisée. Les choix relèvent plus alors de l'exercice entrepreneurial que des anticipations rationnelles. En effet, la possibilité (et *ex post* la réalité) de l'échec et de l'expulsion du marché ne peut être écartée. Il y a élimination et sélection par un processus que les modèles de croissance endogène ignorent en général.

Enfin, les modes de coordination introduits dans les modèles sont singulièrement pauvres comparés à la réalité économique. Celle-ci ne se résume pas au marché parfait ni à la circulation parfaite de l'information technologique. Les entreprises, les groupes, les associations professionnelles, les gouvernements et bien d'autres institutions existent. Leurs effets sur le progrès technique sont ignorés par les modèles. Cette absence

qui concerne l'ensemble de la théorie économique est particulièrement dommageable quand les phénomènes de long terme sont étudiés. Le temps de l'histoire va au rythme de celui des transformations des institutions. L'irrégularité, historique et géographique, ne peut être isolée de ce contexte. Les historiens économiques, notamment North [1990], ont commencé à mettre au jour ces interactions ; les théoriciens ont encore du chemin à faire.

Joseph Schumpeter

Après les classiques et Marx, les économistes ne s'occupent pratiquement plus de croissance pendant près d'un siècle. Ils focalisent leur attention sur les fluctuations conjoncturelles et élaborent des théories explicatives des cycles économiques. Schumpeter constitue à cet égard une exception d'autant plus notable qu'il est maintenant invoqué comme référence dans les nouvelles théories de la croissance.

Schumpeter oppose les mécanismes économiques du court terme à ceux du long terme. Dans le court terme, par définition, les conditions de l'activité économique sont fixées. La vision walrassienne est alors pertinente : les marchés sont en équilibre, la concurrence fonctionne suffisamment pour que le marché alloue de façon efficiente les ressources vers les usages les plus désirables socialement. Tout cela est renversé dans le long terme, dans lequel les conditions de l'activité économique se transforment : les agents se renouvellent, les technologies et les marchés changent. Tout ce qui est donné dans le court terme, par exemple la technologie, est au contraire l'enjeu du long terme : enjeu de la concurrence, qui opère d'une façon qui est loin d'être pure et parfaite. En effet, le caractère mouvant des conditions économiques les rend imprévisibles. Les agents sont amenés

à faire des paris hautement risqués. Ceux qui se trompent sont évincés du marché, alors que ceux qui restent bénéficient de gains supplémentaires.

L'innovation est donc au cœur du processus de croissance. Schumpeter distingue cinq types d'innovations : les produits nouveaux, les procédés, les marchés (débouchés), les sources de matières premières nouvelles, et les changements dans l'organisation des firmes. Le résultat (qui est aussi l'objectif) de l'entreprise qui innove est d'échapper à la concurrence. L'innovateur se trouve en situation de monopole sur le marché qu'il a inventé. Il peut ainsi fixer un prix de vente supérieur à son coût marginal (qui serait le prix en situation de concurrence parfaite), et prélever par ce moyen une rente sur ses clients. Cette rente sera seulement provisoire : l'innovateur est ensuite objet d'imitation. Des concurrents s'introduisent dans la voie qu'il a tracée, offrant des biens similaires, l'obligeant à réduire son prix ou à innover encore pour à nouveau se différencier. La course à la rente est donc le moteur du progrès économique et notamment du progrès technique.

Schumpeter retrouve ici Marx, qui a développé une analyse similaire pour les innovations de procédé et non celles de produit. Le capitaliste qui modernise ses équipements obtient

des coûts de production inférieurs à ceux de ses concurrents alors qu'il a un prix de vente identique (le prix du marché est unique). Son profit est donc plus élevé. C'est la « plus-value extra » qui constitue une rente temporaire. Elle disparaît lorsque les concurrents, à leur tour, se sont modernisés, réduisant ainsi le prix du marché.

Les innovations locales, de dimension microéconomique, ont tendance à s'agréger, à apparaître simultanément sur les marchés. La succession des innovations majeures et des grappes d'innovation scande l'histoire économique : Schumpeter explique ainsi les cycles de Kondratieff, vagues d'une périodicité de cinquante ans identifiées par l'économiste soviétique dans les années vingt. Se seraient ainsi succédé l'ère de la machine à vapeur, l'ère de l'électricité, etc. La croissance économique est donc un processus irrégulier : non seulement

il y a turbulence au niveau microéconomique (transformation des marchés), mais aussi au niveau macroéconomique.

Le cycle se déroule de la façon suivante. L'économie est initialement en dépression. Une partie importante du capital antérieur a été déclassée, et la forte pression concurrentielle sur des marchés étroits oblige les entreprises à innover pour survivre. Les innovations fleurissent alors, financées essentiellement par crédit bancaire. Dans ce contexte de renouvellement des technologies et des marchés, la rentabilité de l'investissement se redresse (rentes monopolistiques), ce qui entraîne une vague d'investissement. La demande globale connaît donc une expansion, par le multiplicateur et par l'effet de rééquipement des agents avec les produits nouveaux,

qui nourrit à son tour l'investissement. Mais, peu à peu, les marchés se saturent (la plupart des agents étant maintenant équipés en biens nouveaux), et les innovateurs ont été rejoints par les imitateurs sur leurs marchés jusque-là monopolistiques. Moindre demande et moindres marges entraînent une réduction de l'investissement, et donc de l'activité : l'économie se retrouve en crise jusqu'à la vague suivante d'innovations.

Selon Schumpeter, ce mécanisme conduirait même à une disparition du capitalisme. L'analyse de « Schumpeter âgé » (*Capitalisme, socialisme et démocratie* [1942]) s'oppose à celle de « Schumpeter jeune » (*Théorie du développement économique* [1912]) et rejoint celle de Marx, annonçant le triomphe du socialisme, mais il invoque des raisons radicalement différentes. Le premier Schumpeter voyait dans la figure de l'entrepreneur individuel le héros de l'innovation, grâce à son dynamisme, à sa liberté de manœuvre et à sa vision de l'avenir. A l'opposé, le second Schumpeter souligne l'importance des économies d'échelle dans les activités qui déterminent la croissance. La recherche technologique, notamment, requiert des équipes nombreuses, qui ne peuvent être rassemblées que dans des firmes de grande taille. De plus, les banques, les marchés financiers et les gouvernements font plus confiance aux grandes firmes qu'aux petites, leur donnant ainsi un accès plus aisé aux ressources financières nécessaires à l'innovation. Selon Schumpeter, la petite entreprise déclinerait au profit de groupes industriels géants qui seraient mieux gérés par le socialisme que par le capitalisme !

V / Croissance et politique économique

Les nouvelles théories de la croissance sont souvent présentées comme revalorisant l'influence des dépenses publiques et plus généralement comme réhabilitant le rôle économique de l'État. Il y a là un basculement important par rapport aux années soixante-dix et quatre-vingt où les théories économiques ultralibérales ont inspiré les politiques économiques. Au cours des années quatre-vingt, l'analyse dominante a été que la crise était due à un manque de flexibilité. On s'attendait à ce que l'ajustement structurel réalisé à travers une libéralisation des marchés permette une amélioration de l'offre suffisante pour réduire, en Europe, le chômage et accroître, aux États-Unis, la productivité. Le discours économique allait dans le sens du « moins d'État ».

Au début des années quatre-vingt-dix, ce discours s'est pour le moins infléchi. D'une part, une crise conjoncturelle a sévi en Europe et, avec elle, s'est fait sentir la nécessité d'une intervention publique (au niveau européen et national). Ainsi la régulation conjoncturelle traditionnelle (politiques budgétaire et monétaire) a été réhabilitée. D'autre part, la faiblesse criante des infrastructures publiques aux États-Unis a montré que les dépenses publiques sont un facteur d'offre trop négligé.

Ce second point est justement un des messages importants des nouvelles théories de la croissance. Il faut cependant se garder de tout machiavélisme ou de toute naïveté. Ce ne sont pas les nouvelles théories qui ont conduit à une modification des discours (et parfois des pratiques) de politique économique. Mais, inversement, les modèles ne sont pas venus après coup, pour justifier des préoccupations politiques (la thèse de Romer

sur le sujet date de 1983). En fait, il y a eu juxtaposition des deux problématiques (théoriques et politiques).

Cependant, les nouvelles théories de la croissance ne seront sans doute pas aux politiques économiques de la fin du siècle ce que la théorie keynésienne a été à celles des années cinquante et soixante. En effet, l'hétérogénéité des modèles de croissance endogène conduit à des conclusions contrastées quant au rôle économique de l'État. Schématiquement, deux niveaux de l'intervention publique peuvent être décrits : l'État gérant des externalités et l'État fournisseur de biens publics.

1. L'État, gérant des externalités

On a vu dans les chapitres précédents que la croissance économique provenait schématiquement de l'accumulation de trois facteurs : capital physique, capital technologique, capital humain. Or, ces trois facteurs ont une caractéristique commune. Ils engendrent des externalités. Dès lors, le libre jeu des marchés ne garantit pas l'obtention d'un optimum social. Des ressources sont mal utilisées car les agents privés ne prennent pas en compte les effets induits par leur comportement sur leur environnement. Le rendement privé de l'accumulation est inférieur à son rendement social et il y a en théorie place pour une intervention publique qui améliorerait le bien-être.

Comme les modèles canoniques de croissance ont été présentés dans les chapitres précédents, on ne fera que rappeler leurs principales implications pour la politique économique.

Dans les modèles où la croissance est liée à l'accumulation du capital humain [Lucas, 1988] ou à celle du capital technologique [Romer, 1990], l'existence d'externalités est justifiée par la prise en compte des mécanismes de diffusion du savoir. Lucas considère ainsi que, dans l'activité de production, le savoir a des effets externes : toutes choses égales par ailleurs, plus le niveau moyen de connaissance d'une économie est élevé, plus la productivité de chaque entreprise est forte. Selon Romer, la technologie est un bien non rival, c'est-à-dire que son utilisation par une entreprise n'exclut pas son utilisation par une autre (une fois un logiciel mis au point, il peut être dupliqué et utilisé par plusieurs personnes). De ce fait, l'activité de recherche a des rendements croissants importants (la

mise au point d'un logiciel coûte autant, qu'il soit vendu en un exemplaire ou en mille).

Dans le modèle de Romer [1986] consacré au capital privé, l'existence d'externalités est une condition nécessaire à l'obtention d'une croissance auto-entretenu. Pour que la croissance puisse être auto-entretenu, il faut que le rendement marginal du facteur de production accumulable dans sa propre production soit constant. Dans ce modèle, comme dans la théorie traditionnelle, le capital physique est homogène au bien. Une condition nécessaire à l'existence d'une croissance auto-entretenu est donc que l'élasticité de la production au capital physique soit égale à l'unité. Si le capital était le seul facteur de production, les rendements seraient donc constants. Mais il existe d'autres facteurs de production. Aussi, les rendements de l'ensemble des facteurs sont croissants. Cependant, si une entreprise a des rendements croissants, aucun équilibre de concurrence parfaite n'est possible.

Il y a donc une contradiction. Au niveau macroéconomique, dès lors qu'il existe des facteurs de production non-accumulables, il faut, pour que la croissance soit auto-entretenu, que les rendements soient croissants. Au niveau microéconomique, pour que l'équilibre existe, il faut que les rendements ne soient pas croissants. Pour résoudre cette contradiction tout en conservant la conclusion que la croissance est auto-entretenu (ou au moins que son caractère auto-entretenu provient du capital physique) et en restant dans un cadre de concurrence parfaite, Romer fait appel à des effets externes.

Son modèle est cependant fragile car le caractère auto-entretenu de la croissance provient d'une hypothèse très particulière quant à la valeur des paramètres. Il faut que les rendements soient globalement constants, c'est-à-dire que l'élasticité de la production au capital soit unitaire au niveau macroéconomique. Il faut donc que la somme de l'élasticité microéconomique et des effets externes soit exactement égale à 1. Le modèle de Romer est donc peu robuste. Par ailleurs, les valeurs des paramètres que l'on pourrait plausiblement retenir conduisent à un écart entre l'équilibre concurrentiel (où les entreprises ne prennent pas en compte l'externalité) et l'optimum social (où l'externalité est prise en compte) très élevé [Hénin et Ralle, 1994]. On peut en effet calculer quelles valeurs doivent avoir les paramètres du modèle pour qu'à l'équilibre les taux de croissance, d'intérêt et d'épargne prennent des

valeurs plausibles. Une fois ces paramètres « calibrés », on peut calculer les valeurs que prendraient les taux de croissance, d'intérêt et d'épargne à l'optimum social. Ainsi en supposant qu'à l'équilibre le taux de croissance soit de 3 %, le taux optimal vaudrait 13 %, soit dix points de plus !

Il semble donc que l'ampleur des externalités de l'investissement ne soit pas suffisante pour engendrer une croissance auto-entretenu. Il est cependant intéressant de mesurer ces externalités. De Long et Summers [1992] ont réalisé un important travail de mesure des effets externes de l'investissement. A partir d'un échantillon de pays, ils établissent l'existence d'une « relation forte » entre croissance et investissement. Une équation économétrique relie le taux de croissance de la productivité du travail (entre 1960 et 1985) à l'écart initial (en 1960) entre le PIB du pays considéré et le PIB du pays le plus productif (les États-Unis) et au taux moyen d'investissement (entre 1960 et 1985). Une telle équation n'est pas, *a priori*, contradictoire avec le modèle de Solow. Ainsi l'écart au niveau initial du PIB américain rend compte du rattrapage par les pays les moins avancés (dû au rendement marginal décroissant du capital). Quant au taux d'investissement, plus il est élevé, plus le rattrapage de la cible de long terme est rapide (même si, dans le modèle de Solow, il n'influence pas le taux de croissance à long terme, il le conditionne à moyen terme). Mais De Long et Summers observent que la valeur estimée de ce coefficient est comprise entre 15 % et 30 % suivant les différentes expériences qu'ils réalisent (en faisant varier le nombre de pays dans leur échantillon, en ajoutant d'autres variables explicatives). Ils considèrent que cette valeur est élevée, supérieure en tout cas à ce qui serait observé en l'absence d'externalités. Comme tout travail économétrique, celui de De Long et Summers peut être critiqué, sur des bases strictement statistiques (par exemple, par Auerbach, Hassett et Oliner [1994]). Il n'est cependant pas déraisonnable de considérer qu'il existe au moins une « présomption d'externalités ».

Des formes idoines d'interventions publiques

Au-delà de la critique proprement statistique, on doit s'interroger sur les conséquences pour la politique économique des résultats obtenus par De Long et Summers. Jusqu'à quel point et de quelle manière la politique économique doit-elle favoriser

l'investissement ? Les expériences des pays à économie planifiée (où la part de l'investissement matériel a été très élevée) montrent qu'il faut se garder de réponses mécaniques. Ainsi, selon De Long et Summers, les droits de propriété doivent être garantis afin que l'investissement soit réalisé au mieux. La politique économique doit favoriser l'environnement de l'investissement tout en laissant jouer le marché (ce qui exclut le plus souvent les nationalisations).

Plus généralement, les conseils de politique économique que l'on peut tirer des nouvelles théories de la croissance doivent être interprétés prudemment. On peut cependant esquisser quelques règles qui font dépendre l'intervention publique du type d'externalité et du type d'information dont dispose l'État.

Il est ainsi légitime que la recherche fondamentale soit financée par des fonds publics. Ce type de recherche est en effet d'une rentabilité économique incertaine et lointaine. D'une part, l'applicabilité des résultats n'est pas immédiate ; d'autre part, l'appropriation des gains économiques est difficile [Arrow, 1962a]. Prenons l'exemple extrême d'une formule mathématique : d'une part, elle ne pourra servir à des réalisations pratiques que de façon très indirecte et, au bout du compte, à peine détectable ; d'autre part, elle est utilisable à un coût marginal nul et souvent aussi de façon peu détectable. De plus, la recherche fondamentale s'apparente parfois à une loterie fortement risquée, ce qui peut dissuader les agents privés (qui ont de l'aversion pour le risque) de s'y engager. Enfin, une part importante de la recherche fondamentale n'a pas de finalité économique directe : les objectifs peuvent concerner la défense, le prestige ou l'« honneur de l'esprit humain ».

En ce qui concerne la recherche appliquée, le rôle de la puissance publique est plutôt de créer les conditions d'une reconnaissance des droits de la propriété intellectuelle. Ainsi la « fabrication » d'externalités serait en partie (au moins) rémunérée et leur « utilisation » en partie coûteuse. En pratique, la distinction entre recherche fondamentale et recherche appliquée n'est pas toujours établie clairement. Une part de la recherche fondamentale est parfois directement applicable, notamment dans les secteurs de haute technologie. A l'inverse, la recherche appliquée engendre des savoirs qui peuvent être assez aisément reproductibles car très codifiés. Cela explique la multiplication des procès dans le domaine de la micro-informatique pour violation de la propriété intellectuelle aux

États-Unis (par exemple, ceux intentés par Intel contre des concurrents accusés d'avoir copié le « 80386 »).

En ce qui concerne l'éducation, l'existence d'externalités ne peut justifier à elle seule un financement entièrement public : une part des gains de la formation est réalisée par les agents qui se forment. Mais par ailleurs, même en l'absence d'externalités, une intervention publique se justifierait. Ainsi l'accès des plus pauvres aux marchés financiers (afin de trouver le financement d'une formation) n'est sans doute pas ce qu'il serait dans un marché parfait ! Et cette imperfection légitime l'intervention publique.

Sur le plan de la politique économique, les nouvelles théories se situent entre le modèle de Harrod-Domar et l'approche néo-classique de la croissance. Le modèle de Harrod-Domar suppose qu'il y a mauvaise coordination des agents économiques (et donc que la croissance régulière est généralement hors d'atteinte). Le modèle de Solow postule d'emblée une parfaite coordination des agents (et donc une croissance régulière et optimale). Les nouvelles théories ont une position intermédiaire : il y a une croissance régulière d'équilibre, mais celle-ci n'est pas optimale du fait du manque de coordination des agents privés.

Ces défauts sont dus à une concurrence imparfaite. Dans ce cas, les prix ne portent pas toute l'information nécessaire à une prise de décision par les agents privés qui soit optimale pour la société. Il faut aussi des informations sur les quantités et sur les anticipations qui ne sont pas résumées dans les prix [Cooper et John, 1988]. Prenons l'exemple de deux entreprises exerçant des activités complémentaires. La rentabilité de chacune dépend des actions de l'autre. Or les actions de demain se décident aujourd'hui (investissement) : chacune doit donc prendre ses décisions en fonction des anticipations qu'elle a des actions de l'autre. Plusieurs solutions permettent de coordonner ces entreprises : fusionner, mais la bureaucratie a des coûts ; signer des contrats privés, mais ils peuvent être coûteux à établir et à faire respecter ; faire intervenir une contrainte publique (règlements, contrats), mais il peut y avoir des effets désincitatifs. L'efficacité de ces formules dépend du type d'activité concerné, du nombre des agents impliqués, etc. La « formule japonaise », symbolisée par le MITI et dont s'inspire quelque peu l'Union européenne, est constituée d'un mélange entre contrats privés et intervention publique, l'agence gouverne-

mentale constituant l'initiateur et le garant des accords privés. S'il y a place pour la politique économique, les modalités de l'intervention publique peuvent être assez diverses. On est bien au-delà de l'appropriation publique (qui est une forme extrême puisque la notion de rendement privé est alors supprimée) ou du couple taxation-subsidiation (qui vise à équilibrer rendement privé et rendement social). L'intervention publique peut viser à modifier l'environnement institutionnel dans lequel évoluent les agents privés. Elle peut ainsi consister à créer des marchés inexistantes, ou d'autres institutions permettant aux agents privés de coordonner leurs décisions (voir, par exemple, les deux encadrés sur les relations entre institutions financières et croissance, d'une part, et sur les relations entre croissance et inégalités, d'autre part).

Si les nouvelles théories réhabilitent le rôle de la politique économique, qui devrait permettre de mieux coordonner les décisions des agents privés, elles ne préjugent pas de la forme de cette intervention. Cette absence de « message clair » pourrait sembler une faiblesse des nouvelles théories. C'est en fait le prix à payer pour se rapprocher du « monde réel », dans lequel les externalités sont bien concrètes : l'intervention publique est justifiée par le fait qu'il existe *une* externalité ; mais la forme de l'intervention publique dépend de *l'externalité précise* qui est en cause.

2. L'État, fournisseur de biens publics

Outre la prise en compte des effets externes, l'État a évidemment une influence directe sur l'efficacité du secteur privé : les investissements publics concourent intuitivement à la productivité privée. Ainsi, sans routes, quelle serait la productivité d'une entreprise de transport ? C'est dans cette optique que Barro [1990] présente un modèle de croissance endogène où les dépenses publiques jouent un rôle moteur.

La production se fait suivant une technique à rendements constants utilisant deux facteurs : le capital privé et le capital public. Trois résultats sont obtenus de ce modèle. Tout d'abord, puisque les rendements sont constants et les deux facteurs de production accumulables, le modèle engendre une croissance auto-entretenu. Ensuite, le taux d'imposition joue un rôle positif sur la croissance. En effet, quand le taux d'imposition croît,

Croissance et institutions financières

Les règles et organismes qui permettent d'allouer l'épargne entre différents usages constituent les *institutions financières*, dont les marchés et les intermédiaires (les banques notamment) sont les deux formes principales.

Dans une économie sans système financier, chaque agent ne pourrait investir son épargne que dans ses propres projets, et dans ses projets que sa propre épargne : l'économie serait « cloisonnée ». Ainsi des projets d'investissement pourraient ne pas voir le jour alors même qu'une épargne existante serait inutilisée. Certains agents pourraient accumuler une épargne « dormante » alors même que l'exécution d'investissements rentables serait repoussée. De plus, en l'absence de possibilité de transférer l'épargne d'un agent à un autre, rien ne garantirait que ce soient les projets les plus rentables qui soient financés. Enfin, l'impossibilité de répartir l'épargne d'un agent entre plusieurs projets diversifiés accroîtrait le risque et dissuaderait donc l'investissement.

Le système financier sert à remédier à ces problèmes. Les intermédiaires financiers peuvent sélectionner les bons projets parmi l'ensemble de ceux devant être financés. En ce domaine, la division du travail a une influence bénéfique : elle permet à des agents de se spécialiser et de développer leur capacité d'expertise. Cette expérience acquise et la taille des intermédiaires financiers sont deux atouts essentiels dans un domaine où l'information n'est pas accessible de manière égale entre tous les agents : entre prêteurs et emprunteurs, il existe bien souvent des asymétries d'information. L'emprunteur connaît généralement mieux la rentabilité et le

risque d'un projet que le prêteur et il a souvent des raisons de ne pas communiquer les informations dont il dispose.

Le système financier permet de rendre les placements moins risqués. D'une part, les placements sont plus liquides : un agent peut se retirer d'un projet (en vendant directement ou indirectement ses parts) sans le compromettre (donc sans réduire sa rentabilité). Les agents peuvent ainsi s'engager à moindre risque dans des projets plus durables. D'autre part, le système financier gère le risque : les agents peuvent constituer des portefeuilles diversifiés qui réduisent les risques encourus. L'épargne peut ainsi s'orienter plus aisément vers des projets dont la rentabilité est longue et risquée (par exemple, les investissements en recherche dont le rôle dans le processus de croissance est crucial).

La prise en compte de l'existence d'un système financier dans l'analyse de la croissance peut être résumée par le modèle suivant, calqué sur le modèle AK (voir par exemple Pagano, 1993).

- (1) $Q_t = AK_t$
- (2) $\dot{K}_t = I_t$
- (3) $I_t = \lambda S_t$
- (4) $S_t = sQ_t$.

La production (Q) est proportionnelle au capital (K) qui croît au rythme de l'investissement (I). Celui-ci est égal à une fraction constante de l'épargne (S). Le paramètre λ représente la part de l'épargne qui est effectivement investie (c'est un indicateur de la productivité du système financier) : $1 - \lambda$ est la part de l'épargne qui est consommée par le système financier dans le processus d'allocation de l'épargne. Quant à l'épargne, c'est une fraction constante

(s) de la production. Le taux de croissance de l'économie vaut alors :

$$(5) \quad \dot{Q}/Q = \dot{K}/K = \lambda sA.$$

La croissance dépend donc de l'efficacité du système financier de deux manières. Directement, tout d'abord : allouer l'épargne consomme des ressources (collecte et comparaison d'informations). Le coût du système financier est croissant avec l'inefficacité des intermédiaires et l'imperfection de la concurrence (plus la concurrence est imparfaite, plus une rente importante est prélevée sur les épargnants au détriment de l'investissement). La croissance dépend aussi du système financier de manière indirecte : la productivité des investissements dépend de la qualité des projets sélectionnés ; le taux d'épargne peut dépendre du système financier.

Les effets de l'existence d'un système financier sur l'épargne sont ambigus. D'un côté, la plus grande liquidité des marchés et la réduction des risques conduisent les agents à prêter plus facilement ; de l'autre, cette liquidité réduit les motifs de constituer une épargne de précaution et elle réduit la nécessité pour chaque agent de constituer une épargne pour ses investissements propres (en capital humain, par exemple). Le bilan de ces deux effets est ambigu. Il est tout à fait possible qu'un système financier efficace, assurant donc une grande liquidité des ressources, aboutisse à un taux d'épargne et donc à un taux de croissance faibles. On observe ainsi qu'aux États-Unis, pays où les actifs financiers circulent le plus aisément,

le taux d'épargne est un des plus faibles parmi les pays développés.

Les relations entre croissance et existence d'un système financier sont de plus compliquées par le fait qu'il peut exister des effets de seuil. Ainsi un niveau de richesse élevé peut être nécessaire pour mettre sur pied et faire fonctionner un système financier efficace. En effet, certains des coûts que présente un tel système sont des coûts fixes, indépendants du niveau des richesses produites.

Les analyses empiriques de la relation entre croissance et système financier sont encore peu nombreuses. Elles tendent à mettre en évidence l'existence d'une corrélation positive entre croissance et sophistication du système financier (sans que l'on puisse identifier le sens prédominant de la causalité). Une difficulté majeure pour les analyses quantitatives est que les institutions diffèrent fortement d'un pays à l'autre. Ainsi le système américain est fondé sur les marchés, notamment les marchés d'actions, alors que les systèmes allemand et japonais reposent plutôt sur les banques, qui distribuent le crédit aux entreprises industrielles et contrôlent une partie de leur capital. Les effets de ces divers systèmes sur la croissance sont encore mal connus, mais il est vraisemblable qu'ils ne sont pas négligeables. Ils impliquent en effet des différences essentielles entre les structures d'information et les modes de coordination entre entreprises.

le niveau de capital public augmente, et donc l'efficacité du capital privé. Cela accroît la rentabilité privée, donc le taux de croissance. Cependant, le taux d'imposition a aussi un autre effet tout à fait traditionnel : il décourage l'activité privée, donc influence négativement le taux de croissance. On obtient ainsi le troisième résultat du modèle : il existe un niveau optimal du taux d'imposition. Autrement dit, il existe une taille optimale de l'État qui maximise la croissance de l'économie.

Inégalités et croissance

L'analyse des relations existant entre inégalités et croissance s'est précisée avec les nouvelles théories. Persson et Tabellini [1994], par exemple, construisent un modèle utilisant à la fois les enseignements des nouvelles théories de la croissance et la théorie des politiques endogènes. Ils répondent positivement à la question : l'inégalité est-elle nuisible à la croissance ? D'une part, la croissance dépend de l'accumulation du capital physique, du capital humain et des connaissances. Celle-ci est d'autant plus aisée que les agents privés peuvent s'approprier le fruit de leurs efforts donc, toutes choses égales par ailleurs, que les prélèvements publics sont faibles. D'autre part, plus la société est inégalitaire, plus les conflits de répartition peuvent être importants et imposer que l'État procède à une plus forte redistribution des revenus. A partir de ces deux mécanismes, il ressort que plus les inégalités sont fortes plus la croissance peut être faible.

Ce modèle est confronté à deux travaux empiriques réalisés à partir de deux échantillons. Persson et Tabellini considèrent, d'une part, neuf pays développés entre 1830 et 1985 (en découpant cette période en tranches d'une vingtaine d'années) et, d'autre part, un échantillon d'une cinquantaine de pays, développés ou non, au cours de la période 1960-1985. D'après leur modèle théorique, ils devraient observer une relation négative entre les inégalités au début d'une période et le taux de croissance de cette période. C'est bien le cas dans le premier échantillon, dans lequel l'inégalité est mesurée par la part du revenu des 20 % de personnes les plus riches de la population. Toutes choses égales par ailleurs, un accroissement de 7 % de cette part réduit de 0,5 % le

taux de croissance. Ce résultat est statistiquement significatif et peu sensible à des modifications de spécifications. L'inégalité expliquerait ainsi 20 % des disparités des taux de croissance entre pays et périodes. Aucune autre variable n'aurait un tel pouvoir explicatif. D'un point de vue statistique, ces résultats dépendent fortement de la présence, dans l'échantillon, de la période consécutive à la Seconde Guerre mondiale. Au cours de cette période, les inégalités ont été faibles et la croissance a été forte. D'autres explications peuvent être évoquées. Par exemple, la guerre en elle-même peut avoir simultanément réduit les inégalités et permis une accélération du progrès technique qui serait responsable de la forte croissance.

Dans le second échantillon, l'indicateur d'égalité retenu est la part dans le revenu total du revenu du troisième quintile de la population (une fois la population triée dans l'ordre croissant de son revenu, c'est donc la part de revenu des personnes comprises entre le quarante et unième et le soixantième pour cent). Un résultat analogue au précédent est obtenu : plus cette part est élevée, plus la distribution des revenus est égalitaire et plus la croissance est forte. Un accroissement de l'égalité d'un écart type aboutit à une augmentation de la croissance de 0,5 %. Ce résultat n'est toutefois valable que pour les seuls pays démocratiques (considérés comme étant les pays qui ont été démocratiques pendant 75 % des années comprises entre 1960 et 1985. Cela recouvre donc un grand nombre de situations très différentes).

Ce type d'analyse mérite plusieurs commentaires. Tout d'abord, les relations étudiées sont assez différentes de celles connues sous le nom de

« courbe de Kuznets ». Kuznets [1966] suggère que les inégalités s'accroissent d'abord, puis diminuent ensuite quand le niveau de développement augmente (elle ont une forme d'arche). Il étudie la relation qui va du *niveau du revenu vers la distribution des revenus* alors que le modèle précédent étudie celle qui va de la *distribution des revenus vers l'augmentation des revenus*.

Ensuite, ce type de résultat ne peut être une justification au fait de prôner des politiques redistributives, puisque celles-ci sont considérées comme endogènes : c'est l'inégalité *ex ante* (avant redistribution) qui est néfaste parce qu'elle engendre des comportements visant à la réduire *ex post*.

En revanche, au moment de mettre en place certaines institutions, ces résultats sont une incitation à ce que

le niveau d'inégalité qu'elles engendrent soit modéré. Par exemple, plus le système scolaire est inégalitaire (toutes choses égales par ailleurs), plus il aboutira à ce que des politiques redistributives soient mises en œuvre et plus la croissance sera pénalisée. C'est sans doute l'enseignement le plus important en ce qui concerne le développement. *Les politiques visant à réduire ex ante les inégalités sont favorables à la croissance*. Ainsi lorsqu'un organisme international décide d'affecter une certaine quantité de ressources dans un pays donné et hésite sur la façon de les distribuer entre les différents agents (il fait donc un choix sur les distributions *ex ante*), il peut être amené à prendre en compte cet élément et à effectuer une distribution plutôt égalitaire.

Le modèle de Barro a le mérite d'insister sur les relations qui existent entre niveau des prélèvements et croissance économique. Deux critiques principales peuvent lui être adressées, l'une d'ordre externe, l'autre d'ordre interne. La première est que Barro s'interroge peu sur ce qui fait le caractère public de la dépense. Ainsi les services rendus par les dépenses publiques ne pourraient-ils pas être fournis par des entreprises privées ? Après tout, certaines infrastructures sont fournies ou financées par le secteur privé (autoroutes, etc.). Plutôt que d'entrer dans ce débat, Barro pose d'emblée qu'il existe une partie du capital total qui doit être publique.

La seconde critique, d'ordre interne, est que le caractère auto-entretenu de la croissance ne s'observe que pour des valeurs très particulières des paramètres : le rendement du capital total (privé et public) doit être unitaire. Cette hypothèse est sans doute trop forte ; cependant, même si elle n'est pas vérifiée, le capital public influence la productivité privée.

Des estimations empiriques

Un certain nombre de travaux empiriques ont été effectués pour mesurer la relation entre productivité privée et capital public. Parmi ceux-ci, le travail d'Aschauer [1989] a eu une

répercussion considérable. Aschauer considère une fonction de production de la forme :

$$(1) \quad Q_t = A K_t^\alpha L_t^\beta P_t^\gamma \quad 0 < \alpha < 1, \quad 0 < \beta < 1, \\ \alpha + \beta + \gamma = 1$$

où Q est la production, K le stock de capital privé, L l'emploi et P le stock de capital public (A est un paramètre d'échelle et α , β et γ sont les élasticités de la production aux différents facteurs ; de plus les rendements d'échelle sont constants).

On peut réécrire cette équation en logarithme (en notant par des minuscules le logarithme des variables écrites en majuscules) :

$$(2) \quad q_t = a + \alpha k_t + \beta l_t + \gamma p_t.$$

En supposant que la rémunération de chacun des facteurs privés de production est proportionnelle à l'élasticité de la production à ce facteur et que la rémunération des deux facteurs privés épuise le produit, on peut définir la productivité globale des facteurs privés (f_t ¹) par :

$$(3) \quad f_t = q_t - [\alpha/(\alpha+\beta) k_t + \beta/(\alpha+\beta) l_t].$$

La productivité globale des facteurs privés est égale à la différence entre la production et une moyenne pondérée (par leur poids respectif dans la rémunération de l'ensemble des facteurs de production) du travail et du capital². De (2) et (3), on montre aisément que la productivité globale dépend de la différence entre le capital public et une moyenne pondérée du capital et du travail³ :

$$(4) \quad f_t = a + \gamma [p_t - [\alpha/(\alpha+\beta) k_t + \beta/(\alpha+\beta) l_t]].$$

Aschauer teste cette équation à partir de données annuelles américaines, sur la période 1949-1985. Deux variables supplémentaires sont introduites : un *trend* temporel et le taux d'utilisation des capacités de production afin de prendre en compte les fluctuations conjoncturelles de l'investissement. Quant au capital public, il exclut le capital militaire. Le coefficient γ obtenu vaut environ 40 % et est significativement positif. Ainsi, une hausse de 1 % du capital public induirait une hausse de 0,4 % de la productivité privée.

Ce résultat s'explique par la bonne corrélation entre l'évolution de la productivité globale des facteurs privés de production et celle du stock de capital public. Ainsi aux États-Unis, entre

1. En fait, son logarithme.

2. En fait, leur logarithme.

3. Là encore, considérés en logarithme.

1950 et 1970, la productivité globale croissait à un rythme annuel de 2 % et le stock de capital public à un rythme annuel d'environ 4 %. Entre 1971 et 1985, les deux taux de croissance ont fortement diminué (0,8 % pour la productivité, 1,6 % pour le stock de capital).

Une critique d'ordre économétrique a été faite à l'ensemble des travaux qui ont été réalisés sur ce sujet : d'une étude à l'autre, les résultats varient assez fortement, ce qui n'est pas un signe de robustesse. Cependant Munnell [1992] considère qu'il y a une certaine logique dans les disparités observées entre études. Dans les travaux économétriques réalisés au niveau agrégé, la sensibilité de la production au capital public est forte (voir tableau). Ensuite, plus on descend à un niveau géographique fin, plus les effets diminuent. Ainsi au niveau macroéconomique, l'élasticité de la production au capital public vaut entre 30 % et 40 %. Au niveau de régions japonaises ou d'États américains, on trouve des élasticités comprises entre 15 % et 20 %. Au niveau de régions françaises ou de villes, l'élasticité est inférieure à 10 %. L'explication la plus naturelle est qu'on ne peut évaluer l'ensemble des effets d'un investissement public en examinant une zone géographique trop étroite.

ESTIMATIONS DE L'ÉLASTICITÉ DE LA PRODUCTION
PAR RAPPORT AU NIVEAU DE CAPITAL PUBLIC
ET À LA ZONE GÉOGRAPHIQUE

<i>Auteurs</i>	<i>Niveau</i>	<i>Élasticité</i>
Aschauer [1989]	National	0,39
Holz-Eakin [1988]	National	0,39
Munnell [1990a]	National	0,34
Costa, Ellson, Martin [1987]	États américains	0,20
Eisner [1991]	États américains	0,17
Mera [1973]	Régions japonaises	0,20
Munnell [1990b]	États américains	0,15
Duffy-Deno et Eberts [1989]	Villes	0,08
Eberts [1986, 1990]	Villes	0,03

Source : MUNNELL [1992].

Une seconde critique, plus fondamentale, est que l'on ne sait pas trop quel est le sens des causalités entre productivité privée et capital public (ce point est discuté par Mills et Quinet [1992]). En particulier, si les biens publics sont des biens supérieurs, la demande de biens publics va croître plus vite que le revenu et la part de la dépense publique dans le PIB va croître avec le niveau de revenu. Il y aurait dans ce cas une influence mutuelle du capital public et de la productivité privée. Cependant, si cela remet en cause les valeurs observées dans une étude ne prenant pas en compte la simultanéité des phénomènes, cela ne remet pas en cause l'existence d'une causalité du capital public vers la productivité privée (le raisonnement par l'absurde est toujours valable : quelle productivité des transporteurs sans routes ?).

Dans ce cas, il est cependant plus difficile de tirer des conclusions précises sur le niveau souhaitable des dépenses publiques. En effet, de même que dans le modèle de Barro, en contrepartie de l'effet positif direct du capital public sur la productivité, il existe un effet négatif indirect, lié au nécessaire financement de la dépense publique.

Par ailleurs, il existe peu d'études quantitatives au niveau régional, même s'il semble établi qu'il existe une corrélation assez nette entre poids des dépenses publiques et croissance. Ainsi, à l'exception notable de l'Ile-de-France, les régions qui ont eu la croissance la plus rapide dans les décennies soixante-dix et quatre-vingt sont en moyenne celles dont le taux d'investissement public est le plus élevé.

Par certains côtés, le débat scientifique sur le lien entre productivité privée et capital public peut sembler puéril : bien sûr que le capital public influence positivement la productivité privée ! La vraie question est au-delà, et elle est double :

– quelle est l'efficacité marginale d'un investissement public ? La réponse nécessite de savoir comment le capital public influence la productivité privée mais aussi quel est le niveau du capital public et enfin si l'investissement public sera utilisé efficacement (car les services non marchands n'étant pas, par définition, soumis à la loi du marché, il n'existe pas l'aiguillon de la concurrence pour assurer leur efficacité) ;

– l'investissement public doit être financé. Ce peut être par un prélèvement sur les agents privés. Ceux-ci peuvent alors réagir en modifiant leur comportement : ils sont moins incités à avoir une activité productive, puisqu'elle est taxée plus fortement.

Quel est l'effet de cette désincitation ? Au cas où le financement se fait par endettement, quel en sera le prix à payer pour les générations futures ?

3. Le retour de l'État ?

Les nouvelles théories de la croissance semblent parfois redécouvrir des conclusions déjà bien établies. Ainsi il n'y a que les libéraux les plus extrêmes pour penser que la seule politique économique souhaitable est de toujours faire « moins d'État ». Les autres n'ont jamais oublié que l'État devait construire des routes, former les jeunes, aider la recherche ! Cependant, les nouvelles théories contribuent à revaloriser le rôle de l'État. Il est symptomatique que parmi les chercheurs ayant construit ces modèles se trouvent des partisans convaincus de l'offre (Barro, Lucas). D'un point de vue quantitatif, dans les nouvelles théories, la politique économique influence le taux de croissance d'une économie (et plus seulement le niveau de la production, comme dans les théories traditionnelles). Enfin, certaines théories donnent à l'État un rôle encore plus radical : créer les institutions nécessaires à la coordination des agents privés (les marchés eux-mêmes ont besoin pour fonctionner de réglementations dont l'État est en dernière instance le garant).

Conclusion

Il y a deux approches possibles pour présenter les nouvelles théories de la croissance : une première fondée sur les mécanismes, une seconde sur les facteurs. La première approche insiste sur le lien entre le caractère auto-entretenu de la croissance et la constance du rendement marginal des facteurs accumulables dans la production de facteurs accumulables. C'est parce que la rentabilité marginale du capital décroît avec le stock de capital que, dans le modèle de Solow, la croissance doit s'épuiser, du moins en l'absence d'un progrès technique exogène. *A contrario*, dans le modèle « AK », la rentabilité marginale du capital ne dépend pas du stock de capital. La croissance auto-entretenu est possible et elle dépend de la quantité de ressources allouées à l'accumulation, autrement dit le taux d'épargne. Ainsi c'est un comportement *économique* qui détermine le taux de croissance. D'où le nom sous lequel ont été popularisées les nouvelles théories : théories de la croissance endogène (à la sphère économique).

Le débat sur l'existence d'une croissance auto-entretenu n'est pas récent. L'apparition des questions écologiques, au cours des vingt dernières années, l'a replacé sur la scène publique. Une abondante littérature s'est développée sur le thème de la croissance « soutenable ». Elle analyse les conséquences sur la croissance et le bien-être de l'existence d'une ressource non reproductible. Les nouvelles théories de la croissance semblent ignorer la question de la croissance soutenable. Celle-ci traverse pourtant la théorie de la croissance, de Malthus au XIX^e siècle au rapport Meadows au début des années soixante-dix. En fait, les nouvelles théories partagent l'optimisme des

théories traditionnelles (qui semble un pilier de la culture des économistes) selon lesquelles le progrès technique permet d'« inventer » de nouvelles ressources qui remplaceront celles qui ne sont pas reproductibles. Or, selon les nouvelles théories, le progrès technique est endogène. Il répond aux signaux que donnent les marchés : quand une ressource est abondante, on ne se préoccupe pas de sa reproduction. Quand elle devient rare, son coût s'accroît, et il devient avantageux d'investir dans la recherche afin de découvrir un produit de remplacement. Un tel optimisme est-il pertinent ? C'est une question plus philosophique qu'économique : jusqu'à présent, les économies de marché ont toujours pu remplacer les ressources non renouvelables. Mais l'exemple du passé n'est sans doute pas une assurance sur l'avenir. On n'aura pas deux expériences de la fin du monde !

La seconde approche des nouvelles théories repose sur les facteurs de la croissance. Ceux-ci ne sont pas nouveaux. On sait de longue date que la croissance, ce n'est pas seulement l'accumulation du capital matériel privé, mais aussi du capital public et du capital immatériel, humain et technologique. Quant au rôle de la division du travail, il est connu au moins depuis Adam Smith. Mais les modalités de l'accumulation de ces différentes formes de capital ont changé au cours des vingt dernières années. Ainsi, les mutations technologiques ont induit une course accélérée à l'innovation ; la recherche-développement a fortement progressé ; elle n'est plus effectuée par les mêmes agents ; elle est devenue un investissement qui doit être rentable alors que dans bien des cas elle est un bien public. La montée du chômage a poussé à une recherche de qualification accrue ; un capital humain élevé est apparu, aux individus comme aux nations, comme une protection contre les aléas de l'avenir ; la formation est devenue une activité centrale. Avec le ralentissement de la croissance, les ressources publiques sont devenues plus rares et les dépenses publiques d'investissement plus difficiles à financer.

Le succès des nouvelles théories de la croissance est dû au fait qu'elles jouent sur les deux tableaux. Pour expliciter les nouveaux mécanismes, un travail de recherche volumineux a été nécessaire. Ces travaux ont été possibles car les nouvelles théories ont utilisé les enseignements d'autres domaines de la science économique. Ainsi il y a eu une véritable fécondation de la théorie de la croissance par l'économie industrielle. Quant

aux nouveaux problèmes, ils ont conduit le « grand public » à demander analyses et explications. On a ainsi pu voir une floraison d'articles, les uns très théoriques, d'autres analysant les problèmes d'un facteur de production particulier, d'autres très empiriques, d'autres enfin analysant les conséquences en terme de politique économique des nouvelles théories. La multiplication des papiers peut conduire, paradoxalement, à un affaiblissement (ou un affadissement) du discours. En effet, chaque modèle conduit à des conclusions particulières. Et la somme de ces conclusions ne constitue pas le message global de la nouvelle théorie.

Pour caricaturer, on pourrait dire que, pour chacun des facteurs de croissance, on a un modèle canonique qui aboutit à une conclusion. Or, comprendre la croissance réelle, c'est comprendre l'accumulation simultanée de tous ces facteurs, avec leurs complémentarités et leurs substitutions.

On peut cependant tirer quelques conclusions robustes. *La principale de ces conclusions est qu'alors même que les nouvelles théories donnent un poids important aux mécanismes de marché, elles en indiquent nettement les limites. Ainsi il y a souvent nécessité de créer des arrangements en dehors du marché concurrentiel, ce qui peut impliquer une intervention active de l'État dans la sphère économique.* Les nouveaux modèles sont plus sensibles aux « effets d'offre » que le modèle de Solow (par exemple). En effet, la croissance dépend des comportements d'épargne, au sens large, lesquels réagissent aux incitations du marché. Ainsi une fiscalité trop forte peut décourager l'épargne et donc la croissance. Paradoxalement, dans les représentations traditionnelles, une fiscalité trop importante sur l'épargne n'a pas d'influence négative sur la croissance de long terme car celle-ci... ne dépend pas du taux d'épargne. Sensibles aux effets d'offre, les nouveaux modèles insistent cependant sur le rôle de l'intervention publique, sous des formes variées. Les raisons peuvent en être l'existence d'externalités et d'effets de taille, ou bien le fait que la concurrence est imparfaite. En présence de tels phénomènes, le fonctionnement des marchés conduit à des équilibres qui sont différents de l'optimum social.

Une deuxième conclusion forte des nouveaux modèles est que le capital public est un des facteurs de la croissance. Cette redécouverte montre l'ampleur du recul de la pensée des économistes à la fin des années soixante-dix et au début des années

quatre-vingt. Barro [1974] avait popularisé l'idée que l'accroissement des *déficits* publics engendrait une hausse équivalente de l'épargne (et donc un effet nul sur la demande globale), les agents privés, rationnels et informés, attendant une hausse future des prélèvements, nécessaire à financer le déficit. Cette critique libérale des politiques de relance d'inspiration keynésienne a eu un écho certain. Dans les années quatre-vingt, le même Barro [1990] construit un modèle fondé sur l'idée que les *dépenses* publiques d'investissement ont un impact positif sur la croissance économique !

En ce qui concerne la technologie, les nouvelles théories insistent sur le fait que c'est un bien partiellement public, non gratuit et facteur de croissance. Là encore, on savait, avant Romer, beaucoup de choses. Que la technologie soit facteur de croissance était déjà présent chez Solow, même si le progrès technique y était exogène. Que la technologie soit un bien partiellement public et non gratuit était bien connu des spécialistes du domaine. Mais avait-on pris conscience des implications qu'ont ces deux phénomènes quand on les considère simultanément ? En particulier sur le fait que la taille d'une économie a une influence sur sa croissance (on retrouve Adam Smith) et que le fonctionnement spontané de l'économie n'est pas optimal.

Dans le domaine du capital physique privé et du capital humain, les nouvelles théories sont moins novatrices : elles soulignent l'existence possible d'externalités, sans modifier fondamentalement les enseignements des modèles antérieurs. Néanmoins, *le développement d'une réflexion sur le lien entre croissance et formation du capital humain répond à un besoin d'explication sur les mécanismes du développement.* Dans les modèles de croissance exogène, les nations les plus riches (où il y a beaucoup de capital) sont rattrapées par les plus pauvres, mouvement qui est la conséquence du rendement décroissant du capital et de la diffusion gratuite de la technologie ; dans les modèles de croissance endogène, les évolutions d'économies ayant les mêmes taux d'épargne peuvent être parallèles et donc les écarts relatifs peuvent perdurer. Enfin, la possibilité que des équilibres multiples coexistent est envisagée. Plusieurs couples (croissance, taux d'épargne) qui satisfont les agents sont *a priori* possibles. Dans les cas où il existe des coûts fixes, une économie riche pourra avoir une croissance plus forte qu'une économie plus pauvre (ce qui n'exclut pas que des phénomènes

de rattrapage puissent aussi exister). Dans d'autres cas, l'équilibre qui se réalise dépend de la manière dont les agents privés coordonnent leurs anticipations. Quelles institutions déterminent alors l'équilibre économique sélectionné ? Comment faire en sorte que celui-ci soit le plus favorable ? On touche là les limites de l'approche *économique* de la croissance économique. La croissance dépend aussi, dans le long terme, de facteurs institutionnels. Les nouvelles théories partagent cet enseignement avec des représentations « hétérodoxes » telles que la théorie de la régulation ou la théorie des conventions.

Les nouvelles théories donnent lieu à des prolongements, au-delà des mécanismes généraux de la croissance. Elles permettent d'explorer des questions très diverses, dont certaines seulement ont été présentées dans ce livre : relations entre croissance et institutions financières, entre croissance et institutions politiques, influence des inégalités, rôle de l'organisation industrielle, etc. L'endogénéité du taux de croissance en fait un outil précieux dans ces investigations. Il est impossible d'étudier l'impact de différents mécanismes sur le taux de croissance lorsque celui-ci est exogène. C'est pourquoi les économistes modélisateurs étaient jusqu'à présent contraints à n'étudier que les effets de diverses variables (ouverture internationale de l'économie, inégalités, etc.) sur le *niveau* du revenu, ou les effets de la croissance du revenu sur ces variables. Ils peuvent maintenant analyser les effets de ces variables sur le taux de croissance, c'est-à-dire leurs effets de long terme. En ce sens, et malgré les inévitables fragilités de la modélisation, les théories de la croissance endogène sont un outil qui ouvre des champs nouveaux à la théorie économique.

Finalement, les nouvelles théories apportent une réponse mitigée aux débats séculaires sur la croissance. Selon les classiques du début du XIX^e siècle, la croissance économique qu'ils commencent à observer ne peut être durable. Plus d'un siècle plus tard, selon Harrod et Domar profondément marqués par la crise des années trente, elle ne peut être stable : un sentier de croissance d'équilibre peut exister, mais dès lors qu'on s'en éloigne on ne peut y retourner spontanément. Solow, au milieu des années cinquante, alors que la croissance est forte, assez régulière et présente dans tous les pays développés, considère qu'une croissance durable, stable et optimale peut se réaliser spontanément par le libre jeu du marché. Du milieu des années soixante-dix à celui des années quatre-vingt-dix, alors que la

productivité ralentit et que le chômage s'installe, les théories de la croissance semblent parler d'un monde disparu.

Avec le retour progressif de la croissance à partir du milieu des années quatre-vingt-dix, au moment où les nouvelles technologies (notamment de l'information) accélèrent leur développement et tirent la productivité, l'intérêt d'une réflexion sur la croissance est réapparu.

Le message des nouvelles théories est plus nuancé que celui des modèles antérieurs. Certes, la croissance est un phénomène durable, mais elle n'est certainement pas stable, et encore moins spontanément optimale. A chaque époque sa représentation.

Bibliographie

Outre les références appelées dans le texte on peut se reporter aux articles, livres ou numéros spéciaux de revues suivants :

- AGHION P. et HOWITT P., « Endogenous Growth Theory », MIT Press, 1998.
- AMABLE B. et GUELLEC D., « Les Théories de la croissance endogène », *Revue d'économie politique*, 102 (3), 1992, p. 313-377.
- *Journal of Economic Perspectives*, hiver 1994.
- *Revue économique, Nouvelles théories de la croissance*, n° 2, mars 1993.
- ARROW K.J., « Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention », in NELSON R. (éd.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton UP, 1962a.
- ARROW K.J., « The Economic Implications of Learning by Doing », *Review of Economic Studies*, XXIX, 1962b, p. 155-173.
- ASCHAUER D.A., « Is Public Expenditure Productive ? », *Journal of Monetary Economics*, n° 23, 1989, p. 177-200.
- ATKINSON A.B. et STIGLITZ J.E., « A New View of Technological Change », *Economic Journal*, LIX (2), 1969, p. 46-49.
- AUERBACH A.J., HASSETT K.A. et OLINER S.D., « Reassessing the Social Returns to Equipment Investment », *Quarterly Journal of Economics*, 109, août 1994, p. 789-802.
- AZARIADIS C. et DRAZEN A., « Thresholds in Economic Development », *Quarterly Journal of Economics*, 105, 1990, p. 501-526.
- BACH L., COHENDET P., LAMBERT

Références citées

- ADAMS J., « Fundamental Stock of Knowledge and Productivity Growth », *Journal of Political Economy*, 98 (4), 1990, p. 673-702.
- AGHION P. et HOWITT P., « A Model of Growth Through Creative Destruction », *Econometrica*, 60 (2), 1992, p. 323-351.

- G. et LEDOUX M.J., « Measuring and Managing Spinoffs : The Case of the Spinoffs Generated by ESA Programs », *Space Economics*, AIAA, Washington D.C.
- BARRO R.J., « Are Government Bonds Net Wealth ? », *Journal of Political Economy*, vol. 82, n° 6, p. 1095-1117, 1974.
- BARRO R.J., « Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth », *Journal of Political Economy*, vol. 98, n° 5, 1990, p. S103-S125.
- BARRO R.J., « Economic Growth in a Cross Section of Countries », *Quarterly Journal of Economics*, 106, 1991, p. 407-443.
- BARRO R.J et LEE J.-W., « Losers and Winners in Economic Growth », *NBER Working Paper*, n° 4341, 1993.
- BOYER R., « Formalizing Growth Regimes », in DOSI G. et al., *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, 1988.
- BOYER R. et PETIT P., « Progrès technique, croissance et emploi », *Revue économique*, novembre 1981.
- BRESNAHAN T. et TRAJTENBERG M., « General Purpose Technologies : Engines of Growth ? », *NBER Working Paper*, n° 4148, 1992.
- CABALLERO R. et JAFFE A., « How High Are the Giant's Shoulders : an Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth », *NBER Working Paper*, n° 4370, 1993.
- CARRÉ, DUBOIS et MALINVAUD, *La Croissance française*, Le Seuil, Paris, 1972.
- CHANDLER, *La Main invisible des managers*, Economica, Paris, 1977.
- COOPER R. et JOHN A., « Coordinating Coordination Failures in Keynesian Models », *Quarterly Journal of Economics*, 103, 1988, p. 441-463.
- CORNES R. et SANDLER T., *The Theory of Externalities, Public Goods, and Club Goods*, Cambridge University Press, 1986.
- DASGUPTA P. et DAVID P., *Toward a New Economics of Science, Research Policy*, 1994.
- D'AUTUME A. et MICHEL Ph., « Hystérésis et piège du sous-développement dans un modèle de croissance endogène », *Revue économique*, n° 2, 1993.
- DE LONG J.B. et SUMMERS L.H., « Equipment Investment and Economic Growth : How Strong Is the Nexus ? », *Brookings Papers on Economic Activity*, n° 2, 1992, p. 157-211.
- DIXIT A. et STIGLITZ J.E., « Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity », *American Economic Review*, 67, 1977, p. 297-308.
- DOMAR E.D., « Expansion et Croissance », 1942, repris dans ABRAHAM-FROIS G. (éd.), *Problématiques de la croissance*, Economica, Paris, 1974.
- DUBOIS P., « Ruptures de croissance et ralentissement du pro-

- grès technique », *Économie et Statistique*, 1985.
- ETHIER W., « National and International Returns to Scale in the Modern Theory of International Trade », *American Economic Review*, 72, 1982, p. 389-405.
- GABSZEWICZ J., *La Concurrence imparfaite*, La Découverte, Paris, 1994.
- GALOR O. et WEIL D.N., *Population. Technology and Growth : From the Malthusian Regime to the Demographic Transition*, NBER N. 6811, 1998.
- GILLE B., *Histoire des techniques*, Gallimard, Paris, 1978.
- GREENAN N. et GUELLEC D., « Coordination within the Enterprise and Endogenous Growth », *Industrial and Corporate Change*, vol. 3 (1), 1994, p. 173-197.
- GRILICHES Z., « Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth », *Bell Journal of Economics*, 10 (1), 1979, p. 92-116.
- GRILICHES Z., « Productivity and Technical Change : Some Measurement Issues », *Technology and Productivity*, OCDE, 1991, p. 229-232.
- GROSSMAN G.M. et HELPMAN E., *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, 1991.
- GUELLEC D., *Économie de l'innovation*, coll. « Repères » La Découverte, 1999.
- GUELLEC D. et KABLA I., « Brevet et appropriation des technologies », *Économie et Statistique*, décembre 1994.
- GUELLEC D. et RALLE P., « Innovation, propriété intellectuelle et croissance », *Revue économique*, 44 (2), 1993, p. 319-334.
- HANSEN G.D. et PRESCOTT E.C., *Malthus to Solow*, NBER N. 6858, 1998.
- HARROD, « Towards a Dynamic Economics », 1947, repris dans ABRAHAM-FROIS G. (éd.), *Problématiques de la croissance*, Economica, Paris, 1974.
- HÉNIN P.Y. et RALLE P., « Les nouvelles théories de la croissance : quelques apports pour la politique économique », *Revue économique*, numéro hors série, 1994, p. 75-100.
- HOLLANDER S., *The Sources of Increased Efficiency : a Study of Du Pont Rayon Plants*, MIT Press, 1965.
- JOLY P., « Le ralentissement de la productivité : faits et causes », in GUELLEC D. (éd.), *Innovation et compétitivité*, INSEE-Economica, Paris, 1993.
- JONES C.L., *Was an Industrial Revolution Inevitable ? Economic Growth Over the Very Long Run*, NBER N. 7375, 1998.
- JUDD K.L., « On the Performance of Patents », *Econometrica*, 53 (3), 1985, p. 567-586.
- KALDOR N., « A Model of Economic Growth », *Economic Journal*, 67, 1957, p. 591-624.
- KEYNES J. M., *Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie*, édition franç. Petite Bibliothèque Payot, Paris, 1936.
- KRUGMAN P., « History and Expectations », *Quarterly*

- Journal of Economics*, 106, mai 1991, p. 651-678.
- KUZNETS S., *Modern Economic Growth*, Yale University Press, New Haven, 1966.
- LUCAS R.E., « On the Mechanics of Economic Development », *Journal of Monetary Economics*, n° 22, 1988, p. 3-42.
- MADDISON A., *L'Économie mondiale 1820-1992. Analyse et statistiques*, OCDE, 1995.
- MALERBA F., « Learning by Firms and Incremental Technical Change », *Economic Journal*, 102, 1992, p. 845-859.
- MANKIW G., ROMER D. et WEIL D.N., « A Contribution to the Empirics of Economic Growth », *NBER*, n° 3541, 1990.
- MATSUYAMA K., « Increasing Returns, Industrialization and Indeterminacy of Equilibrium », *Quarterly Journal of Economics*, 106, mai 1991, p. 617-650.
- MILGROM P. et ROBERTS J., « Rationalizability, Learning, and Equilibrium in Games with Strategic Complementarities », *Econometrica*, 58 (6), 1990, p. 1255-1277.
- MILLS Ph. et QUINET A., « Dépenses publiques et croissance », *Revue française d'économie*, n° 3, vol. VII, 1992, p. 29-60.
- MOHNEN P., *The Econometric Approach to R&D Externalities*, contribution au colloque « Innovation et performances des firmes », CNRS, Paris, 1993.
- MOKYR J., *The Lever of Riches*, Oxford University Press, 1990.
- MUNNELL A.H., « Policy Watch : Infrastructure Investment and Economic Growth », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 6, n° 4, 1992, p. 189-198, repris dans *Problèmes économiques*, n° 2327, 26 mai 1993.
- NORTH D.C., *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge UP, 1990.
- OCDE, « Une nouvelle économie ? Transformation du rôle de l'innovation et des technologies de l'information dans la croissance », Paris, 2000.
- OCDE, « The New Economy beyond the Hype », Paris, 2002.
- PAGANO M., « Financial Markets and Growth : an Overview », *European Economic Review*, 37, 1993, p. 613-622.
- PERSSON T. et TABELLINI G., « Is Inequality Harmful for Growth ? », *The American Economic Review*, juin 1994, p. 600-621.
- REBELO S., « Long Run Policy Analysis and Long Run Growth », *Journal of Political Economy*, 99, 1991, p. 500-521.
- RICARDO D., *Traité d'économie politique et de l'impôt*, éd. franç. Flammarion, Paris, 1819.
- ROMER P., « Increasing Returns and Long Run Growth », *Journal of Political Economy*, 94, 1986, p. 1002-1037.
- ROMER P., « Endogenous Technical Change », *Journal of Political Economy*, vol. 98, n° 5, 1990, p. S71-S102, repris dans *Annales d'économie et statistique*

- que, avril/juin 1991, n° 22, p. 1-32.
- ROSENBERG N., *Inside the Black Box ; Technology and Economics*, Cambridge University Press, 1982.
- SAINT-PAUL G., *The Role of Rents to Human Capital in Economic Development*, document de travail 9401 du Delta, 1994.
- SCHUMPETER J., *Théorie du développement économique*, 1912.
- SCHUMPETER J., *Capitalisme, socialisme et démocratie*, éd. franç. Payot, Paris, 1942.
- SMITH A., *Essai sur la nature et les causes de la richesse des nations*, éd. franç. Gallimard, Paris, 1776.
- SOLOW R.M., *Une contribution à la thorie de la croissance économique*, 1956, repris dans ABRAHAM-FROIS G. (éd.), *Problématiques de la croissance*, Economica, Paris, 1974.
- SOLOW R.M., *Croissance économique : problèmes et perspectives*, intervention au colloque du CNAM, novembre 1994.
- STOCKEY N.L., « Human Capital, Product Quality and Growth », *Quarterly Journal of Economics*, 108, 1991, p. 587-616.
- SUMMERS R. et HESTON A., « The Penn World Table : an Expanded Set of International Comparisons », *Quarterly Journal of Economics*, 106, 1991, p. 327-368.
- TRAJTENBERG M., HENDERSON R. et JAFFE A., « Ivory Tower versus Corporate Lab : an Empirical Study of Basic Research and Appropriability », *NBER Working Paper*, 1992.
- YOUNG A., « Increasing Returns and Economic Progress », *Economic Journal*, 38, 1928, p. 527-542.
- YOUNG A., « Invention and Bounded Learning by Doing », *Journal of Political Economy*, 101 (3), 1993a, p. 443-470.
- YOUNG A., « Substitution and Complementarity in Endogenous Innovation », *Quarterly Journal of Economics*, 108, 1993b.

Sites Web :

<http://www.worldbank.org/research/growth/>
<http://hicks.nuff.ox.ac.uk/Economics/Growth/>

Liste des encadrés

Le calcul de la productivité globale	20
Le modèle de Solow	33
Le modèle de Ramsey	37
Le modèle de Romer (1986)	48
Un modèle de croissance endogène avec capital humain	51
Les équilibres multiples	55
Développement	58
Le modèle de Romer (1990)	72
Le très long terme au prisme des nouvelles théories de la croissance	80
Joseph Schumpeter	89
Croissance et institutions financières	98
Inégalités et croissance	100

Liste des tableaux et graphiques

PIB français depuis 1870	12
Emploi et durée annuelle du travail en longue période .	14
Productivité horaire du travail	15 et 17
Capital (hors logement) par personne employée	18
Rapport du capital (hors logement) au PIB	18
Facteurs de production et productivité globale	22
Dépenses de recherche-développement	24
La productivité globale des facteurs de 1990 à 2000 ..	25
Le modèle de Solow	35
Estimations de l'élasticité de la production par rapport au niveau de capital public et à la zone géographique	103

Table

Introduction	3
I / Les chiffres de la croissance	10
1. <i>La croissance</i>	11
2. <i>Le travail</i>	14
Le ralentissement de la productivité depuis 1973 .	17
3. <i>La productivité du capital</i>	18
4. <i>La productivité globale des facteurs</i> <i>de production</i>	19
Le paradoxe de la productivité	23
Une « nouvelle économie » ?	24
II / Les théories traditionnelles de la croissance	26
1. <i>Les économistes classiques</i>	26
2. <i>Harrod et Domar</i>	30
3. <i>La représentation néo-classique</i>	31
III / Les théories de la croissance endogène	39
1. <i>Croissance et rendements d'échelle</i>	39
Le modèle « AK »	41
2. <i>L'équilibre du marché</i>	43
3. <i>Les sources de la croissance</i>	47
Le capital physique	47
La technologie	47
Le capital humain	49
Le capital public	52
Des sources interdépendantes	52
4. <i>Cycles et croissance</i>	53

IV / Progrès technique endogène	60
1. <i>Le processus d'accumulation des connaissances</i> .	61
La technologie : un bien cumulatif... ..	62
... et un bien public	63
2. <i>Le fonctionnement du marché</i>	66
3. <i>Représentations du progrès technique</i>	69
La différenciation horizontale	70
La différenciation verticale	73
4. <i>Complémentarité et dynamique technologique</i>	75
5. <i>L'apprentissage par la pratique</i>	78
6. <i>Validations empiriques</i>	83
Des études macroéconomiques	85
7. <i>Les limites des nouveaux modèles</i>	87
V / Croissance et politique économique	91
1. <i>L'État, gérant des externalités</i>	92
Des formes idoines d'interventions publiques	94
2. <i>L'État, fournisseur de biens publics</i>	97
Des estimations empiriques	101
3. <i>Le retour de l'État ?</i>	105
Conclusion	106
Bibliographie	112
Liste des encadrés	117
Liste des tableaux et graphiques	118

Collection

R E P È R E S

dirigée par

JEAN-PAUL PIRIOU

avec BERNARD COLASSE, PASCAL COMBEMALE, FRANÇOISE DREYFUS, HERVÉ HAMON, DOMINIQUE MERLLIÉ, CHRISTOPHE PROCHASSON
et MICHEL RAINELLI

Affaire Dreyfus (L'), n° 141,
Vincent Duclert.

Aménagement du territoire (L'),
n° 176, Nicole de Montricher.

Analyse financière de l'entreprise (L'), n° 153, Bernard Colasse.

Archives (Les), n° 324,
Sophie Cœuré et Vincent Duclert.

Argumentation dans la communication (L'), n° 204,
Philippe Breton.

Balance des paiements (La),
n° 359, Marc Raffinot, Baptiste Venet.

Bibliothèques (Les),
n° 247, Anne-Marie Bertrand.

Bourse (La), n° 317,
Daniel Goyeau et Amine Tarazi.

Budget de l'État (Le), n° 33,
Maurice Baslé.

Calcul des coûts dans les organisations (Le), n° 181,
Pierre Mévellec.

Calcul économique (Le),
n° 89, Bernard Walliser.

Capitalisme financier (Le),
n° 356,
Laurent Batsch.

Capitalisme historique (Le),
n° 29, Immanuel Wallerstein.

Catégories socioprofessionnelles (Les), n° 62, Alain Desrosières et Laurent Thévenot.

Catholiques en France depuis 1815 (Les), n° 219,
Denis Pelletier.

Chômage (Le), n° 22,
Jacques Freyssinet.

Chronologie de la France au XX^e siècle,

n° 286, Catherine Fhima.

Collectivités locales (Les),
n° 242, Jacques Hardy.

Commerce international (Le),
n° 65, Michel Rainelli.

Comptabilité anglo-saxonne (La),
n° 201, Peter Walton.

Comptabilité en perspective (La),
n° 119, Michel Capron.

Comptabilité nationale (La),
n° 57, Jean-Paul Piriou.

Concurrence imparfaite (La),
n° 146, Jean Gabszewicz.

Conditions de travail (Les),
n° 301, Michel Gollac
et Serge Volkoff.

Consommation des Français (La) :
1. n° 279 ; **2.** n° 280,
Nicolas Herpin et Daniel Verger.

Constitutions françaises (Les),
n° 184,
Olivier Le Cour Grandmaison.

Contrôle budgétaire (Le),
n° 340, Nicolas Berland.

Construction européenne (La),
n° 326, Guillaume Courty
et Guillaume Devin.

Contrôle de gestion (Le), n° 227,
Alain Burlaud, Claude J. Simon.

Coût du travail et emploi,
n° 241, Jérôme Gautié.

Critique de l'organisation du travail, n° 270, Thomas Coutrot.

Culture de masse en France (La) :

1. 1860-1930, n° 323,
Dominique Kalifa.

Démocratisation de l'enseignement (La), n° 345,
Pierre Merle.

Démographie (La), n° 105,
Jacques Vallin.

Développement économique de l'Asie orientale (Le), n° 172,
Éric Bouteiller et Michel Fouquin.

DOM-TOM (Les), n° 151,

- Gérard Belorgey
et Geneviève Bertrand.
- Droits de l'homme (Les)**,
n° 333, Danièle Lochak.
- Droit du travail (Le)**,
n° 230, Michèle Bonnechère.
- Droit international humanitaire
(Le)**, n° 196, Patricia Buirette.
- Droit pénal**, n° 225,
Cécile Barberger.
- Économie bancaire**,
n° 268, Laurence Scialom.
- Économie britannique depuis
1945 (L')**, n° 111, Véronique
Riches.
- Économie de l'Afrique (L')**,
n° 117, Philippe Hugon.
- Économie de l'environnement**,
n° 252, Pierre Bontems
et Gilles Rotillon.
- Économie de l'euro**,
n° 336, Agnès Benassy-Quéré
et Benoît Cœuré.
- Économie française 2003 (L')**,
n° 357, OFCE.
- Économie de l'innovation**,
n° 259, Dominique Guellec.
- Économie de la connaissance (L')**,
n° 302, Dominique Foray.
- Économie de la culture (L')**,
n° 192, Françoise Benhamou.
- Économie de la drogue (L')**,
n° 213, Pierre Kopp.
- Économie de la presse**,
n° 283, Patrick Le Floch
et Nathalie Sonnac.
- Économie de la réglementation
(L')**, n° 238, François Lévêque.
- Économie de la RFA (L')**,
n° 77, Magali Demotes-Mainard.
- Économie des États-Unis (L')**,
n° 341, Hélène Baudchon et
Monique Fouet.
- Économie des fusions et
acquisitions**, n° 362, Nathalie
Coutinet et Dominique
Sagot-Duvauroux.
- Économie des inégalités (L')**,
n° 216, Thomas Piketty.
- Économie des organisations (L')**,
n° 86, Claude Menard.
- Économie des relations
interentreprises (L')**, n° 165,
Bernard Baudry.
- Économie des réseaux**,
n° 293, Nicolas Curien.
- Économie des ressources
humaines**,
n° 271, François Stankiewicz.
- Économie du droit**, n° 261,
Thierry Kirat.
- Économie du Japon (L')**,
n° 235, Évelyne Durille-Feer.
- Économie du sport (L')**,
n° 309, Jean-François Bourg
et Jean-Jacques Gouguet.
- Économie et écologie**, n° 158,
Frank-Dominique Vivien.
- Économie marxiste du
capitalisme**, n° 349, Gérard
Duménil et Dominique Lévy.
- Économie mondiale 2004 (L')**,
n° 371, CEPPII.
- Économie sociale (L')**, n° 148,
Claude Vienney.
- Emploi en France (L')**,
n° 68, Dominique Gambier
et Michel Vernières.
- Employés (Les)**, n° 142,
Alain Chenu.
- Ergonomie (L')**, n° 43,
Maurice de Montmollin.
- Éthique dans les entreprises (L')**,
n° 263, Samuel Mercier.
- Éthique économique et sociale**,
n° 300, Christian Arnspurger
et Philippe Van Parijs.
- Étudiants (Les)**, n° 195,
Olivier Galland et Marco Oberti.
- Évaluation des politiques
publiques (L')**, n° 329,
Bernard Perret.
- FMI (Le)**, n° 133, Patrick Lenain.
- Fonction publique (La)**, n° 189,
Luc Rouban.
- Formation professionnelle
continue (La)**, n° 28,
Claude Dubar.

- France face à la mondialisation (La)**, n° 248, Anton Brender.
- Front populaire (Le)**, n° 342, Frédéric Monier.
- Gouvernance de l'entreprise (La)**, n° 358, Roland Perez.
- Grandes économies européennes (Les)**, n° 256, Jacques Mazier.
- Guerre froide (La)**, n° 351, Stanislas Jeannesson.
- Histoire de l'administration**, n° 177, Yves Thomas.
- Histoire de l'Algérie coloniale, 1830-1954**, n° 102, Benjamin Stora.
- Histoire de l'Algérie depuis l'indépendance**,
1. 1962-1988, n° 316, Benjamin Stora.
- Histoire de l'Europe monétaire**, n° 250, Jean-Pierre Patat.
- Histoire du féminisme**, n° 338, Michèle Riot-Sarcey.
- Histoire de l'immigration**, n° 327, Marie-Claude Blanc-Chaléard.
- Histoire de l'URSS**, n° 150, Sabine Dullin.
- Histoire de la guerre d'Algérie, 1954-1962**, n° 115, Benjamin Stora.
- Histoire de la philosophie**, n° 95, Christian Ruby.
- Histoire de la société de l'information**, n° 312, Armand Mattelart.
- Histoire de la sociologie :**
1. Avant 1918, n° 109,
2. Depuis 1918, n° 110, Charles-Henry Cuin et François Gresle.
- Histoire des États-Unis depuis 1945 (L')**, n° 104, Jacques Portes.
- Histoire des idées politiques en France au XIX^e siècle**, n° 243, Jérôme Grondeux.
- Histoire des idées socialistes**, n° 223, Noëlline Castagnez.
- Histoire des théories de l'argumentation**, n° 292, Philippe Breton et Gilles Gauthier.
- Histoire des théories de la communication**, n° 174, Armand et Michèle Mattelart.
- Histoire du Maroc depuis l'indépendance**, n° 346, Pierre Vermeren.
- Histoire du Parti communiste français**, n° 269, Yves Santamaria.
- Histoire du parti socialiste**, n° 222, Jacques Kergoat.
- Histoire du radicalisme**, n° 139, Gérard Baal.
- Histoire du travail des femmes**, n° 284, Françoise Battagliola.
- Histoire politique de la III^e République**, n° 272, Gilles Candar.
- Histoire politique de la IV^e République**, n° 299, Éric Duhamel.
- Histoire sociale du cinéma français**, n° 305, Yann Darré.
- Industrie française (L')**, n° 85, Michel Husson et Norbert Holcblat.
- Inflation et désinflation**, n° 48, Pierre Bezbakh.
- Insécurité en France (L')**, n° 353, Philippe Robert.
- Introduction à Keynes**, n° 258, Pascal Combemale.
- Introduction à l'économie de Marx**, n° 114, Pierre Salama et Tran Hai Hac.
- Introduction à l'histoire de la France au XX^e siècle**, n° 285, Christophe Prochasson.
- Introduction à la comptabilité d'entreprise**, n° 191, Michel Capron et Michèle Lacombe-Saboly.
- Introduction à la macroéconomie**, n° 344, Anne Épaulard et Aude Pommeret.
- Introduction à la microéconomie**, n° 106, Gilles Rotillon.

- Introduction à la philosophie politique**, n° 197, Christian Ruby.
- Introduction au droit**, n° 156, Michèle Bonnechère.
- Introduction aux Cultural Studies**, n° 363, Armand Mattelart et Érik Neveu.
- Introduction aux sciences de la communication**, n° 245, Daniel Bougnoux.
- Introduction aux théories économiques**, n° 262, Françoise Dubœuf.
- Islam (L')**, n° 82, Anne-Marie Delcambre.
- Jeunes (Les)**, n° 27, Olivier Galland.
- Jeunes et l'emploi (Les)**, n° 365, Florence Lefresne.
- Judaïsme (Le)**, n° 203, Régine Azria.
- Lexique de sciences économiques et sociales**, n° 202, Jean-Paul Piriou.
- Libéralisme de Hayek (Le)**, n° 310, Gilles Dostaler.
- Macroéconomie. Investissement (L')**, n° 278, Patrick Villieu.
- Macroéconomie. Consommation et épargne**, n° 215, Patrick Villieu.
- Macroéconomie financière :**
1. **Finance, croissance et cycles**, n° 307,
 2. **Crises financières et régulation monétaire**, n° 308, Michel Aglietta.
- Management de la qualité (Le)**, n° 315, Michel Weill.
- Management international (Le)**, n° 237, Isabelle Huault.
- Marchés du travail en Europe (Les)**, n° 291, IRES.
- Mathématiques des modèles dynamiques**, n° 325, Sophie Jallais.
- Médias en France (Les)**, n° 374, Jean-Marie Charon.
- Méthode en sociologie (La)**, n° 194, Jean-Claude Combessie.
- Méthodes de l'intervention psychosociologique (Les)**, n° 347, Gérard Mendel et Jean-Luc Prades.
- Méthodes en sociologie (Les) : l'observation**, n° 234, Henri Peretz.
- Métiers de l'hôpital (Les)**, n° 218, Christian Chevandier.
- Microéconomie des marchés du travail**, n° 354, Pierre Cahuc, André Zylberberg.
- Mobilité sociale (La)**, n° 99, Dominique Merllié et Jean Prévot.
- Modèles productifs (Les)**, n° 298, Robert Boyer et Michel Freyssenet.
- Modernisation des entreprises (La)**, n° 152, Danièle Linhart.
- Mondialisation de la culture (La)**, n° 260, Jean-Pierre Warnier.
- Mondialisation de l'économie (La) :**
1. **Genèse**, n° 198,
 2. **Problèmes**, n° 199, Jacques Adda.
- Mondialisation et l'emploi (La)**, n° 343, Jean-Marie Cardebat.
- Monnaie et ses mécanismes (La)**, n° 295, Dominique Plihon.
- Multinationales globales (Les)**, n° 187, Wladimir Andreff.
- Notion de culture dans les sciences sociales (La)**, n° 205, Denys Cuche.
- Nouveau capitalisme (Le)**, n° 370, Dominique Plihon.
- Nouvelle économie (La)**, n° 303, Patrick Artus.
- Nouvelle économie chinoise (La)**, n° 144, Françoise Lemoine.
- Nouvelle histoire économique de la France contemporaine :**
1. **L'économie préindustrielle (1750-1840)**, n° 125, Jean-Pierre Daviet.

2. L'industrialisation (1830-1914), n° 78, Patrick Verley.

3. L'économie libérale à l'épreuve (1914-1948), n° 232, Alain Leménorel.

4. L'économie ouverte (1948-1990), n° 79, André Gueslin.

Nouvelle microéconomie (La), n° 126, Pierre Cahuc.

Nouvelle théorie du commerce international (La), n° 211, Michel Rainelli.

Nouvelles théories de la croissance (Les), n° 161, Dominique Guellec et Pierre Ralle.

Nouvelles théories du marché du travail (Les), n° 107, Anne Perrot.

ONU (L'), n° 145, Maurice Bertrand.

Organisation mondiale du commerce (L'), n° 193, Michel Rainelli.

Outils de la décision stratégique (Les) :

1 : Avant 1980, n° 162,

2 : Depuis 1980, n° 163, José Allouche et Géraldine Schmidt.

Personnes âgées (Les), n° 224, Pascal Pochet.

Philosophie de Marx (La), n° 124, Étienne Balibar.

Pierre Mendès France, n° 157, Jean-Louis Rizzo.

Politique de la concurrence (La), n° 339, Emmanuel Combe.

Politique de la famille (La), n° 352, Jacques Commaillat, Pierre Strobel et Michel Villac.

Politiques de l'emploi et du marché du travail (Les), n° 373, DARES.

Politique étrangère de la France depuis 1945 (La), n° 217, Frédéric Bozo.

Politique financière de l'entreprise (La), n° 183, Christian Pierrat.

Population française (La), n° 75, Jacques Vallin.

Population mondiale (La), n° 45, Jacques Vallin.

Postcommunisme en Europe (Le), n° 266, François Bafoil.

Presse des jeunes (La), n° 334, Jean-Marie Charon.

Presse magazine (La), n° 264, Jean-Marie Charon.

Presse quotidienne (La), n° 188, Jean-Marie Charon.

Protection sociale (La), n° 72, Numa Murard.

Protectionnisme (Le), n° 322, Bernard Guillochon.

Protestants en France depuis 1789 (Les), n° 273, Rémi Fabre.

Psychanalyse (La), n° 168, Catherine Desprats-Péquignot.

Quel avenir pour nos retraites ?, n° 289, Gaël Dupont et Henri Sterdyniak.

Question nationale au XIX^e siècle (La), n° 214, Patrick Cabanel.

Régime de Vichy (Le), n° 206, Marc Olivier Baruch.

Régime politique de la V^e République (Le), n° 253, Bastien François.

Régimes politiques (Les), n° 244, Arlette Heymann-Doat.

Régionalisation de l'économie mondiale (La), n° 288, Jean-Marc Siroën.

Revenu minimum garanti (Le), n° 98, Chantal Euzéby.

Revenus en France (Les), n° 69, Yves Chassard et Pierre Concialdi.

Santé des Français (La), n° 330, Haut comité de la santé publique.

Sciences de l'éducation (Les), n° 129, Éric Plaisance et Gérard Vergnaud.

- Sexualité en France (La)**,
n° 221, Maryse Jaspard.
- Société du risque (La)**,
n° 321, Patrick Peretti Watel.
- Socio-économie des services**,
n° 369, Jean Gadrey.
- Sociologie de Durkheim (La)**,
n° 154, Philippe Steiner.
- Sociologie de Georg Simmel (La)**,
n° 311, Frédéric Vandenberghe.
- Sociologie de l'architecture**,
n° 314, Florent Champy.
- Sociologie de l'art**, n° 328,
Nathalie Heinich.
- Sociologie de l'éducation**,
n° 169, Marlaine Cacouault
et Françoise Euvrard.
- Sociologie de l'emploi**,
n° 132, Margaret Maruani et
Emmanuèle Reynaud.
- Sociologie de l'immigration**,
n° 364, Andrea Rea et Maryse
Tripier.
- Sociologie de l'organisation
sportive**, n° 281,
William Gasparini.
- Sociologie de la bourgeoisie**,
n° 294, Michel Pinçon
et Monique Pinçon-Charlot.
- Sociologie de la consommation**,
n° 319, Nicolas Herpin.
- Sociologie de la négociation**,
N° 350, Reynald Bourque
et Christian Thuderoz.
- Sociologie de la prison**,
n° 318, Philippe Combessie.
- Sociologie de Marx (La)**,
n° 173, Jean-Pierre Durand.
- Sociologie de Norbert Elias (La)**,
n° 233, Nathalie Heinich.
- Sociologie des cadres**,
n° 290, Paul Bouffartigue
et Charles Gadea.
- Sociologie des entreprises**, n° 210,
Christian Thuderoz.
- Sociologie des mouvements
sociaux**, n° 207, Erik Neveu.
- Sociologie des organisations**,
n° 249, Lusin Bagla.
- Sociologie des publics**, n° 366,
Jean-Pierre Esquenazi.
- Sociologie des relations
internationales**,
n° 335, Guillaume Devin.
- Sociologie des relations
professionnelles**,
n° 186, Michel Lallement.
- Sociologie des syndicats**,
n° 304, Dominique Andolfatto
et Dominique Labbé.
- Sociologie du chômage (La)**,
n° 179, Didier Demazière.
- Sociologie du conseil en
management**,
n° 368, Michel Villette.
- Sociologie du droit**, n° 282,
Évelyne Séverin.
- Sociologie du journalisme**,
n° 313, Erik Neveu.
- Sociologie du sida**, n° 355,
Claude Thiaudière.
- Sociologie du sport**, n° 164,
Jacques Defrance.
- Sociologie du travail (La)**,
n° 257, Sabine Erbès-Seguin.
- Sociologie économique (La)**,
n° 274, Philippe Steiner.
- Sociologie historique du
politique**, n° 209, Yves Déloye.
- Sociologie de la ville**, n° 331,
Yankel Fijalkow.
- Sociologie et anthropologie de
Marcel Mauss**, n° 360,
Camille Tarot.
- Sondages d'opinion (Les)**, n° 38,
Hélène Meynaud et Denis Duclos.
- Stratégies des ressources
humaines (Les)**, n° 137,
Bernard Gazier.
- Syndicalisme en France depuis
1945 (Le)**, n° 143,
René Mouriaux.
- Syndicalisme enseignant (Le)**,
n° 212, Bertrand Geay.
- Système éducatif (Le)**,
n° 131, Maria Vasconcellos.

Système monétaire international

(Le), n° 97, Michel Lelart.

Taux de change (Les), n° 103,
Dominique Plihon.

Taux d'intérêt (Les),
n° 251, A. Benassy-Quéré,
L. Boone et V. Coudert.

Taxe Tobin (La), n° 337,
Yves Jegourel.

Tests d'intelligence (Les), n° 229,
Michel Huteau et Jacques Lautrey.

Théorie de la décision (La),
n° 120, Robert Kast.

**Théories économiques du
développement (Les)**, n° 108,
Elsa Assidon.

**Théorie économique néoclassique
(La) :**

1. **Microéconomie**, n° 275,
2. **Macroéconomie**, n° 276,
Bernard Guerrien.

Théories de la monnaie (Les),
n° 226, Anne Lavigne
et Jean-Paul Pollin.

**Théories des crises économiques
(Les)**, n° 56, Bernard Rosier et
Pierre Dockès.

Théories du salaire (Les),
n° 138, Bénédicte Reynaud.

**Théories sociologiques de la
famille (Les)**, n° 236,
Catherine Cicchelli-
Pugeault et Vincenzo Cicchelli.

**Travail des enfants dans le
monde (Le)**, n° 265,
Bénédicte Manier.

Travail et emploi des femmes,
n° 287, Margaret Maruani.

Travailleurs sociaux (Les), n° 23,
Jacques Ion et Bertrand Ravon.

Union européenne (L'), n° 170,
Jacques Léonard et Christian Hen.

Urbanisme (L'), n° 96,
Jean-François Tribillon.

Dictionnaires

R E P È R E S

Dictionnaire de gestion, Élie
Cohen.

**Dictionnaire d'analyse
économique**, *microéconomie*,
macroéconomie, *théorie des jeux*,
etc., Bernard Guerrien.

Guides

R E P È R E S

L'art de la thèse, *Comment
préparer et rédiger une thèse de
doctorat, un mémoire de DEA ou
de maîtrise ou tout autre travail
universitaire*, Michel Beaud.

Les ficelles du métier. *Comment
conduire sa recherche en sciences
sociales*, Howard S. Becker.

**Guide des méthodes de
l'archéologie**, Jean-Paul
Demoule, François Giligny, Anne
Lehoërff, Alain Schnapp.

Guide du stage en entreprise,
Michel Villette.

Guide de l'enquête de terrain,
Stéphane Beaud, Florence Weber.

Manuel de journalisme. *Écrire
pour le journal*, Yves Agnès.

**Voir, comprendre, analyser les
images**, Laurent Gervereau.

Manuels

R E P È R E S

Analyse macroéconomique 1.

Analyse macroéconomique 2.

17 auteurs sous la direction de
Jean-Olivier Hairault.

**Une histoire de la comptabilité
nationale**, André Vanoli.

Composition Facompo, Lisieux (Calvados)
Achevé d'imprimer en août 2003 sur les presses
de l'imprimerie Campin, Tournai (Belgique)
Dépôt légal : septembre 2003.
Imprimé en Belgique

