

L'OFCE doit servir l'information économique. J'entends cette mission au sens large du terme : elle exige d'informer non seulement sur la conjoncture et la politique économique, mais aussi, sur les développements les plus récents de la pensée économique. Les années soixante-dix et quatre-vingt nous ont appris qu'il existait entre écoles théoriques et pratiques de politique économique des relations plus étroites que l'abstraction, parfois l'ésotérisme, des raisonnements théoriques ne le donnaient à supposer. Nul ne peut aujourd'hui nier l'influence de l'économie de l'offre sur la gestion budgétaire, ou de l'école des anticipations rationnelles sur la conduite de la politique monétaire. L'exigence de la crédibilité dans la lutte contre l'inflation, comme l'effet des taux d'imposition sur l'offre productive font l'objet de débats publics.

Voilà pourquoi il m'a semblé utile que la Revue de l'OFCE rende compte, de la façon la moins technique possible, d'un phénomène économique d'importance qui fait aujourd'hui l'objet d'une effervescence théorique : la croissance économique. Qu'avons-nous appris et quelles nouvelles visions du monde dessinent les théories les plus récentes ? L'article qui suit apporte réponse à ces questions, sans masquer la vivacité des controverses, en privilégiant les théories de la croissance cyclique.

Jean-Paul FITOUSSI

Théorie de la croissance : quelques développements récents

Première partie : La croissance cyclique

Frédéric Lordon,

Département des études de l'OFCE

Les théories de la croissance connaissent depuis quelques années une ferveur nouvelle. Loin de s'en tenir aux deux grands courants — néoclassique et post-keynésien — de la théorie de la croissance des années soixante, ce regain d'intérêt a donné lieu à des développements dans des directions nombreuses et variées. On peut cependant les ordonner sous deux grands thèmes fédérateurs : le premier examine l'interaction de la croissance et du cycle, le deuxième souligne l'importance des rendements croissants dans les processus de croissance et revisite une tradition qui passait par Smith, Young et Kaldor.

La première partie de cette revue de littérature est consacrée à la croissance cyclique. Elle traite successivement des modèles de cycles réels (Real Business Cycles, ou RBC), des modèles de fluctuations à la Goodwin et des processus de croissance chaotique.

Le courant des RBC reprend le modèle de croissance optimale qu'il soumet à des chocs stochastiques exogènes. Ce sont les réponses rationnelles des agents à ces perturbations qui engendrent des effets de persistance, de sorte que l'optimalité parétienne est conservée tout au long des fluctuations.

Dans une tradition hétérodoxe, le modèle de Goodwin a ouvert une direction de recherche qui, à l'inverse des RBC, insistent sur le caractère endogène des fluctuations. Le cycle est produit par l'influence de « l'armée de réserve industrielle » sur l'évolution des salaires réels et par l'interaction accumulation/répartition. Cette série de travaux se signale par l'utilisation systématique des outils de la dynamique non linéaire.

Enfin la dernière section fait état de l'utilisation par les économistes, dans le domaine de la croissance, des possibilités offertes par un outil formel récemment développé : le chaos déterministe.

Autant que les autres agents, les économistes subissent le contre-coup de la conjoncture du moment. C'est maintenant un fait bien connu que les théoriciens, quelque distance qu'ils prennent avec les écono-

mies « réelles », sont peu ou prou influencés dans le choix de leurs problèmes par les événements que celles-ci leur donnent à voir. Comment expliquer le regain d'intérêt pour les théories de la croissance autrement qu'en constatant la reprise de la croissance effective des pays industrialisés depuis le milieu des années quatre-vingt. Même si on peut y voir la marque d'un certain bon sens, on ne manquera pas de s'interroger à propos de cette subtile influence des événements sur les questions théoriques à l'ordre du jour : si celles-ci sont douées de quelque généralité elles devraient présenter un intérêt à être traitées indépendamment de leur manifestation effective dans la vie économique. Il y a pourtant là une tendance qu'un survol superficiel de l'histoire de la pensée économique ne vient pas démentir. Succédant aux propriétés statiques de l'équilibre général walrasien, la question du cycle se pose avec acuité à l'occasion de la grande dépression des années trente. L'entre-deux guerres voit alors fleurir les modèles de cycle (Kalecki, Hicks, Kaldor, Samuelson...) qui tentent de représenter l'instabilité du niveau général de l'activité. Les années cinquante-soixante correspondent à l'émergence des premières théories modernes de la croissance. Les économistes qui ont sous les yeux une croissance exceptionnellement forte et régulière sont occupés à rendre stable celle de leur modèle qui ne veut pas l'être. L'objectif est atteint au delà de toutes les espérances, et les années soixante s'achèvent dans l'euphorie théorique d'un colloque resté célèbre qui se demande si la notion de cycle économique n'est pas tout simplement périmée. L'entrée en crise des années soixante-dix marque la disgrâce des théories de la croissance auxquelles se substituent des problématiques de plus court terme autour de l'inflation, du chômage et du cycle. Il faut donc attendre le milieu des années quatre-vingt pour assister aux retours simultanés de la croissance et du cycle dans les préoccupations des chercheurs.

Si retour des théories il y a, il n'est pas pour autant synonyme de répétition à l'identique ; c'est en tout cas ce que cette revue de littérature aura pour tâche de montrer. Les théories de la croissance des années soixante se sont d'abord préoccupées des conditions sous lesquelles il était possible de représenter une croissance dotée de propriétés de stabilité. Le problème a été initialement soulevé par Harrod dont le modèle fondateur est basé sur l'interaction des effets de capacité et de revenu. La condition de la croissance équilibrée s'écrit comme l'égalité des trois taux de croissance effectif, nécessaire et naturel. Le taux de croissance effectif exprime la croissance effectivement constatée compte tenu de la nécessaire égalité ex-post de l'investissement et de l'épargne (équilibre comptable) et du coefficient de capital. Le taux de croissance nécessaire indique la façon dont doit croître l'économie pour dégager une épargne capable de financer l'investissement *désiré* par les entrepreneurs. Il est égal au rapport de la propension à épargner et du coefficient d'accélération. Enfin le taux naturel est le taux auquel doit croître l'économie pour assurer le plein emploi compte tenu des évolutions démographiques, des progrès technologiques de la productivité etc... Or il est clair que l'égalité simultanée de ces trois taux ne peut être que miraculeuse. Harrod montre au surplus que tout écart initial entre les taux effectif et nécessaire tend à

s'agrandir cumulativement. Pour ne pas connaître l'effondrement ou l'emballage explosif, l'économie doit emprunter un sentier de croissance en « fil de rasoir » assurant partout la rigoureuse égalité entre taux effectif et taux nécessaire. Enfin le désajustement entre taux nécessaire et taux naturel condamne l'économie à connaître des situations de chômage ou de stagnation chronique.

L'impossibilité de la croissance équilibrée de plein emploi vient de ce que sa condition formelle s'écrit comme une relation unique liant trois paramètres exogènes, le taux naturel, la propension à épargner et le coefficient de capital. C'est à lever cette excessive rigidité en rétablissant le degré de liberté qui manque au modèle de Harrod que s'emploieront les deux grandes théories de la croissance des années cinquante-soixante. L'école cambridgienne, prolongeant l'inspiration keynésienne, choisit d'endogénéiser la propension à épargner. Ce sont les mouvements de la répartition qui permettent selon Kaldor (1956) de moduler la propension à épargner, faisant jouer à celle-ci le rôle de variable d'ajustement. Pour Robinson (1962) le taux d'épargne est déterminé par les exigences des entreprises, et c'est par la détermination mutuelle du taux d'accumulation et du taux de profit qu'est fixé le taux de croissance d'équilibre. L'école néoclassique propose, elle, d'endogénéiser le coefficient de capital en considérant une fonction de production à facteurs substituables. Les combinaisons technologiques sont modifiées en fonction de la rareté relative des facteurs. Sous des hypothèses de convexité des ensembles de production, Solow, (1956) dérive un résultat de croissance équilibrée et stable de plein emploi qui permet à la théorie walrasienne de dépasser le cadre statique de l'équilibre général pour le cadre dynamique de l'accumulation du capital.

Ce bref rappel des premières théories formalisées de la croissance n'avait pour but que de situer les principaux clivages théoriques et de montrer que sur ce thème la science économique se partageait grosso modo en deux écoles. Tout autre est la situation des années quatre-vingt qui ont connu ce qu'on pourrait appeler un éclatement paradigmatique. En lieu et place de l'affrontement stabilisé des deux Cambridge, il faut maintenant considérer une multitude de courants qui témoignent de la diversité des points de vue sur le phénomène de la croissance, et de ce que sa théorie constitue moins que jamais un corpus monolithique. Parmi les multiples directions théoriques qui sont ainsi explorées, nous en avons retenu cinq qui ont chacune donné lieu à un ensemble de travaux suffisamment important et structuré pour en permettre une exposition cohérente et préserver cette revue autant que possible du danger de l'éparpillement. On abordera donc successivement :

- les cycles d'affaire réels
- les fluctuations à la Goodwin
- les modèles de croissance chaotique
- la théorie de la régulation
- les modèles dits de croissance endogène

Si cet éclatement rend à l'évidence plus malaisée la mise en ordre de ce paysage théorique, il est néanmoins possible d'en extraire deux

thèmes fédérateurs qui nous semblent structurer assez fortement ces développements récents de la théorie de la croissance et en constituer les tendances principales.

L'intégration croissance-cycle : La théorie économique avait coutume de distinguer nettement les phénomènes de croissance et de cycle censés ressortir à des échelles de temps, donc à des types de forces économiques, très différents. Le cycle, clairement associé à des problématiques de court terme reprenait principalement les désajustements nés sur le marché des biens. La croissance, elle, renvoyait au temps de l'accumulation du capital et était gouvernée par des tendances suffisamment inertes pour ne pas être influencées par les déséquilibres temporaires du cycle. En rupture avec cette représentation, c'est l'impossibilité de concevoir de manière disjointe la croissance et le cycle qui est maintenant affirmée. Pourtant cette (re)découverte de l'intégration de la croissance et du cycle s'effectue selon des démarches radicalement antagonistes. L'école nouvelle classique, pour qui cette problématique est tout à fait inédite, fait du cycle d'affaire réel (Real Business Cycle, ou RBC) la réponse optimale des agents à des chocs externes sans lesquels la stabilité prévaudrait. Les réactions rationnelles à des perturbations transitoires ont alors des répercussions sur le sentier de long terme. Au contraire les modèles goodwiniens prolongent une très ancienne tradition hétérodoxe qui depuis Marx, Schumpeter et Keynes voit dans les fluctuations la manifestation d'une instabilité essentielle des économies capitalistes. Dans cette optique, c'est le déroulement même de la croissance qui engendre *de manière endogène* les déséquilibres d'où émerge le cycle.

La redécouverte des rendements croissants : La théorie de la régulation, à l'image d'une certaine hétérodoxie post keynésienne, a depuis longtemps suggéré que les économies dynamiques d'échelle constituaient un facteur important de croissance cumulative. Plus surprenant, en revanche, apparaît la redécouverte récente des rendements croissants par l'école de Chicago. On sait que l'hypothèse des rendements croissants ne s'est jamais parfaitement accordée avec les cadres théoriques hérités de l'équilibre walrasien. Renoncer à la constance des rendements d'échelle impliquait d'abandonner soit l'hypothèse de concurrence pure et parfaite, soit, via les externalités marshalliennes, l'optimalité de l'équilibre. C'est pourtant cette voie que les modèles de croissance endogène proposent d'explorer afin de lever certaines des limites du modèle de croissance néoclassique standard. Il y a probablement là quelque ruse de l'histoire de la pensée à voir se retrouver ainsi des courants aussi antagonistes que la théorie de la régulation et la théorie néoclassique autour d'une relecture de Smith, Young et Kaldor.

Autour de ces deux tendances principales s'articulent deux thèmes « mineurs » qui viennent compléter la mise en ordre de ce nouveau paysage théorique :

Le pouvoir structurant des outils formels : Une théorie entretient des liens complexes avec l'outil mathématique qui lui sert à formuler ses modèles. Il est clair que le choix d'un outil formel n'est pas neutre et que le type de représentations auquel il donne accès est plus ou moins

adéquat à certaines options théoriques. Il serait bien sûr excessif de soutenir qu'un courant se constitue par référence exclusive à un outil formel particulier. Mais si les grands courants ont une autonomie propre fondée sur la seule réflexion économique, il n'en est pas moins vrai que l'apparition de nouveaux outils mathématiques joue un rôle d'induction non négligeable à l'origine de certains développements. Ainsi, on peut penser que l'étude des RBC a été stimulée par les résultats obtenus sur les processus à racine unitaire. On essaiera également de montrer comment la modélisation en termes de chocs stochastiques exogènes était adéquate à leur intention théorique. De même l'école des fluctuations endogènes à la Goodwin a trouvé dans la théorie des systèmes dynamiques un « paradigme mathématique » accueillant. L'utilisation des non-linéarités participe désormais autant à son identité théorique que la référence au conflit de répartition. Enfin, les modèles de croissance chaotique poussent à son terme cette logique de l'identification à l'outil mathématique et n'ont quasiment d'autre raison d'être que l'utilisation en économie des possibilités du chaos déterministe.

Pluralité des régimes de croissance : Alors que la presque totalité des modèles de croissance des années soixante n'engendraient qu'un seul équilibre dynamique, on voit se généraliser l'idée que l'économie peut expérimenter plusieurs types d'état stationnaire, et que ceux-ci sont diversement « souhaitables ». La théorie de la régulation par exemple reprend cette idée de pluralité des états possibles pour faire de chacun d'eux un « régime de croissance », c'est à dire l'expression d'une « logique » de croissance particulière. Au lieu d'être le produit d'une succession de configurations paramétriques particulières déroulées dans l'ordre d'une « histoire » stylisée, les régimes de croissance peuvent aussi être engendrés par des modèles non linéaires à équilibres multiples.

Si ces thèmes transversaux — majeurs et mineurs — permettent des regroupements partiels, force est de constater qu'aucun d'entre eux ne peut prétendre structurer à lui seul ces développements récents de la théorie de la croissance. En l'absence d'un fil conducteur unique, l'ordre de présentation reste nécessairement teinté d'arbitraire. Plutôt que de reclasser ces courants selon une grille traditionnelle de proximité doctrinale (« orthodoxes » vs « hétérodoxes ») nous avons préféré jouer le jeu de ces associations partielles en suivant l'ordre des thèmes évoqués à l'instant. La première partie de cette revue examine les modèles de croissance cyclique avec les RBC et les fluctuations à la Goodwin. Tout deux proposent des stratégies formelles typées au service de la problématique de l'intégration croissance-cycle. Les modèles de croissance chaotique prolongent assez naturellement les modèles goodwiniens dans le registre de l'utilisation de l'outil non linéaire. La deuxième partie est consacrée au retour de l'hypothèse des rendements croissants. Une première section en rappelle brièvement les origines et évoque l'héritage de Smith, Young et Kaldor. Les sections suivantes examinent l'exploitation de cette hypothèse par la théorie de la régulation, puis au travers des modèles dits « de croissance endogène ».

Croissance et cycles réels

La référence au modèle de l'équilibre général walrasien constitue le fil directeur de toute la macroéconomie dite néo-, puis nouvelle classique. Quelle que soit la diversité de ses développements ultérieurs, il est possible de les lire à la lumière d'un petit nombre de thèmes fédérateurs qui en constituent l'arrière-plan intellectuel et donne leur sens à toutes ces démarches théoriques. Parmi ceux-ci, il en est un particulièrement important, qui exprime l'idée qu'une économie décentralisée est fondamentalement capable de rendre spontanément compatibles les projets de ses multiples agents autonomes et non coordonnés a priori. Ainsi, loin d'engendrer l'anarchie et le désordre, les poursuites exclusives de leurs intérêts personnels par des agents isolés se composent en une situation ordonnée (un équilibre général) où les desiderata de chacun sont satisfaits, qui plus est de la meilleure façon qui soit possible, compte tenu de la présence des autres agents. De cette propriété extrêmement forte de parfaite auto-régulation spontanée, découle le corollaire immédiat que toute tentative d'immixtion dans ces mécanismes, c'est-à-dire de régulation par une instance externe, est au mieux inutile, au pire nuisible à l'obtention des situations optimales que le marché est parfaitement apte à produire par lui-même. La condamnation de la politique économique est prononcée⁽¹⁾. Ce sont ces deux propositions — autorégulation spontanée, inutilité de la politique économique — qui, constituant le patrimoine métaphysique de l'école walrasienne, devront être préservées tout au long des réaménagements imposés au modèle fondateur pour améliorer sa capacité d'adéquation aux faits économiques.

La première de ces révisions s'est manifestée avec la nécessité de dépasser les propriétés exagérément statiques du modèle walrasien pour prendre en compte les phénomènes de croissance. Ainsi, le modèle de Solow (1956) procède à l'inclusion des ajustements de marché parfaits dans un cadre dynamique qui réalise, en quelque sorte, la translation temporelle d'un équilibre général. Mais le résultat de croissance équilibrée et stable n'est adéquat qu'à la période des années cinquante et soixante et l'entrée en crise des années soixante-dix, fait des fluctuations macroéconomiques, une évidence empirique tellement forte qu'il n'est plus possible de les tenir pour négligeables et d'abandonner leur étude aux hétérodoxes. La réintégration des fluctuations à l'intérieur du cadre de l'équilibre général devient alors un enjeu

(1) Pour certains auteurs, la condamnation de la politique économique n'a pas cette radicalité qu'on lui attribue d'ordinaire. Il y aurait ainsi moyen de voir dans les thèses de la nouvelle école classique les contours d'un « nouvel interventionnisme » (Le Cacheux, 1989). Cette réserve ne nous semble pas de nature à revenir sur l'appréciation du propos général de la nouvelle école classique (NEC). En tant que réalité positive incontournable, l'État se voit nécessairement attribuer un rôle (puisqu'il existe, la question de son intervention est de facto posée). La visée normative de la NEC reste cependant la même : au mieux, le rôle de l'État dans son action économique, sera légitimée par la tâche de faire disparaître les imperfections de marché. Après quoi, il ne lui restera plus qu'à s'auto-dissoudre.

théorique majeur. C'est la nouvelle macro-économie classique qui se saisit du problème des fluctuations et propose ses premiers modèles de cycle d'équilibre (Equilibrium Business Cycle ou EBC). Approfondissant une voie qui a été ouverte par Phelps (1968) et Friedman (1968), elle propose de faire de l'imperfection de l'information et de l'incertitude sur les prix, les facteurs des mouvements cycliques. Interprétant de manière erronée les variations de prix causées par les perturbations de la politique monétaire, les agents propagent dans le temps ces erreurs initiales par des mécanismes de substitution intertemporelle travail-loisir. Cette option théorique s'est heurtée à une critique de Modigliani (1977), qui a fait remarquer que les phénomènes de persistance ne pouvaient, dans un tel cadre, être expliqués autrement que par une succession d'erreurs auto-corrélées, en contradiction avec l'hypothèse d'anticipations rationnelles. La nouvelle école classique a alors suggéré deux lignes théoriques permettant de surmonter cette objection. La première procède au renforcement des mécanismes permettant d'améliorer les propriétés de persistance des modèles d'EBC : délais d'information, coûts d'ajustement de l'emploi, formation de capital ... La deuxième suggère de faire « un pas de côté » et de quitter la problématique des écarts aux grandeurs naturelles pour envisager celle du mouvement même de ces grandeurs naturelles. C'est cette deuxième démarche qui est ouverte par les RBC ⁽²⁾.

A l'appui de ces innovations, une série de travaux empiriques vient conforter l'idée que les termes dans lesquels étaient formulées les théories de la croissance et du cycle doivent être reconsidérés. La théorie économique avait pour habitude de considérer que les phénomènes de la croissance et du cycle renvoyaient à des schémas explicatifs distincts et indépendants. A un premier ensemble de forces économiques, la charge d'explicitier les déterminants des mouvements de long terme caractérisés par une certaine régularité et une certaine inertie : démographie, progrès technique, accumulation du capital ... Les mouvements cycliques étaient eux, supposés du domaine des ajustements de court-terme, c'est-à-dire, régis par une tout autre logique incorporant par exemple mouvement de stocks, décalages temporels ... Quant au mouvement réel des grandeurs économiques, il résultait tout simplement de la simple superposition de ces deux types d'influence.

Cette division du travail théorique avait son homologue empirique qui consistait à régresser les séries économiques sur le temps pour en extraire un trend incorporant les comportements de long terme et par

(2) On pourrait ajouter à cette liste des options théoriques de représentation du cycle l'évocation des travaux dits néokeynésiens (théorie des rigidités salariales, des imperfections de marché...) qui participent d'un néoclacissisme *methodologique* (agent représentatif, rationalité optimisatrice...). Ainsi apparaît une distinction possible entre un nouveau clacissisme « pur et dur » restant au plus près du schéma walrasien, et ce nouveau clacissisme *methodologique*, ou élargi, qui ne s'interdit pas d'envisager des situations d'inefficience, légitimant le cas échéant une intervention de l'Etat. Les modèles d'EBC améliorés et les modèles néo-keynésiens se rattachent respectivement, et sans ambiguïté, à la première et à la deuxième de ces tendances du courant néoclassique. Si comme on le verra, les modèles de RBC s'apparentent très majoritairement à la première tendance, certaines de leurs extensions seront plutôt à situer dans la deuxième (cf. infra les modèles de chômage).

rapport auquel les résidus supposés stationnaires étaient censés capturer les ajustements conjoncturels représentatifs du cycle. La dichotomie théorique croissance-cycle était ainsi parfaitement exprimée par l'attribution au cycle et à la croissance des composantes respectivement stationnaire et non-stationnaire des séries, en insistant au surplus sur le caractère déterministe de cette dernière. Ainsi, par construction, une perturbation aléatoire affectant la composante stationnaire n'était-elle qu'une altération du profil des écarts cycliques, superposable à une tendance qu'elle n'avait pas le pouvoir d'affecter. Les travaux empiriques initiés par Nelson et Plosser (1982) incitent à revenir sur cette conception dichotomique de la croissance et du cycle et posent la question de savoir si plutôt que de les caractériser comme des fluctuations stationnaires autour d'un trend déterministe, il ne vaudrait mieux pas représenter le mouvement des séries, comme un processus non stationnaire, c'est-à-dire ne présentant pas de tendance à retourner vers une trajectoire déterministe. Or, leur étude examinant la possibilité que ces mouvements soient gouvernés par une marche aléatoire, conclut à l'impossibilité de rejeter l'hypothèse d'une racine unitaire⁽³⁾. Ainsi, se trouve ouverte la possibilité d'une remise en cause de l'indépendance entre tendance et fluctuations. C'est une interaction inverse qui est rendue possible par la présence d'une tendance stochastique dans le mouvement des séries. En effet, un processus à racine unitaire garde une trace permanente d'une perturbation transitoire. Il n'est alors plus permis, a priori, de considérer que les fluctuations sont le seul fait des perturbations affectant la composante stationnaire. Dans la variation d'une grandeur économique, il y a à la fois les effets des chocs transitoires et ceux des chocs subis par sa dynamique de long terme dont l'impact sera conservé définitivement. Ainsi, non seulement l'écart des variables économiques à leur valeur naturelle, mais la dérive de ces grandeurs naturelles contribuent aux fluctuations, de sorte que la distinction antérieure entre croissance et cycle se trouve considérablement opacifiée. C'est, entre autres, dans cet *aggiornamento* empirique que les RBC situent la pertinence de leur démarche théorique puisque l'intrication croissance-cycle n'interdit plus une certaine variabilité des grandeurs naturelles, par quoi, il est désormais possible de dépasser la critique de Modigliani.

S'il est vrai que le courant des RBC a trouvé un appui certain dans l'articulation originale qu'il entretient avec l'économétrie des séries non stationnaires, il serait inexact de réduire son émergence au seul accompagnement théorique d'une innovation empirique. On a déjà évoqué plus haut, l'importance de l'enjeu qui résidait dans la ré-appropriation du thème des fluctuations par la nouvelle macro-économie classique. Le panorama de la genèse des RBC exige pour être complété, l'évocation de deux autres préoccupations à la fois méthodologique et « stratégique » qui participent toutes deux de la volonté de ré-affirmer la pertinence du programme de recherche issu de l'équilibre général.

(3) Il n'est pas possible de reproduire ici les éléments du débat statistique qui s'est développé autour du thème de la non-stationnarité des séries. Pour une revue de littérature sur ce sujet, voir par exemple Hénin, (1989b).

La première d'entre elles tente de lever l'objection selon laquelle les comportements cycliques des modèles d'EBC ont toujours pour origine des perturbations nées dans la sphère monétaire. En dernière analyse, la sphère réelle serait donc fondamentalement équilibrée et seule une politique monétaire insuffisamment maîtrisée ou inadéquate, porterait la responsabilité des fluctuations. A contrario, les RBC ont à cœur de montrer que si la monnaie reste une source importante d'instabilité, elle n'est nullement nécessaire à la genèse des fluctuations. L'une des caractéristiques du projet théorique des RBC est donc de faire naître la croissance cyclique à partir des seules « ressources » de l'économie réelle, c'est-à-dire à partir des seules perturbations affectant les technologies, les préférences, etc ... Ainsi, l'option est-elle de montrer que les comportements cycliques peuvent émerger d'un cadre théorique minimal où seules figurent les hypothèses les plus fondamentales de l'équilibre général. Dès lors, tout enrichissement ultérieur, en tant que potentiellement porteur d'instabilité, ne pourra qu'améliorer les propriétés cycliques du modèle. Prolongeant cette exigence d'économie de moyens en une préoccupation méthodologique plus générale, les théoriciens du RBC affirment qu'il est de bonne méthode de décrire le cycle des affaires à partir du cadre de l'équilibre walrasien. Ils affirment en particulier la nécessité logique d'examiner les possibilités cycliques d'une économie purement compétitive, avant même un quelconque recours aux échecs de marché ou à des spécifications plus généralement keynésiennes. Cerner le véritable rôle de ces défaillances de marché dans les processus cycliques exige en effet, préalablement, de se prononcer sur le type de fluctuations qui peuvent être observées en l'hypothèse de leur absence. De même que pour la monnaie, il s'agit de montrer que les restrictions keynésiennes ne sont pas nécessaires à la production du cycle et de pérenniser par là, la pertinence et l'utilité du cadre général de la macroéconomie néo- et nouvelle classiques.

Mais l'ambition théorique des RBC est plus élevée encore et dépasse les quelques éléments qui viennent d'être mentionnés. Pour ses initiateurs (Prescott, 1986) il s'agit ni plus ni moins que de constituer le cadre théorique permettant de manière très générale de traiter « les questions de la macroéconomie », c'est-à-dire : a) expliquer le mouvement des grandeurs macroéconomiques, et b) procéder à l'analyse comparée des politiques économiques. Prescott ne manque pas d'insister sur la dimension paradigmatique qu'il entend donner à ce nouveau courant. Les élasticités de substitution et les paramètres de partage du modèle de croissance viennent désormais remplacer les élasticités prix et revenus des anciennes courbes d'offre et de demande, et les RBC ont vocation à occuper au sein de la science économique la place centrale qui fut celle de la théorie des prix.

Le cadre général des modèles de RBC

Après avoir rappelé le contexte théorique et méthodologique général dans lequel les RBC situent leur démarche, il nous faut présenter brièvement leur « cahier des charges », c'est-à-dire l'ensemble des faits stylisés qu'ils visent à reproduire. Ceux-ci sont au nombre de trois :

- un phénomène de persistance qui traduit la propagation temporelle d'un choc ponctuel et confère aux grandeurs économiques une corrélation sérielle ;
- les co-mouvements de différentes séries, en particulier celles de prix et d'activité ;
- une certaine structure d'amplitudes relatives des mouvements des différentes grandeurs, caractérisée, en particulier par des fluctuations plus importantes pour l'investissement et l'emploi.

On rajoute parfois une quatrième caractéristique de corrélations sectorielles pour les modèles multi-sectoriels.

Conformément à la méthode générale de l'équilibre walrasien, les RBC participent d'une macroéconomie dotée de fondements microéconomiques explicites. Les agents sont supposés rationnellement optimisateurs et maximisent leurs utilités respectives sous les traditionnelles contraintes de budget et de production. La question des RBC peut donc se reformuler de la façon suivante : « Comment des agents réagissent-ils rationnellement à des perturbations de leur environnement extérieur ? Ces réactions optimales sont-elles à l'origine des mouvements cycliques ? ». Le cadre, nécessairement dynamique, retenu par les RBC, est celui de la théorie néoclassique de l'accumulation du capital et fait plus précisément référence au modèle de croissance optimale (Cass, 1965). Chaque agent maximise sur un horizon infini une utilité intertemporelle dépendant de sa consommation et de son loisir. Les agents sont supposés, simultanément producteurs et consommateurs, de sorte que leur décision définit des trajectoires optimales d'épargne et d'offre de travail. En effet, conformément au calcul traditionnel de croissance optimale, il leur faut arbitrer entre les inconvénients du renoncement à une consommation présente et les avantages d'une consommation future accrue, du fait du surplus de production autorisée par le ré-investissement de l'épargne actuelle (de même pour l'offre de travail et le renoncement au loisir). Une première simplification de ce problème complexe, lorsqu'il concerne un grand nombre d'agents, vient de ce qu'il est possible de le réduire à la considération du comportement d'un agent unique dit « agent représentatif ». Le fonctionnement de l'économie dans son entier, est donc résumé par les décisions de cet agent unique dont les choix optimaux correspondent aux quantités par tête qui émergeraient du calcul de nombreux agents interagissant sur des marchés de concurrence pure et parfaite (Debreu, 1954 ; Prescott et Lucas, 1972). Dans un environnement parfaitement stable, c'est-à-dire en l'absence de toute perturbation, les décisions optimales de l'agent représentatif (consommation, emploi, donc investissement et production) convergent vers des valeurs stationnaires. Il n'y a là, que la simple répétition des résultats déjà établis par Solow (1956) qui montrait la convergence d'une économie compétitive en croissance vers un état stationnaire caractérisé par la constance des grandeurs par tête. Les RBC proprement dits entrent en scène au moment où sont relâchées les hypothèses de stabilité de l'environnement et que se pose la question de la modification des quantités optimales, en réponse à des perturbations réelles qui prennent le plus souvent la forme de chocs de productivité. Les réponses doivent être différenciées selon le profil temporel des

chocs, c'est-à-dire selon leur caractère transitoire ou permanent. Un choc de productivité permanent, par le caractère durable de ses effets en terme d'augmentation de la production, incite l'agent représentatif à profiter du surplus de revenu qui lui est acquis définitivement, éventuellement en s'épargnant les peines d'un effort accru de travail et de renoncement à la consommation.

Si, par contre, la productivité prend une valeur momentanément élevée, les possibilités d'un arbitrage intertemporel rationnel suggèrent qu'il n'est pas optimal de se contenter de tirer un profit immédiat, sous la forme d'une seule augmentation de la consommation instantanée, toutes les autres grandeurs restant inchangées. L'accumulation du capital autorisant un transfert temporel de la consommation, il est plus utile de s'abstenir présentement de consommer le surplus engendré par le choc de productivité et de pourvoir à l'augmentation des capacités de production, donc à une potentialité de consommation future, plus élevée. La réponse est moins immédiate s'agissant de la décision de l'allocation de la ressource temporelle entre travail et loisir. Un revenu actuel plus élevé incite à diminuer l'offre de travail actuelle et future. En revanche, dans une économie compétitive où le salaire réel est égal à la productivité marginale, il est opportun de travailler davantage lorsque un choc de productivité positif permet d'espérer une rémunération plus élevée. Les RBC font généralement l'hypothèse que les effets de substitution intertemporelle entre travail et loisir d'une part et entre consommation courante et loisir d'autre part, dominant les effets de revenu. Ainsi l'incitation à épargner et travailler davantage que suscite un choc temporaire de productivité, permet d'augmenter les productions présentes et futures, de sorte que par le jeu de ces arbitrages intertemporels, une perturbation ponctuelle voit ses effets propagés dans le temps. Tel est le mécanisme central du RBC qui permet de penser que des perturbations erratiques (non corrélées entre elles) puissent avoir pour conséquence d'induire une corrélation sérielle sur les variables macroéconomiques (production, investissement, consommation, offre de travail) qui sont l'objet des décisions optimales. Il faut noter qu'à la base de ce mécanisme de persistance, d'où découlent les profils cycliques en réponse à une distribution d'aléas technologiques non auto-corrélés, il n'y a ni surprise, ni erreur d'anticipation, ni imperfections de marché. La diffusion temporelle des chocs est toujours sous-tendue par des processus de décision rationnelle, de sorte qu'à chaque instant, l'économie est en situation d'optimalité parétienne. Le profil cyclique constitue donc la réponse optimale de l'économie aux perturbations issues de son environnement et, dans ces conditions, toute tentative de stabiliser ou réduire le cycle ne peut être que coûteuse en bien-être.

C'est à Brock et Mirman (1972) qu'est généralement attribué le mérite d'avoir formulé le cadre formel canonique des RBC dans un modèle de croissance optimale stochastique qui reprend l'essentiel des effets évoqués à l'instant (encadré 1). Le consommateur représentatif maximise son utilité intertemporelle espérée sous une contrainte budgétaire qui correspond à l'équilibre emplois-ressources macroéconomique. La firme représentative maximise son profit sous contrainte d'une fonction de production affectée d'un coefficient multiplicatif suivant un processus de Markov

1. RBC et modèle de croissance optimale stochastique (Brock et Mirman, 1972 ; McCallum 1988)

Le consommateur représentatif maximise l'espérance de son utilité intertemporelle :

$$(1) \quad \text{Max } E \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, l_t) \right]$$

avec c_t : consommation

l_t : loisir

Sous la contrainte budgétaire

$$(2) \quad c_t + k_{t+1} = y_t + (1 - \delta) k_t - w_t n_t - q_t k_t$$

avec k_t : stock de capital

δ : taux de dépréciation

n_t : quantité de travail offerte

w_t, q_t : prix des facteurs

La fonction de production est soumise à un aléa technologique :

$$(3) \quad y_t = z_t f(k_t, n_t)$$

où z_t suit un processus de Markov.

La résolution du programme (1) sous les contraintes (2) et (3) donne la dynamique des variables d'état :

$$k_{t+1} = k(k_t, z_t)$$

$$c_t = c(k_t, z_t)$$

$$n_t = n(k_t, z_t)$$

On peut donner à ces expressions une forme plus précise en spécifiant les fonctions d'utilité et de production.

Par exemple, quand :

$$u(c_t, 1 - n_t) = \theta \log c_t + (1 - \theta) \log (1 - n_t)$$

$$y_t = z_t f(k_t, n_t) = z_t n_t^\alpha k_t^{1-\alpha}$$

La dynamique du capital s'écrit :

$$\log k_{t+1} = \varphi_0 + (1 - \alpha) \log k_t + \log z_t$$

Si z_t suit un processus auto regressif d'ordre 1 :

$$\log z_t = r \log z_{t-1} + \varepsilon_t$$

avec ε_t bruit blanc

alors k_t , ainsi que c_t et n_t , suivent un processus auto regressif d'ordre 2 :

$$\log k_{t+1} = \varphi_0 + (1 - \rho) + (1 - \alpha + \rho) \log k_t - (1 - \alpha) r \log k_{t-1} + \varepsilon_t$$

et représentant les chocs technologiques. L'égalité des offres et demandes de facteurs issues de ces deux programmes d'optimisation, définit comme condition d'équilibre la rémunération des facteurs à leur productivité marginale. La maximisation intertemporelle correspondant au programme des ménages donne pour solution les principales équations dynamiques des RBC où le stock de capital, la production, la consommation et le travail offert à un instant donné, sont des fonctions de leurs valeurs respectives à la période précédente et de l'aléa technologique. En retenant des spécifications analytiques suffisamment simples pour autoriser une résolution explicite (utilité logarithmique) et en supposant que l'aléa technologique est distribué comme un bruit blanc, la solution en logarithme du stock de capital prend la forme d'un processus auto-régressif d'ordre un. Les autres grandeurs suivent des processus du même type.

C'est dans un cadre tout à fait similaire que Kydland et Prescott (1982) et Long et Plosser (1983) formulent les modèles qui s'imposeront comme les plus représentatifs du courant des RBC. La démarche de Kydland et Prescott vise à passer en revue les hypothèses auxiliaires capables d'améliorer les propriétés de persistance du modèle. Trois d'entre elles sont particulièrement privilégiées :

- Les délais de construction et de mise en place des nouveaux biens d'équipement viennent remplacer les mécanismes de coûts d'ajustement du capital qui étaient utilisés dans les modèles d'EBC et auxquels il est reproché de conférer une trop faible volatilité à la dynamique de l'investissement, notamment par rapport à la consommation. Au jeu des filiations théoriques, on peut ajouter aux inspirations autrichiennes (Böhm- Baverk) et française (Aftalion) que Hénin (1989) décèle dans cette hypothèse, une référence inattendue à (ou moins une similitude avec) Kalecki (1935) dont le modèle de cycle est construit autour de tels mécanismes.

- La deuxième hypothèse vise à renforcer l'intensité des mécanismes de substitution intertemporelle à l'origine des fluctuations de l'offre de travail. L'idée de la substitution intertemporelle introduite par Lucas et Rapping (1969) et reprise dans Brock et Mirman (1972), apporte une lumière théorique sur le caractère pro-cyclique des variations de l'emploi, mais voit son importance empirique contestée. Kydland et Prescott suggèrent alors de modifier les spécifications de la fonction d'utilité des ménages. En relâchant l'hypothèse de séparabilité temporelle, on rend l'utilité à l'instant t dépendante des quantités de temps antérieures consacrées au loisir. Une dépendance positive de l'utilité instantanée aux quantités de loisir passées traduit l'idée que lorsque les loisirs ont été faibles dans le passé, leur utilité marginale présente est forte et témoigne d'un phénomène de fatigue. Une dépendance négative capture l'idée d'une accoutumance puisque des loisirs faibles dans le passé entraînent une utilité marginale présente faible également. C'est cette dernière spécification qui est retenue.

- Enfin, l'amélioration des propriétés cycliques du modèle passe par une spécification plus adaptée de la distribution des aléas technologiques. Sur la base d'un argument empirique, Kydland et Prescott estiment qu'il est légitime de faire l'hypothèse que les chocs de produc-

tivité sont eux-mêmes déjà fortement auto-corrélés, de sorte qu'au lieu de les représenter par un bruit blanc, il est plus adéquat de les représenter sous la forme d'un processus auto-régressif d'ordre un. Plus précisément, le choc technologique est supposé décomposable en une composante permanente auto-régressive et une composante purement transitoire. Le coefficient de la composante permanente est supposé très proche de un, sans pouvoir être rigoureusement égal à un pour satisfaire des conditions de stationnarité nécessaires à la démonstration de l'existence d'un équilibre général.

Sur la base de ces hypothèses, Kydland et Prescott utilisent une méthode de validation empirique dite de calibration-simulation qui consiste à donner aux paramètres les valeurs les plus réalistes possibles avant d'examiner avec quel degré de précision le modèle reproduit en simulation numérique les trajectoires réelles des variables.

La tentative de Long et Plosser se démarque quelque peu de celle de Kydland et Prescott, en cela qu'au lieu de multiplier les hypothèses auxiliaires, elle recherche la plus grande économie de moyen, ou en tout cas la plus stricte conformité avec les hypothèses centrales de l'équilibre général et de la nouvelle macroéconomie classique : « *Notre objectif n'est pas de discuter du pouvoir explicatif de spécifications particulières qui ne correspondent pas aux hypothèses suivantes* ⁽⁴⁾. *Nous voulons simplement nous concentrer étroitement sur le pouvoir explicatif joint des deux hypothèses les plus fondamentales, généralement compatibles avec toutes les théories du cycle dont nous ayons connaissance* ». La différence la plus notable avec le modèle de Kydland et Prescott réside donc dans le refus de se donner, dès le départ, des chocs technologiques déjà auto-corrélés et de « gonfler » les mécanismes de propagation avec des hypothèses autres que le simple mécanisme de substitution intertemporelle. Le modèle de Long et Plosser est en revanche multisectoriel, ce qui permet de rendre compte du quatrième fait stylisé des RBC, relatif aux covariations sectorielles. Les échanges intersectoriels introduisent la possibilité de diffusion dans toute l'économie, d'une perturbation n'affectant qu'un seul secteur. L'augmentation de la quantité d'un bien a pour conséquence l'augmentation ultérieure des productions de tous les biens auxquels il sert de bien intermédiaire.

Ces deux modèles fondateurs fixent le cadre théorique à l'intérieur duquel s'inscrivent les prolongements ultérieurs du courant RBC. Ceux-ci se sont développés dans plusieurs directions et ont surtout eu pour but d'introduire les hypothèses auxiliaires permettant d'accroître la performance empirique des formalismes « minimaux » de Kydland-Prescott et Long-Plosser. Nous évoquerons brièvement trois types d'extension ayant trait respectivement aux fluctuations de l'emploi et au chômage, aux effets de stock et à la transmission internationale des fluctuations.

(4) Ces hypothèses sont : (1) anticipations rationnelles ; (2) information complète ; (3) préférences stables ; (4) pas de progrès technique ; (5) pas de biens durables ; (6) pas de coûts d'ajustement ; (7) pas de gouvernement ; (8) pas de monnaie ; (9) pas d'auto-corrélation dans les éléments stochastiques de l'environnement.

Pour plus de précisions, nous renvoyons à la revue détaillée proposée par Hénin (1989).

Quelques extensions des modèles de RBC

Fluctuations de l'emploi et chômage

On pouvait a priori s'interroger sur la capacité des effets de substitution intertemporelle à engendrer à eux seuls une variabilité de l'emploi analogue à celle observée dans les années récentes. De fait Kydland et Prescott (1982) reconnaissent l'insuffisante performance de leur modèle en la matière. Ils suggèrent la possibilité d'une surestimation par les données brutes de la variabilité de l'emploi si l'on tient compte des différences de productivité entre les agents (explicables par des différences de capital humain) : la prépondérance des catégories les moins productives lorsque l'emploi est haut amènerait une révision à la baisse de ces données converties en unités d'efficience. Les auteurs examinent également (1988) la voie d'une modification de leur modèle. En posant la possibilité d'un taux d'utilisation des capacités variable, on permet à l'activité de fluctuer sans que soit affecté le ratio des quantités de facteurs effectivement utilisées. Ce retardement de l'apparition des rendements décroissants rend ainsi l'offre plus élastique. Des chocs technologiques identiques entraîneront donc des fluctuations plus importantes en production et en emploi.

Hansen (1985) propose de renforcer la variabilité de l'emploi en renonçant à l'hypothèse de choix continu de durée du travail et en introduisant sur ce choix des indivisibilités. Le salarié n'a plus le choix qu'entre participation à temps plein et abstention. Cette spécification renforce évidemment considérablement l'amplitude des fluctuations de l'emploi. Hansen et Sargent (1988) reprennent une telle spécification en l'assouplissant un peu par l'introduction de la possibilité d'heures supplémentaires. L'ajustement du volume d'emploi se fait donc partie par variation du nombre d'emplois à temps plein, partie par recours aux heures supplémentaires. Les simulations font apparaître un profil des emplois à temps plein lisse et régulier, et une plus forte variabilité des heures supplémentaires qui s'interprète comme le moindre coût d'ajustement sur ces dernières.

Comme on le verra plus bas, les modèles de RBC sont, par construction, très peu à même de rendre compte du phénomène du chômage. Conformément à la représentation walrasienne originelle, le volume de l'emploi est le résultat des décisions de participation ou de retrait volontaires des travailleurs. Quelques tentatives ont malgré tout été faites d'introduire le chômage dans ces modèles en dépit de la dissonance avec la perspective théorique des RBC. Elles reprennent le thème du chômage de réallocation proposée par Lucas et Prescott (1974). Le volant de chômage est le résultat de mouvements intersectoriels de réallocation du facteur travail. Le modèle de Long et Plosser est donc particulièrement bien adapté pour illustrer ce type de mécanisme (Davis, 1987 ; Hamilton, 1988).

Le deuxième type de représentation du chômage au sein des RBC s'appuie sur les travaux récents concernant les fondements micro de la rigidité salariale, en particulier sur l'hypothèse dite du « salaire d'efficience » (Akerlof et Yellen, 1984). Danthine et Donaldson (1988) en proposent ainsi deux versions. La première exprime un principe d'équité-réciprocité par lequel les salariés acceptent un effort productif accru en contrepartie de ce qu'ils considèrent comme un bon traitement. La deuxième pousse les entreprises à surpayer leurs employés pour que le coût de la perte d'emploi soit dissuasif et que les employés soient ainsi sensibles et contrôlables par une menace de licenciement. Cette tentative a ceci de paradoxal qu'elle joint des hypothèses issues de perspectives théoriques assez différentes, quoique méthodologiquement proches. A contrario elle montre une certaine capacité des RBC à accueillir des extensions a priori étrangères à leur perspective initiale.

Enfin le sous emploi peut être dérivé d'un modèle intersectoriel, où l'interdépendance résulte des possibilités de stockage dans un environnement de concurrence imparfaite (Cooper et Haltiwanger, 1987). Si le caractère multisectoriel du modèle rappelle évidemment le travail de Long et Plosser, il importe de voir les points importants par lesquels il s'en démarque. Le couplage intersectoriel envisagé par Long et Plosser reposait sur la production de marchandises par des marchandises, les outputs d'un secteur servant d'input à un autre secteur. Cooper et Haltiwanger considèrent eux un couplage par la demande de biens de consommation. Si un secteur subit un choc spécifique il modifiera son activité et son niveau d'emploi. La demande de biens finals en sera affectée et ses variations auront des effets sur tous les autres secteurs. Ainsi observera-t-on une corrélation sectorielle positive en activité et en emploi. Quant à la corrélation temporelle, elle résulte de la possibilité de stockage dans un des secteurs. Enfin l'environnement de concurrence imparfaite sur les marchés des biens — le marché du travail reste concurrentiel — crée une sous utilisation des facteurs et une situation de chômage entraînant également une plus forte variabilité de l'emploi.

Stock et persistance

Les comportements de stockage tiennent une place importante dans l'analyse des fluctuations conjoncturelles. Il était donc normal que les RBC tentent d'intégrer ce type de mécanismes dans leur cadre théorique. On a vu que Cooper et Haltiwanger (1987) utilisaient les stocks pour donner à leur modèle ses propriétés de persistance. Rappelons que Kydland et Prescott considéraient déjà les stocks comme un intrant dans la fonction de production, à côté du capital et du travail. Une rapide justification économique (économie en cas de « pointe » de production, meilleure utilisation des équipements...) accompagnait une nécessité « technique » où de ce troisième facteur dépendait crucialement la possibilité d'une résolution numérique. Christiano (1988) repart de ce modèle et, à la fonction de facteur de production, ajoute aux stocks une fonction d'amortisseur entre consommation et production. Ce rôle d'amortisseur est rendu nécessaire par l'asymétrie d'information qui pèse sur les décisions d'embauche et d'investissement d'une part et

de consommation et de stockage d'autre part. En effet, les producteurs formulent leur demande de facteurs travail et capital sans connaître le nouvel état des préférences et des technologies, alors que ces observations sont disponibles au moment des décisions de consommation. Il y a donc une inertie intra-période de la décision des producteurs qui peut faire apparaître celle-ci comme sous-optimale au moment où sont connues les réalisations des paramètres de préférence et de technologie. Christiano présente alors les résultats de deux versions de son modèle différant par le nombre des paramètres estimés par le maximum de vraisemblance. En ne tenant pas compte du rôle résiduel des stocks, c'est à dire en supposant que les entrepreneurs ne font pas d'erreur en début de période, le premier modèle ne reproduit, en simulation, qu'un tiers à peu près de la variabilité des stocks. Lorsque cette erreur est prise en compte ⁽⁵⁾ la variabilité simulée est égale ou supérieure à la variabilité observée, d'où Christiano conclut à la pertinence du rôle résiduel des stocks dans l'explication de leur variabilité. Le deuxième modèle engendre, lui, plus que la volatilité observée en l'absence même de rôle résiduel des stocks. Christiano y voit l'effet d'une spécification accordant une grande substituabilité stock/capital laquelle s'accompagne d'une corrélation négative gênante entre stocks et production.

Cycle réel et économie internationale

Un autre thème fortement lié à l'analyse des fluctuations concerne la synchronisation des conjonctures et la transmission internationale des mouvements cycliques. Plusieurs modèles sont proposés qui prennent comme point de départ les travaux fondateurs de Kydland-Prescott et Long-Plosser. Ainsi Dellas (1986) reprend le cadre d'un modèle multi-sectoriel à la Long-Plosser dans lequel, après avoir rajouté un deuxième consommateur représentatif, les secteurs s'interprètent chacun comme un pays différent. Un choc technologique dans un pays entraîne une croissance de sa production laquelle peut être pour partie consommée pour partie utilisée comme intrant dans la production des biens tant domestiques qu'étrangers au cours de la période suivante. La production de l'autre pays est donc ainsi stimulée donnant lieu en retour à un processus identique et ainsi de suite. Stockman (1988) dans une comparaison internationale essaie d'identifier l'origine sectorielle ou nationale des chocs qui engendrent les mouvements de la production. Il s'agit en effet de distinguer deux types de perturbations. Les premières sont spécifiques à un pays et en affectent tous les secteurs. Elles peuvent être attribuées à des changements de politique économique en un sens large. Les secondes sont plus technologiques et comme telles touchent les secteurs indépendamment des pays. Stockman tentant d'évaluer les poids respectifs de ces deux types de perturbations établit que les chocs spécifiquement nationaux expliquent la part la plus importante des fluctuations de la production. Mais l'auteur formule un modèle qui montre que des effets spécifiquement nationaux peuvent

(5) La variance du bruit affectant la prévision des firmes est introduite dans le modèle à sa valeur estimée.

émerger alors même que les perturbations sont d'origine exclusivement technologique. Ceci se produit en particulier lorsque les technologies sont plus hétérogènes à travers les pays pour une industrie donnée que pour un pays donné à travers ses industries. A l'inverse, Bruno et Reichlin (1991) montre qu'en présence de concurrence imparfaite et/ou de rendements croissants, les fluctuations du résidu de Solow, qui constituent les chocs technologiques, sont majoritairement d'origine sectorielle internationale et ne sont que faiblement expliquées par des perturbations intersectorielles nationales.

Un dernier mode de couplage international est envisagé par Cantor et Mark (1988) pour lesquels les fluctuations peuvent être transmises par le marché des capitaux. Le cadre théorique qu'ils retiennent amène à distinguer deux types de transmission, par le revenu et par la production. Un choc positif n'affectant qu'un pays élèvera simultanément le revenu dans ce pays et dans le pays étranger, car les agents ont partagé leurs risques sur un marché financier unique fonctionnant parfaitement. Ces revenus supplémentaires sont pour partie consommés pour partie épargnés et réinvestis d'où l'augmentation des productions domestique et étrangère.

Nouvelles directions de recherches

On a examiné brièvement quelques unes des extensions qui ont été apportées aux modèles fondateurs de Kydland/Prescott et Long/Plosser. Dans leur contribution de 1988, King, Plosser et Rebelo suggère quatre axes d'investigation susceptibles à la fois de structurer le programme de recherche des RBC et de prouver la généralité de celui-ci en faisant la démonstration de son aptitude à accueillir des hypothèses auxiliaires assez variées. La première de celles ci envisage les effets de chocs technologiques permanents. La seconde entreprend d'approfondir la voie déjà explorée — notamment par Kydland et Prescott — de l'introduction d'agents hétérogènes. La troisième procède à un rapprochement entre les deux grandes extensions du modèle de croissance optimale à savoir, les RBC et les modèles de croissance endogène à la Romer (1986) ou à la Lucas (1988). Enfin la quatrième se propose de réintégrer dans le cadre des RBC les problématiques de dynamiques compétitives sous-optimales qui peuvent émerger en présence de distorsions fiscales, de biens publics ou d'externalités. Ces deux dernières extensions nous semblent les plus caractéristiques de la centralité que veulent se donner les RBC puisqu'elles visent à l'incorporation de développements récents importants de la théorie économique, les nouveaux modèles dits de croissance endogène d'une part qui renouvellent assez considérablement la théorie de la croissance (cf. partie II), et les problèmes de sous optimalité d'autre part où l'on reconnaît des thèmes connexes de ceux de l'école rivale néokeynésienne.

Une tentative d'appréciation critique

Le courant des RBC a maintenant acquis une dimension et une cohérence telles qu'il est possible d'en dégager, au-delà de ses multi-

ples versions, une structure invariante permettant d'envisager une critique à un certain niveau de généralité. Cette critique peut se développer selon trois directions privilégiées : Dans un premier temps on reviendra brièvement sur la méthode originale de validation empirique adoptée par les RBC. On procèdera ensuite à une critique théorique en insistant plus particulièrement sur les mécanismes retenus pour décrire l'offre de travail ainsi que sur la représentation du progrès technique. Enfin une critique plus méthodologique s'attachera à caractériser la perspective générale de l'entreprise des RBC et à montrer en quoi sa stratégie formelle — modèles à chocs stochastiques exogènes — à la fois lui était adéquate et constitue sa limite.

Calibration, simulation et validation empirique

Les RBC, plutôt que de se soumettre à la traditionnelle procédure des tests économétriques adoptent une stratégie de validation empirique basée sur la simulation de leurs modèles après une phase préalable dite de calibration au cours de laquelle est arrêtée la paramétrisation numérique du modèle. Cette première phase suscite en elle-même les premières controverses. Ainsi Summers (1986) conteste les valeurs retenues par Prescott pour quelques uns des paramètres les plus importants du modèle, notamment à propos de l'élasticité de substitution intertemporelle, de la part de leur temps que les ménages consacrent aux activités marchandes, et du taux d'intérêt.

Summers attaque également Prescott sur l'inaptitude de ces modèles à reproduire le comportement de certaines séries de prix importants. Non seulement ces modèles ne semblent pas s'être préoccupés de variables centrales telles que salaires réels, taux d'intérêt, rendement du capital, mais leurs simulations à propos par exemple de la détermination du prix des biens capitaux donnent des résultats très peu satisfaisants.

Indépendamment de ces quelques remarques qui, notamment à propos de la calibration, mobilisent des travaux « d'experts », il est possible de questionner plus généralement la méthode de confrontation aux faits retenue par les RBC. Celle-ci, procédant comme on l'a indiqué par calibration et simulation, se donne pour but de reproduire (*to mimic*) au mieux les séries réelles ou ayant subi un traitement statistique préalable. Le critère de qualité de cette reproduction n'apparaît pas très clairement — minimisation d'une distance entre l'observé et le simulé ? Respect des points de retournement ?... — et l'on se demande si en dernière analyse la qualité de l'ajustement ne s'apprécie pas à l'œil nu. Enfin on ne peut manquer de s'interroger sur le sens que donne Prescott à son propos lorsqu'il situe la théorie en avance sur les possibilités de mesure empirique. Ne déclare-t-il pas en effet qu'« une part importante des déviations entre théorie et données disparaîtrait si les variables économiques étaient mesurées plus en accord avec la théorie » ? L'épistémologie a toujours reconnu comme limite de la confrontation empirique le fait qu'une théorie, produisant ses propres termes d'observation, saisit le réel d'une manière non neutre qui tend naturellement à lui être la plus adéquate. Non seulement Prescott ne

s'inquiète pas de cette circularité qui a toujours été identifiée par l'épistémologie comme une *difficulté*, mais semble la revendiquer et vouloir en jouer explicitement.

Pertinence théorique : substitution intertemporelle, progrès technique

C'est par un argument méthodologique que Greenwald et Stiglitz (1988) entendent minimiser la portée du succès empirique des RBC. Il s'agit cette fois non plus d'en discuter la réalité mais de noter que, pour autant qu'il soit acquis, un tel succès ne permet pas à lui seul d'accepter définitivement la nouvelle théorie. Des exemples empruntés à l'histoire des sciences montrent bien qu'une théorie fautive peut fort bien s'accompagner d'une très bonne adéquation aux faits et qu'une même série d'observations peut être reproduite par une grande variété de modèles différents voire contradictoires. Aussi le critère empirique, quelle que soit la façon dont il est satisfait, ne saurait suffire à évaluer le programme des RBC, et la question de sa pertinence théorique reste ouverte. On fera porter celle-ci sur deux points particuliers : les mécanismes décrivant la dynamique de l'offre de travail et la représentation du progrès technique.

La dynamique de l'emploi est traditionnellement objet de controverse à propos des travaux de l'école nouvelle classique. Les RBC expliquent les mouvements de l'emploi par la seule référence à la dynamique de l'offre de travail. Ainsi, l'emploi évolue au gré des décisions de loisir prises par des travailleurs rationnels qui établissent leur planning optimal sur un horizon infini. Si l'emploi est faible, c'est que les salariés ont décidé de se reposer. On a reconnu là, dans toute sa radicalité, la thèse du chômage volontaire qui est une des grandes constantes de l'école walrasienne pure et dure. L'irréalisme de l'argument de substitution intertemporelle, ou au moins la surestimation manifeste de ses effets, prennent des proportions étonnantes avec certains mécanismes qui sont censés l'appuyer dans l'amélioration des propriétés de persistance du modèle. Ainsi, la non-séparabilité temporelle des termes de loisir dans l'utilité des ménages est justifiée par Kydland et Prescott sur la base d'un argument beckerien : Le temps consacré au loisir est l'intrant principal d'une fonction de production domestique visant la réalisation de projets familiaux divers. Ces projets sont classés et réalisés dans l'ordre des rentabilités décroissantes. Les projets à plus fort retour étant réalisés les premiers, il ne reste que des projets à faible rentabilité, si le ménage a consacré beaucoup de temps au loisir (non travail salarié) dans un passé récent, de sorte que l'utilité du loisir actuel doit dépendre des quantités antérieures de loisir. Le caractère d'irréalisme extrême de ce type d'hypothèse aurait dû lui être fatal depuis longtemps si elle n'avait pas trouvé un rempart méthodologique hautement résistant en l'argument maintenant bien connu de l'instrumentalisme positiviste (Friedman, 1954). R. Lucas qui est un des initiateurs du programme de recherche nouveau classique sur les cycles n'a pas manqué de placer celui-ci sous cette haute protection et a rappelé, dès 1977 les termes en lesquels il fallait concevoir ce projet théorique : « *La compréhension du cycle passe par la construction d'un modèle au*

sens le plus littéral du terme : une économie artificielle complètement articulée qui se comporte de manière à reproduire fidèlement les séries temporelles des économies réelles. »

Tout un ensemble de travaux, on l'a vu, ont été consacrés à accroître les fluctuations de l'emploi dont on pouvait présager qu'elles seraient modestes si n'intervenait que le simple effet de substitution intertemporelle. En dépit de ces efforts, Summers (1986) juge tout à fait invraisemblable l'explication par cette sorte de mécanisme des mouvements cycliques de l'activité et de l'emploi, particulièrement si l'on inclut dans cette catégorie de faits stylisés les fluctuations géantes du type crise de 1929. Comme alternative théorique susceptible de constituer un principe explicatif des mouvements fluctuants dans l'économie, Summers propose de remplacer les phénomènes de substitution intertemporelle en réponse à des chocs technologiques par les échecs ou défaillances de marché. Telle pourrait être l'interprétation à donner aux mouvements de grande ampleur comme l'effondrement des années trente. Pour Summers, dès lors qu'un tel mécanisme s'avère rendre compte de phénomènes aussi massifs que la crise de 1929, comment pourrait-il être absent de l'explication des fluctuations de plus petite amplitude que visent les RBC ?

Nous semble également pouvoir être soumise à la critique une deuxième caractéristique théorique des modèles de RBC qui réduisent le progrès technique à une marche aléatoire. On est évidemment frappé par le dépouillement extrême de la représentation d'un phénomène aussi complexe, et important dans un modèle de croissance, que le changement technologique. Prescott (1986) est conscient du problème et, reconnaissant au passage le rôle des formes institutionnelles propres à chaque société, la possibilité de divergences entre pays, suggère non sans raison qu'une théorie complète du changement technique n'est pas nécessaire pour faire une théorie des réponses au changement technique. Mais même ainsi légitimée dans sa pauvreté, cette représentation du progrès technique ne s'exonère pas d'une critique quant à sa pertinence au moins qualitative. Pour Prescott, le progrès technique apparaît comme la sommation d'un ensemble de facteurs, petits, nombreux, et en première approximation peu ou pas corrélés. Par le jeu d'une loi des grands nombres s'opérerait une composition de ces facteurs qui donnerait au phénomène son caractère régulier et « lisse ». On ne peut manquer d'opposer cette vision à celle développée par les théories évolutionnistes et néo-schumpeteriennes (Dosi et alii 1989) qui, loin de voir le changement technique comme un processus « lisse », en soulignent au contraire le caractère heurté, indéterminé a priori, donc fortement historicisé (path dependence). On retrouve dans le registre spécifique du progrès technique, une aversion assez générale de la théorie néoclassique pour les phénomènes historiques et susceptibles de discontinuités. Ainsi sont méconnus les apports de ces théories récentes pour lesquelles les innovations technologiques sont organisées en paradigmes séparés par des phases de rupture. Outre cette critique concernant la représentation générale du progrès technique, il est possible d'émettre des objections sur l'importance effective des chocs technologiques comme force motrice du cycle. Summers (1986) suggère

que la récurrence de chocs de productivité négatifs est difficilement compatible avec la vision usuelle du progrès technique comme un phénomène cumulatif d'amélioration des procédés. Solow (1988) fait, lui, remarquer qu'il est difficile d'identifier dans l'histoire économique contemporaine, des évolutions adverses de la productivité suffisamment importantes pour pouvoir justifier l'ampleur des fluctuations des autres grandeurs au cours de la période.

Critique méthodologique

Pour finir nous voudrions tenter de restituer la perspective générale de l'entreprise des RBC, de montrer quelle en était la visée théorique et comment celle-ci conditionnait le recours à un outil formel particulier. On a rappelé plus haut que les écoles néo puis nouvelle classiques ont pu se définir comme légataires de l'héritage walrasien. Elle entretiennent ainsi une référence implicite mais constante à une postulation quasi métaphysique⁽⁶⁾ du caractère fondamentalement autorégulateur des économies décentralisées, et de la non pertinence de la politique économique en tant que régulation externe. La fidélité nouvelle classique aux thèmes de l'équilibre général, *a contrario*, a longtemps fait des fluctuations, l'objet d'étude privilégiée de ceux qui voyaient dans le cycle, la démonstration de l'instabilité fondamentale des économies capitalistes et par conséquent les limites de cette autorégulation. L'abandon historique par l'école néo-classique du thème des fluctuations au nom de la convergence et de la stabilité de l'équilibre général (statique ou dynamique), n'a dû qu'à la croissance régulière des années cinquante-soixante d'être viable jusqu'à l'orée des années soixante-dix. Ainsi, il aura tout de même fallu attendre près d'un siècle après les premières formulations walrasiennes pour que le courant théorique réputé dominant, face à une évidence empirique incontestable, se saisisse enfin du problème du cycle. Le renversement théorique à opérer, était, il est vrai, de taille puisqu'évidemment, il s'agissait de rompre avec les interprétations « hétérodoxes » usuelles en termes d'instabilité et de récupérer le cycle à l'intérieur d'un cadre walrasien standard.

La première confrontation de la nouvelle macroéconomie classique avec le cycle ne s'est pas parfaitement déroulée. A la dissonance rappelée plus haut qui faisait des erreurs d'anticipation d'agents, par ailleurs supposés rationnels, l'origine des fluctuations, il faut ajouter une élimination imparfaite de la politique économique. Tirant les conclusions du programme de recherche des EBC, Lucas (1987) suggérait que la stabilisation complète du cycle n'entraînerait qu'une augmentation de bien-être négligeable par rapport aux gains attendus de l'élimination d'une inflation de 10 %. N'ayant pas parfaitement réussi à empêcher que la question théorique de la réduction du cycle ne se pose, les nouveaux classiques suggèrent alors que le problème n'est que de peu d'importance pratique ; pas suffisamment en tout cas pour justifier une

(6) Il serait tout à fait erroné de voir dans cet énoncé une tentative de péjoration de la théorie néo-classique et d'elle seule. Ce téléguidage ultime de la théorie par quelques à priori très généraux sur le fonctionnement des sociétés, nous semble le fait de toute démarche théorique en science économique.

intervention publique. Sous ce rapport l'avancée réalisée par les RBC est considérable. Avec eux, on peut dire que la nouvelle macro-économie classique tient une théorie mature du cycle ... compte tenu des contraintes « métaphysiques » qu'impose la filiation walrasienne. Sa réussite principale est de produire des fluctuations au long desquelles l'optimalité parétienne est partout conservée. La problématique de la réduction du cycle, bien mieux que d'être quantitativement minimisée, est donc purement et simplement volatilisée. Il n'y a pas lieu d'entreprendre de faire disparaître un cycle qui ne fait qu'exprimer les réponses optimales des agents à des perturbations externes. C'est là le point central de la démonstration. Sans chocs technologiques (ou autres) venus de l'environnement, il n'y aurait pas de cycle et les décisions des agents feraient converger l'économie vers l'état stationnaire de la théorie néo-classique de la croissance. Or, c'était bien là « ce qu'il fallait démontrer » : les fluctuations n'ont nullement pour origine des désajustements nés de la *seule* interaction des agents. Les mécanismes essentiels des économies décentralisées (composition de rationalités optimisatrices dans un contexte concurrentiel) sont donc fondamentalement hors de cause. Dans un univers « tranquille », leur action continue d'être productrice d'équilibre et de stabilité. Il n'en tient qu'à une irréductible contingence que les économies décentralisées soient agitées de soubresauts. L'instabilité vient toujours du dehors.

Les choix formels ne sont donc pas neutres et on voit bien pourquoi des deux stratégies qui s'offrent au modélisateur du cycle — chocs exogènes vs non linéarité — les théoriciens nouveaux classiques ne pouvaient choisir que la première. Opter pour la non-linéarité, ç'aurait été faire le choix de l'endogénéité. C'aurait été affirmer que par essence, les comportements économiques ne sont pas porteurs d'une cohérence suffisante pour empêcher l'instabilité, que le cycle émerge des seules forces à l'œuvre au sein d'une économie conçue comme un système *fermé*, bref que le mouvement fluctuant lui est *intrinsèque*. On mesure alors le problème que représente pour la nouvelle macro-économie classique, une tentative telle que celle de Grandmont (1985). Travaillant à l'intérieur même du cadre walrasien, dans la plus stricte conformité aux préceptes méthodologiques et au corps d'hypothèses des nouveaux classiques, Grandmont montre qu'il est possible d'engendrer des fluctuations parfaitement endogènes. Qui plus est, cette endogénéité s'accompagne d'une efficacité retrouvée de la politique économique. En effet, il existe une politique monétaire contracyclique déterministe, c'est-à-dire non basée sur des effets de surprise, qui permet la réduction complète du cycle.

Que l'outil formel des chocs stochastiques ait été tout à fait adapté aux exigences de la démonstration n'est pas douteux. Il nous semble cependant que cette adéquation se paye d'un « coût » théorique qui tient à l'exogénéité ainsi imposée. On peut ainsi s'interroger sur la valeur d'une explication théorique du cycle qui repose sur la mobilisation d'éléments exogènes. Ceux-ci peuvent d'ailleurs être de deux ordres : carrément extérieurs à la discipline, ou bien, au sein de celle-ci, extérieurs au champ circonscrit par le modèle considéré. Traditionnellement, l'économiste prend pour données, un certain nombre d'éléments

qu'il reviendrait à d'autres disciplines (sociologie, histoire ...) d'expliquer. Les préférences font partie de ceux-ci et les placer au centre d'un mécanisme de cycle, c'est puiser hors de l'économie la vraie raison d'être de celui-ci et lui dénier le caractère de phénomène économique au plein sens du terme. Mais, il est des courants théoriques qui objecteront qu'il n'est pas nécessaire d'abandonner les préférences à la psychologie ou à la sociologie et que l'économie est fort capable d'en rendre compte à elle seule. Les chocs sur les préférences seraient en définitive redevables du même statut que les chocs technologiques. Mais l'utilisation de l'aléa peut rester problématique quand bien même celui-ci est interne à la discipline. En l'occurrence, en tant que force motrice du cycle, cet aléa nous semble quelque peu ad hoc puisque la performance théorique des RBC se limite à expliquer le mouvement par le mouvement. En d'autres termes, on rend compte d'un signal fluctuant par un autre signal fluctuant...exogène. Certes, le mouvement change de nature pendant son passage à l'intérieur du système puisqu'il y gagne en « ordre » : un bruit blanc sur la productivité à l'entrée se transforme en un signal présentant une certaine auto-corrélation à la sortie. Encore n'est-ce même pas toujours le cas si l'on songe, par exemple au modèle de Kydland et Prescott où le signal d'entrée est déjà auto-corrélé (!). De cette stratégie formelle, dont on a vu quel type de considération la rendait opportune, il reste que tant qu'on n'a pas expliqué pourquoi la productivité était elle-même ainsi fluctuante, la compréhension théorique du cycle n'a fait qu'un pas assez modeste.

Croissance optimale et fluctuations endogènes

Considérant que l'outil des chocs stochastiques exogènes était particulièrement bien adapté à l'entreprise théorique du RBC, il serait pourtant inexact de conclure qu'un tel recours est strictement nécessaire à la modélisation des cycles dans un cadre néoclassique. On souhaiterait pour conclure cette première section présenter brièvement l'ensemble des travaux qui, au sein du cadre néoclassique, se présente, sur la question de la croissance cyclique, comme l'alternative aux approches en termes de RBC. On en montrera les avantages théoriques mais aussi les raisons pour lesquelles elle ne s'est pas acquise une notoriété scientifique comparable à celle des RBC. La confrontation de ces deux tendances illustre d'ores et déjà l'alternative formelle que nous annonçons en introduction : la modélisation des phénomènes cycliques n'a guère le choix qu'entre le recours aux chocs stochastiques exogènes ou l'utilisation des dynamiques déterministes non linéaires. Si les RBC participaient clairement de la première option, c'est à la deuxième possibilité que se rallie cet ensemble de travaux qui établit sous certaines conditions l'existence d'orbites closes comme solution de modèle de croissance optimale. Si par là même nous anticipons sur la deuxième section qui, traitant des fluctuations à la Goodwin, est centrée autour de la dynamique non linéaire, il nous a cependant paru opportun de présenter ces travaux en contrepoint du courant RBC avec lequel ils partagent l'enracinement dans le même cadre théorique du modèle néoclassique de croissance optimale.

A la suite de la formulation des modèles originels de croissance optimale (Cass, 1965 ; Koopmans, 1967) une première série de travaux a tenté d'établir les hypothèses sous lesquelles les grandeurs par tête convergent vers un état stationnaire et de préciser la nature de celui-ci. Cass et Shell (1976), Brock et Scheinkman (1976), Scheinkman (1976) formulent les conditions suffisantes pour que la stabilité de point-selle soit locale et/ou globale. Il s'agit donc de s'assurer que la mise en œuvre du programme d'accumulation optimale, à partir de certaines conditions initiales, mènera *effectivement* l'économie vers un équilibre dynamique caractérisé par la constance des grandeurs par tête. Dans certains cas cette propriété de stabilité exige que le taux d'escompte psychologique à l'aide duquel les agents actualisent leur utilité en horizon infini ne soit pas trop élevé. Mais qu'advient-il si ces conditions assurant la convergence vers l'état stationnaire ne sont pas remplies ? C'est un tel cas qu'envisagent Benhabib et Nishimura (1979) pour montrer que l'instabilité de l'équilibre n'entraîne pas nécessairement l'effondrement ou la divergence explosive. Dans un modèle multisectoriel sans production jointe, avec des technologies « standards », Benhabib et Nishimura formulent des hypothèses « techniques » sous lesquelles existent deux régimes de stabilité selon les valeurs prises par le taux d'actualisation. En dessous d'une certaine valeur critique, l'équilibre est doté d'une stabilité de point-selle conformément au résultat usuel des modèles de croissance optimale. Au dessus de cette valeur critique, l'équilibre devient complètement instable. Utilisant le théorème de Hopf relatif aux phénomènes de bifurcation, les auteurs montrent que cette hausse du taux d'actualisation au delà de la valeur critique entraîne l'apparition d'un cycle limite à distance finie de l'équilibre devenu instable.

Ce premier travail qui établit la possibilité des cycles dans un modèle de croissance optimale est à très forte teinture mathématique. Les conditions d'existence qui y sont formulées sont « techniques » et leur interprétation est rien moins qu'évidente. Benhabib et Nishimura (1985) reviennent sur le sujet en formulant un modèle à deux secteurs en temps discret pour lequel ils proposent un contenu économique plus consistant. L'accumulation du capital déplace et déforme la frontière de production qui reflète la substitutabilité possible entre biens de consommation et biens capitaux. Les modifications de cette frontière peut accroître l'intensité en capital du bien de consommation et donc « déplacer » l'arbitrage en sa faveur. La production du bien de consommation ainsi favorisé vient minorer l'accumulation du bien capital. Ce processus durera jusqu'à ce que la décumulation du capital (comptenu d'un taux de dépréciation constant) entraîne l'inversion des modifications de la frontière de production. L'oscillation des prix relatifs qui en découle, dans un contexte d'équilibre concurrentiel, trouve donc sa source dans la modification des intensités capitalistiques des différents biens. Mais les oscillations ne sont « robustes » qu'à condition que soient éliminées les possibilités d'arbitrage intertemporel, donc que les agents soient caractérisés par une préférence pour le présent suffisamment importante qui rende sans intérêt de tels arbitrages.

Medio (1987) propose une démonstration très proche de celle de Benhabib et Nishimura (1979), où l'apparition des comportements cycliques est dûe à l'élévation du taux d'actualisation. Enfin Benhabib et Rustichini (1990) reviennent sur l'idée que seul un taux d'actualisation suffisamment élevé permettrait d'observer un cycle limite. Il s'agit donc de contester la thèse selon laquelle pour une technologie et des préférences données, il existerait toujours un taux d'actualisation suffisamment bas pour restaurer la convergence vers l'état stationnaire. Pour ce faire les auteurs s'appuient sur les résultats, établis par Cass et Shell (1976) et Brock et Scheinkman (1976), d'existence d'un arbitrage entre taux d'actualisation et « courbure » des préférences et technologies dans l'établissement des propriétés de stabilité de point-selle. Cet arbitrage est alors exploité pour montrer que pour toute valeur positive du taux d'actualisation, il existe une famille de technologies pour lesquelles des orbites closes constitueront les solutions du programme de croissance optimale. La démonstration est faite dans le cadre d'un modèle à trois secteurs. Le théorème de Benhabib et Rustichini établit que pour tout taux d'actualisation positif, il existe un octuplet de paramètres techniques définissant une famille de technologies Cobb Douglas pour lesquelles les trajectoires optimales sont des cycles limites.

Pour tous ces auteurs cette nouvelle approche constitue « la base d'une théorie non conventionnelle des fluctuations dérivée d'hypothèses microéconomiques très conventionnelles » (Medio, 1987). Elle constitue donc bien, au sein du cadre néoclassique, une alternative à la représentation du cycle proposée par le courant des RBC. Sa moindre notoriété doit certainement au fait que les RBC se présentent comme une démarche scientifique plus complète : posant explicitement l'ensemble des faits stylisés qu'ils entreprennent de reproduire, ils bâtissent un cadre théorique original et procèdent à une confrontation empirique poussée. Bien sûr l'approche « des cycles d'équilibre concurrentiel » ne réunit pas tous ces éléments. Au surplus, dérivant de problématiques mathématiques (stabilité des équilibres solutions de problèmes de contrôle optimal, théorie des bifurcations), ses contenus économiques sont rarement explicités. Pour autant, il nous semble y avoir là, à l'intérieur du cadre néoclassique, une démarche théoriquement plus satisfaisante que celle des RBC. Sans avoir besoin du recours ad hoc à des impulsions exogènes, elle engendre des fluctuations complètement endogènes à l'aide des seuls éléments et mécanismes du modèle multisectoriel standard de croissance optimale.

On le voit, les RBC, qui constituent sans doute une étape importante dans le programme de la macro-économie walrasienne par l'élargissement de la gamme des phénomènes qu'elle lui permet de toucher, n'en sont pas moins exposés à certaines critiques. Ils ne manquent pas non plus de rivaux sérieux à l'intérieur même du cadre néoclassique. L'importance des problèmes soulevés par cette tentative devrait inciter à relativiser l'injonction lancée par C. Plosser (1989) : « ...ces modèles doivent être au cœur de toute compréhension des cycles ».

Croissance cyclique et conflit de répartition

La récente percée des cycles d'affaires réels (RBC) ne doit pas faire oublier que les problèmes de la croissance et du cycle avaient été identifiés de longue date comme procédant d'une seule et même question théorique. Ainsi dès 1953, Goodwin pose le défaut de traitement intégré de ces deux phénomènes comme une des insuffisances importantes de la science économique et rappelle que sur ce thème, Schumpeter est le seul à disposer d'un discours théorique élaboré. Hélas celui-ci ne s'est pas incarné dans des formalisations qui auraient pu lui donner la rigueur nécessaire à sa durable reconnaissance. La redécouverte du problème croissance-cycle par Goodwin s'effectue à partir d'une intention radicalement différente de celle qui engendra trente ans plus tard le courant des RBC. En effet par opposition au courant néoclassique — qui n'a certes pas encore produit ses modèles de croissance mais dont tous les développements sont structurés par le thème général de l'équilibre — la croissance fluctuante est une évidence empirique d'abord récupérée par les auteurs hétérodoxes comme ouvrant à une problématique de l'instabilité essentielle des économies capitalistes. C'est donc bien initialement dans une perspective critique que la question a été posée comme mise en doute des aptitudes d'une économie décentralisée à faire surgir un ordre macro régulier. Loin d'adhérer à ce qui sera la thèse des RBC faisant des fluctuations les réponses optimales des agents à des chocs exogènes, ces courants hétérodoxes invitent au contraire à voir dans les mouvements irréguliers du niveau général de l'activité des défaillances inévitables d'une économie décentralisée. Mais cette critique qui s'était auparavant exprimée exclusivement par les théories du cycle franchit un degré supplémentaire en y intégrant le thème de la croissance. En effet la déconnexion antérieure des deux thèmes avait la propriété de laisser les mécanismes de la croissance hors du champ de l'accusation d'instabilité et de concentrer le poids de celle-ci sur les seuls enchaînements de court terme responsables du cycle. Poser la question de la croissance cyclique dans une perspective critique, c'est avancer la thèse que cette instabilité essentielle procède de déséquilibres qui naissent du processus même de la croissance. L'endogénéisation des tendances aux fluctuations au sein des mécanismes de la croissance en lieu et place de leur simple superposition à un trend régulier, constitue donc bien, par sa démonstration du caractère contradictoire de l'accumulation, une contestation plus radicale des thèses de « l'équilibre », où se reconnaissent les influences mêlées de Harrod et Marx. Mais ni Harrod ni Marx ne disposaient de l'appareil mathématique autorisant une expression plus précise de leurs intuitions. C'est pourquoi il faut attendre Goodwin (1967) et les premières apparitions des modèles non linéaires pour que soit formulé le premier modèle de croissance cyclique ⁽⁷⁾.

(7) Il faut cependant noter que dès 1940 Kaldor avait proposé un modèle de cycle utilisant les possibilités des spécifications non linéaires. Goodwin lui-même avait également construit en 1951 un modèle de cycle reposant sur un mécanisme d'accélérateur non linéaire.

Par sa simplicité et son élégance formelle, ce modèle se prêtait naturellement à des enrichissements et des extensions théoriques de toutes sortes, tout en fournissant le cœur d'un mécanisme cyclique intégrable dans des modèles de plus grande dimension. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'il ait constitué le noyau dur de toute une classe de formalisations et apparaisse comme référence centrale de ce qu'on pourra appeler le courant goodwinien.

Le recours à la théorie des systèmes dynamiques non linéaires apparaît ainsi rétrospectivement comme « l'autre » méthode permettant de construire des modèles mathématiques aptes à engendrer des comportements cycliques. Dans le dialogue théorique qu'entretiennent autour de l'intégration croissance-cycle le courant goodwinien et celui des RBC, l'opposition sur l'interprétation des fluctuations (instabilité essentielle vs réponse optimale) se double de choix méthodologiques formels radicalement antagonistes. Alors que les RBC sont engendrés par des chocs stochastiques exogènes, les fluctuations à la Goodwin sont entièrement déterministes et endogènes. Pour ce dernier, c'est donc bien au cœur même des mécanismes de l'accumulation qu'il faut trouver l'origine des mouvements cycliques de l'économie.

Le modèle fondateur

Le modèle de croissance cyclique construit par Goodwin en 1967 se caractérise par une très grande simplicité dans ses hypothèses et dans les comportements qu'il met en scène. Il ne faut pourtant pas se méprendre sur la nature de l'exercice théorique qui est ainsi mené. Il ne s'agit pas de proposer une représentation complète et réaliste de l'économie avec Etat, monnaie, ouverture sur l'extérieur etc... mais d'extraire deux mécanismes simples, mais fondamentaux, des économies capitalistes et de montrer comment leur interaction suffit à engendrer des évolutions cycliques.

L'économie « *très schématisée et donc fort irréaliste* » étudiée par Goodwin (1967) (encadré 2) est caractérisée par une technologie à coefficient de capital constant et à productivité du travail croissant à un taux constant. La population active croît elle aussi à un taux constant et les variations du taux d'emploi résultent donc de la différence entre taux de croissance de la production d'une part et taux de croissance de la productivité et de la population active d'autre part. Conformément à une hypothèse très classique, la croissance de la production reflète exactement l'extension des capacités due au réinvestissement intégral du profit, la loi de Say assurant que cette croissance de l'offre n'entraîne pas de déséquilibre sur le marché des biens. Enfin, et surtout, la régulation des salaires réels s'effectue en fonction des tensions enregistrées par « l'armée de réserve industrielle ». Sous sa forme réduite le modèle s'écrit alors comme un système dynamique non linéaire dont les deux variables d'état sont le taux d'emploi et la part des salaires dans le revenu national. L'élégance de la démarche formelle de Goodwin consiste à avoir réussi à reconstituer, en leur donnant un véritable sens économique, les équations de Lokta-Volterra

2. Le modèle de Goodwin (1967)

On note u et v respectivement la part des salaires dans le revenu et le taux d'emploi.

Hypothèses :

- i) le ratio capital / produit $\sigma = \frac{k}{Q}$ est constant
- ii) la productivité croît à un taux constant α
- iii) la population active est stationnaire
- iv) les profits sont intégralement ré-investis

1°) Evolution du taux d'emploi

$$(1) \dot{v} = \dot{Q} - \alpha = \frac{(1-u)Q}{K} - \alpha = \frac{1-u}{\sigma} - \alpha$$

2°) Evolution de la part des salaires

Les salaires réels, w , croissent linéairement avec le taux d'emploi conformément à une relation du type « courbe de Phillips ».

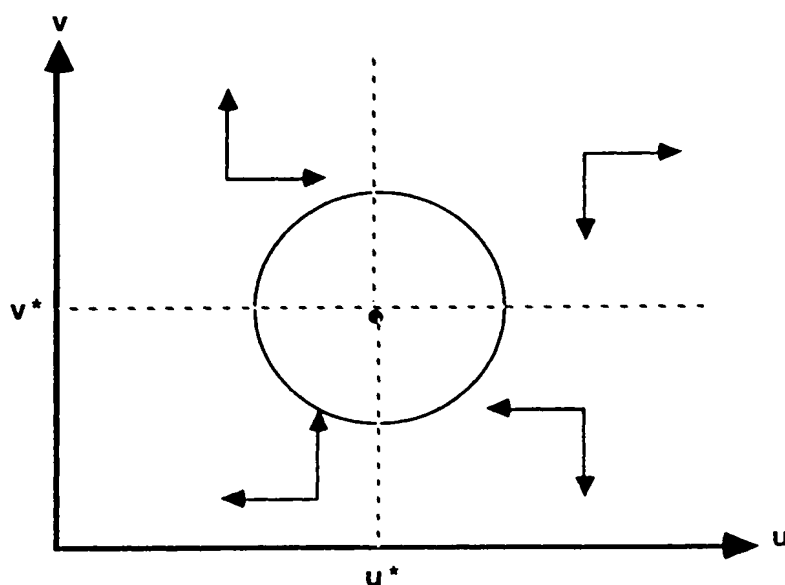
$$\dot{w} = -\gamma + \rho v$$

D'où :

$$(2) \dot{u} = \dot{w} - \alpha = -(\gamma + \alpha) + \rho v$$

La forme réduite du modèle s'écrit comme un système dynamique constitué des équations (1) et (2). Son point stationnaire est un centre et admet pour coordonnées :

$$\begin{cases} u^* = \frac{\gamma + \alpha}{\sigma} \\ v^* = 1 - \sigma \alpha \end{cases}$$



appliquées aux évolutions de populations de prédateurs et de proies en interaction. Le comportement cyclique des variables d'état peut alors recevoir une interprétation économique tout à fait parlante. Lorsque la part des salariés dans le revenu national est faible, l'investissement, égal au profit est soutenu, en conséquence de quoi la croissance est forte et le taux d'emploi élevé. La continuation de cette évolution se heurte alors à une contrainte de ressource en main d'œuvre. La croissance soutenue épuisant « l'armée de réserve industrielle », les salariés retrouvent, par le fait même de leur pénurie, les moyens d'accroître leur pression sur les employeurs et font ainsi monter les salaires. Par son augmentation, la part salariale vient éroder l'investissement donc la croissance. Le taux d'emploi est alors entraîné à la baisse et la reconstitution d'un volant de chômage permet aux capitalistes de faire baisser les salaires et de relancer la phase ascendante du cycle.

C'est donc la double présence du conflit et de la contradiction qui est au principe du mécanisme cyclique. Le conflit d'abord car à l'inverse de l'harmonie des rapports d'échanges décrite par l'équilibre walrasien, l'économie de Goodwin met en scène un rapport social conflictuel opposant employeurs et salariés à propos du partage de la valeur ajoutée. Dans ce conflit, chacun des protagonistes dispose d'un instrument : aux employeurs la décision de production et la fixation du taux d'emploi, aux salariés la possibilité de faire pression sur les salaires lorsque leur pouvoir de négociation s'améliore du fait des tensions sur le marché du travail. Contradiction ensuite, car l'amélioration de la situation de chacun des protagonistes porte en elle même le germe de son propre épuisement. Une situation trop favorable aux salariés entraînera à terme ralentissement de la croissance, montée du chômage et recul de leur part dans le revenu national. De même une part des profits et une croissance trop élevées renforcent les moyens de pression du salariat.

La richesse théorique du modèle et l'intérêt de son interprétation très dialectique n'en sont que plus grands ramenés à l'étonnante économie de moyens et au caractère minimal du cadre formel retenu. A contrario cette simplicité laisse la place à de multiples enrichissements. Le modèle de Goodwin qui est resté pendant près de quinze ans une splendide singularité est maintenant sorti de son isolement à la faveur du renouveau de la théorie de la croissance et de l'utilisation croissante des outils de la dynamique non linéaire. Ses développements ultérieurs seront alors tous orientés par une même question : la qualité du fait théorique établi par Goodwin — la croissance cyclique — survit-elle à l'introduction d'hypothèses supplémentaires ? Sans pouvoir faire un tour d'horizon parfaitement exhaustif de cette littérature « goodwinienne », il nous a semblé que l'examen de cette question s'était effectué selon quatre grands axes de recherche doués d'une certaine homogénéité :

- 1 - Le traitement du conflit de classes sur le partage du revenu dans un cadre dynamique avec comportement éventuellement rationnel des agents.
- 2 - Introduction de différentes formes de progrès technique.
- 3 - Généralisations multiples mêlant le plus souvent l'introduction

d'hypothèses keynésiennes, de progrès technique et d'éléments relatifs au rapport capital-travail.

4 - Passage à des formes mathématiques plus sophistiquées de comportement cyclique : les cycles limites.

Conflit et rationalité

Les hypothèses de comportement retenues par Goodwin, tout en étant intuitivement conforme à un certain sens commun, n'en sont pas moins dépourvues de toute fondation microéconomique. En fait il n'est pas sûr que la démarche de Goodwin nécessite absolument un enracinement dans des comportements optimisateurs. La critique formulée par Mehrling (1983) ⁽⁸⁾ nous semble excessive en ce sens qu'elle condamne immédiatement toute démarche authentiquement macroéconomique ⁽⁹⁾. A contrario il est clair que démontrer la résistance du résultat théorique à des hypothèses de comportements rationnels ne donnerait que plus de poids à la thèse goodwinienne. C'est cette voie qu'explorent Balducci, Candella et Ricci (1984) en posant la question de savoir si le mouvement cyclique n'est pas dû en dernier ressort à un comportement myope des agents et si des comportements d'apprentissage rationnel ne permettraient pas de réduire les fluctuations. Que se passe-t-il, en d'autres termes, lorsque les agents révisent leurs stratégies en fonction des états produits par la dynamique économique ? Pour examiner cette question, les auteurs proposent de recourir au cadre de la théorie des jeux différentiels non coopératifs. Cette option théorique, déjà suggérée par Velupillai (1983) et Mehrling (1986), est ici appliquée d'une manière plus conforme à la problématique des auteurs et la traditionnelle maximisation d'un indicateur de consommation intertemporelle est remplacée par la minimisation d'une fonction de perte croissant avec les écarts des variables d'état à leurs valeurs moyennes. Les agents ont ainsi un comportement visant délibérément à l'élimination des fluctuations en taux d'emploi et part salariale. En effet le « diamètre » de l'orbite cyclique engendrée par la dynamique goodwinienne dépend exclusivement des conditions initiales. Or il est possible de montrer que sous une hypothèse d'utilité marginale décroissante de la consommation, les agents préféreront les orbites de plus faibles amplitudes, le centre — orbite d'amplitude nulle — représentant bien sûr la plus désirable des situations. Il s'agit donc de voir si des comportements rationnels permettront aux agents d'atteindre cet état stationnaire.

Les variables stratégiques, instruments de l'optimisation dynamique sont la propension à réinvestir les profits pour les capitalistes et l'intensité de la revendication salariale pour les salariés, c'est-à-dire l'équiva-

(8) « Yet the model and its extensions remain ad hoc since the underlying model of behavioural equations has not been elucidated ».

(9) Par démarche authentiquement macroéconomique, nous entendons la reconnaissance d'une disjonction entre le micro et la macro telle que ce dernier niveau dispose d'une autonomie propre.

lent de la pente de la courbe de Phillips associée à l'effet « armée de réserve ». Les variables d'état restent régies par les équations du modèle de Goodwin. Dans un équilibre de Nash, il est alors possible de montrer que le programme d'optimisation intertemporelle ainsi défini admet pour solution des trajectoires optimales constantes pour les variables de commande. Le système dynamique des variables d'état n'est donc pas modifié dans sa structure et conserve les mêmes propriétés dynamiques que le modèle de Goodwin originel. Ainsi sous un équilibre de Nash, ces comportements optimisateurs ne permettent pas d'éliminer les fluctuations dont la présence semble plus liée au caractère intrinsèquement conflictuel de la répartition qu'aux erreurs d'agents insuffisamment rationnels. Le résultat de Goodwin est donc préservé à ceci près que les fluctuations s'effectuent désormais autour d'un centre dont les coordonnées sont déterminées rationnellement, la part salariale d'équilibre par les salariés et le taux d'emploi d'équilibre par les capitalistes. La remise en question de l'hypothèse de symétrie des agents livre cependant d'autres résultats. Un équilibre de Stackelberg dans lequel les salariés jouent suiveurs et les capitalistes leaders, a pour résultat final un système dynamique en part salariale et taux d'emploi dont l'état stationnaire est localement instable, ne permettant plus de reconstituer les oscillations régulières à la Goodwin.

Fluctuations et progrès technique

Les extensions relatives à des représentations plus sophistiquées du progrès technique se sont imposées comme une direction naturelle d'enrichissement du cadre formel d'origine. A l'intérêt évident de travailler à l'endogénéisation des paramètres technologiques dans un modèle de croissance, s'est ajouté l'insuffisance de certaines des hypothèses retenues jusque là par Goodwin — constance du coefficient de capital et exogénéité du trend de productivité.

L'une des premières reprises du modèle de Goodwin (Desai, 1973) s'est ainsi intéressée entre autres à une endogénéisation du coefficient de capital en suggérant que celui-ci s'écartait de son niveau désiré en fonction du niveau de l'emploi. En fait d'endogénéisation d'un paramètre technique, il s'agit plutôt d'une problématique d'ajustement de court terme : la dépendance du coefficient de capital par rapport au taux d'emploi traduit une incomplète utilisation des capacités et exprime l'écart entre le coefficient de capital désiré et celui calculé avec le stock de capital effectivement utilisé. Il y a d'ailleurs là une légère incohérence théorique puisqu'on introduit une mesure de déséquilibre dans un modèle qui par ailleurs suppose constamment équilibré le marché des produits et pleinement utilisées les capacités de production (loi de Say).

Plus directement consacrées aux effets du progrès technique apparaissent les contributions de Shah et Desai (1981) et de Silverberg (1984) ainsi que les extensions plus généralisantes (Van der Ploeg, 1984, Glombowski et Krüger, 1987) qui incorporent systématiquement des hypothèses d'endogénéisation des coefficients techniques.

Shah et Desai (1981) reprennent en l'état le modèle de Goodwin et lui adjoignent une frontière de changement technique à la Kennedy-Weizsäcker. A chaque instant les entrepreneurs déterminent une nouvelle combinaison technologique en choisissant les variations des productivités du travail et du capital qui maximisent la réduction du coût unitaire du produit. Il leur faut donc arbitrer entre les économies en facteur travail et la détérioration de la profitabilité liée à l'alourdissement en capital sous contrainte de l'ensemble des possibilités technologiques limitées par la frontière de changement technique. Cet arbitrage dépend évidemment du niveau actuel de la part des salaires, en sorte que le choix de technique se trouve parfaitement endogénéisé. Le modèle s'écrit alors comme un système dynamique en trois dimensions où, aux traditionnels taux d'emploi et part salariale, s'ajoute une troisième variable d'état, le coefficient de capital. La difficulté de représentation graphique n'empêche pas une étude analytique complète qui montre que s'il existe comme dans le modèle de Goodwin un équilibre, celui-ci est désormais localement stable en sorte qu'à l'état stationnaire la croissance est régulière et non plus cyclique. L'introduction d'un changement technique induit altère donc sensiblement le résultat goodwinien, en quoi il faut voir l'effet d'un instrument supplémentaire mis à la disposition des capitalistes dans le conflit qui les oppose aux salariés. En plus de la décision de fixation du niveau d'activité, les capitalistes ont la possibilité d'améliorer leur situation en modifiant en leur faveur la composition technique pour tout niveau de la part salariale. Il leur est ainsi possible de « récupérer » les avantages tirés par les salariés d'une excessive croissance. A la base de ce résultat, il y a bien sûr une hypothèse implicite d'acceptation par les salariés de ces réorganisations techniques décidées unilatéralement par les producteurs. Shah et Desai identifient comme une piste de recherche ultérieure le développement d'une hypothèse alternative de résistance des salariés au changement technique.

La deuxième contribution spécifiquement consacrée au progrès technique que nous évoquerons ici est celle de Silverberg (1984) qui reprend le cadre goodwinien pour examiner les modalités de la transition d'une combinaison technique à une autre. Silverberg met l'accent sur le caractère évolutionniste du changement technique et fait de la compétition des techniques une source de fluctuations qui se superpose au conflit de répartition. Dans une veine très schumpetérienne, il examine les conditions dans lesquelles l'introduction d'une technique concurrente peut ou non engendrer par son émergence une instabilité initiale, et en tirer parti pour s'imposer et supplanter complètement la technique en place. L'économie, décrite à partir du modèle de Goodwin standard, est initialement régie par la technique 1. On procède alors à l'introduction d'un « germe » de la technique 2, c'est-à-dire d'une faible quantité de son stock de capital. Le processus ainsi initié s'apparente à celui d'un système prédateurs-proies au sein duquel est introduite une espèce mutante dotée d'un potentiel sélectif supérieur (Allen, 1975, 1976).

La dynamique cyclique du modèle monosectoriel (Goodwin standard), ne résiste pas à l'introduction d'une quantité, aussi faible soit-

elle, du stock de capital de la technique mutante. L'instabilité structurelle du modèle de Goodwin qui résulte d'une perturbation de ce type ne permet de déboucher que sur deux issues. Soit l'équilibre, de centre du cycle qu'il était, devient instable, soit il devient stable. Le premier cas signifie que l'introduction d'un germe de la technique 2 suffit à initier une évolution qui emportera l'économie dans son entier et qui la fera passer d'une situation où elle reposait entièrement sur la technique 1 à une situation où elle fonctionnera uniquement avec la technique 2.

Dans le cas contraire, la technique 2 ne peut s'imposer et régresse en laissant la technique 1 dominante occuper la place. Cette (in)capacité de la technique 2 à s'imposer, qu'on peut exprimer métaphoriquement en la disant dotée d'un potentiel sélectif supérieur (inférieur), s'écrit formellement comme une condition sur les paramètres représentatifs des deux techniques traduisant que l'une des valeurs propres du système dynamique est devenue positive (négative). Cette condition s'interprète en disant que la sélection s'effectuera au détriment des techniques qui élèvent le coefficient de capital à moins que celles-ci n'engendrent des gains en productivité du travail qui fassent plus que compenser cet alourdissement en capital.

Une perspective cambridgienne

On sait que les hypothèses retenues par Goodwin correspondaient à des représentations drastiquement simplifiées des comportements des agents. On supposait en particulier que les salaires étaient intégralement consommés et les profits intégralement réinvestis. Van der Ploeg (1984) revient sur ces comportements d'épargne et propose de les revisiter afin que puissent être prises en compte les conséquences d'une épargne des salariés. Ces éléments, qui modifient les données du conflit de classe, sont ensuite articulés avec une hypothèse de progrès technique à la Kaldor (1957) afin d'analyser la situation dans laquelle l'épargne des salariés est telle qu'ils prennent le contrôle des moyens de production. On a reconnu là les idées directrices de la théorie cambridgienne de la répartition et de l'épargne.

L'épargne correspond à l'ajustement d'un terme de flux à un niveau désiré déterminé à partir de la richesse globale figurée ici par le stock de capital. Le terme de flux s'obtient classiquement par l'application d'une propension à épargner au revenu national, l'hypothèse post keynésienne permettant d'écrire cette propension comme la moyenne des propensions des différents agents pondérée par leurs parts respectives dans le revenu national. Le changement technique est représentée par une fonction kaldorienne qui lie la croissance de la productivité du travail à celle du stock de capital par tête sous les hypothèses postkeynésiennes standards (concavité ...). La croissance de ces derniers paramètres techniques s'établit aux valeurs stationnaires qui correspondent au point fixe de la fonction de progrès technique, c'est-à-dire à la constance du coefficient de capital. A la traditionnelle courbe de Phillips est ajouté un terme qui traduit le renforcement du pouvoir de négociation des salariés dans les phases de haute productivité. Enfin, le

modèle est clos avec une fonction d'offre de travail telle que le taux de participation décroît avec la richesse — le stock de capital — par tête. Le modèle ainsi formulé admet une forme réduite identique à celle du modèle de Goodwin, quoique ses coefficients s'écrivent différemment.

Les fluctuations de l'emploi et de la répartition sont donc conservées en dépit de l'introduction de ces nouvelles hypothèses, à ceci près que le taux d'emploi d'équilibre est affecté à la baisse lorsque les salariés ne tirent pas parti des progrès de productivité pour intensifier leur revendication.

Mais les modifications décrites à l'instant avaient ceci de particulier qu'elles ménageaient au mieux l'instabilité structurelle du modèle de Goodwin et tâchaient de laisser invariante sa structure formelle afin de lui permettre d'exhiber le même comportement cyclique. Van der Ploeg envisage alors une perturbation de nature à modifier qualitativement le comportement dynamique du modèle. En proposant de remettre en cause l'hypothèse de constance du coefficient de capital, il introduit à la Shah-Desai un progrès technique induit auquel la fonction de Kaldor sert de frontière. Le modèle permet alors de répondre à la question posée par Shah et Desai en conclusion de leur travail. Conformément à leurs premières conclusions, l'équilibre devient stable et les fluctuations disparaissent lorsque les salariés sont passifs face aux changements techniques. Cependant il leur est ici possible d'intensifier le conflit en épargnant davantage et en intensifiant leur revendication sur la base de gains de productivité élevés. Van der Ploeg montre que, lorsque la compensation salariale des gains de productivité est complète, le conflit explose et l'équilibre devient instable.

Dans une dernière partie l'auteur examine en suivant Pasinetti (1962) les modifications apportées au conflit de classe par la possibilité que les salariés par leur épargne et leur participation au capital prennent le contrôle des moyens de production. Le cas anti-Pasinetti correspondant à la réalisation de cette éventualité, donne, une fois réintégré dans le cadre d'un modèle de Goodwin modifié, un équilibre dont Van der Ploeg montre qu'il est stable tant que la compensation salariale des gains de productivité est moins que complète. Sous une hypothèse de croissance exogène de la productivité, Van der Ploeg montre que l'équilibre Pasinetti est localement instable. La stabilité du cas Pasinetti peut cependant être restaurée par la possibilité d'un changement technique induit qui incite les capitalistes à tirer parti de la faiblesse des salariés pour mettre en place des innovations économisant le capital, entraînant ainsi une reconstitution de la part salariale.

Une généralisation

La généralisation la plus complète du modèle de Goodwin nous semble avoir été proposée par Glombowski et Krüger (1988). Ces auteurs proposent d'explorer les quatre directions suivantes :

1) La production n'est pas déterminée par les capacités mais par un processus d'ajustement offre-demande.

2) On suppose l'existence d'effets d'efficience sur l'effort productif des salariés rendu variable en fonction du taux d'emploi.

3) Les combinaisons techniques varient avec la répartition selon un progrès technique de type kaldorien.

4) Les mouvements du salaire réel sont représentés par une boucle prix-salaire nominal.

Les hypothèses sont introduites progressivement dans des variantes de complexité croissante d'un même modèle.

Dès la première d'entre elles, le processus de détermination de la production subit une révision de type keynésien. On a déjà mentionné que l'équation d'accumulation du modèle de Goodwin suppose implicitement que la loi de Say soit vérifiée et que, du fait de l'équilibre constant du marché des biens, la production soit déterminée par l'offre. Glombowski et Krüger proposent d'en revenir à une intuition keynésienne dans laquelle la croissance de la production est déterminée par un processus d'ajustement qui tend à égaliser une épargne et un investissement différents *ex ante*. L'investissement est déterminé comme une fraction constante du profit et l'épargne résulte de l'application par les agents d'une propension à leurs revenus respectifs. Ces différentes propensions à épargner et à investir sont supposées vérifier une relation qui assure que les variations de la production restent une fonction croissante de la part des profits. La remise en question de la loi de Say ouvre alors la possibilité d'un déséquilibre sur le marché des biens qui sera mesuré par un taux d'utilisation des capacités. On distingue donc la valeur « actuelle » et la valeur « technique » des coefficients décrivant la production (productivités des facteurs, intensité du capital ...), la dernière correspondant à la pleine utilisation de tous les facteurs et la première étant calculée à partir des valeurs effectives des diverses quantités.

Une boucle prix-salaires est introduite, dans laquelle le salaire nominal croît avec l'emploi et intègre un terme de rattrapage de l'inflation. En retour, les prix dépendent du taux d'utilisation des capacités et des salaires. Dans cette première variante, il n'est pas tenu compte du premier déterminant des prix (utilisations des capacités). Le changement technique n'est pas non plus pris en compte et la productivité technique du travail est supposée croître à un taux constant. Le système ainsi obtenu se différencie de celui de Goodwin en ce que la possibilité de déséquilibre ajoute deux autres variables d'état, le coefficient actuel de capital et le taux d'utilisation des capacités. Le sous-système en taux d'emploi et part salariale peut cependant être isolé et traité séparément et l'étude analytique montre que son comportement dynamique est analogue à celui de Goodwin. Mais au delà de la reproduction du résultat goodwinien à partir d'hypothèses légèrement modifiées, les auteurs calculent, pour des valeurs réalistes des paramètres, une période du cycle approximativement égale à 8 ans. Il y a là un gain certain en réalisme, car on sait que des calculs équivalents effectués pour le modèle d'origine (Atkinson, 1969) aboutissaient à une évaluation de la période du cycle pouvant aller jusqu'à 20 ans. Or une telle

évaluation interdisait de retenir le modèle de Goodwin comme illustration du cycle des affaires.

La deuxième variante introduit explicitement les effets d'intensité du travail. Conformément à une hypothèse du type « salaire d'efficiencia », la productivité du travail est supposée décroître avec l'emploi. Au fur et à mesure que la situation du marché du travail s'améliore, la menace d'un renvoi est moins forte et les salariés relâchent leur effort productif. La quantité de travail effectivement nécessaire correspond alors aux effectifs de plein emploi des capacités corrigés du degré d'utilisation des capacités et du facteur d'intensité du travail. Le progrès est introduit comme combinaison d'une équation de « mécanisation » et d'une fonction de progrès technique kaldorienne. L'équation dite de mécanisation décrit les effets de la répartition sur la substitution capital-travail et relie le taux de croissance de l'intensité technique du capital à la part salariale. La fonction de progrès technique établit une relation linéaire entre ce dernier terme et la croissance de la productivité technique du travail. Cette variante envisage un progrès technique neutre, c'est-à-dire tel que le coefficient technique de capital demeure constant. Sous ces nouvelles hypothèses le système dynamique reste comme précédemment décomposable. L'étude du sous-système en taux d'emploi et en part salariale révèle que son équilibre peut être stable (instable) quand les effets de changement technique l'emportent sur (sont dominés par) les effets d'intensité du travail. Seule leur mutuelle compensation permet de retrouver le comportement cyclique du modèle de Goodwin.

L'examen du modèle complet, (boucle prix-salaires complète, effets d'efficiencia, progrès technique non neutre) fait perdre la propriété de décomposabilité qui avait permis une étude analytique séparée du sous système en taux d'emploi et part salariale. S'il est possible de montrer que le système global possède un équilibre, sa taille (dimension 4) rend très difficile l'explicitation des conditions de stabilité. Les auteurs procèdent alors à des simulations numériques et exhibent des combinaisons de paramètres qui permettent d'obtenir des dynamiques divergentes ou convergentes, ces dernières correspondant en particulier à un affaiblissement des effets d'efficiencia.

Instabilité structurelle et cycle limite

La qualité du résultat obtenu par Goodwin n'a pas permis d'éviter une objection importante concernant le défaut de stabilité structurelle du modèle. Cette propriété mathématique dont la démonstration est souvent sophistiquée, signifie que les comportements dynamiques du système peuvent être profondément modifiés en réponse à une « petite perturbation » de ses équations. L'introduction de certaines hypothèses supplémentaires, quand bien même leurs termes sont quantitativement négligeables par rapport aux autres termes du modèle, suffit à engendrer une dynamique qualitativement différente de la dynamique d'origine. Ainsi le modèle de Goodwin n'est pas robuste en général et ne

tolère que les modifications qui préservent sa structure formelle particulière. On en a eu la démonstration toutes les fois que des spécifications alternatives ont fait disparaître le comportement cyclique pour le remplacer par la convergence vers un état stationnaire stable, voire par un équilibre instable. Les fluctuations goodwiniennes sont donc perpétuellement sur le fil du rasoir et l'introduction de certains comportements risque en permanence de les faire basculer du côté de la stabilité ou de l'instabilité locale. Cette objection a été identifiée de longue date à propos des modèles de populations, à tel point que sous cette forme ils ont été jugés insatisfaisants en tant que description réaliste de ces phénomènes. Quels que soient les mérites du modèle de Goodwin dans sa capacité à représenter la dialectique du conflit de classes, ce défaut de stabilité structurelle le frappe de la même insuffisance. A l'instar des biologistes, les économistes se sont donc employés à formuler des modèles aptes à exhiber des fluctuations « résistantes ». A cet usage, la théorie des systèmes dynamiques non linéaires propose un outil particulièrement adapté sous la forme du cycle limite. Contrairement au modèle de Goodwin qu'on pourrait qualifier de « faux » modèle non linéaire et qui engendre des comportements dynamiques qualitativement identiques à toute distance de l'équilibre, le principe du cycle limite exploite à fond les différences des comportements locaux et globaux offertes par les non-linéarités. Pour livrer grossièrement l'intuition sous-jacente à ce résultat mathématique (théorème de Poincaré-Bendixon), on peut dire que le cycle limite résulte de la « compétition équilibrée » d'un effet d'attraction à grande distance et de répulsion à courte distance de l'équilibre. Le cycle limite occupe donc une orbite unique qui n'est pas restreinte au voisinage immédiat de l'équilibre.

De nombreux auteurs, particulièrement parmi ceux cités ici (Van der Ploeg, Glombowski, Krüger, ...), ont identifié le passage au cycle limite comme l'avenir théorique des modèles goodwiniens. Les contributions sur ce thème sont encore peu nombreuses et pas toujours convaincantes. On en présentera deux, établies respectivement par Jarsulic (1984) et Skott (1988). Jarsulic retient le taux d'accumulation du capital et la part salariale comme variables d'état. L'équation proposée pour les variations de cette dernière est très similaire à celle de Goodwin, à ceci près qu'y est ajouté un terme de contrainte aux limites assurant que la part des salaires restera comprise entre 0 et 1. L'équation relative au taux d'accumulation pose plus de difficultés. La variation logarithmique du taux d'accumulation est supposé croître paraboliquement avec ce même taux d'accumulation et décroître avec la part salariale. Ce dernier effet admet en principe une interprétation traditionnelle simple, mais rien ne vient justifier que cette dépendance prenne une forme fractionnaire (la part salariale est au dénominateur du taux de croissance du taux d'accumulation). De même, la forme parabolique ⁽¹⁰⁾ est censée illustrer l'idée que même s'ils parvenaient à faire tendre la

(10) L'équation des variations du taux d'accumulation s'écrit : $\dot{g} = \frac{A + bg - Cg^2}{D + Ew} - F$
avec g : taux d'accumulation ; w : part salariale ; A, B, C, D, E, F : paramètres.

part des salaires vers 0, les capitalistes ne parviendraient pas à dépasser un taux de croissance maximal. Cette intuition ne reçoit malheureusement pas un traitement formel à la hauteur de sa richesse théorique. Rien ne vient justifier autrement que qualitativement cette forme parabolique qui est d'ailleurs incohérente avec le propos puisqu'on attendrait que la variation du taux d'accumulation connaisse un maximum *quand la part salariale varie* et non pas quand le taux d'accumulation lui-même varie. Les formes analytiques proposées semblent donc particulièrement ad hoc et davantage retenues sur la base de leur capacité à engendrer les comportements dynamiques « souhaités » qu'en fonction de leur pertinence théorique. Leur combinaison produit donc le cycle limite désiré à condition que les paramètres soient tels qu'en cas de crise (taux d'accumulation très faible), il existe un seuil positif de part salariale au-dessous duquel la croissance reparte. Si tel n'est pas le cas, l'équilibre devient instable, mais sans engendrer de cycle limite, pouvant ainsi recevoir une interprétation en termes de crise. Le franchissement du seuil critique peut s'interpréter à la manière de Joan Robinson comme une dépression des « esprits animaux » qui ne retrouvent plus une incitation à la croissance alors même que la part des profits devient maximale. Jarsulic y associe également la thèse de Gordon, Bowles et Weisskopf (1982) qui fait du dysfonctionnement de la « structure sociale d'accumulation » le facteur d'une crise insurmontable par le seul recul de la part salariale dont on escompterait une restauration de la profitabilité et un relèvement du taux d'accumulation.

Skott (1989) quant à lui envisage une synthèse des approches keynésienne (modèle de Kaldor) et marxienne (modèle de Goodwin) du cycle. Chacune en effet met l'accent sur les aspects qui constituent les points faibles de l'autre. Le modèle de Kaldor ignore le fonctionnement du marché du travail alors que le modèle de Goodwin le prenant pour argument central ne se préoccupe pas de la demande effective et s'en tient à un équilibre systématique du marché des biens par la loi de Say. Le modèle de Skott retient ainsi une équation d'épargne « kaldorienne » où la propension à épargner est fonction de la répartition. Le taux d'investissement dépend positivement de la part des profits et du ratio produit-capital qui peut ici être interprété à un facteur technologique près comme un taux d'utilisation des capacités. La production des entreprises s'accroît avec la part des profits et décroît avec le taux d'emploi. Ici se manifeste l'influence du marché du travail. Mais au lieu de transiter par la répartition au moyen d'une équation salariale explicite, celle-ci est supposée s'exercer directement sur l'offre, de sorte qu'au « high employment profit squeeze » se substitue une espèce de « high employment growth squeeze ». Du reste, les effets invoqués pour justifier un pareil mécanisme sont les mêmes dans les deux cas et tournent autour du renforcement du pouvoir de négociation des salariés en cas d'épuisement de l'armée de réserve. Enfin le modèle est clos avec une condition d'équilibre investissement-épargne. Plus kaldorienne que keynésienne, celle-ci suppose que l'ajustement s'effectue par un mouvement de la répartition qui se trouve ainsi endogénéisée. C'est donc par l'équilibre du marché des biens et non par les conditions du marché du travail que se trouve déterminée la répartition. Ce modèle

ainsi construit admet pour forme réduite un système dynamique dont les deux variables d'état sont le ratio produit-capital et le taux d'emploi. Skott montre l'existence et l'unicité d'un équilibre et prouve au surplus que cet équilibre est instable sous réserve que le processus d'ajustement de la production soit beaucoup plus « rapide » que celui du stock de capital. L'auteur prouve alors formellement l'existence d'un cycle limite dont l'interprétation est la suivante : partant d'une situation où le ratio produit-capital et le taux d'emploi sont bas, le fort niveau de chômage en dépit d'une faible part des profits suffit à soutenir la croissance de telle sorte que l'emploi s'améliore. Le faible taux d'utilisation des capacités tient le taux d'accumulation du capital sous le taux de croissance, d'où l'augmentation du ratio produit-capital. Les deux variables d'état croissent donc simultanément. L'amélioration de l'emploi entraîne un « high employment growth squeeze » qui pèse sur le taux de croissance. Par ailleurs le taux d'accumulation stimulé par la hausse du ratio produit-capital — comme pseudo accélérateur — tend à rattraper le taux de croissance de la production et à provoquer à terme une baisse de ce même ratio. Cette baisse précipite celle du taux de croissance et entraîne le retournement à la baisse de l'emploi. Celle-ci relancera la croissance de la production en même temps qu'elle freinera l'accumulation du capital, d'où proviendra la croissance ultérieure du ratio produit-capital.

Au moment de conclure la présente section, on peut reprendre en partie, au compte des modèles goodwiniens, les arguments qui avaient servi à évaluer les modèles de croissance optimale cyclique à la Benhabib-Nishimura. Utilisant l'option des fluctuations endogènes par opposition à celle des chocs stochastiques exogènes, ils constituent une représentation de la croissance cyclique qui nous semble théoriquement plus satisfaisante. Leur faiblesse principale par rapport aux RBC se situe sur le plan empirique. Certes, la performance des modèles goodwiniens en la matière est meilleure que celle des modèles à la Benhabib-Nishimura — ce qui n'est pas difficile, ces derniers sortant à peine du champ de la pure mathématique. Pour autant la confrontation empirique n'y atteint pas, loin s'en faut, le même degré d'élaboration qu'au sein du courant RBC. Si tout deux utilisent somme toute des méthodes très similaires de calibration et de simulation (cf par exemple Glombowski et Krüger, 1984, 1987 ; Jarsulic, 1984) il s'agit plus, dans le cas des modèles goodwiniens d'une « illustration » numérique que d'une réelle confrontation à un ensemble de faits stylisés, hormis les quelques tentatives d'évaluation de la période du cycle. Là encore, faute d'un volet empirique aussi solidement développé, le courant goodwinien apparaît comme une démarche théoriquement plus satisfaisante mais scientifiquement moins complète que celle des RBC.

Pour finir, il faut reconnaître au modèle de Goodwin la capacité à avoir structuré un courant de recherche capable d'occuper ce « créneau » des fluctuations endogènes, et même de s'y identifier assez largement. Son identité théorique est en effet définie par le caractère central de la situation du marché du travail et par ses mécanismes de « high employment profit/growth squeeze » mais surtout par le recours systématique à l'outil formel de la dynamique non linéaire. Pourtant les

premières adaptations des thèmes goodwiniens se sont assez souvent heurtées au défaut de robustesse du résultat dynamique établi dans le modèle originel et n'ont pas toujours pu préserver le résultat de croissance cyclique. Cette direction de recherche ne nous semble atteindre sa pleine maturité et se conformer à sa visée théorique de la manière la plus satisfaisante qu'avec les efforts relativement récents pour produire des formalisations exhibant des cycles limites, c'est-à-dire des orbites structurellement stables.

La croissance et le chaos

Un nouveau phénomène dynamique : le chaos déterministe

Les sections précédentes ont tenté de montrer à quel point l'outil formel pouvait tenir un rôle structurant dans la constitution d'une identité théorique. S'il est un domaine qui a poussé cette logique à l'extrême, c'est bien celui de la croissance chaotique — et plus généralement des formalismes du chaos en science économique. L'identification à l'outil formel y est telle que le courant se définit par référence exclusive à son utilisation indépendamment (ou presque) de tout autre caractérisation en termes de théorie économique. Il y a là, il est vrai un objet d'une puissance énigmatique dont le champ d'application est déjà si vaste (Gleick 1989) qu'il eût été impensable que les économistes ne cédassent pas à la tentation de l'utiliser. Le chaos vient en effet enrichir les capacités de représentation des formalismes avec une extraordinaire économie de moyens. Le cantonnement à l'analyse linéaire ne permettait de penser que des évolutions régulières, convergentes ou divergentes et en tous cas identiques « près » et « loin » des états stationnaires. Le passage à la dynamique non linéaire brise l'homogénéité de l'espace des phases, rend possibles les équilibres multiples, les fluctuations (cycles limites), les transitions de régime (bifurcations). Mais tant qu'elle est non chaotique, la dynamique non linéaire reste conforme à une conception traditionnelle du déterminisme qui veut que la connaissance des conditions initiales ou d'un quelconque de ses points permette de reconstituer la totalité de la trajectoire d'une évolution régie par un système différentiel.

Le chaos se présente alors comme une pathologie de la dynamique déterministe en ce que seule une connaissance *infiniment* précise, donc inaccessible, des conditions initiales permet d'accéder à la trajectoire entière du système. En d'autres termes, alors que la dynamique « standard » associait des états finals voisins à des conditions initiales voisines, la dynamique chaotique amplifie irrémédiablement le *moindre* écart sur les conditions initiales. De deux situations initiales aussi proches qu'on veut l'une de l'autre, mais non rigoureusement identiques, naîtront deux trajectoires qui divergeront exponentiellement avec le temps. Il ne s'agit donc pas que d'une curiosité théorique mais bien d'une catastrophe pratique. La prédictibilité d'un système reposait en

effet sur sa stabilité vis-à-vis des conditions initiales dont la connaissance approximative, la seule accessible à l'observateur, suffisait à déterminer l'évolution. Une connaissance d'une précision *infinie* est désormais requise pour se prononcer sur le devenir d'une dynamique chaotique, faute de quoi la prévision sera entachée d'une erreur qui croîtra exponentiellement avec le temps. Le signal représentatif de la dynamique se caractérise alors par une perte de mémoire par rapport à lui-même. La connaissance des états antérieurs du système sur un passé aussi éloigné qu'on veut ne permet pas de déterminer son évolution ultérieure. La menace pratique que véhicule le chaos — l'impossibilité de prévoir — a donc pour envers un avantage théorique considérable : il permet de reconstituer de manière déterministe, c'est-à-dire théoriquement satisfaisante, des évolutions désordonnées qui nécessitaient pour être reproduites le recours à des termes stochastiques. Mais l'intrusion du chaos déterministe dans de nombreuses disciplines et en particulier en économie, n'aurait pu avoir lieu sans les considérables progrès accomplis par son étude dans les années soixante-dix. La modélisation des comportements « désordonnés » amorcée dans divers champs des sciences physiques, en particulier en mécanique des fluides avec l'étude de la turbulence, considérait jusqu'alors des systèmes complexes à très grand nombre de degrés de liberté. Or, il est apparu que le chaos pouvait également émerger de systèmes mathématiques extrêmement simples (Lorenz 1963, May, 1976 ; Feigenbaum 1978). Le plus célèbre d'entre eux et le plus fréquemment utilisé est la courbe logistique (encadré 3). L'état stationnaire de cette évolution est situé, dans une représentation graphique, à l'intersection de la courbe en cloche et de la première bissectrice. La question se pose alors de sa stabilité et de la convergence du processus qui doit y mener. Il est possible de montrer que ces propriétés dépendent initialement de la valeur prise par le paramètre μ . Feigenbaum (1978) met en évidence l'existence d'une suite de valeurs critiques du paramètre μ : la première de ces valeurs critiques fait passer d'un état stationnaire stable à un cycle de période deux, et chacune des suivantes correspond à une bifurcation qui double la période du cycle. Cette suite converge vers une valeur limite du paramètre μ au delà de laquelle apparaissent les comportements chaotiques. Il est alors possible de montrer (théorème de Li et Yorke) que :

(i) Pour tout entier k , il existe une condition initiale x_0 à partir de laquelle se déroule une évolution caractérisée par un cycle de période k .

(ii) Il existe un ensemble indénombrable de conditions initiales telles qu'à partir de deux quelconques de ces conditions initiales naîtront deux trajectoires qui seront au bout d'un certain temps aussi proche l'une de l'autre que l'on veut, qui divergeront de nouveau après cette proximité, et ne convergeront vers aucun cycle de quelle que période que ce soit.

Ainsi le chaos se caractérise, pour des conditions initiales bien choisies, par la possibilité de cycle de toute période (éventuellement impaire) et de comportements apériodiques. Ce sont ces résultats qui pour l'essentiel ont donné lieu à des applications économiques.

3. Le chaos logistique (May, 1976 ; Feigenbaum 1978)

Soit une dynamique unidimensionnelle du type :

$$x_{t+1} = \mu x_t (1 - x_t) \quad x_t \in [0,1] \quad \mu \in [0,4]$$

Cette dynamique possède deux points stationnaires situés à l'intersection de la courbe logistique et de la première bissectrice.

$$x_0^* = 0$$

$$x_1^* = 1 - \frac{1}{\mu}$$

La stabilité de ces points stationnaires varie en fonction des valeurs prises par le paramètre μ :

$$0 < \mu < 1 \quad x_0^* = 0 \text{ est stable, } x_1^* = 1 - \frac{1}{\mu} < 0 \text{ est instable.}$$

$$1 < \mu < 3 \quad x_0^* = 0 \text{ est instable, } x_1^* > 0 \text{ est stable.}$$

Au-delà de $\mu = 3$, il apparaît une suite de valeurs critiques $(\mu_n)_n$ en chacune desquelles se produit une bifurcation qui modifie la nature des attracteurs de la dynamique.

- Pour $\mu_1 = 3$ l'état stationnaire x_1^* , se dédouble en un cycle de période 2.
- Pour $\mu_2 = 3,449$ le cycle de période 2 se dédouble en un cycle de période 4.
- Le franchissement de μ_n fait passer d'un cycle de période 2^{n-1} à un cycle de période 2^n .

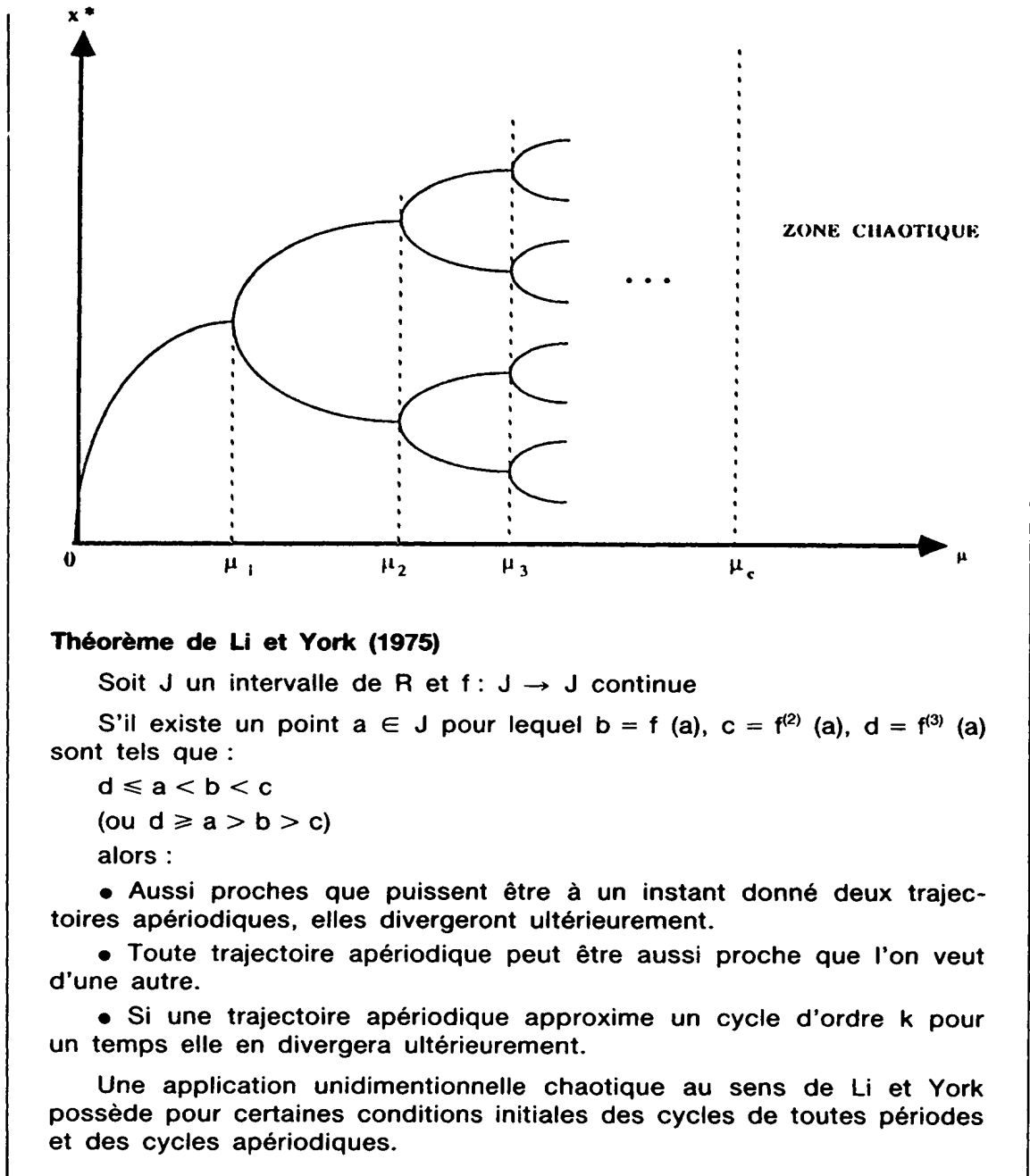
Feigenbaum (1978) montre que :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\mu_n - \mu_{n-1}}{\mu_{n+1} - \mu_n} = \delta \approx 4,6692\dots$$

La suite $(\mu_n)_n$ converge vers une valeur limite $\mu_c = 3,5699\dots$

Pour $\mu_c < \mu < 4$ apparaissent les comportements chaotiques caractérisés par la coexistence de cycles de toutes périodes et de fluctuations aperiodiques.

La cascade des dédoublements de période successifs et l'apparition de la zone chaotique peuvent être représentées dans un diagramme qui figure les états stationnaires en fonction des valeurs prises par le paramètre μ .



Modèles de croissance chaotique

L'une des premières utilisations de la dynamique chaotique est due à Stutzer (1980) qui reprend le modèle de croissance d'Haavelmo (1956). Une fonction de production à un facteur, le travail, dotée des propriétés usuelles (concavité ...) est associée à une offre de travail dont le taux de croissance décroît linéairement avec l'inverse de la richesse par tête ⁽¹¹⁾. Cette dernière hypothèse d'inspiration malthu-

(11) La fonction de production est à capital fixe, ce qui rend en toute rigueur problématique la qualification de modèle de croissance choisie par Haavelmo.

sienne signifie que la croissance de la population apte à travailler résulte de la comparaison d'une tendance démographique exogène et des possibilités de subsistance mesurées par la richesse par tête.

La résolution d'un tel modèle *sous sa forme différentielle*, c'est-à-dire en temps continu se fait très simplement et exhibe un équilibre stable vers lequel convergent de façon monotone toutes les trajectoires. Le comportement dynamique du modèle est alors profondément affecté si au lieu de le résoudre en temps continu sur l'emploi, on l'exprime en temps discret. Moyennant un changement de variable, le modèle s'écrit sous forme réduite comme une équation aux différences dont la forme en cloche est très proche de celle de la courbe logistique et permet de dériver des propriétés dynamiques du même type. Les variations de l'emploi (donc de la production) sont alors régies par la cascade sous harmonique (dédoublément successifs de la période des cycles), puis par un comportement chaotique quand on augmente le paramètre incorporant les variations démographiques autonomes.

A la fois mieux adapté au cadre des économies contemporaines et plus justiciable de la qualification de modèle de croissance apparaît le travail de Day (1982) qui considère une version discrétisée du modèle néoclassique de Solow (encadré 4).

Le capital est supposé avoir une durée de vie d'une période de sorte que le capital de la période $t + 1$ est égal à l'investissement de la période t . Sous sa forme réduite le modèle, tirant partie des traditionnelles propriétés d'homogénéité de degré 1 de la fonction de production, se réécrit comme une équation aux différences du premier ordre sur le ratio capital-travail k_t . Le travail de Day se démarque alors du modèle néoclassique standard par l'hypothèse faite sur la fonction de production f . Celle-ci traduit l'existence d'un certain seuil de capital par tête au delà duquel les effets d'encombrement et de pollution entravent l'efficacité du processus productif et l'emportent sur les effets d'accroissement de la quantité de facteur. En conséquence la production par tête croît, puis décroît avec le capital par tête respectivement en deçà et au delà de cette valeur seuil. Il existe alors une valeur limite m , du capital par tête pour laquelle la production retombe à zéro. Cette fonction de production admet donc une représentation graphique « en cloche » et l'équation aux différences qui régit le capital par tête correspond à la logistique lorsqu'on normalise certains de ses paramètres. Il existe un autre moyen de produire la fameuse courbe « en cloche » à partir de laquelle apparaît le chaos qui ne nécessite pas de faire des hypothèses aussi contraignantes et inhabituelles sur la fonction de production. Il suffit par exemple de considérer que l'épargne par tête est proportionnelle à la richesse par tête et croît avec le taux d'intérêt ⁽¹²⁾. En utilisant alors une fonction de production traditionnelle ⁽¹³⁾ et

(12) L'épargne par tête est de la forme : $s(k) y = a(1 - b/r) k$ avec y : production par tête ; r : taux d'intérêt ; a et b : paramètres.

(13) $f(k) = B k^\beta$ $0 < \beta < 1$.

le fait que le taux d'intérêt comme rémunération du capital est égal à sa productivité marginale, on peut aboutir à une équation aux différences sur le ratio capital-travail du type général « courbe en cloche ».

4. Dynamique chaotique dans un modèle de croissance néo-classique (Day, 1982)

Les équations sont celles du modèle de Solow (1956) en temps discret où l'on suppose que le capital se déprécie entièrement en une période.

$$\begin{aligned} Y_t &= C_t + I_t \\ I_t &= K_{t+1} \\ S_t &= sY_t \quad s > 0 \\ L_t &= (1+n)^t L_0 \quad n > 0 \\ Y_t &= F(K_t, L_t) \end{aligned}$$

L'homogénéité de la fonction de production F permet d'écrire la forme réduite du modèle comme :

$$\frac{K_{t+1}}{L_t} = \frac{sF(K_t, L_t)}{L_t}$$

Soit :

$$(1) k_{t+1} (1+n) = sf(k_t)$$

Avec :

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

La fonction de production prend en compte l'existence d'effets d'encombrement et/ou de pollution et s'écrit :

$$\frac{Y_t}{L_t} = f(k_t) = B k_t^\beta (m - k_t)^\gamma \quad k_t \leq m$$

La dynamique du capital par tête est donc donnée par :

$$(1) k_{t+1} = \frac{s B k_t^\beta (m - k_t)^\gamma}{1+n}$$

Soit k^c le point critique de l'application (1). Pour des valeurs de B suffisamment hautes k^c sera inférieur au point fixe k^* . Son antécédent $k^b = f^{-1}(k^c)$ sera tel que : $k^b < k^c$.

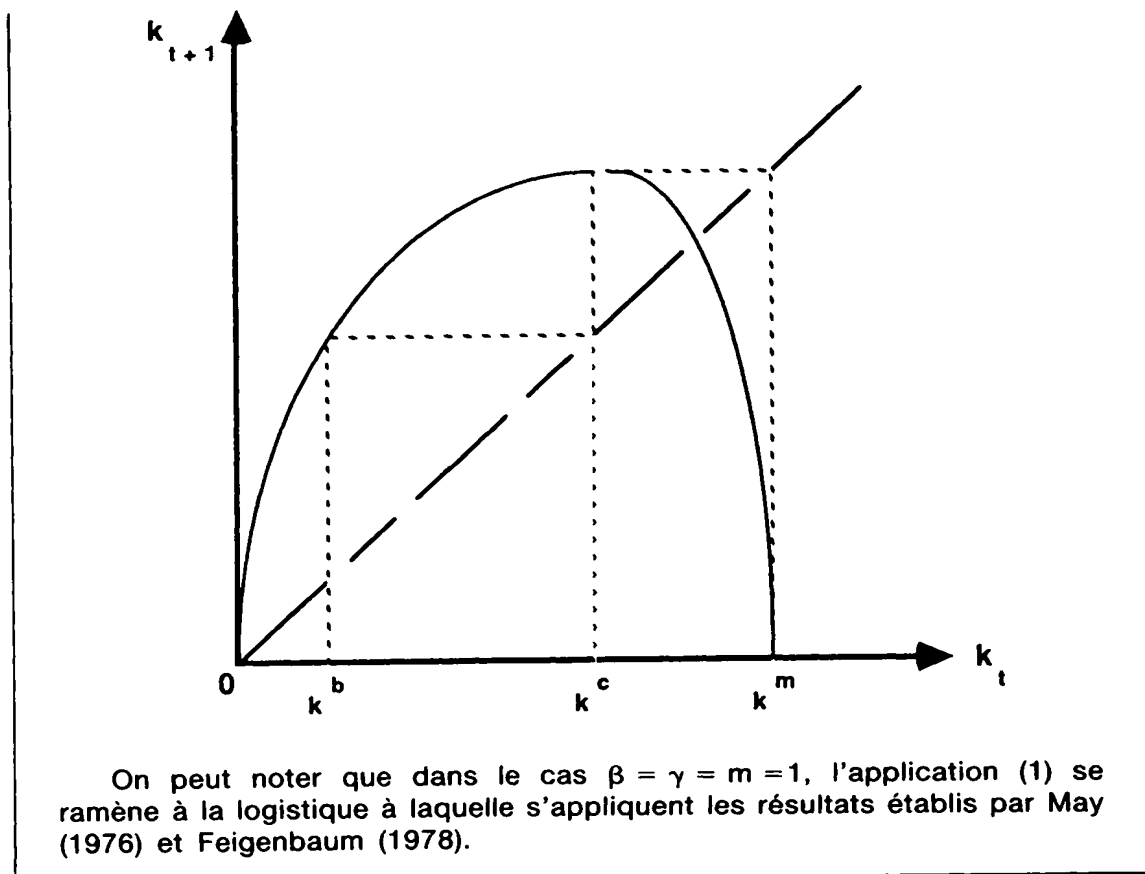
Par ailleurs, on peut trouver une valeur de B telle que $k^m = f(k^c)$ où k^m représente la valeur maximale du capital par tête. Comme k^m a pour image l'origine, on a :

$$0 < k^b < k^c < k^m$$

Soit :

$$f^2(k^b) < k^b < f(k^b) < f^2(k^b)$$

et les conditions d'application du théorème de Li et York sont satisfaites.



Boldrin et Montrucchio (1986) revisitent eux aussi la théorie néoclassique de la croissance et en particulier la théorie de la croissance optimale, de manière à faire apparaître ses possibilités de comportement chaotique. Leur résultat principal établit que pour des valeurs suffisamment faibles du taux d'actualisation, à toute application deux fois continument différentiable peut être associé un problème de contrôle optimal dont elle constitue la solution. Il s'agit donc à partir d'un système dynamique quelconque de reconstruire un critère au regard duquel cette dynamique constitue la trajectoire optimale. Ainsi il existe des critères qui admettent pour politique optimale des applications unimodales telles que celles qui engendrent des comportements chaotiques.

Enfin ⁽¹⁴⁾ Pohjola a construit une version modifiée et discrétisée du modèle de Goodwin qui permet de dériver des trajectoires de croissance chaotique. L'équation d'accumulation est inchangée à savoir que le stock de capital augmente d'une quantité égale à la production multipliée par la part des profits. L'équation salariale est modifiée de telle sorte que le salaire en niveau est proportionnel à la productivité

(14) On peut également mentionner le modèle de croissance cyclique de Dana et Malgrange (1984) qui est une version discrétisée du modèle de cycle de Kaldor transformé en modèle de croissance à l'aide de trends exogènes.

par l'intermédiaire d'un coefficient qui, reprenant les effets d'amélioration du pouvoir de négociation, varie linéairement avec le taux d'emploi. La réduction du modèle fait apparaître que le taux d'emploi est gouverné par une équation aux différences de type logistique et connaît donc des évolutions périodiques ou chaotiques selon les valeurs prises par les paramètres du modèle.

Une appréciation critique

Le surgissement d'outils mathématiques nouveaux et l'extension des capacités de représentation des formalismes constituent à coup sûr des événements théoriques d'une grande importance par les perspectives qu'ils semblent offrir et les espoirs qu'ils suscitent. Il n'est, dès lors, pas étonnant que l'économie et la météorologie ⁽¹⁵⁾ qui sont toutes deux des sciences de prévision (au sens commun du terme ; *stricto sensu* toutes les disciplines empirico-formelles ont vocation à prédire) aient reçu ce choc méthodologique avec des sentiments aussi mêlés. L'annonce du chaos déterministe est en effet simultanément porteuse d'un verdict d'inanité de la prévision, semblant condamner définitivement cette activité ... et d'une explication rationnelle qui absoudrait les prévisionnistes de leurs erreurs systématiques. Au vrai, la théorie du chaos n'a pas (encore ?) déferlé sur la science économique en quoi il faut probablement voir le caractère assez peu convaincant de ses premières utilisations. Les restrictions imposées par le seul outil manipulable actuellement disponible — la dynamique unidimensionnelle de type logistique ou quasi logistique — imposent à la modélisation des contraintes telles que les spécifications sont presque toujours ad hoc et manifestement destinées à reconstituer la fameuse courbe « en cloche ». Il y a là un problème méthodologique important puisque des hypothèses théoriques extrêmement pauvres acquièrent, par la grâce de l'outil mathématique, le pouvoir d'engendrer des comportements dynamiques d'une très grande richesse. D'où la position paradoxale de la théorie du chaos qui souffre à la fois d'un excès de richesse et d'un défaut de développement. D'un côté la puissance de l'outil risque, en quelque sorte, de suppléer le défaut de créativité théorique et crée un décalage entre les possibilités formelles et celles de la théorie. De l'autre, il manque à la théorie du chaos des applications à des problèmes supérieurs en dimension qui soient aussi aisément manipulables que la logistique en dimension un et qui permettraient alors aux spécifications théoriques de s'enrichir et de combler leur retard.

(15) La théorie du chaos trouve une de ses origines dans les travaux de modélisation dynamique à l'usage de la météorologie (Lorenz, 1963).

Références Bibliographiques

- AKERLOF G.A., YELLEN J., 1986 : *Efficiency wage models of the labor market*, Cambridge University Press.
- ALLEN P.M., 1975 : « Darwinian Evolution and a Predator-Prey Ecology », *Bulletin of mathematical Biology*, 37.
- ALLEN P.M., 1976 : « Evolution, population dynamics and stability », *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 73.
- ATKINSON A., 1969 : « The time scale of economic models : how long is the long run ? », *Review of Economic Studies*, XXXVI.
- BALDUCCI R., CANDELA G., RICCI G., 1984 : « A generalization of Goodwin model with rational behavior of economic agents », in GOODWIN R.M. et alii Eds (1984).
- BARKLEY ROSSER J., 1990 : « Chaos theory and the new keynesian economics », *The Manchester School*, 265-291.
- BATTEN D., CASTI J., JOHANSONN B., 1987, Eds : « Economic evolution and structural adjustment », *Lecture notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer Verlag.
- BENHABIB J., BAUMOL W.J., 1981 : « Chaos : significance, mechanism and economic applications », *Journal of Economic Perspectives*.
- BENHABIB J., NISHIMURA K., 1979 : « The Hopf bifurcation and the existence and stability of closed orbits in multisector models of optimal economic growth », *Journal of Economic Theory*, Décembre.
- BENHABIB J., NISHIMURA K., 1985 : « Competitive equilibrium cycles », *Journal of Economic Theory*, Avril.
- BENHABIB J., RUSTICHINI A., 1990 : « Equilibrium cycling with small discounting », *Journal of Economic Theory*, Décembre.
- BOLDRIN M., MONTRUCCHIO L., 1986 : « On the indeterminacy of capital accumulation paths », *Journal of Economic Theory*, Vol. 40, n° 1.
- BOWLES S., GORDON D., WEISSKOPF T., 1984 : *Beyond the wasre land*, New York, Anchor Press.
- BROCK W.A., MIRMAN L.J., 1972 : « Optimal Economic growth and uncertainty : the discounted case », *Journal of Economic Theory*.
- BROCK W.A., SCHEINKMAN J.A., 1976 : « Global asymptotic stability of optimal control systems with applications to the theory of economic growth », *Journal of Economic Theory*, 12.
- BRUNNER K., MELTZER A.H., 1977 Eds : *Stabilization of the domestic and international economy*, *Carnegie Rochester Conference Series*.
- BRUNO C., REICHLIN L., 1991 : « Mesure de la productivité et fluctuations économiques », *Revue de l'OFCE*, janvier.
- CANTOR R. MARK N., 1988 : « The international transmission of real business cycles », *International Economic Review*.
- CASS D., 1965 : « Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation », *Review of Economic Studies*.
- CASS D., SHELL K., 1976 : « The structure and stability of competitive dynamical systems », *Journal of Economic Theory*, 12.
- CHRISTIANO L.J., 1988 : « Why does inventory investment fluctuate so much ? », *Journal of Monetary Economics*, Vol. 21, n° 2/3.

- COOPER R., HALTIWANGER J., 1987 : « Inventories and the propagation of sectoral shocks », *NBER Working Paper*, n° 2425.
- DANA R.A., MALGRANGE P., 1984 : « Propriétés dynamiques d'une version discrète d'un modèle de croissance cyclique », *Cahiers du Séminaire d'Économétrie*, n° 25.
- DANTHINE J.P., DONALDSON J.B., 1988 : « Efficiency wages and the real business cycles », *Cahiers de Recherche Economique*, 8803 DEEP, Lausanne.
- DAY R.H., 1982 : « Irregular growth cycles », *American Economic Review*, Vol. 72, n° 3.
- DAY R.H., 1983 : « The emergence of chaos from classical economic growth », *Quarterly Journal of Economics*, mai.
- DEBREU G., 1954 : « Valuation equilibrium and Pareto optimum », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.*
- DELLAS H., 1986 : « A real model of the world business cycle », *Journal of International Money and Finance*.
- DESAI M., 1973 : « Growth cycles and inflation in a model of the class struggle », *Journal of Economic Theory*, 6.
- DI MATTEO M., GOODWIN R.M., VERCELLI A., 1989, Eds : « Technological and social factors in long term fluctuations », *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer Verlag.
- DOSI G., FREEMAN C., NELSON R., SILVERBERG G., SOETE L., 1988, Eds : *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers London.
- FLASCHEL P., 1984 : « Some stability properties of Goodwin's growth cycles : a critical elaboration », *Zeitschrift für Nationalökonomie*, Vol. 44.
- FRIEDMAN M., 1953 : *Essays in positive economics*, Chicago.
- FRIEDMAN M., 1968 : « The role of monetary policy », *American Economic Review*, Vol. 58, mars.
- GABISCH G., LORENZ H.W., 1987 : « Business cycle theory », *Lecture notes in economics and mathematical systems*, Springer Verlag.
- GLEICK J., 1989 : *La théorie du chaos*, Albin Michel.
- GLOMBOWSKI J., KRUGER M., 1986 : « Some extensions of a classical growth model », in SEMMLER W.
- GLOMBOWSKI J., KRUGER M., 1987 : « Generalizations of Goodwin's Growth cycle model », in BATTEN et alii Eds.
- GLOMBOWSKI J., KRUGER M., 1989 : « Les changements de la croissance de la productivité du travail dans un modèle de croissance cyclique », *Economies et Sociétés*, n° 3.
- GOODWIN R.M., 1951 : « The non linear accelerator and the persistence of business cycles », *Econometrica*, 19, 1.
- GOODWIN R.M., 1953 : « The problem of trend and cycle », *Yorkshire Bulletin of Economic and Social Research*.
- GOODWIN R.M., 1967 : « A growth cycle » in FEINSTEIN C.H. (Ed) *Socialism, capitalism and economic growth*, Cambridge.
- GOODWIN R.M., KRUGER M., VERCELLI A., 1984 Eds : « Non linear model of fluctuating growth » *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer Verlag.
- GRANDMONT J.M., 1985 : « On endogeneous competitive business cycles », *Econometrica*, 53.
- GRANDMONT J.M., 1986 : « Stabilizing competitive business cycles », *Journal of Economic Theory*, Vol. 40, n° 1.

- GREENWALD B.C., STIGLITZ J.E., 1988 : « Examining alternative macroeconomic theories », *Brookings Papers on Economic Activity*.
- HAAVELMO 1956 : « A study in the theory of economic evolution », North Holland.
- HANSEN G.D., 1985 : « Indivisible labor and the business cycles », *Journal of Monetary Economics*.
- HANSEN G.D., SARGENT T.J., 1988 : « Straight time and overtime in equilibrium », *Journal of Monetary Economics*, Vol. 21, n° 2/3.
- HARROD R., 1939 : « An essay in dynamic theory », *Economic Journal*, mars.
- HARROD R., 1948 : « Towards a dynamic economics », Mac Millan.
- HENIN P.Y., 1989a : « Une macroéconomie sans monnaie pour les années 90 », *Revue d'Economie Politique*, n° 4.
- HENIN P. Y., 1989b : « La non stationnarité des séries macroéconomiques : tendance, cycle et persistance », *Revue d'Economie Politique*, n° 5.
- HOEL M., 1978 : « Distribution and growth as a differential game between workers and capitalists », *International Economic Review*, Vol. 19, n° 2.
- JARSULIC M., 1984 : « Growth cycles in a classical keynesian model », in GOODWIN R.M. et alii, Eds.
- KALDOR N., 1940 : « A model of the trade cycle », *Economic Journal*, 50.
- KALDOR N., 1956 : « Alternative theories of distribution », *Review of Economic Studies*.
- KALDOR N., 1957 : « A model of economic growth », *Economic Journal*.
- KALECKI M., 1935 : « A macroeconomic theory of business cycles », *Econometrica*, n° 3.
- KELSEY D., 1988 : « The economics of chaos or the chaos of economics », *Oxford Economic Papers*.
- KING R.G., PLOSSER C.I., REBELO S.T., 1988 : « Production, growth and business cycles : II. New directions », *Journal of Monetary Economics*, Vol. 21, n° 2/3.
- KOOPMANS T., 1967 : « Objectives, constraints and outcomes in optimal growth models », *Econometrica*.
- KYDLAND F., PRESCOTT E.C., 1982 : « Time to build and aggregate fluctuations », *Econometrica*, 50, 6.
- KYDLAND F., PRESCOTT E.C., 1988 : « The workweek of capital and its cyclical implications », *Journal of Monetary Economics*, Vol. 21, n° 2/3.
- LE CACHEUX J., 1989 : « La nouvelle macroéconomie classique : fondement du laisser-faire ? », *Cahiers d'Economie Politique*.
- LI T.Y., YORKE J.A., 1975 : « Period three implies chaos », *American Mathematical Monthly*, 1975/82.
- LONG J.R., PLOSSER C., 1983 : « Real Business Cycle », *Journal of Political Economy*.
- LORENZ E.N., 1963 : « Deterministic now period flows », *Journal of Atmospheric Sciences*, 20.
- LORENZ H.W., 1989 : « Non linear dynamical economics and chaotic notion », *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer Verlag.
- LUCAS R.E., 1977 : « Understanding business cycles » in BRUNNER K., MELTZER A.H., Eds.
- LUCAS R., 1980 : « Methods and problems in business cycle theory », *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 12, novembre.

- LUCAS R., 1981 : « Studies in business cycle theory », Cambridge M.A. MIT Press.
- LUCAS R., 1987 : *Models of business cycle*, Oxford Blackwell.
- LUCAS R.E., RAPPING L.A., 1969 : « Real wages, employment and inflation », *Journal of Political Economy*.
- LUCAS R.E., PRESCOTT E.C., 1974 : « Equilibrium search and unemployment », *Journal of Economic Theory*.
- MAY R.M., 1976 : « Simple mathematical models with very complicated dynamics », *Nature*, 261.
- Mc CALLUM B.T., 1988 : « Real business cycle models », *NBER Working Paper*, n°2480.
- MEDIO A., 1987 : « Oscillations in optimal growth models », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 8.
- MEHRLING P., 1983 : « The game theoretical foundations of a classical model of class struggle », *LSE*, mars.
- MEHRLING P., 1986 : « A classical model of the class struggle : a game-theoretic approach », *Journal of Political Economy*, vol. 94, n° 6.
- MODIGLIANI F., 1977 : « The monetarist controversy, or should we forsake stabilization policies », *American Economic Review*, Vol. 67, mars.
- NELSON J.B., PLOSSER C., 1982 : « Trend and random walks in macroeconomic time series », *Journal of Monetary Economics*.
- PHELPS E., 1968 : *Inflation policy and unemployment theory*, Norton.
- PLOSSER C., 1989 : « Understanding real business cycles », *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 3, n° 3.
- POHJOLA M.T., 1981 : « Stable cyclic and chaotic growth : the dynamics of a discrete time version of Goodwin's growth cycle model », *Zeitschrift für Nationalökonomie*, Vol. 41.
- PRESCOTT E.C., 1986 : « Theory ahead of business cycle measurement », *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Fall.
- PRESCOTT E.C., LUCAS R.E., 1972 : « A note on price systems in infinite dimensional space », *International Economic Review*, juin.
- ROBINSON J., 1962 : *L'accumulation du capital*, Dunod.
- SALMON P., 1987 : « Une nouvelle étape du débat sur la macroéconomie », *Analyses de la SEDEIS*, n° 60, décembre.
- SCHEINKMAN J.A., 1976 : « On optimal study states of n-sector growth models when utility is discounted », *Journal of Economic Theory*, 12.
- SCHUMPETER 1912 : *Théorie de l'évolution économique*, Dalloz.
- SCOTT A., SMITH P., 1989 : « Trends and cycles in GDP », *Economic Outlook*, juin.
- SEMMLER W., 1986, Eds : « Competition instability and non linear cycles », *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer Verlag.
- SHAH A., DESAI M., 1981 : « Growth cycles with induced technical change », *Economic Journal*, décembre.
- SHELL K., 1967, Ed : *Essays on the theory of optimal economic growth*, MIT Press.
- SILVERBERG G., 1984 : « Embodied technical progress in a dynamic economic model : the self organization paradigm », in GOODWIN et alii (Eds).
- SKOTT P., 1989 : « Effective demand, class struggle and cyclical growth », *International Economic Review*, Vol. 30, n° 1.

- SOLOW R., 1956 : « A contribution to the theory of economic growth », *Quarterly Journal of Economics*, n° 1, Vol. 70.
- SOLOW R., 1970 : *Théorie de la croissance économique*, Armand Colin.
- SOLOW R., 1988 : « La théorie de la croissance », *Revue Française d'Economie*, n° 2, Vol. III.
- STOCKMAN A.C., 1988 : « Sectoral and national aggregate disturbance to industrial output in seven european countries », *Journal of Monetary Economics*, Vol. 21, n° 2/3.
- STUTZER M., 1980 : « Chaotic dynamics and bifurcation in a macro model », *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2.
- SUMMERS L., 1986 : « Some skeptical observations on real business cycle theory », *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Mineapolis, Fall.
- VAN DER PLOEG F., 1984 : « Implications of workers' savings for economic growth and the class struggle », in GOODWIN R.M. et alii (Eds).
- VELUPILLAI K., 1979 : « Some stability properties of Goodwin's growth cycle », *Zeitschrift für Nationalökonomie*, Vol. 39.
- VELUPILLAI K., 1983 : « A neo Cambridge model of income distribution and unemployment », *Journal of Post Keynesian Economics*, 5.
- VERCELLI A., 1984 : « Fluctuations and growth : Keynes, Schumpeter, Marx and the structural instability of capitalism », in GOODWIN R.M. et alii (Eds) (1984).