

CEPREMAP

CEPREMAP
BIBLIOTHEQUE
142, rue du Chevaleret
75013 PARIS
Tél. : 40 77 84 20

FORCES ET FAIBLESSES DES MODELES

MACROECONOMETRIQUES (*)

Pierre MALGRANGE (CEPREMAP-CNRS)

Septembre 1988

(Révisé Nov. 1988)

N° 8901

(*) Ce texte a été préparé en contribution à un ouvrage en l'honneur du XXIème Anniversaire du CORE . Il a bénéficié de nombreuses remarques et suggestions de C. Le Van et de H. Tulkens.

RESUME

FORCES ET FAIBLESSES DES MODELES MACROECONOMETRIQUES

L'objet de cette contribution est de faire le point de manière non technique sur l'état actuel de la modélisation macroéconomique après quarante ans de pratique et de critiques. Les instruments sophistiqués que sont les modèles macroéconométriques sont évalués, et leurs portées et limites discutées, à la lumière des développements récents tant de la théorie que des méthodes économétriques. La conclusion est que la modélisation structurelle de facture traditionnelle n'a pas à l'heure actuelle de véritable substitut.

ABSTRACT

STRENGTHS AND WEAKNESSES OF MACROECONOMETRIC MODELS

This contribution aims at presenting in a non technical way the actual state of macroeconomic modelling after forty years of practice and criticism. Macroeconometric models are assessed as sophisticated tools and their usefulness and limitations are discussed in the light of recent developments of macroeconomic theory as well as of econometric methods. It is concluded that there do not exist, at the time, real substitute for conventional structural modelling.

Mots clés : Modèles macroéconométriques - Prévisions - Critique de Lucas - Cointégration.

Key Words : Macroeconometric Models - Forecasting - Lucas Critique - Cointegration.

FORCES ET FAIBLESSES DES MODELES MACROECONOMETRIQUES

Pierre Malgrange (CEPREMAP-CNRS)

INTRODUCTION :

Le point après quarante ans de modélisation

Les **modèles macroéconométriques** de grande taille constituent des instruments précieux, construits et utilisés par un très grand nombre d'instituts de prévision, d'universités et d'administrations, à l'occasion de l'élaboration de prévisions macroéconomiques ainsi que d'études diverses (études de politiques économiques alternatives, scénarios d'environnement, études de sensibilité, etc.). Cette activité liée aux modèles est en croissance substantielle depuis près de quarante ans et n'a pratiquement pas été ralentie, si l'on met à part les Etats-Unis, par les critiques pourtant virulentes dont elle a été l'objet dans les années soixante dix. La période récente a au contraire été marquée par une accélération de son développement, accélération incontestablement liée au désir de peser sur une conjoncture macroéconomique défavorable et favorisée par la banalisation des bases de données, logiciels économétriques, micro-ordinateurs.... Il est intéressant, maintenant que la tempête des critiques semble significativement calmée, de faire le point sur les forces et les faiblesses de ce type d'outils, en présentant les voies d'enrichissement qui se sont avérées ou pourraient s'avérer fructueuses.

Après avoir rappelé brièvement la technologie de construction d'un modèle macroéconométrique, nous porterons notre attention sur les divers usages que l'on peut en faire. Les domaines que les critiques ont le plus visés et dans lesquels de sensibles améliorations ont été ou sont sur le point d'être réalisées seront alors abordés.

I - LA TECHNOLOGIE DE FABRICATION D'UN MODELE.

1-1/ Les étapes.

La construction d'un modèle macroéconométrique est une opération relativement laborieuse et complexe. Elle suppose que soit rassemblée une grande variété de compétences et d'outils spécialisés. On peut schématiser ce processus par la figure suivante représentant la chaîne idéalisée de construction-utilisation :

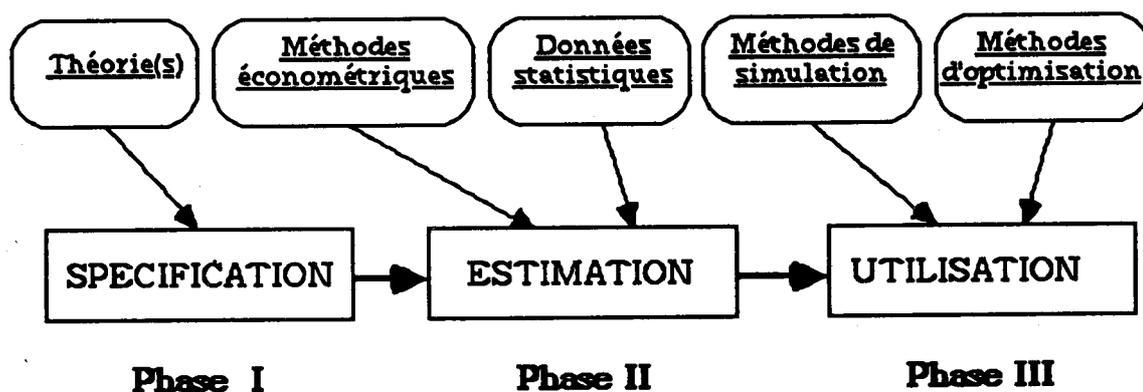


Figure I : Chaîne de construction-utilisation d'un modèle macroéconométrique

La première phase consiste en la mise en place d'un schéma d'ensemble apparaissant particulièrement adapté à la situation spécifique de l'économie que l'on désire formaliser. Le schéma retenu s'inspire la plupart du temps d'un même noyau structurel théorique appelé **synthèse néoclassique**, consistant en une architecture keynésienne à court terme gouvernée par la demande, enrichie dans son fonctionnement dynamique, d'une part par l'adjonction de mécanismes d'accumulation du capital et de progrès technique dans la tradition de la théorie de la croissance, d'autre part par la prise en compte progressive de l'offre (ajustements dynamiques des prix et des salaires). Il en résulte que le système est contraint à un régime de fonctionnement "keynésien" d'excès d'offre tant sur le marché des biens que sur celui du travail, puisque ces ajustements ne comblent que partiellement l'excédent de l'offre. Cette architecture générale est cependant suffisamment écuménique pour autoriser une diversité pratiquement illimitée de spécifications. La phase de spécification est parfois accompagnée d'une réflexion méthodologique originale sur certains aspects de la théorie macroéconomique (intertemporalité des comportements des agents, degré de rationalité des anticipations, contraintes de long terme, analyse des déséquilibres, etc.).

La deuxième phase est essentiellement consacrée à l'estimation numérique de la structure théorique retenue. Cette phase, de loin la plus longue et laborieuse, requiert la construction d'une base de données adaptée ainsi que la disposition d'au moins un bon logiciel économétrique autorisant une variété de méthodes d'estimation et de tests. Le temps nécessaire peut varier dans des proportions considérables en fonction de la taille et de l'originalité du modèle mais également du soin dans l'analyse et dans les tests des relations économétriques concernées. Dans la pratique, la séparation entre les deux premières phases n'est pas si nette, et les aller-retour entre spécification et estimation sont permanents en raison de la propension quasi perverse des données économiques à refuser de valider à peu près tous les mécanismes théoriques considérés comme les plus fondamentaux. On ne sera guère surpris du fait que ces allées et venues permanentes entre spécification théorique et recherche d'adéquation au réel aboutissent souvent à multiplier le nombre d'équations et à obscurcir les fondements théoriques.

Les diverses relations du modèle sont alors rassemblées dans un programme informatique pour les résoudre numériquement. Il faut signaler ici une autre particularité de ce type de modèles, contribuant substantiellement à leur complexité : la simultanéité des interdépendances ou **non récursivité**. Rappelons en effet que leur schéma théorique sous-jacent revient à une dynamisation de la théorie keynésienne, c'est-à-dire à une succession d'équilibres temporaires, impliquant que les variables relatives à une période donnée doivent être déterminées simultanément au moyen d'un algorithme de point fixe adapté. Comme le système n'a aucune raison en général d'avoir une forme linéaire, rien ne garantit *a priori* l'existence ni l'unicité d'une solution à chaque période. L'utilisation de méthodes de résolution imparfaitement adaptées peut faire perdre un temps considérable.

Certaines des simulations réalisées sont destinées à tester différentes propriétés du modèle, à des fins internes à l'équipe modélisatrice (contrôle de qualité), avant d'exploiter celui-ci en dispensant au public des études et prévisions diverses. La réalisation de tests internes est évidemment cruciale pour parvenir à une bonne idée de la fiabilité de l'instrument (nous y reviendrons abondamment dans la suite), et peut de nouveau remettre en cause certains aspects de spécification du modèle. Mais, en raison de leur grande complexité (plusieurs centaines d'équations), les modèles macro-économiques ne subissent pas de tests suffisamment approfondis, ce qui demanderait un temps encore nettement supérieur au temps passé pour le spécifier et l'estimer. Il s'en suit que certains défauts ne se révèlent qu'*ex-post* à l'utilisation, conduisant encore une fois au réexamen d'équations ou de blocs.

Les développements qui précèdent montrent que construire un modèle macro-économétrique représente une opération de relativement grande envergure supposant que l'on soit à même de rassembler en une même équipe un large spectre de connaissances d'ordre théorique, économétrique, empirique, informatique..., pour les faire "précipiter" en une représentation quantitative globale d'une économie donnée. Il n'est pas très surprenant que ces synthèses ambitieuses, à la charnière de nombreuses disciplines, prêtent le flanc à la critique de la part des différents spécialistes concernés par leurs divers aspects.

1-2/ Les critiques.¹

Le premier reproche adressé aux modèles qui émane souvent du grand public a trait à leur maigre fiabilité, autrement dit leur manque de précision. En effet la qualité des prévisions effectuées par leur intermédiaire bute sur des limites assez décevantes en regard de l'importance de l'investissement que représente leur construction et des innombrables tentatives pour en améliorer les performances. La portée de cette critique se trouve renforcée par l'existence de méthodes de prévision alternatives nettement moins coûteuses, utilisant en particulier les techniques de séries temporelles. Sans entrer au fond de la discussion de ce point fondamental, sur lequel nous reviendrons dans la suite, il convient de noter que l'on ne doit guère être surpris par l'imprécision des modèles sachant toutes les approximations, agrégations, simplifications qu'ils sont amenés à opérer sur le monde réel.

Une autre critique, émanant cette fois-ci des théoriciens de la macroéconomie, a fait couler également beaucoup d'encre. Elle consiste à suspecter les modèles standards -i.e. d'inspiration keynésienne- de posséder certains vices de forme majeurs rendant leur utilisation pour la préparation de la politique économique illusoire voire mystificatrice et dangereuse. A cette critique est associée le nom de Robert Lucas -voir Lucas (1976)-, qui l'a exprimée avec le plus de profondeur et de persuasion à l'occasion du développement de la théorie des anticipations rationnelles, bien que cette critique ait une portée beaucoup plus générale.

Une troisième ligne de critiques est venue de certains économètres. Ces critiques partent de l'idée que les modèles macroéconomiques reposent sur un grand nombre de restrictions de spécification *a priori* qui ne sont ni suggérées par la théorie ni l'objet de tests économétriques soigneux. L'exemple par excellence de ce type de restrictions arbitraires est fournie par la distinction entre variables exogènes et endogènes. En particulier le rôle totalement discrétionnaire de l'état, en tant que décideur public, est

¹ Cette section reprend assez largement la description de Malinvaud (1981) en l'actualisant.

classiquement considéré comme une évidence, fondement même de l'utilité du modèle que l'on construit. L'alternative suggérée en particulier par Sims (1980), est bien connue : elle consiste à postuler et estimer un modèle sous la forme plus générale possible, complètement endogène sans aucune restriction *a priori*, quitte à tester l'exogénéité de certaines variables par des tests de causalité soigneusement conçus.

Au total, ces critiques ont fait perdre à la modélisation macroéconomique son statut d'activité prestigieuse attirant les jeunes économistes les plus brillants, désireux d'acquérir, à l'intérieur d'une équipe rassemblant de multiples compétences, une expérience professionnelle solide et une connaissance théorique et pratique globale de la macroéconomie dans ses multiples ramifications. Mais le prestige perdu a été remplacé par une bien meilleure perception à la fois des limites véritables inhérentes à ce genre d'outils, et de leur caractère indispensable, sans alternative véritable à l'heure actuelle, dans de nombreuses investigations macroéconomiques globales. Dans le reste de la présente contribution nous nous proposons de revenir plus en détail sur ces trois contestations majeures de l'instrument qui nous préoccupe -maigres performances, fondements théoriques douteux, absence de véritables tests économétriques- et nous montrons comment les modélisateurs ont tenté ou tentent actuellement d'en tirer les leçons en rectifiant progressivement leur tir. D'ailleurs il se dessine actuellement un renouveau de considération, y compris aux Etats-Unis, pour la modélisation macroéconomique, comme en témoigne la citation suivante tirée de Mankiw (1987, pp 3-4) :

" An analogy from the history of science may be helpful for understanding the current state of macroeconomics. It was approximately five centuries ago when Copernicus suggested that the sun, rather than the earth, is the center of the planetary system. At the time, he mistakenly suggested that the planets followed circular orbits around the sun; we now know that these orbits are actually elliptical. Compared to the then prevailing geocentric system of Ptolemy, the original Copernician system was more elegant and, ultimately, it proved more useful. But at the time it was proposed and for many years thereafter, the Copernician system did not work as well as the Ptolemaic system. For predicting the positions of the planets, the Ptolemaic system was clearly superior.

" Now, imagine yourself, alternatively, as an academic astronomer and as an applied astronomer at the time right after Copernicus. If you had been an academic astronomer, you would have devoted your research to improving the Copernician system. The Copernician system held you the greatest promise for understanding the

you had been an applied astronomer, you would have continued to use the Ptolemaic system. It would have been foolhardy to navigate your ship by the more promising yet less accurate Copernician system. Given the state of knowledge immediately after Copernicus, a complete separation between academic and applied astronomers was reasonable and, indeed, optimal."

II - LA MODELISATION POUR QUOI FAIRE?

2-1/ Introduction : le modèle et ses limites.

On dit parfois que les prévisions conjoncturelles publiées dans les journaux sont la vitrine d'un travail impliquant tous les économistes et que le scepticisme provoqué par leurs erreurs répétées d'anticipation exprime en fait un doute sur l'utilité de la profession dans son ensemble. En d'autres mots, les limites des prévisions refléteraient les limites des modèles, traduisant eux-mêmes les limites du corps de connaissances des économistes.

Cette affirmation mérite sans doute d'être nuancée. La première observation est qu'un modèle n'est ni nécessaire ni suffisant pour la prévision; de nombreux instituts de prévision fonctionnent par exemples sur la base de "jugements d'experts" seuls; inversement l'élaboration d'une prévision implique les interventions étroitement imbriquées du modèle et du prévisionniste. Deuxièmement, un modèle n'est pas forcément destiné exclusivement à la prévision mais également à une meilleure compréhension de l'interaction de mécanismes complexes : un modèle peut être fort utile même s'il fournit de piètres prévisions. Enfin, comme nous l'avons déjà noté, les modèles reposent sur une architecture théorique en fait assez simple et bien maîtrisée, mais maintenant assez ancienne et de moins en moins adaptée aux préoccupations des théoriciens actuels. Cette partie et la suivante sont ainsi consacrées à l'analyse du double rapport qu'entretiennent les modèles macroéconomiques, respectivement en aval avec la prévision et en amont avec la

2-2/ Les modèles comme instruments de prévision

Le rôle du modèle comme instrument dans l'élaboration des prévisions n'est pas aussi simple que ne le pensent généralement les néophytes. Le prévisionniste, à supposer qu'il utilise un modèle, doit d'abord prévoir à partir d'informations diverses l'évolution future de toutes les variables non expliquées par le modèle- grosso-modo l'environnement ainsi que les éléments de la politique économique, chiffrés en termes de niveaux abstraits prévus des variables exogènes du modèle. Cette phase préliminaire demande beaucoup de temps et de soin, le nombre des variables exogènes étant généralement au moins aussi important que celui des endogènes. Une première projection du futur est alors souvent réalisée à ce stade, appelée prévision ou simulation "tendancielle". Cette opération, simple conceptuellement -le modèle "explique" le futur en fonction du présent et de la prévision des éléments exogènes- est notablement compliquée par le fait qu'au moment de l'élaboration de la prévision,

plus d'ailleurs que le passé immédiat, ne sont parfaitement connus, du fait des retards parfois importants dans l'information statistique. Les résultats de cette simulation tendancielle sont en général loin d'être conformes à l'idée que le prévisionniste se fait de l'évolution de la conjoncture, compte tenu des informations diverses "hors modèle" dont il dispose. Commence alors une opération appelée "calage" ou "ajustement" destinée à rendre la projection plus crédible, qui relève largement de l'art du prévisionniste, quoiqu'une part de cette opération puisse être rationalisée.

In fine, la contribution du modèle à la prévision représente au plus la moitié, le reste étant le fait du prévisionniste. Une autre manière de rendre compte de ceci consiste à observer que prévisions *ex-post*, c.à.d. les simulations réalisées sur le passé en introduisant les vraies valeurs des variables exogènes, donnent quasi universellement des résultats s'écartant plus en moyenne de la réalité que les prévisions *ex-ante* fondées sur des variables exogènes prévues et un travail de calage du prévisionniste....

Les erreurs de prévision *ex-ante* ne constituent donc pas un bon critère de l'aptitude prévisionnelle des modèles. Les professionnels préfèrent utiliser la méthode des simulations *ex-post* dans laquelle toute erreur de prévision est à mettre au compte du modèle¹. Plus précisément, ils utilisent comme base de leurs tests ce que l'on appelle les "pseudo-prévisions", simulations *ex-post* réalisées sur une période postérieure à la période sur laquelle le modèle a été estimé. Ceci afin d'éviter une minoration artificielle des erreurs se produisant lorsque l'information que l'on cherche à anticiper a déjà largement été prise en compte dans l'estimation du modèle.

Les performances des modèles macroéconomiques en pseudo-prévision sont assez bien documentées et permettent d'acquérir une vision claire de leurs performances réelles. Ainsi Shapiro et Garman (1981), dans une perspective historique, tentent de définir les standards- exprimés en termes de la très classique racine carrée de l'erreur quadratique moyenne (ou RMSE : *Root Mean Squared Error*) entre prévisions et réalisations d'un certain nombre de variables types, que tout modèle macroéconométrique devrait actuellement respecter : ils concluent, en prévision dynamique sur quatre trimestres, à un RMSE de 2% au plus sur les niveaux du PNB réel et du prix du PNB, et de un point sur le taux de chômage et sur le taux

¹Le lecteur intéressé par les erreurs de prévisions *ex-ante* trouvera dans Zarnowitz (1986) une revue comparative très documentée des erreurs de prévision de divers instituts de conjoncture américains depuis une trentaine d'années. Ses conclusions démentent catégoriquement l'opinion répandue de "faillite" de la prévision dans les années récentes.

les atteignent même pas. Ajoutons que traditionnellement, la consommation est un peu mieux prévue que le PNB, par contre l'investissement, le commerce extérieur et surtout les stocks le sont nettement moins bien.

Enfin pour terminer sur ce thème des modèles comme instruments de prévision, on a souvent constaté que les situations conjoncturelles les plus difficiles à prévoir étaient celles de retournement, particulièrement vers le bas, ou d'importantes erreurs sont couramment commises concernant leur échéance et leur ampleur. Cette caractéristique est attribuée au fait que les modèles sont largement fondés sur des inerties de comportement et n'intègrent pas de mécanismes substantiellement non-linéaires.

2-3/ Les modèles comme instrument d'étude.

Nous avons déjà dit que la prévision n'était pas la seule finalité des modèles. Ils constituent également des instruments extrêmement précieux lors de la réalisation d'**études** variées de politique économique. Ces études vont du simple chiffrage de l'effet d'une mesure, appelée "variante" dans le jargon des modélisateurs, à des travaux d'optimisation sophistiqués. Il y a une différence essentielle dans le rôle joué par le modèle, entre études et prévisions, qui peut être comprise sur la base de l'exemple très simple du modèle keynésien de consommation des manuels :

$$C = aR + b + e$$

La seule variable endogène est ici la consommation C qui dépend du revenu R , exogène, ainsi que d'un terme résiduel e . Pour prévoir le niveau futur de la consommation, il est nécessaire d'anticiper le revenu R et une valeur pour e . En pratique, comme nous l'avons vu, le prévisionniste possède certaines informations et sur R et sur C et "calera" la valeur e en conséquence. Une étude de politique économique, par contre, peut consister dans le cas présent à se poser la question de l'incidence sur la consommation d'une diminution de taxes sur les ménages. La réponse ici est qu'une diminution de taxes impliquant un surcroît unitaire de revenu provoquera un accroissement de la consommation de a . On le voit, la part du modèle - ici les coefficients a et b - dans l'exercice de prévision peut être fort minime et se réduire pratiquement à un simple cadre de cohérence. L'exercice de politique économique, par contre, sollicite de manière fondamentale les mécanismes inscrits dans le modèle, et un quelconque flou dans la spécification se traduit par des recommandations hasardeuses. En bref, si une étude est nettement plus facile à

qu'une prévision, elle est beaucoup plus sensible aux critiques adressées aux modèles -voir plus loin. D'où apparait la nécessité de la mise en place de garde-fous, autrement dit d'outils spécialement conçus pour parvenir à maîtriser la structure de ces modèles.

C'est ainsi que se sont progressivement développées des méthodes d'analyse des modèles dans le but de **caractériser** de manière simple leur comportement, et au delà, d'**expliquer** les caractéristiques trouvées. Ce thème est également très bien documenté- voir par exemple Hickman (1972), Deleau et Malgrange (1978), Kmenta et Ramsey (1981), Chow et Corsi (1984), Wallis (1984,1985,1986,1987), Kuh, Neese et Hollinger (1985), Malgrange (1988)-, et nous nous contenterons d'une présentation

Dans les méthodes de caractérisation des propriétés des modèles, celle dite de calcul des **multiplicateurs** est de loin la plus pratiquée. Rappelons qu'un multiplicateur mesure l'incidence sur une variable endogène donnée d'une variation unitaire d'une certaine variable exogène. Ce multiplicateur est obtenu pratiquement par la réalisation de deux simulations, une première, de référence, avec comme entrées certains niveaux des variables exogènes, et une deuxième, dite variantielle, dans laquelle on perturbe la variable exogène concernée, soit x , d'une quantité Δx engendrant une variation de la variable endogène retenue de Δy . Le multiplicateur n'est autre que $\Delta y/\Delta x$. Il est clair qu'un modèle comprenant n variables endogènes et m variables exogènes sera susceptible de générer $m.n$ multiplicateurs. Ce nombre est même multiplié si l'on tient compte de la dimension éventuellement dynamique du modèle, car il faut distinguer entre effets instantanés et effets décalés aux diverses échéances, donnant naissance à autant de multiplicateurs. Ces calculs de multiplicateurs sont de plus en plus standardisés et donnent lieu à des comparaisons minutieuses. De la sorte, des normes émergent impliquant que si un modélisateur nouveau présente des résultats très en dehors du "nuage" formé par les modèles existants, il est prié de refaire sa copie.

Une autre méthode de caractérisation, plus précisément destinée à analyser la dynamique d'un modèle, consiste dans le calcul des **valeurs propres**. Cette méthode revient à linéariser et transformer le modèle de telle manière que sa partie endogène s'écrive sous la forme suivante -forme dite en variables d'état :

$$Y_t = A.Y_{t-1} ,$$

Y_t : vecteur des variables endogènes à la période

Il est aisé de vérifier que l'évolution de Y_t peut s'exprimer comme une somme pondérée des puissances successives des différentes valeurs propres de la matrice A .

Ceci permet d'interpréter l'évolution dynamique du modèle, en général d'apparence complexe, comme une superposition d'un certain nombre de "modes" élémentaires caractéristiques de chaque valeur propre, convergents, divergents, monotones, ou oscillatoires.

Au delà du calcul d'un certain nombre des caractéristiques d'un modèle, comme les multiplicateurs ou les valeurs propres, il est souvent utile de chercher à localiser précisément l'origine de tel ou tel résultat observé. Parmi les méthodes employées dans ce but d'explication, celle dite des **chocs de structure** (en Anglais "Structural Sensivity" -voir Kuh et Al. (1985)-) est la plus populaire. Le principe est simplement d'altérer un élément de la structure du modèle et de mesurer la modification qui en résulte de la propriété que l'on cherche à expliquer. Pour prendre un exemple, supposons que nous observions une évolution divergente chronique du niveau des prix. Cette divergence peut être précisée par le calcul des valeurs propres du modèle conduisant normalement à une valeur au moins supérieure à l'unité. En diminuant la valeur du paramètre d'indexation des salaires aux prix, et en recalculant les valeurs propres, il arrive très souvent que pratiquement aucune de ces dernières ne soit modifiée sauf une qui baisse substantiellement, justement une des valeurs propres supérieures à l'unité.

Cette méthode, employée de manière systématique, donne des renseignements extrêmement précieux sur les origines du comportement du modèle, et en pratique on parvient toujours par cette voie à **affecter** de manière nette les comportements observés du modèle et les différents paramètres de ce dernier.

Une autre technique d'investigation assez répandue est l'**analyse des interdépendances**. Elle a pour objet de mettre en évidence à l'intérieur d'un modèle des sous-systèmes entre lesquels existent des relations d'ordre. Cette analyse peut être menée sur un plan purement qualitatif - on cherche si une relation de causalité existe ou n'existe pas entre deux variables-, ou quantitatif -on cherche l'importance de cette relation et si elle peut être éventuellement négligée. On distingue également entre analyse des causalités instantanées et analyse dynamique. Un concept dynamique particulièrement fructueux proposé il y a de nombreuses années par Ando, Fisher et Simon (1963) est celui de **décomposabilité approchée** conduisant à distinguer une dynamique de court terme dans laquelle on peut définir des blocs fonctionnant de manière quasiment hiérarchique et une dynamique de long terme où chaque bloc peut être simplifié mais l'interdépendance est générale.

Notons que, à l'heure actuelle, toutes ces méthodes sont automatisées en particulier à l'intérieur du logiciel de modélisation TROLL - voir Kuh, Neese et Hollinger (1985).

Il existe de nombreuses autres méthodes d'analyse, plus spécialement les méthodes tirant parti de la nature fondamentalement stochastique des modèles macroéconométriques dont l'exposé dépasserait le cadre de cette contribution, et nous nous contenterons de renvoyer le lecteur aux références citées plus haut. Nous signalerons en conclusion de ce paragraphe que toutes ces méthodes d'investigation sont complémentaires et non concurrentes, et que, par une combinaison astucieuse de ces approches, on parvient en général à une bonne maîtrise intellectuelle du modèle analysé, autorisant éventuellement la construction d'une **maquette** du modèle original, éliminant les mécanismes jouant un rôle mineur ou décoratif et ne conservant que le nécessaire. L'expérience de l'auteur et d'un certain nombre de collègues conduit à affirmer que, de la sorte, on peut toujours effectuer avec une excellente précision une réduction à environ 1/10^{ième} de l'original.

2-4/ La taille des modèles.

La remarque qui précède conduit à se demander pourquoi on construit des modèles macroéconomiques de si grande taille - en général, plusieurs centaines voire milliers d'équations-, alors que l'essentiel de leur comportement peut être décrit par quelques dizaines d'équations. La réponse tient à leur finalité d'aide à la prévision. Les "clients" des prévisions économiques veulent en effet le plus d'informations possible, même si cela est illusoire, ou désirent des éléments spécifiques -décomposition des agrégats comme la consommation.... De plus, pour des raisons pratiques de retranscription de l'information, il est souvent jugé indispensable de disposer d'un cadre comptable aussi complet que possible. Enfin les modifications apportées dans le cours de l'utilisation du modèle vont exceptionnellement dans le sens de la simplification -on rajoute une variable, une équation, un bloc...pour corriger une faiblesse révélée à l'usage. Mais, dira-t-on, lorsqu'il s'agit d'études de politiques alternatives réalisées sous forme de variantes, pourquoi ne pas utiliser la maquette simplifiée ? Tous les modélisateurs répondent sans hésiter que le gain en efficacité est loin de valoir le coût de la gestion de deux modèles. Les modélisateurs sont pour la plupart bien conscients du fait que leurs instruments sont sur-calibrés, mais ils ne subissent qu'un coût marginal minime associé au grand nombre d'équations, du fait

des performances extraordinaires de l'informatique - actuellement même un micro-ordinateur au standard PC-AT peut gérer aisément un système de l'ordre de 500 équations. Voilà pourquoi les macroéconomistes appliqués ont pris l'habitude de manipuler des systèmes d'équations dynamiques d'une telle taille et de considérer que des systèmes de 50 équations ou moins étaient des maquettes de laboratoire sans grande utilité concrète, alors que dans une discipline voisine, la biologie, on considère qu'un modèle n'est plus maîtrisé passé les dix équations, une taille "raisonnable" se situant autour de trois !.....

III - LES MODELES ET LEUR BASE THEORIQUE.

3-1/ Un modèle de référence.

L'expérience accumulée d'analyse de modèles macro-économétriques et de construction de versions réduites a permis de mieux percevoir leurs traits communs et de mettre en évidence la véritable "signature" de chacun, autrement dit, l'ensemble - limité- des mécanismes qui fondent l'originalité réelle d'un modèle donné. Deleau, Malgrange et Muet (1981) ont ainsi construit une **maquette représentative**, appelée DMM, possédant une structure pouvant être considérée comme le squelette de base commun à une très large majorité des modèles de prévision de grande taille.

DMM est un modèle d'une trentaine d'équations dont les fondements théoriques transparaissent dans les équations de comportement de manière la plus explicite possible. Nous en donnons ci-dessous une présentation simplifiée, largement extraite de la référence citée ainsi que de Artus, Deleau et Malgrange (1986, Ch. 5) :

Comme la très grande majorité des modèles, DMM retient une structure keynésienne à court terme. L'offre de biens, potentiellement excédentaire *ex ante*, est contrainte par le niveau des différentes demandes et donc identiquement égale *ex post* à leur somme. Les demandes d'investissement, d'emploi et de consommation prennent en compte, comme dans tous les modèles d'inspiration keynésienne, les contraintes quantitatives perçues ou anticipées¹. Sa structure peut être analysée en termes de trois blocs interdépendants :

- **le bloc réel**, de loin le plus important par le nombre d'équations, est centré sur la traditionnelle boucle keynésienne des diverses demandes, à laquelle est ajoutée l'emploi. Le capital et l'emploi optimaux sont calculés conjointement par minimisation du coût de production anticipé, la technologie de production étant de type Cobb-Douglas. Le capital et l'emploi réalisés résultent alors de l'application d'une double structure de retards, provenant de délais d'ajustement des facteurs de production et de délais d'anticipations de la production. La fonction de consommation est la fonction keynésienne habituelle, et le commerce extérieur contient les traditionnels effets de demande, d'offre -synthétisée par les tensions sur les capacités de production- et de prix relatifs. La demande publique est exogène.

¹La maquette est donc assimilable à un modèle IS-LM dynamisé par adjonction d'équations de prix et de salaires, ainsi que d'accumulation du capital.

- **le bloc monétaire et financier** est formé des variables décrivant le marché de la monnaie, essentiellement offre et demande de monnaie et taux d'intérêt.

- **le bloc prix-salaires**, enfin, décrit un ajustement progressif du niveau des prix aux coûts unitaires de production compte tenu d'un taux de marge, correspondant à une hypothèse de concurrence monopolistique et une évolution des salaires influencée par l'inflation ainsi que par le taux de chômage (courbe de Phillips)

Les éléments dynamiques de DMM, on le voit, proviennent de trois sources : l'accumulation du capital, les délais de réaction implicitement dus aux coûts d'ajustement, donnant une certaine viscosité aux quantités et aux prix, et les anticipations supposées ici de type adaptatif. Chaque bloc est constitué de variables fortement reliées entre elles : la boucle du multiplicateur (production-revenus-demandes-production) dans le bloc réel, la causalité circulaire monnaie-taux d'intérêt dans le deuxième bloc et la célèbre spirale prix-salaires dans le troisième. Il existe un certain nombre de liaisons entre les blocs comme l'influence des prix dans le commerce extérieur, du taux d'intérêt dans l'investissement, de la production dans la détermination des prix ainsi que dans la demande de monnaie... Ces liaisons sont nettement plus faibles -au moins à courte échéance- que les relations internes, ce qui renforce la pertinence économique de ces blocs-décomposabilité approchée, voir plus haut. En pratique, dans le court terme, chaque bloc peut être simulé quasiment indépendamment des autres; autrement dit, pour mesurer l'incidence d'un choc sur la demande il est licite de négliger les mouvements de prix et de même pour un choc perturbant la spirale prix-salaires, les variations induites des quantités peuvent être

La lecture et l'analyse d'un modèle de grande taille à travers la grille que constitue la maquette DMM permet de distinguer dans le comportement de ce modèle ce qui provient de la forme fonctionnelle des équations, et ce qui a son origine dans des valeurs numériques différentes des coefficients structurels. L'expérience a montré qu'en donnant aux coefficients de DMM les valeurs numériques correspondant au modèle étudié, on obtient des résultats de simulation très proches, les différences résiduelles étant à mettre au compte de la véritable spécificité fonctionnelle du modèle, spécificité que l'on peut chercher à localiser par les méthodes précédemment décrites dans la section 2-3. Nous devons toutefois convenir que la logique de cette démarche n'a été poussée jusqu'au bout que pour un nombre très restreint de modèles.

En résumé, DMM peut constituer une aide efficace pour réaliser une étude de la spécification d'un modèle donné.

3-2/ Les critiques des théoriciens.

Parmi les **critiques d'ordre théorique** que l'on a pu -ou que l'on pourrait- formuler à l'encontre de la majorité des modèles macroéconométriques, certaines ne remettent en cause la modélisation que sur des aspects ponctuels qui sont plus ou moins aisément amendables, d'autres attaquent la démarche modélisatrice elle-même et visent ainsi à en saper les bases. Nous présentons d'abord quelques exemples de critiques, relativement ponctuelles, réservant pour la section 3-3 suivante un ensemble de contestations radicales fondées sur la notion de rationalité des agents économiques, souvent mis sous le label quelque peu "fourre-tout" de "Critique de Lucas" -voir l'article précité de Lucas (1976).

Pour obtenir une forme fonctionnelle opérationnelle des comportements des divers agents, le modélisateur utilise de manière courante un certain nombre d'hypothèses simplificatrices telles celle de l'**agent représentatif**, permettant d'éviter le douloureux problème de l'agrégation. La pertinence de cette approximation n'est qu'exceptionnellement considérée. Ensuite, il cherche à décrire l'équilibre -partiel- de cet agent représentatif pour en dériver son comportement "normal" ou "désiré" ou encore "de long terme", par un programme d'optimisation statique. Enfin, la considération de divers coûts d'ajustement implique que les grandeurs réalisées ne s'ajustent que progressivement aux grandeurs désirées à l'équilibre. Telle est la démarche classique en deux temps que tend à mimer la maquette DMM. Toutefois, les modèles construits dans les années récentes posent, de manière plus cohérente, directement le problème de l'optimisation intertemporelle avec coûts d'ajustement. Cependant, dans tous les cas, l'équilibre statique de référence est supposé refléter un état stationnaire et non une croissance équilibrée comme le voudrait la logique des modèles macroéconométriques, ce qui crée un biais de spécification malheureusement très délicat à éliminer.

Un autre défaut fréquent de spécification tient à ce que le modélisateur raisonne bien souvent, par tradition, non en termes d'agents mais de grandes fonctions macroéconomiques -consommation, investissement, commerce extérieur, prix, etc. Cette pratique peut conduire parfois à des incohérences dont la plus classique est la dissymétrie de traitement des entreprises entre quantités, dérivées sous hypothèse de concurrence parfaite, et prix, supposant la concurrence monopolistique. De même, les différents éléments du consommateur font en général l'objet de traitements partiels indépendants, la consommation ne répondant pas à la même logique que la demande de monnaie ou de titres, ni à celle des salaires, etc. Il n'est pas toujours aisé de remédier à ces travers qui quelquefois reflètent les carences ou les incertitudes de la

macroéconomique incapable à l'heure actuelle de fournir un schéma d'ensemble intégrant entre autres : la monnaie, le capital, les échanges extérieurs...

Une conséquence de l'observation précédente est que les contraintes budgétaires des agents sont bien souvent maltraitées. Ceci est bien connu pour ce qui concerne l'Etat depuis Christ (1968). Une autre contrainte cruciale mal prise en compte par les modèles est la contrainte extérieure. Le problème n'est pas toujours apparent dans la mesure où ces contraintes sont en fait intertemporelles, et l'on peut avoir à relativement courte échéance l'illusion de la liberté. L'Etat peut par exemple dépenser et s'endetter énormément pendant un laps de temps important mais il faudra bien que, d'une manière ou d'une autre, il rembourse un jour et ceci doit s'inscrire dans la réalité des comportements des agents concernés, mais ne figure nullement dans les modèles standards. Ceci nous amène au problème des anticipations, que nous abordons maintenant

3-3/ La Critique de Lucas.

Les modélisateurs doivent décrire les anticipations que forment nécessairement les différents agents économiques sur la valeur prise par les variables dont dépend leurs comportements et sur lesquelles ils n'ont pas de maîtrise, comme par exemple le niveau des prix futur. Pour ce faire, ils supposent la plupart du temps que ces agents utilisent des "modèles de prévision naïfs" extrêmement frustes, simple projection de l'évolution passée de la variable concernée. Par ailleurs, ces mêmes modélisateurs délivrent largement au public les prévisions macroéconomiques résultant de leurs modèles, en particulier les prévisions des variables que ce dernier doit justement anticiper. Un simple souci de cohérence exigerait que les prévisions du modélisateur et des agents concernés coïncident, ce qui ne se produira pas en général. Il serait raisonnable de supposer au contraire que les agents font "en moyenne" - i.e. compte tenu de l'incertitude - la même prévision que le modélisateur, ce qui n'est autre que l'hypothèse d'anticipations rationnelles - Muth (1961). Cependant cette hypothèse est redoutable de conséquences puisqu'elle impose au modélisateur de fournir en entrée de son modèle (les anticipations des agents) justement ce qui en sort (les prévisions du modélisateur).

Un deuxième niveau de critique est apparu lorsque l'on a cherché à expliciter la manière dont intervenaient les variables que les agents avaient besoin de prévoir pour régler leurs comportements. On s'est aperçu que de nombreuses équations de comportement figurant dans les modèles, considérées comme solidement établies, avaient

un caractère très largement *ad hoc* et ne résultaient pas d'une quelconque dérivation à partir d'hypothèses soigneusement formulées. Il est alors devenu clair que ce qui était couramment considéré comme un paramètre structurel indépendant et constant, dépendait en fait de la situation de l'environnement de l'agent concerné, en particulier de la politique économique; autrement dit le modèle, n'étant pas "structurel", variait avec celle-ci. On a considérablement glosé sur cet argument, mais force est de constater qu'il s'est largement cantonné dans le domaine de la méthodologie sans grand impact sur la modélisation quantitative, mise à part la critique de la spécification de la courbe de Phillips qui a été corrigée ultérieurement dans les modèles macroéconométriques. La raison en est très simple : on n'est jamais certain qu'un modèle est structurel, autrement dit on ne peut jamais affirmer que les paramètres d'un modèle donné sont exogènes au système économique. Vu sous un certain angle, il s'agit de l'éternel problème de la prétention à décrire et à agir sur des phénomènes dont nous avons une connaissance très partielle. Mais plus profondément, la Critique de Lucas consiste à faire observer que l'on ne peut pas décrire les interactions entre la puissance publique et des agents dotés d'une intelligence supérieure, comme s'il s'agissait de la mécanique céleste, et qu'il est nécessaire de repenser l'outil.... Certes, mais dans quelle direction ?

Un troisième niveau de critique, associé aux noms de Kydland et Prescott (1977), découle de l'examen de la rationalité du comportement de la puissance publique dans une perspective intertemporelle. Ces auteurs montrent que, dans un modèle où seraient pris en compte les deux premiers niveaux, la puissance publique aurait intérêt à ne pas respecter ses engagements passés. Nous donnons une illustration de ce paradoxe, tirée d'une expérimentation concrète réalisée par un professeur américain de macroéconomie : ce dernier a annoncé au début du semestre qu'il serait très exigeant à l'examen final et que les étudiants avaient intérêt à travailler beaucoup et régulièrement. L'examen arrivé, les étudiants ayant bien travaillé, il s'est trouvé optimal pour lui de déclarer tout le monde reçu avec mention, pour économiser le double traumatisme de l'épreuve, pour les étudiants, et des corrections de copies, pour lui...

Ce paradoxe dynamique d'incohérence temporelle constitue à l'heure actuelle le point réellement le plus dévastateur de la Critique de Lucas, posant de sérieux problèmes de conscience aux modélisateurs dans l'évaluation de politiques économiques alternatives. Mankiw (1987) dans sa conclusion convient d'ailleurs que son analogie Copernicienne pêche par excès d'optimisme, Copernic ayant eu une vision claire en

IV- LES MODELES ET LEURS BASES ECONOMETRIQUES.

4-1/ Introduction : Critique de Sims.

Le lecteur pourra être légitimement surpris que, dans les pages qui précèdent, nous ayons traité les modèles macroéconométriques en systèmes purement déterministes, sans prise en compte explicite de l'incertitude, alors que, au niveau de l'estimation, la spécification postulée est fondamentalement stochastique. Cette approche reflète en fait la pratique traditionnelle des modélisateurs consistant, passé le niveau de l'estimation, à "oublier" que les résidus sont aléatoires, et à les traiter en pures constantes d'ajustement, manipulables au gré des besoins. Nous abordons maintenant brièvement les critiques en provenance des économètres suscitées par cette pratique et les orientations récentes des techniques de modélisation.

Dans un article célèbre très riche, fortement imprégné de la Critique de Lucas, Christopher Sims (1980) examina le problème des restrictions de spécification sur lesquelles étaient fondés les modèles macro-économétriques. Ses conclusions peuvent être synthétisées comme suit :

(i) Le choix des variables explicatives retenues dans chacune des équations structurelles du modèle n'est en général pas déduite de considérations sur la structure globale théorique du système, mais résulte la plupart du temps de considérations contingentes à chaque équation examinée. Ceci conduit à introduire beaucoup de restrictions *a priori* sur la forme structurelle alors que la théorie n'en suggérerait que très peu.

(ii) On peut montrer toutefois que cette situation n'implique pas nécessairement un fonctionnement erroné des modèles standards, qui fournissent de relativement bonnes prévisions malgré leurs grossières erreurs de spécification, mais a pour conséquence que d'autres formes structurelles, basées sur d'autres restrictions *a priori* peuvent donner d'aussi bonnes simulations.

(iii) La distinction entre variables exogènes et variables endogènes est largement artificielle et ne fait jamais l'objet de tests ("tests de causalité"). Ainsi un dogme traditionnel dans les modèles d'inspiration keynésienne place la puissance publique "au dessus de la mêlée" en ne modélisant pas son comportement et en la laissant largement exogène.

Ces observations conduisirent Sims à suggérer, en alternative aux gros modèles macroéconométriques, une démarche fondée sur des techniques économétriques de

son temps, non seulement des faiblesses du paradigme en vigueur à l'époque, mais également de ce à quoi devait ressembler le nouveau.¹

Pour conclure cette section des problèmes théoriques rencontrés par la modélisation, il est important de signaler que les macroéconomistes appliqués Britanniques sont, avec certains Américains, ceux ayant pris le plus au sérieux le défi lancé par les théoriciens de la nouvelle macroéconomie -voir par exemple Holly et Zarrop (1983), Hall et Henry (1985), Wallis Ed. (1985,1986), ou dans un cadre multinational Oudiz et Sachs (1984).

¹ Le lecteur trouvera dans Fischer (1988) une revue de littérature très accessible des développements actuels de la macroéconomie.

séries temporelles : la **modélisation VAR (Vectorielle AutoRégressive)**. La spécification est postulée entièrement endogène, sans autre restrictions théorique *a priori* que la liste des variables retenues et le retard maximum présent dans chaque équation. On laisse le soin à l'économétrie de "sélectionner" la structure dynamique du système, en particulier les éléments exogènes ou prédéterminés qui sont établis à partir de tests de causalité.

Cette modélisation de type boîte noire est extrêmement légère à mettre en œuvre comparée à la démarche traditionnelle (c.f. Figure 1). Elle est donc très séduisante surtout quand on remarque qu'elle conduit comparativement à des prévisions de qualité tout-à-fait honorable (voir par exemple Zarnowitz (1986) ou le numéro spécial du *Journal of Business and Economic Statistics* (1986)). Signalons simplement pour terminer sur ce point que l'aptitude de ce type d'approche à évaluer la politique économique a été lui-même contesté par certains sur la base de la Critique de Lucas (Cooley et LeRoy (1985)).

4-2/ **Le renouveau des fondements économétriques.**

De même que les bases théoriques des modèles macroéconométriques traditionnels apparaissent maintenant quelque peu vieillottes, les éléments de théorie économétrique qui fondaient leur estimation se sont notablement renouvelés depuis une décennie. Ainsi parallèlement à la démarche de Sims, une approche très fructueuse de la modélisation dynamique stochastique s'est progressivement développée en particulier sous l'influence de David Hendry à partir du concept de **Mécanisme à Correction d'Erreur (MCE)**. L'objectif premier était d'intégrer explicitement dans la formalisation les phénomènes de long terme qui étaient en général perdus par une différenciation systématique des séries dans le but de les rendre stationnaires au sens statistique.

Les MCE d'origine consistaient donc en une superposition de mécanismes d'ajustements dynamiques "différentiels" et "en niveaux" (voir spécialement l'article séminal de Davidson, Hendry, Srba et Yeo (1978)). Les années récentes ont été marquées par un développement intensif de méthodes économétriques adaptées à des séries non stationnaires, à la suite des résultats empiriques de Nelson et Plosser (1982) montrant que de nombreux agrégats macroéconomiques étaient beaucoup mieux décrits par des marches aléatoires que par des évolutions stationnaires autour de tendances déterministes. Plus précisément, la notion de **variable intégrée** a émergé (variable non stationnaire mais qu'une différenciation à un ordre suffisant rend stationnaire), suivie de celle de **cointégration** (*grosso modo* plusieurs variables sont cointégrées si elles sont intégrées et s'il existe une combinaison linéaire de ces

variables qui est stationnaire). Ces concepts sont actuellement la source d'une intense activité. Il a ainsi été démontré que des variables cointégrées étaient d'une manière générale susceptibles de représentations MCE ainsi que VAR et réciproquement. De surcroît, la théorie des anticipations rationnelles conduit souvent à des comportements dynamiques de type marche aléatoire correspondant donc à des processus intégrés d'ordre 1. Il convient toutefois de ne pas prendre cette approche pour une panacée. Citons simplement le numéro spécial de l'*Oxford Bulletin of Economics and Statistics* sous la responsabilité de Hendry (1986) qui fait le point de la portée et des limites de l'économétrie de la cointégration.

4-3/ Les modèles et les phénomènes non linéaires.

Il nous faut pour terminer dire quelques mots du rôle des phénomènes non linéaires. Les **non linéarités** constituent en effet un aspect important de la modélisation, au cœur des préoccupations des macroéconomistes et objet de controverses depuis plus de soixante ans.

Rappelons que les économistes ont d'abord tenté de reproduire avec plus ou moins de succès le cycle économique par des mécanismes dynamiques endogènes générant des fluctuations entretenues, le modèle prototype étant l'oscillateur (non linéaire) de Samuelson. Dans les années Quarante, on s'est aperçu qu'il était parfaitement possible de générer des fluctuations permanentes par simple adjonction de chocs exogènes aléatoires à un système linéaire stable, même si ce dernier ne montrait aucune tendance à osciller. De plus l'allure irrégulière des résultats semblait mieux apte à représenter les aléas du cycle économique que les allures répétitives et trop régulières des modèles de la première génération. (Le lecteur intéressé par ce sujet peut consulter Zarnowitz (1985)).

Les années récentes ont été marquées par un renouveau de l'approche "endogène" du cycle économique à la suite du formidable développement de ces quinze dernières années de la théorie mathématique des systèmes dynamiques. Il est maintenant assez largement connu que tout système dynamique simple en apparence est susceptible d'un comportement temporel d'une grande complexité **à condition d'y placer astucieusement au moins un mécanisme suffisamment non linéaire**. On peut ainsi produire avec des systèmes de très petite taille -i.e. comportant trois variables d'état ou moins- des cycles entretenus de formes les plus diverses. Mais on peut également, et ceci est le plus nouveau, engendrer une évolution extraordinairement complexe, chaotique, avec la propriété de sensibilité aux conditions initiales (SCI), signifiant que la moindre erreur sur la position de départ provoque des écarts croissant exponentiellement avec le temps. En d'autres mots, les systèmes SCI

plein sens du mot, même si on en connaît parfaitement les lois... On peut par contre tenter de caractériser globalement la zone au voisinage de laquelle le système évolue.

Les applications à l'économie sont très récentes et se cantonnent surtout au domaine théorique : démontrer et étudier occurrence d'une dynamique complexe dans un modèle rigoureusement dérivé. Mais des méthodes très sophistiquées se développent, destinées à tester si une série donnée relève plus d'un modèle non linéaire déterministe, éventuellement chaotique, que de la représentation linéaire stochastique usuelle, sachant que les méthodes économétriques traditionnelles ne peuvent pas les distinguer. Nous citerons seulement le remarquable travail sur données macroéconomiques de Brock et Sayers (1988), aboutissant à des conclusions nuancées, voire sceptique, mais qui a déjà suscité de nombreuses vocations.

Au total, les résultats de ces auteurs ont de quoi rassurer les modélisateurs puisqu'ils conduisent à un certain doute de la nature chaotique et imprévisible de l'économie. Ceux-ci ne sont donc pas près de souffrir du syndrome du météorologue ayant à prévoir le temps -système connu pour être mathématiquement de type chaotique- qu'il fera dans une semaine...

CONCLUSION GENERALE.

L'objet de cette contribution était de faire le point sur la modélisation macro-économétrique, outil puissant, mais possédant ses limites, entre les mains des prévisionnistes, et autres techniciens de la politique économique. Nous avons vu que leur construction reposait sur le travail d'une équipe aux compétences multiples et s'échelonnait sur plusieurs années; qu'une part importante de ce travail consistait à grappiller dans un nombre respectable de disciplines économiques et mathématiques les éléments nécessaires à leur construction : schémas macroéconomiques théoriques, méthodes économétriques, bases de données, logiciels informatiques d'estimation et de simulation, méthodes numériques de résolution et d'analyse...

Il est clair que les modélisateurs ne recherchent pas systématiquement les développements à la pointe du progrès, mais ont pour préoccupation principale l'homogénéité, la cohérence et la robustesse des "briques" qu'ils utilisent. Il est alors inévitable que ces outils prêtent le flanc à la critique de la part des différents spécialistes concernés. On a vu que le bouleversement impressionnant, au cours des quinze dernières années, de la théorie (rationalité des anticipations, cohérence des comportements, etc.), des méthodes économétriques (causalité, non stationnarité, prise en compte du long terme, non linéarités...) sans oublier celui de la technologie informatique, avaient donné un sérieux coup de vieux aux modèles macro-économétriques traditionnels.

La modélisation avait pu prendre son essor assez rapidement dans les années Cinquante du fait de la mise à disposition des trois innovations majeures que furent à cette époque : (i) le schéma IS-LM, formalisation de la théorie keynésienne, (ii) les techniques économétriques de la Cowles Commission, (iii) les premiers ordinateurs. Il n'y a malheureusement pas à l'heure actuelle de schéma théorique global de statut comparable au modèle IS-LM qui domine le marché. De nombreux candidats tout-à-fait séduisants mais malheureusement partiels existent. Ainsi on achoppe toujours sur une explication convaincante de l'existence d'un chômage persistant important ainsi que sur celui du rôle de la monnaie dans les échanges. Dans l'attente d'un nouveau Keynes, les modèles macroéconomiques de facture traditionnelle intelligemment ravalés sont irremplaçables : ils n'ont aucun complexe à avoir.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ando A., F. M. Fisher et H. Simon (1963), *Essais on the Structure of Social Science Models*, MIT Press, Cambridge.
- Artus P., M. Deleau et P. Malgrange (1986), *Modélisation macroéconomique*, Economica, Paris.
- Brock W. et C. Sayers (1988), "Is the Business Cycle Characterized by Deterministic Chaos?", *Journal of Monetary Economics*, 22, pp. 71-90.
- Chow G. et P. Corsi Eds. (1982), *Evaluating the Reliability of Macro-Economic Models*, J. Wiley, New-York.
- Cooley T.F. et S.F. LeRoy (1985), "Atheoretical Macroeconometrics : A Critique", *Journal of Monetary Economics*, 16, 283-308.
- Christ C.F. (1968), "A Simple Macroeconomic Model with a Government Budget Restraint", *Journal of Political Economy*, 76, 53-67.
- Davidson J., D.F. Hendry, F. Srba et S.Yeo (1978), "Econometric Modelling of the Aggregate Time-Series Relationships Between Consumer's Expenditure and Income in the United Kingdom", *Economic Journal*, 88, PP. 661-692.
- Deleau M. et P. Malgrange (1978), *L'Analyse des modèles macroéconomiques quantitatifs*, Economica, Paris.
- Deleau M., P. Malgrange et P. A. Muet (1981), "Une maquette représentative des modèles macroéconomiques", *Annales de l'INSEE*, 42, 53-92.
- Fischer S. (1988), "Recent Developments in Macroeconomics", *Economic Journal*, 98, 294-339.
- Hall S.G. et S.G.B. Henry (1985), "Rational Expectations in an Econometric Model : NIESR Model 8", *National Institute Economic Review*, 114, 58-68.
- Hendry D.F. Ed. (1986), "Econometric Modelling with Cointegrated Variables", Numéro Spécial de l'*Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48,3.

- Hickman B. G., Ed. (1972), *Econometric Models of Cyclical Behaviour*, NBER Studies in Income and Wealth, Columbia University Press, 36 Vols 1 et 2.
- Holly S. et M.B. Zarrop (1983), "On Optimality and Time Consistency when Expectations are Rational", *European Economic Review*, 20, 23-40.
- Journal of Business and Economic Statistics* (1986), Vol. 4, 1.
- Kmenta J. et J. B. Ramsey (1981), *Large-Scale Macro-Econometric Models*, North-Holland, Amsterdam.
- Kuh E., J. Neese et P. Hollinger (1985), *Structural Sensitivity in Econometric Models*, J. Wiley, New-York.
- Lucas R. E., Jr. (1976), "Econometric Policy Evaluation: a Critique." In K. Brunner et A. Meltzer Eds., *The Phillips Curve and labor markets*, supplément au *Journal of Monetary Economics*.
- Malgrange P. (1988), "The Structure of Dynamic Macroeconometric Models", *CORE Working Paper*, à paraître dans un Volume consacré au XXIème Anniversaire du CORE.
- Malinvaud E. (1981), "Econometrics Faced with the Needs of Macroeconomic Policy", *Econometrica*, 49, 1363-1375.
- Mankiw N. G. (1987), "Recent Developments in Macroeconomics: a very Quick Refresher Course", *NBER Working Paper* n° 2474.
- Muth J. F. (1961), "Rational Expectation and the Theory of Price Movements", *Econometrica*, 29, 315-335.
- Nelson C.R. et C.I. Plosser (1982), "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications", *Journal of Monetary Economics*, 10, 139-162.
- Oudiz G. et Sachs J. (1984), "International Policy Coordination in Dynamic Macroeconomic Models", in Buiter W.H. et R.C. Marston Eds. *International Economic Policy Coordination*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Shapiro H. T. et D. M. Garman (1981), "Perspectives on the Accuracy of Macroeconometric Forecasting Models", In J. Kmenta et J. B. Ramsey Eds. *Large-Scale Macro-Econometric Models*, North-Holland, Amsterdam, 59-91.

Sims C. (1980), "Macroeconomics and reality", *Econometrica*, 48, 1-48.

Wallis K. F. Ed. (1984,1985,1986,1987), *Models of the UK Economy: A review by the ESRC Macroeconomic Modeling Bureau*, Oxford University Press, Oxford.

Zarnowitz V. (1985), "Recent Work on Business Cycles in Historical Perspective: A Review of Theories and Evidence", *Journal of Economic Literature*, 23, pp. 523-580.

Zarnowitz V. (1986), "The Record and Improvability of Economic Forecasting", *NBER Working Paper n° 2099*.