



CEPII

**CENTRE
D'ÉTUDES PROSPECTIVES
ET D'INFORMATIONS
INTERNATIONALES**

CEPREMAP

Présentation du Modèle Marmotte

Septembre 2002

Présentation du Modèle Marmotte¹

Introduction

Marmotte est un modèle macro économétrique multinational annuel. Il inclut 17 pays de l'OCDE : les 14 membres de l'Union européenne (le Luxembourg et la Belgique sont fusionnés), les Etats-Unis, le Japon et le Canada². Il peut être utilisé pour simuler les conséquences de changements des politiques et de l'environnement économiques, au voisinage d'un compte central. Celui-ci a été construit indépendamment du modèle en se fondant sur des prévisions des institutions économiques internationales.

Tout comme Multimod Mark III du FMI et Quest II de la Commission européenne, le modèle Marmotte est un modèle dynamique à anticipations parfaites, avec un fort contenu théorique. La plupart des comportements sont fondés sur des optimisations inter temporelles. Chaque pays produit un bien unique spécifique imparfaitement substituable aux biens fabriqués par ses partenaires. Chaque pays est modélisé par un même système d'une cinquantaine d'équations. Les valeurs des paramètres de celles-ci peuvent différer entre nations. La plupart des paramètres sont estimés par des méthodes économétriques³ tandis que les autres, notamment ceux du bloc d'offre, sont étalonnés. Les interdépendances entre nations transitent par le commerce extérieur, par les taux de change et par les flux financiers. Marmotte est donc un instrument approprié pour analyser la transmission internationale des chocs de différentes natures et les conséquences macro-économiques mondiales à court et moyen terme des politiques économiques nationales.

¹ Marmotte résulte du travail collectif d'économistes du CEPII et du CEPREMAP. La composition de l'équipe a changé au cours du temps et il serait vain d'identifier la contribution de chacun de ses membres. Les développeurs de Marmotte ont été, dans l'ordre alphabétique : Loïc Cadiou, Stéphane Capet, Stéphane Déès, Stéphanie Guichard, Arjan Kadareja, Frédéric Karamé, Jean-Pierre Laffargue, Bronka Rzepkowski et Paolo Zanghieri. Cette équipe a bénéficié de conseils et suggestions très précieuses de nombreux économistes, notamment ceux du comité de suivi. L'équipe Marmotte tient à remercier spécialement Olivier Allais, Pierre-Olivier Befy, Agnès Bénassy, Jean-Claude Berthélémy, Raouf Boucekkine, Laurent Bouscharain, Jean Cordier, Michèle Debonneuil, Thierry Deschuyteneer, André Dramais, Eric Dubois, Ferhat Mihoubi, Lionel Fontagné, Pierre-Yves Hénin, Karine Hervé, Peter Hollinger, Jan int'Veld, Michel Juillard, Reza Lahidji, Douglas Laxton, Florence Legros, Omar Licandro, Gérard Maarek, Pierre Malgrange, Françoise Maurel, Guy de Monchy, Werner Roeger, Pierre Sicsic et Paul Zagamé. Dans les suggestions qui nous ont été faites, la plus importante et celle pour laquelle nous sommes particulièrement reconnaissants, a été l'abandon d'une spécification *putty putty* au profit d'une spécification *putty clay* du secteur productif.

² Marmotte n'inclut pas un modèle du reste du monde. En fait les 17 pays étudiés fonctionnent, en variantes, presque comme une économie fermée. Ultérieurement Marmotte inclura une modélisation sommaire du reste du monde, analogue à celle qui figure dans Multimod Mark 3.

³ La quasi-totalité des données utilisées pour l'estimation provient de l'OCDE, principalement les comptes nationaux annuels.

Les simulations sont effectuées avec le logiciel Troll. Il est possible de leur donner une interprétation économique claire et précise. Les variantes de Marmotte trouvent leur meilleure utilisation comme références dans des discussions entre économistes appliqués, ayant des expertises différentes et intéressés par l'analyse de problèmes économiques de moyen terme. Marmotte est spécialement bien adapté à l'analyse des économies européennes. Par exemple quels sont les effets sur celles-ci des chocs asymétriques (provenant d'un pays européen particulier), des chocs symétriques (provenant de l'extérieur de l'Union européenne) et des asymétries structurelles entre nations ? Quelle autonomie et quelles coordinations faut-il donner aux politiques budgétaires ? Quelles sont les conséquences de la politique monétaire commune et du système de change résultant de l'UEM ?

A des journées internationales organisées récemment par le CEPIL à l'Abbaye de Royaumont, le Professeur Wallis avait cité la phrase: "Horses for races", signifiant que différents types de problèmes nécessitent des types de modèles différents. Si Marmotte obéit à la même logique que Multimod Mark III et Quest II, sa philosophie est très différente de celle du modèle multinational Nigem. Nigem a un contenu théorique beaucoup moins sophistiqué, dont les deux piliers sont le cadre comptable et une logique keynésienne. Mais en renonçant à des *a priori* forts, il a pu donner une importance beaucoup plus grande à l'économétrie, et mieux adapter la spécification de ses équations à l'évolution passée des données. Cette caractéristique et sa périodicité trimestrielle, permettent d'utiliser Nigem pour des prévisions et pour des scénarios de court terme. Il existe d'autres modèles avec d'autres philosophies et d'autres domaines d'application. Par exemple Mimosa avait choisi de distinguer plusieurs secteurs productifs dans chaque pays. Les modèles VAR sont inégalables pour des prévisions de très court terme et éventuellement pour certains diagnostics de politique économique. Marmotte n'a pas pour fonction de rivaliser avec ces modèles profondément différents.

Les grands choix de spécification de Marmotte ont été très influencés par le livre d'Obstfeld et Rogoff (1996) qui représente une référence internationalement reconnue de la macroéconomie ouverte contemporaine. La plupart des chapitres de ce volume reposent sur des bases microéconomiques claires, et les *ad hocqueries* sont limitées aux cas où elles ne peuvent pas être évitées. L'approche est essentiellement dynamique en temps discret. Enfin, Obstfeld et Rogoff sont très soucieux d'utiliser leur modélisation et d'en soumettre les orientations, à l'analyse des problèmes de la réalité économique récente.

Chacun de 17 pays de Marmotte est modélisé de la même façon à trois exceptions près. D'abord les valeurs des paramètres diffèrent entre les pays. Ensuite, les pays de la zone euro ont une banque centrale et une monnaie communes. Enfin, le dollar américain joue un rôle privilégié. Un avantage de ce choix, est que nous n'avons implanté sur l'ordinateur que le modèle type d'un pays, un programme de Troll reproduisant automatiquement ce modèle 17 fois.

La première section présente le modèle d'un pays. L'architecture de l'équilibre général international est exposée dans la seconde section. Les trois sections suivantes examinent de façon plus approfondie des blocs particuliers du modèle d'un pays, successivement, la consommation des ménages, les échanges extérieurs, la production et la demande des facteurs. La dernière section expose la méthode de simulation. Ce rapport donne une présentation économique, non technique de Marmotte. Une présentation technique détaillée est donnée par Loïc Cadiou, Stéphane Dées, Stéphanie Guichard, Arjan Kadareja, Jean-Pierre Laffargue et Bronka Rzepkowski dans le *Working Paper* n°15. du CEPII : "Marmotte. A Multinational Model by CEPII and CEPREMAP", publié en 2001⁴.

1. Le modèle d'un pays

Cette section présente le modèle type d'un pays de Marmotte. Ses paragraphes successifs examinent tour à tour : l'équilibre inter temporel de la balance des paiements avec la contrainte de solvabilité de la nation, l'investissement et la production, l'équilibre du marché du travail, l'équilibre inter temporel du budget des administrations avec la contrainte de solvabilité de l'Etat, les choix et équilibres financiers, les rigidités nominales et la politique monétaire. Le modèle inclut évidemment les identités de la comptabilité nationale (plus précisément celle des comptes de la Nation de l'OCDE), mais nous ne présenterons pas celles-ci dans ce rapport.

Equilibre inter temporel de la balance des paiements. Solvabilité de la nation

Le consommateur représentatif a un patrimoine financier initial, anticipe les taux de rentabilités futurs des différents actifs, prévoit ses revenus salariaux et les impôts qu'il aura à payer, et détermine son plan de consommation inter temporel. Il effectue ce choix en maximisant une fonction d'utilité inter temporelle.

Supposons provisoirement que le produit national brut suive une évolution exogène et que l'on puisse négliger l'investissement et les activités des administrations. Si, une année, la consommation des ménages est supérieure au produit national brut, l'écart est financé par une entrée de capitaux étrangers. Réciproquement si le produit national brut dépasse la consommation des ménages, ceux-ci investiront l'excédent à l'étranger. L'excédent du produit national brut sur la consommation des ménages, qui conduit à des sorties nettes de capitaux, c'est-à-dire à une réduction de l'endettement extérieur ou à un accroissement de ses avoirs nets sur l'étranger, est l'excédent de la balance courante.

⁴ Ce document inclut dans ses pages 2 et 3 l'histoire de Marmotte.

Une hausse donnée de la production domestique aura des effets différents sur la consommation des ménages et sur la balance des paiements, selon qu'elle est anticipée transitoire ou permanente. Dans le premier cas, les ménages savent que la hausse de leurs gains n'est qu'éphémère, et qu'il convient donc de n'augmenter que peu leur consommation, pour consacrer l'essentiel de leurs gains nouveaux à l'épargne. Aussi, durant la période du choc, le produit national est plus haut que la consommation et la balance des paiements courants s'améliore. Dans le second cas, les ménages accroissent leur consommation au niveau que leur permet leur richesse plus grande, et leur épargne, comme la balance des paiements, ne bougent pas.

Si on introduit les administrations dans l'analyse, on peut considérer que leur consommation réduit d'autant la part de la production domestique disponible pour les ménages. Cela revient à négliger le fait que certaines taxes puissent avoir des effets distorsifs réduisant la production ou contraignant les choix inter temporels des ménages, et que certaines activités des administrations peuvent accroître la production domestique marchande. Ainsi, une hausse transitoire de la consommation des administrations a les mêmes effets qu'une baisse transitoire de la production domestique et a pour principale conséquence de détériorer la balance des paiements. En revanche une hausse permanente de la consommation des administrations, comme une réduction permanente de la production, a pour effet principal de réduire d'autant la consommation des ménages.

Dans une approche inter temporelle, le consommateur, comme la nation, ne sont pas tant contraints au niveau du déficit de leur balance des paiements courants, qu'au niveau de leur endettement extérieur. Quand on raisonne en horizon infini, avec un consommateur représentatif vivant éternellement, la solvabilité de celui-ci est définie par la propriété que la dette extérieure actualisée tend vers zéro quand le temps augmente indéfiniment. Cette condition qualifiée usuellement de non-financement à la Ponzi, repose sur la démonstration de l'absence de bulle spéculative rationnelle dans un univers où les agents vivent éternellement, due à Tirole (1982). Marmotte fait l'hypothèse usuelle que dans le long terme le taux d'intérêt est supérieur au taux de croissance. Comme cela est fréquent en macroéconomie, il renforce l'hypothèse de non-financement à la Ponzi en supposant que la dette ne croît pas durablement à un taux supérieur au taux de croissance nominal. Ou, ce qui revient au même, que le taux d'endettement, défini comme le rapport de la dette au PNB, est borné.

Investissement et production

Le paragraphe précédent faisait implicitement l'hypothèse que l'économie n'utilisait qu'un seul facteur de production, le travail, et qu'elle fonctionnait au plein emploi et sans possibilité de migrations internationales. On fait maintenant l'hypothèse d'un second facteur de production, le capital, résultant de l'accumulation des investissements passés. L'excédent de la balance des paiements courants,

c'est-à-dire l'augmentation des avoirs nets sur l'étranger, est égal à l'excédent du produit national sur la somme de la consommation des ménages, de la consommation des administrations et de l'investissement. Si on définit l'épargne nationale comme l'excédent du produit national sur la consommation des ménages et des administrations, l'excédent de la balance des paiements courants est égal à l'épargne nationale moins l'investissement intérieur.

La technologie de production adoptée par Marmotte est *putty clay*. Les entreprises choisissent à chaque période l'intensité capitalistique de leur investissement courant dans un menu de choix possibles. Elles ne peuvent pas altérer ces choix ultérieurement. La seule décision que peuvent prendre les firmes pour leur capital existant est de déclasser celui qui a cessé d'être rentable. Les investissements nouveaux sont accompagnés d'embauches, alors que les déclassements sont accompagnés de licenciements. Marmotte permet donc d'analyser le marché du travail en terme de ces deux flux. Une modification des coûts des facteurs altère ainsi le niveau et l'intensité capitalistique des investissements nouveaux, mais seulement le déclassement du capital ancien.

La technologie *putty clay* est particulièrement adaptée pour analyser les variations de moyen terme. Un changement dans la technologie ne portera que sur l'investissement effectué après la date de l'innovation. Ses effets se diffuseront donc progressivement au cours du temps. En effet la production d'une année ne dépend que du choix courant de déclassement des unités de production anciennes et des investissements passés. De même une modification du pouvoir de négociation d'un des acteurs sociaux ne se traduira que progressivement dans le changement de l'intensité capitalistique des unités de production, au fur et à mesure du remplacement du capital ancien par du capital nouveau.

Equilibre du marché du travail

Si le taux d'intérêt réel est déterminé sur le marché international des capitaux, le coût réel du travail se déduit de la frontière des coûts des facteurs, indépendamment du niveau de l'emploi.

Il est utile à ce niveau de distinguer le coût réel du travail, qui représente la charge de ce facteur pour les entreprises, et le taux de salaire réel, qui est le pouvoir d'achat des travailleurs. Le rapport de la première grandeur à la seconde est le coin salarial. Il est le produit de deux termes. Le premier, qui est le coin fiscal, représente l'ensemble des taxes ou parataxes assises directement ou indirectement sur les revenus du travail. Elles comprennent notamment les cotisations sociales employeurs et employés, l'impôt sur les revenus et la TVA. Le second terme est le rapport de l'indice des prix à la consommation hors TVA à celui des prix de la production, c'est-à-dire le taux de change réel. Une augmentation du prix à la consommation, le prix de la production étant donné, résultant par exemple d'une

appréciation du taux de change nominal, n'affecte pas, toutes choses égales par ailleurs, la situation des entreprises, mais réduit le pouvoir d'achat des travailleurs.

L'hypothèse d'offre de travail exogène est peu raisonnable. D'abord, une hausse du taux de salaire réel modifiera l'arbitrage entre le travail et les loisirs des individus et augmentera l'offre de travail. Ce mécanisme est très puissant dans le cas des femmes mariées non qualifiées. Mais, de façon plus importante, la plupart des salaires sont négociés entre employeurs et employés, aux niveaux individuels ou collectifs. Le résultat de ces négociations peut être représenté, de façon réduite et dans l'esprit de Blanchflower et Oswald (1994) par une "quasi-offre" de travail ou *wage curve*. Une telle équation relie positivement le coût réel du travail au taux d'emploi, dont une hausse renforce le pouvoir de négociation des travailleurs. Le coût du travail dépend aussi, avec une élasticité comprise entre 0 et 1, du coin salarial. Une augmentation de celui-ci élève pour partie le coût du travail et réduit pour le reste le taux de salaire. Le coût du travail intègre, éventuellement avec un délai, les variations de la productivité du travail. Enfin, les variations non anticipées de l'inflation affectent temporairement le coût du travail, ce qui représente une rigidité nominale dans l'esprit des contrats emboîtés de Taylor (1993).

Guichard et Laffargue (2001) ont estimé les équations de "quasi-offre" de travail de Marmotte pour les 17 pays du modèle sur données annuelles. Les équations des 17 pays ont été estimées simultanément par les GMM, en testant l'hypothèse d'égalité ou de différence des valeurs de chaque paramètre entre les pays. Le taux d'emploi a l'effet positif attendu, mais changeant beaucoup avec les pays. L'ordre de grandeur de la sensibilité du coût du travail au taux de chômage est le même que dans l'étude de Blanchflower et Oswald, c'est-à-dire une élasticité de l'ordre de -0.1. Le coin salarial a un effet positif mais faible sur le coût du travail. Cela signifie qu'une hausse de la taxation ou para taxation du travail est presque entièrement supportée par les travailleurs, sous forme d'une baisse de leurs taux de salaire. Ce résultat est obtenu par la plupart des travaux économétriques (pour la France, voir Cotis et Loufir (1990)). Les rigidités nominales dues à des systèmes de contrats imbriqués sont bien identifiées.

Equilibre inter temporel du budget des administrations. Solvabilité de l'Etat

Nous avons vu qu'une nation était soumise à une contrainte inter temporelle de balance de paiement. L'impossibilité de recourir à un financement à la Ponzi a été formalisée par la contrainte que le taux d'endettement extérieur soit borné. Pour les mêmes raisons les administrations d'une nation sont soumises à une contrainte budgétaire inter temporelle. Dans le court terme elles peuvent financer leur déficit en émettant des titres longs ou courts en monnaie nationale. La somme actualisée de la consommation et de l'investissement public, plus celle des coûts des fonctionnaires est égale à la somme actualisée des ressources fiscales et parafiscales. L'impossibilité de se financer à la Ponzi est formulée (d'une façon un peu stricte) par la contrainte que l'endettement public rapporté au PIB reste borné. Plus précisément, le mécanisme stabilisateur est que l'un des taux de taxation de Marmotte est une

fonction croissante de l'écart entre le taux d'endettement public effectif et une norme d'endettement⁵.

Si une nation et ses administrations respectent leurs deux contraintes inter temporelles, il en est alors de même du secteur privé de la nation. Celui-ci ne subit donc comme contrainte en provenance de l'Etat, sous forme d'une réduction de sa richesse convenablement mesurée, que la somme actualisée des taxes et parataxes, déduite de la somme actualisée des transferts et coûts des fonctionnaires. Ce total est égal à la somme actualisée de la consommation et des investissements publics. En première approximation une réduction des taxes l'année courante, financée par un recours à l'emprunt durant cinq années, puis par une augmentation adéquate des impôts, ne change rien au sort du secteur privé. Celui-ci n'est altéré que si la consommation ou les investissements des administrations changent. Cette propriété d'absence d'importance du profil temporel des taxes, est appelé, équivalence Ricardienne. Elle n'est pas parfaitement valide dans Marmotte, parce que les taxes qui y figurent sont distorsives à des degrés différents. En changer la composition et le montant sans altérer leur valeur actualisée, modifie donc la production marchande des différentes périodes. Une hausse de la consommation ou de l'investissement des administrations qui en altère la valeur actualisée, réduit d'autant la richesse du secteur privé. Cette hypothèse est excessive, dans la mesure où ces dépenses publiques pourraient accroître la production marchande, ce que ne suppose pas Marmotte dans sa version actuelle.

Marmotte identifie plusieurs types d'impôts, ceux qui sont assis sur les salaires et qui incluent les cotisations sociales employeurs et employés, ceux qui sont assis sur les profits sur coûts variables des entreprises résidentes, ceux qui sont assis sur la consommation des ménages et ceux qui sont assis sur la valeur ajoutée marchande. Dans l'étude d'une réforme de la fiscalité, il conviendrait de traduire les variations de taux des impôts de la réalité en changements de taux dans notre catégorisation économique des taxes. Ainsi une hausse de la TVA frappe la consommation des ménages, mais aussi l'investissement (en logements) et la production (des petites entreprises).

Choix et équilibres financiers

L'investissement peut être financé de quatre façons : les profits réinvestis, l'émission d'actions, l'émission de titres longs en monnaie nationale et l'émission de titres courts en monnaie nationale. Les profits sont taxés dans le pays où est située l'entreprise qui les génère, sans distinction dans la nature des différents types de profits (intérêts, dividendes, plus values). Aussi, conformément au théorème de

⁵ La taxe stabilisatrice n'influence dans Marmotte ni le coût du capital ni le coût du travail. Elle équivaut donc à une taxe forfaitaire. Bien que cette hypothèse soit irréaliste, elle permet d'étudier les effets purs d'une augmentation de la consommation publique, indépendamment des effets indirects résultant des distorsions introduites par ses modes de financement. L'hypothèse peut être facilement modifiée.

Modigliani et Miller, les entreprises sont indifférentes dans leurs méthodes de financement.

Les ménages détiennent des titres à court terme nationaux exprimés en monnaie nationale et d'autres américains en dollars. Si ces actifs étaient parfaitement substituables, la parité des taux d'intérêts non couverts égaliserait les taux d'intérêt du pays et des Etats-Unis, après correction de la dépréciation anticipée de la monnaie nationale par rapport au dollar. Nous préférons faire l'hypothèse que les ménages souhaitent diversifier leur patrimoine entre titres nationaux et titres américains. Aussi la prime du taux d'intérêt du pays sur celui des titres américains augmente avec l'écart du taux d'endettement national sur celui des Etats-Unis. Cette prime de risque variable est le mécanisme qui empêche les nations de recourir à un financement Ponzi de leur déficit commercial.

Les taux d'intérêt à long terme et à court terme du pays sont reliés par une équation de structure temporelle des taux. Cette relation égalise la rémunération obtenue par un placement à long terme à celle espérée que donnent une succession de placements à court terme.

Les épargnants sont indifférents entre détenir des actions, des titres longs ou des titres courts. Cependant les rémunération *ex post* de ces trois placements peuvent différer d'une façon qui était imprévisible *ex ante*. Par exemple, une élévation non anticipée des salaires, réduira les profits des entreprises, les prix de leurs actions et les dividendes qu'elles distribuent. Les épargnants sont neutres à l'égard des risques et attribuent donc *ex ante* les mêmes rentabilités aux différents titres. Mais celles-ci différeront en général *ex post*. Il convient donc de remarquer que le risque des entreprises est entièrement supporté par les ménages résidant dans le même pays qu'elles.

Marmotte introduit des imperfections du marché international des capitaux. Seuls les titres courts et longs américains sont détenus internationalement. Ils sont imparfaitement substituables aux titres des autres pays. Les actions ne peuvent être détenues que par des résidents du même pays que l'entreprise. Ces choix ont pour but d'éviter dans le modèle des calculs complexes de plus values non anticipées de chaque nation sur chaque montant d'obligations ou d'actions émises par d'autres nations. Cependant, les dettes publiques et extérieures changent à la suite de gains ou pertes en capital résultant de mouvements non anticipés des taux d'intérêt longs. Les dettes extérieures exprimées en monnaie nationale changent aussi avec les mouvements non prévus des taux de change, puisque ces dettes sont exprimées en dollars.

Rigidités nominales

Nous avons vu plus haut que Marmotte suppose une rigidité de court terme des salaires nominaux. Le modèle fait aussi l'hypothèse que les prix de la production sont

imparfaitement flexibles, ce qui permet de lui attribuer certaines propriétés keynésiennes. Dans chaque pays, le taux d'inflation dépend de l'écart entre la demande et l'offre de biens produits par le secteur national privé, c'est-à-dire du taux d'utilisation des capacités ou *output gap*. La production courante est postulée égale à la demande et s'interprète comme une production effective, tandis que l'offre détermine la production potentielle. A long terme, les productions effective et potentielle sont égales.

Politique monétaire

Dans chaque pays la banque centrale a une cible d'inflation et fixe le taux d'intérêt à court terme. Quand le taux d'inflation dépasse sa cible, la banque centrale élève le taux d'intérêt relativement à sa valeur d'équilibre par un montant supérieur. Pour les pays de la zone euro il existe une seule banque centrale qui surveille une moyenne pondérée des inflations européennes, et qui fixe un taux d'intérêt européen. Les taux nationaux s'en écartent en fonction de leurs taux d'endettement extérieurs relativement à la valeur moyenne de celui-ci pour l'Europe.

Comme le taux d'inflation observé est proportionnel à l'*output gap* national, cette règle de politique monétaire ne diffère guère d'une règle de Taylor (sauf que l'inflation précédente porte sur le prix à la production, alors que l'inflation surveillée par la banque centrale porte sur le prix de la consommation). Il est à noter que ce type de fonction de réaction ne comporte pas d'ancre nominale, comme toute règle surveillant des taux de croissance de variables nominales (taux de change, quantité de monnaie, PNB nominal). Aussi, Marmotte se borne à déterminer une série de taux d'inflation. Le niveau de la trajectoire simulée des prix est déterminé par le niveau des prix passés, si le poids affecté au taux d'inflation courant (voire également aux taux d'inflation passés) dans la règle monétaire est suffisamment élevé. Le modèle présente alors une hystérésis, puisque le niveau initial des prix influence éternellement la trajectoire future de ceux-ci. Si les taux d'inflation surveillés sont tous des taux anticipés ou si la banque centrale se borne à fixer le taux d'intérêt, le niveau de la trajectoire des prix futurs est indéterminé. La dimension de l'hystérésis (qui est mesurée formellement par le nombre de valeurs propres unitaires du modèle) est égale au nombre de banques centrales indépendantes. Les équations du modèle déterminant son état stationnaire ont une infinité de solutions pour les prix, les taux de change et les variables nominales en niveau. Ces solutions appartiennent à une variété linéaire dont la dimension est égale au nombre de banques centrales indépendantes.

L'hystérésis et le problème d'indétermination éventuelle du niveau de la trajectoire des prix, disparaîtrait si la banque centrale avait des objectifs en niveau (taux de change, prix, quantité de monnaie, PNB). Alors, la dynamique des prix deviendrait progressivement au cours du temps indépendante de leurs valeurs initiales et guidée par l'objectif de la banque centrale. Le chapitre 10 de Walsh (1998) et McCallum

(1999) donnent de bonnes discussions des problèmes évoqués dans ce paragraphe⁶.

2. Production et demande de facteurs

La modélisation du secteur productif par une technologie *putty clay* est ancienne. Elle connut la faveur des économistes appliqués après le premier choc pétrolier. Le coût plus élevé de l'énergie modifiait la combinaison optimale des facteurs de production. Mais cette altération ne pouvait pas être mise en œuvre sur le capital ancien, qui devint alors moins rentable. Dans les cas extrêmes où son activité ne permettait plus de couvrir ses coûts variables, il était alors déclassé. Cependant, cette spécification resta peu utilisée jusqu'à la seconde moitié des années quatre-vingt-dix. La raison est qu'elle ne permet pas d'agrèger les différentes générations d'investissement, et donc de les résumer dans une mesure simple du capital. Un modèle *putty clay* doit ainsi comporter un nombre considérable de retards (égal à la durée de vie maximum du capital), puis avec le développement des modèles à anticipations parfaites, un nombre aussi élevé d'avances. Un problème différent est que, face à des chocs d'amplitudes normales, la variation de l'âge de déclassement ne peut être que faible (par exemple un mois). Il est difficile de modéliser ces changements avec un modèle dont la base de temps est le trimestre, *a fortiori* l'année. Bref, le recours à cette spécification attrayante, nécessitait la résolution d'un certain nombre de problèmes d'analyse numérique et la disposition d'ordinateurs suffisamment performants.

Le renouveau de la modélisation *putty clay* est probablement dû à une série d'articles de Caballero et Hammour (voir par exemple leur article de 1998). Une telle spécification est utile pour analyser des mouvements de moyen terme, d'une durée plus longue que le cycle des affaires. Notamment, la répartition des revenus entre salaires et profits semble connaître de tels mouvements (voir par exemple Blanchard (1997) et Prigent (1999)). Une brusque hausse du pouvoir de négociation des syndicats, permettra aux salariés d'extraire immédiatement une part supérieure de la rente sur le capital déjà installé. Mais les entreprises ne pourront réagir que progressivement en augmentant l'intensité capitaliste des investissements nouveaux. Caballero et Hammour (1994 et 1996) ont également utilisé cette

⁶ La propriété d'hystérésis que possède Marmotte avec sa règle monétaire est différente de la propriété de neutralité, qui est que si tous les prix (mais pas les taux de change) de toutes les périodes (passées et futures) d'une trajectoire solution, sont multipliés par un nombre donné positif, la nouvelle trajectoire est encore une solution du modèle. La propriété de neutralité est vérifiée pour les règles monétaires faisant intervenir des objectifs en niveau, qui ne donnaient pas lieu à hystérésis. La propriété de super neutralité, qui est que dans le long terme les variables réelles ne sont pas affectées par la modification de la cible d'inflation de l'une des banques centrales, n'est violée que par la présence de termes d'inflation dans les équations de quasi offre de travail. Une façon un peu différente de présenter cette propriété est que si une trajectoire solution était altérée en augmentant à toutes les périodes les taux d'inflation, les taux d'intérêt et les taux de dépréciation de la monnaie d'un pays donné par 1%, la trajectoire ainsi définie serait encore une solution du modèle. Pour que ce résultat soit valide, il suffit de supprimer les termes d'inflation dans la *wage curve* du pays. La propriété d'hystérésis est discutée d'un point de vue technique dans Laffargue (2000).

spécification pour étudier d'autres questions, comme l'évolution des flux de création et de destruction d'emplois quand l'économie passe d'une période d'expansion à une période de récession. Ils pouvaient ainsi analyser l'aspect "créatif" d'une récession. Des économistes de l'Université catholique de Louvain ont ensuite approfondi les aspects théoriques des modèles *putty clay* (voir par exemple Boucekkine, Germain et Licandro, 1997).

La spécification du secteur productif et de la demande de facteurs dans Marmotte a été élaborée par Cadiou, Déés et Laffargue (2002)⁷. La principale difficulté a porté sur la modélisation de variables continues, l'âge de déclassement du capital et la durée de vie anticipée de l'investissement nouveau, dans un modèle à temps discret. Mais ce choix de modélisation a été possible principalement à cause du développement d'algorithmes puissants, qui ont été intégrés dans les logiciels Gauss, Matlab et Troll (voir Laffargue(1990), Boucekkine (1995) et Juillard (1996)).

Chaque année, les entreprises installent de nouvelles unités de production (qui seront actives au début de l'année suivante) dont la fonction de production est du type CES (avec une élasticité de substitution égale à 0.6). Elles déterminent l'intensité capitaliste de ces unités (qui ne pourra pas être modifiée ultérieurement) et leur durée de vie anticipée. Elles effectuent ces choix en maximisant la somme des *cash flows* actualisés futurs générés par ces unités, c'est-à-dire leur valeur boursière. Le *cash flow* de la période d'installation est bien sûr négatif et égal au coût d'acquisition et d'installation des unités.

Au même instant, les entreprises évaluent la rentabilité sur coûts variables des unités anciennes, et déclassent celles qui sont devenues déficitaires. La production potentielle courante ne peut être modulée dans le court terme que par la décision de déclassement. On agrège ensuite les choix des entreprises pour obtenir l'emploi, l'investissement et la production potentielle domestiques.

On peut ajouter quelques détails de spécification. La technologie *putty clay* permet d'introduire un grand nombre de chocs technologiques : neutres aux sens de Hicks, Harrod ou Solow, chocs idiosyncrasiques détruisant chaque année une partie du capital, variations de la prime de risque intervenant dans le coût du capital, chocs heurtant uniquement l'investissement ou également le capital ancien, etc. Quand une unité de production est déclassée, la firme propriétaire paie une indemnité de licenciement à une partie des personnes qui travaillaient sur cette unité, et reclasse

⁷ La spécification *putty clay* développée par ces auteurs fonctionne dans le cadre d'un modèle d'équilibre général d'une économie fermée. Postérieurement, Laffargue a intégré cette spécification dans un modèle d'équilibre général d'une petite économie ouverte en changes flexibles, appelé Koala. Celui-ci fonctionne sous le *freeware* Dynare développé par Juillard (1996) et implanté dans le logiciel Gauss. Koala a été utilisé pour analyser les effets de différents chocs technologiques, financiers ou de demande sur la production, la consommation, l'investissement, la balance des paiements et le taux de change. Cette étude a permis de mieux comprendre les résultats de Marmotte dans son application à l'analyse de l'évolution de l'économie des Etats-Unis, de leur balance des paiements, du cours du dollar et du *spillover* des chocs américains aux économies européennes depuis 1997.

les autres sur ses unités de production nouvelles. L'hypothèse de libre entrée dans l'activité d'entreprendre et les choix d'intensité capitalistique et de durée de vie anticipée, déterminent une frontière des coûts des facteurs, qui a la particularité d'inclure les coûts de la période courante, mais aussi ceux anticipés sur toute la durée de vie prévue pour l'unité de production. L'hypothèse de libre entrée exprime le fait que quand une unité de production est construite, son coût est égal à sa valeur boursière. Cette égalité peut être rompue ultérieurement, quand certaines prévisions des entrepreneurs s'avèrent inexactes.

3. Consommation des ménages

Les préférences inter temporelles des ménages sont souvent supposées fortement séparables au cours du temps. Intuitivement, cela signifie que la satisfaction d'une période est indépendante des niveaux de consommation passés ou anticipés pour le futur. On ajoute fréquemment l'hypothèse que la fonction d'utilité d'une période est à élasticité de substitution inter temporelle constante.

Cette spécification très utilisée ne permet pas, cependant, de reproduire certains faits stylisés, lorsque les paramètres ont des valeurs raisonnables. On a vu que les modifications permanentes du revenu des ménages sont intégralement répercutées dans leur consommation, alors que les modifications transitoires n'affectent guère celle-ci (mais altèrent en revanche la balance des paiements courants). Deaton (1992) avait noté que le revenu des ménages est intégré d'ordre 1, et que les variations de celui-ci sont positivement corrélées. Ainsi, une variation observée de revenu, traduit une variation plus importante du revenu permanent, et une variation plus faible du revenu transitoire. Or, Deaton trouve que la consommation observée répond trop faiblement aux variations permanentes de revenus et trop fortement aux variations transitoires de revenus. Cette double contradiction explique pourquoi la fonction de consommation keynésienne, qui ne sépare pas entre variations transitoire et permanente a de bonnes performances économétriques. Une présentation différente du paradoxe de Deaton est que les modèles faisant l'hypothèse de préférences séparables et à élasticités de substitution inter temporelle constante répondent à des chocs permanents par des variations de la consommation avec une ampleur et une vitesse excessives.

Cette même spécification conduit, en supposant toujours l'attribution aux paramètres de valeurs raisonnables, à d'autres contradictions, bien revues par exemple dans le chapitre 8 du livre de Campbell, Lo et MacKinlay (1997) et dans le chapitre 5 du livre d'Obstfeld et Rogoff (1996). La première contradiction est appelée l'énigme de la prime de risque : la spécification usuelle ne permet pas d'expliquer l'importance de l'écart des taux de rentabilité moyens des actions et des bons du Trésor. Cette question est devenue très actuelle, beaucoup d'économistes ayant vu dans les fortes hausses boursières des années quatre-vingt-dix un mouvement de cette prime vers un niveau plus raisonnable. Une autre contradiction, l'énigme du

taux d'intérêt sans risque, est que la spécification traditionnelle ne permet pas d'expliquer la faiblesse de la rentabilité des bons du Trésor.

Ces échecs ont conduit à introduire dans Marmotte des préférences non séparables des ménages. Celles-ci supposent que la satisfaction d'une période dépend des consommations courante et passées. Plus celles-ci sont élevées, plus le ménage aura développé des *habitudes* de luxe, moins il sera satisfait par sa consommation courante. Allais, Cadiou et Déas (2001) ont estimé les équations de consommation de Marmotte pour les 17 pays du modèle sur données annuelles. Les équations des 17 pays ont été estimées par les GMM en testant l'hypothèse d'égalité ou de différence des valeurs de chaque paramètre entre les pays. Le paramètre d'habitudes apparaît très significatif et la courbure de la fonction d'utilité a des valeurs raisonnables. Le taux d'escompte des ménages a été estimé à 4% par an. Enfin les trois auteurs considèrent que seule une partie des ménages optimisent inter temporellement. Les autres sont contraints sur le marché du crédit et se bornent à consommer leur revenu courant. La proportion de ménages contraints est déduite de la sensibilité de la consommation des ménages non contraints au revenu disponible total des ménages. Cette proportion a été estimée à 16%, ce qui est dans les ordres de grandeur des études économétriques récentes. Seuls le paramètre d'habitude apparaît différer significativement entre les pays.

4. Echanges extérieurs et équilibre général international⁸

La macro économétrie des échanges extérieurs a peu évolué sur les 30 dernières années. Hooper, Johnson et Marquez (2000) sont un bon exemple de la démarche suivie. Les exportations d'un pays sont, dans le long terme, une fonction log-linéaire de la demande étrangère et de la compétitivité sur le marché international. Celle-ci est mesurée comme le rapport du prix des exportations et du prix des pays concurrents. La demande mondiale et le prix des pays concurrents sont des indices construits par des méthodes d'agrégation plus ou moins sophistiquées. Les meilleures procédures prennent en compte la structure géographique des flux d'échange bilatéraux, ce qui permet d'inclure le fait que le partenaire d'un pays a d'autant plus d'influence sur les exportations de ce dernier que ses échanges habituels avec lui sont importants. Ces derniers dépendent évidemment de la taille du partenaire, mais aussi de sa distance, des accords commerciaux qu'il a avec lui, etc. Marmotte a préféré calculer des indices de ce type, plutôt que de se limiter à une simple moyenne des PIB et prix à la production des partenaires, ce qui est assez souvent fait dans les études d'économie comparée. Les importations sont, dans le long terme, fonction de la demande nationale et de la compétitivité des produits étrangers, mesurée par le rapport des prix des importations et de l'absorption. La demande nationale somme ses différentes composantes, après les avoir multipliées par leurs contenus tendanciels en importations. Les exportations et les importations

⁸ La spécification et les propriétés de l'équilibre général de Marmotte ont été étudiées à l'aide de la maquette à trois pays Mosquito, élaborée par Beffy et Laffargue (2002). Cette maquette fonctionne sous le *freeware* Dynare de Juillard (1996), utilisable sous le logiciel Gauss.

courantes se déduisent de leurs demandes de long terme par un simple modèle à correction d'erreur.

Les équations d'échanges extérieurs de Marmotte ont été estimées par Hervé (2001) pour les 17 pays du modèle, sur données annuelles. Les équations des 17 pays ont été estimées simultanément par la méthode SUR, en testant l'hypothèse d'égalité ou de différence des valeurs de chaque paramètre entre les pays. L'élasticité demande des exportations n'est pas significativement différente de 1. Celle des importations est nettement supérieure à 1, notamment pour les Etats-Unis. Cependant, l'hypothèse alternative d'une élasticité unitaire et d'une tendance temporelle reflétant l'ouverture croissante des nations, semble mieux en accord avec les données. L'élasticité prix est supérieure à 1 pour les exportations mais faible pour les importations. On rappelle que les flux commerciaux analysés se limitent aux biens manufacturés et aux services, à l'exclusion des matières premières qui font l'objet d'un traitement spécifique.

Le côté étonnant des résultats macro économétriques est la faiblesse des élasticités prix (Hervé donne une revue des élasticités retenues par les principaux modèles multinationaux dans son tableau 4). Avec de telles valeurs les Etats devraient être tentés d'utiliser des politiques commerciales taxant les exportations et subventionnant les importateurs, pour faire évoluer fortement les termes de l'échange dans un sens favorable au bien-être national. Or, on n'observe pas de telles politiques commerciales globales, ni de référence dans les discours politiques au terme de l'échange de la nation. Les études utilisant le cadre théorique de la concurrence imparfaite, des données désagrégées se limitant aux seuls produits manufacturés, et traitant plus rigoureusement le problème de l'endogénéité des variables explicatives, obtiennent des élasticités beaucoup plus élevées. Par exemple Erkel-Rousse et Mirza (2002) obtiennent une élasticité prix des flux bilatéraux de 3.7. Head et Ries (2001), dans leur analyse des effets des tarifs sur le commerce entre les Etats-Unis et le Canada, concluent à des élasticités encore plus élevées.

Hervé estime aussi des équations de prix des exportations des biens manufacturés et des services. Dans le long terme, ce prix est une fonction log-linéaire du prix des pays concurrents sur le marché international et du prix de la production. La dynamique est représentée par un modèle à correction d'erreur. Son principal résultat est que l'impact de long terme des variations du prix des concurrents est de l'ordre de deux fois supérieur à celui des variations du prix de la production. En revanche, dans le court terme nous avons le résultat opposé.

Marmotte fait l'hypothèse que chaque pays produit un bien spécifique unique, imparfaitement substituable aux biens fabriqués par les autres nations. Cependant, pour les échanges internationaux, il distingue entre ceux portant sur les biens primaires et ceux portant sur les autres biens et services. Le prix des biens primaires est exogène et fixé en dollars. Le modèle de chaque pays inclut une équation d'exportations nette de ces biens, dont la variable explicative est le niveau d'activité

national. Il comporte pour les autres biens et services une équation pour les exportations en volume, une autre pour les importations en volume et une équation pour le prix des exportations. Le prix des importations est calculé comme une simple moyenne pondérée des prix des exportations des pays partenaires. Comme les consommations publique et privée et l'investissement d'un pays ont un contenu d'importation, leur prix, appelé prix d'absorption, est une moyenne pondérée du prix à la production, de celui de matières premières et du prix des importations entre autres bien et service. Il convient ensuite de corriger ce prix des variations éventuelles de la taxation de la consommation ou de l'investissement.

Les exportations et les importations d'un pays sont modélisées par deux équations indépendantes. Il n'y a donc aucune raison que la somme des importations mondiales soit égale à celle des exportations mondiales, que ce soit en volume ou en valeur. Ce problème a plusieurs dimensions. On sait que dans les comptabilités du commerce extérieur publiées par les organismes internationaux, ces égalités ne sont pas satisfaites⁹. Il en est de même pour le compte central de Marmotte, quand on additionne les exportations et les importations des 17 pays modélisés et du reste du monde. Ce déséquilibre est dû à plusieurs types d'erreurs et omissions dans la construction des données d'échanges extérieurs.

Ce que l'on souhaite obtenir avec une variante de Marmotte est que la somme des écarts par rapport au compte central des 17 pays pour les exportations, soit égale à la même somme pour les importations, cela en volume et en valeur. Ce résultat n'est pas naturellement valide. Aussi, on utilise un procédé populaire (bien que peut-être contestable) chez les constructeurs de modèles multinationaux. D'abord, on mesure le déséquilibre en volume entre les sommes des écarts des importations et celle des exportations sur les 17 pays, et on corrige le volume des exportations de chaque pays proportionnellement à cet écart. Après cette correction, il subsiste un déséquilibre en valeurs entre la somme des écarts des exportations et celle des écarts des importations sur les 17 pays¹⁰. Pour le résorber, on corrige le prix des importations de chaque pays proportionnellement à cet écart. Une correction du même type a été effectuée pour les exportations nettes en produits primaires, en volume.

Il est alors facile de calculer la balance commerciale de chaque pays. Son déficit est financé par un recours à l'endettement extérieur, sous forme de titres courts et longs exprimés en dollars, avec une clé de répartition exogène. Nous n'avons pas recherché une compatibilité entre les clés de répartition des 17 pays. De plus la

⁹ Une exception est la base CHELEM du Cepii.

¹⁰ Les erreurs et omissions et les importations nettes du reste du monde sont fixées en dollars courants dans le compte central. Pour que le modèle vérifie la propriété de neutralité, il faut que ce total, qui apparaît sous forme de résidus dans les équations, soit indexé sur le niveau des prix mondiaux. Pour faire cela, nous l'avons réparti entre chaque pays et nous l'avons indexé sur le prix en dollars des exportations du pays. Cette procédure nous semble justifiée par le fait que les erreurs et omissions doivent augmenter proportionnellement au niveau mondial des prix. Cependant, cette procédure implique que la somme des variations des balances commerciales des 17 pays n'est pas nulle.

somme de leurs endettements nets sur le compte central n'est pas nulle (par suite des erreurs et omissions des comptes publiés et à cause de l'endettement net du reste du monde). Pour ces deux raisons les variantes de Marmotte ne donnent pas des variations de l'endettement extérieur des 17 pays dont la somme est nulle. Aussi, nous avons réparti cet excédent entre les 17 pays dans une correction de leur endettement extérieur.

6. Méthode de simulation

Marmotte est un modèle à anticipations rationnelles, qui inclut des variables avancées et retardées. Le caractère *putty clay* de la technologie implique que les longueurs maximales des retards et des avances sont élevées, égales à la durée de vie maximale du capital.

Marmotte est simulé au voisinage d'un compte central. Si la simulation commence, par exemple en 2000, elle nécessite la connaissance des valeurs des variables retardées sur une durée égale pour chacune à son retard maximum. Aussi le compte central commence loin dans le passé. Pour les années postérieures, mais proches de l'année 2000, on utilise les données publiées les plus récentes et les prévisions des grandes institutions internationales. Nous faisons l'hypothèse que, dans le long terme (au-delà de l'année 2080), l'économie évoluera le long d'une trajectoire de croissance équilibrée. Celle-ci doit vérifier les équations déterminant la croissance équilibrée de Marmotte, que nous pouvons appeler le modèle stationnaire. On remarque ainsi que le modèle doit être installé sur l'ordinateur sous deux formes, celle dynamique et celle déterminant la croissance équilibrée. L'hypothèse que les pays industrialisés seront sur une telle trajectoire dans un peu moins d'un siècle est improbable. Mais toute hypothèse alternative est aussi peu vraisemblable, et des erreurs sur le très long terme d'un modèle à anticipations rationnelles ont des conséquences faibles sur ses résultats de court et moyen terme. Le compte central dans la période intermédiaire, entre le futur proche et le futur très lointain, est calculé par une simple interpolation. Pour que ce compte vérifie les équations du modèle dynamique, nous intégrons dans chaque équation une variable d'écart ou résidu, dont la valeur adéquate est calculée à chaque période.

Quand le modèle dynamique est heurté par un choc temporaire, les conditions terminales, qui concernent les variables avancées au-delà de la période de simulation, pour des durées égales à leurs avances maximales, sont données par le compte central. Quand le choc est permanent, elles sont calculées sur une période de temps suffisante par le modèle stationnaire, soumis au même choc. Un problème se pose à ce niveau. Le modèle stationnaire détermine une trajectoire unique pour les variables réelles, mais possède une indétermination pour les variables nominales dont la dimension est égale au nombre de banques centrales indépendantes. Pour surmonter cette indétermination, on fixe les prix de production de chaque pays ou zone monétaire à leurs niveaux du compte central.

Les conditions terminales sont ainsi exactes pour toutes les variables réelles, mais inexactes pour les variables nominales. Il est cependant possible de remplacer

toute variable nominale avancée en niveau, par sa valeur courante multipliée par le produit de ses taux de croissance entre la date présente et celle de la variable. Ainsi, les variables nominales avancées sont toutes des taux de croissance, dont les valeurs terminales sont connues (par exemple le taux d'inflation cible).

Le modèle dynamique est alors résolu par une méthode itérative de Newton-Raphson. On part d'une hypothèse initiale qui est que la trajectoire suivie par l'économie est le compte central, puis on améliore progressivement cette supposition, jusqu'à trouver la trajectoire solution. A chaque itération, on a à résoudre un modèle à anticipations rationnelles linéaire, et on fait cela par une méthode de relaxation intégrée dans Troll (commande *stacks*).

Blanchard et Kahn (1980) ont établi une condition d'existence et d'unicité d'une trajectoire solution dans un modèle à anticipations rationnelles. Cette condition est que le nombre de valeurs propres du modèle de module supérieur à 1 doit être égal à celui de variables anticipées, c'est-à-dire apparaissant sous forme avancée, non redondantes (pour une définition de ce terme, voir Laffargue (2000)). Cependant cette condition ne s'applique que pour des modèles linéaires dont les coefficients ne dépendent pas du temps, et pour des variables exogènes qui deviennent constantes au-delà d'une certaine date.

Pour cela le modèle a été réécrit en variables réduites, c'est-à-dire avec des variables déflatées par leur tendance à long terme (celle de la trajectoire de croissance équilibrée de référence). Avec cette nouvelle écriture (la troisième implantée sur l'ordinateur), la trajectoire de croissance équilibrée de référence se simplifie en un état stationnaire. Une approximation linéaire du modèle en variables réduites a été calculée au voisinage de cet état, et on en a déduit ses valeurs propres. On a remarqué alors que la condition de Blanchard et Kahn était vérifiée¹¹. De plus, on a obtenu autant de valeurs propres unitaires qu'il existe de banques centrales indépendantes dans le modèle. Enfin, un modèle *putty clay* génère un effet écho, qui est un cycle dont la période est la durée maximale de vie du capital. Ce cycle se traduit par deux ensembles de valeurs propres complexes de modules sensiblement égaux dans les deux groupes, un plus petit que 1, l'autre supérieur à 1, dont les périodes sont la durée de vie maximale du capital et toutes ses harmoniques. Nous définissons ainsi une décomposition de Fourier du cycle lié à l'effet écho (voir Boucekkine, Germain et Licandro (1997)).

¹¹ En fait cette condition calculée sur le modèle en variables réduites, n'est ni nécessaire, ni suffisante pour assurer l'existence et l'unicité d'une solution pour le modèle écrit dans ses variables originales. Laffargue (2000) établit une condition suffisante, déduite du calcul des valeurs propres sur le modèle en variables réduites. Un point différent est que l'approximation linéaire est valide au voisinage de la trajectoire de croissance équilibrée vers laquelle nous supposons l'économie converger dans le long terme. Sa qualité, et donc la validité de la propriété d'existence et d'unicité, sont plus problématiques, au voisinage du compte central des années contemporaines.

Bibliographie

Allais Olivier, Loïc Cadiou et Stéphane Déés (2001) "Habitudes de consommation et prime de risque sur le marché des actions", *Economie et Prévision*, N° 147, 1-18.

Beffy Pierre-Olivier et Jean-Pierre Laffargue (2002) "Macro-economic Interdependence between Nations in a World without Structural Asymetries", *Brazilian Journal of Business Economics*, à paraître.

Blanchard, Olivier J. (1997) "The Medium Run", *Brookings Papers on Economic Activity* 2, 89-158.

Blanchard, Olivier J. et Charles M. Kahn (1980) "The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations", *Econometrica* 48, 1305-1313.

Blanchflower David G. et Andrew J. Oswald (1994) *The Wage Curve*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Boucekkine Raouf (1995) "An Alternative Methodology for Solving Nonlinear Forward-Looking Models", *Journal of Economic Dynamics and Control* 19, 711-734.

Boucekkine Raouf, Marc Germain et Omar Licandro (1997) "Replacement Echoes in the Vintage Capital Growth Model", *Journal of Economic Theory* 74, 333-348.

Caballero Ricardo J. et Mohamad Hammour (1994) "The Cleansing Effect of Recession", *The American Economic Review* 84, 1350-1368.

Caballero Ricardo J. et Mohamad Hammour (1996) "On the Timing and Efficiency of Creative Destruction", *The Quarterly Journal of Economics* 111, 805-852.

Caballero Ricardo J. et Mohamad Hammour (1998) "Jobless Growth: Appropriability, Factor Substitution, and Unemployment", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 48, 51-94.

Cadiou Loïc, Stéphane Déés et Jean-Pierre Laffargue (2002) "A Computational Model with Vintage Capital", *Journal of Economic Dynamics and Control*, à paraître.

Campbell John Y., Andrew L. Lo et A. Craig MacKinlay (1997) *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press, Princeton.

Cotis Jean-Pierre et Rahim Loufir (1990) "Formation des salaires, chômage d'équilibre et incidence des cotisations sociales sur le coût du travail", *Economie et Prévision*, N° 92-93, 97-110.

Erkel-Rousse Hélène et Daniel Mirza (2002) "Import Price-Elasticities : Reconsidering the Evidence", *Canadian Journal of Economics* 35, 282-306.

Deaton Angus (1992) *Understanding Consumption*, Oxford, UK : Clarendon Press.

Guichard Stéphanie et Jean-Pierre Laffargue (2001) "Comparaison de la formation des salaires dans un panel de pays industrialisés", *Economie et Prévision*, N° 147, 37-49.

Head Keith et John Ries (2001) "Increasing Returns versus National Product Differentiation as an Explanation for the Pattern of US-Canada Trade", *The American Economic Review*, 91(4), 858-876.

Hooper Peter, Karen Johnson et James Marquez (2000) "Trade elasticities for the G-7 countries", *Princeton Studies in International Economics*, N° 87.

Hervé Karine (2001) "Estimations des élasticités du commerce extérieur sur l'ensemble des biens et services pour un panel de 17 pays", *Economie et Prévision*, N° 147, 19-36.

Juillard Michel (1996) "Dynare, a Program for the Resolution of non-Linear Models with Forward-Looking Variables. Release 2.1", mimeographed CEPREMAP. <http://cepremap.cnrs.fr>

Laffargue Jean-Pierre (1990) – "Résolution d'un modèle macroéconomique avec anticipations rationnelles", *Annales d'Economie et de Statistique*, N° 17, 97- 119.

Laffargue Jean-Pierre (2000) "The Blanchard and Kahn's Conditions in a Macroeconometric Model with Perfect Foresight", mimeographed Cepremap.

McCallum Bennett (1999) "Issues in the Design of Monetary Policy Rules", *Handbook of Macroeconomics*, John B. Taylor et Michael Woodford eds., North Holland, Elsevier Science B.V., Amsterdam, Pays-Bas, chapitre 23, 1483-1530.

Obstfeld Maurice et Kenneth Rogoff (1996) *Foundations of International Macroeconomics*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Prigent Céline (1999) "La part des salaires dans la valeur ajoutée en France: une approche macro-économique", *Economie et Statistique* N° 323, 73-94.

Taylor John B. (1993) *Macroeconomic Policy in a World Economy*, W. W. Norton, New York.

Tirole Jean (1982) "On the Possibility of Speculation under Rational Expectations", *Econometrica*. 50, 1163-1181.

Walsh Carl E. (1998) *Monetary Theory and Policy*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts