

La « nouvelle synthèse néoclassique » : une introduction

Jean-Pierre Laffargue*, Pierre Malgrange** et Pierre Morin***

Les modèles keynésiens nouveaux dits de la « nouvelle synthèse néoclassique » se revendiquent de reposer sur une conception rigoureuse de l'économie. Ils s'inscrivent dans le courant de la macroéconomie qui a arrimé l'analyse de la conjoncture aux théories de la croissance à long terme, et qui avait donné naissance au courant des cycles réels. Tous prolongent la critique de Lucas, selon laquelle seule l'identification des paramètres du problème de décision des agents conduit aux *règles de décision* qui sont la solution du problème posé et permet d'éviter les erreurs associées aux lectures directes des régularités économétriques. Seule cette identification permet d'éviter les situations d'équivalence observationnelle, quand un même « fait empirique » peut relever de plusieurs théories, appelant des actions totalement divergentes de la politique économique.

En proposant des fondements rigoureux aux ajustements de court terme, ce que l'ancienne génération de la « première synthèse néoclassique » le plus souvent ne faisait qu'ébaucher, ces modèles affichent une ambition élevée. Pour rendre compte des fluctuations, ils introduisent des « chocs », de types divers, qui revendiquent également des fondements micro-économiques. De ces chocs résultent des équilibres intertemporels « perturbés ». Ils conduisent en outre à être attentifs à ce qui a trait à la cohérence entre comportements décrits dans un modèle.

Ces modèles ont souvent l'inconvénient de se présenter sous une apparence complexe et touffue, qui rend leur appropriation malaisée. À partir d'un modèle simple typique de ce courant, celui présenté par Peter N. Ireland en 2004, nous présentons les caractéristiques de base de cette modélisation, en la situant relativement à d'autres synthèses de la macroéconomie. À partir de cette structure de base, des enrichissements permettent l'approfondissement des problèmes soumis à l'analyse macroéconomique, avec parfois des difficultés pour faire cohabiter exigence de cohérence, et souci de réalisme.

* Université Paris-I et Cepremap ;

** Cepremap et Université Catholique de Louvain ;

*** BETA.

La modélisation macroéconomique dite « néo-keynésienne » a régné sans partage de l'après-guerre aux années soixante-dix. Elle repose sur des fondements théoriques que l'on peut considérer aujourd'hui comme bien maîtrisés. Sa représentation du court terme de l'économie est conforme au schéma IS-LM¹. Sa spécification de la dynamique de long terme, avec l'accumulation du capital, reprend le modèle de croissance de Solow. Dans le moyen terme cette modélisation enregistre des désajustements entre les quantités et les prix observés et leurs valeurs désirées, causés par la présence de diverses rigidités, et qui progressivement se résorbent.

Il est impressionnant que ce courant de modélisation soit toujours de pratique courante plus de soixante ans après les travaux fondateurs de Klein et Goldberger (1950, 1955). Mais cette voie de la macroéconomie quantitative a révélé progressivement de nombreuses limites qui ont donné lieu à des critiques majeures. Une approche alternative s'est progressivement dégagée à partir de la seconde moitié des années 1970, pour aboutir à une refondation de la macroéconomie, d'abord dans un esprit résolument néoclassique, sous l'impulsion initiale de Lucas (1975, 1977, 1980), puis avec la réintégration d'éléments keynésiens.

Le changement de paradigme

La caractéristique distinctive de cette nouvelle approche est ce que Lucas appelle la « discipline de l'équilibre »². Selon cet auteur, les macroéconomistes doivent analyser l'état de l'économie comme résultant de l'apurement simultané de l'ensemble des marchés, conformément à la méthodologie de l'équilibre général. Par rapport à la pratique antérieure, l'ingrédient le plus novateur de cette approche est dans le traitement de l'incertitude : désormais, les fluctuations macroéconomiques doivent être analysées comme provenant des réactions optimales des agents aux perturbations non anticipées de leur environnement. La conséquence de ce principe est qu'on ne peut plus analyser séparément les fluctuations économiques et la croissance, les deux reposant sur la notion d'équilibre intertemporel. Avec cette remise en perspective, la macroéconomie a cessé d'être une discipline fonctionnant avec sa logique propre distincte de celle de la microéconomie.

Il est bon de donner ici la liste des principales caractéristiques de la modélisation macroéconomique née de cette nouvelle approche.

- La rationalité des agents est explicitement assumée à trois niveaux. Le premier est celui des comportements, les choix des agents reposant sur la maximisation de fonctions agrégeant leurs objectifs pour toutes les périodes, présente et futures. En conséquence, le modélisateur doit commencer par résoudre une série de problèmes théoriques d'optimisation dynamique, dont il déduira les règles de décision des agents, au lieu de poser directement celles-ci, comme dans la modélisation macroéconomique néo-keynésienne. Le second niveau a trait aux anticipations des agents qui relèvent également de la rationalité au sens du meilleur usage possible de l'information dont ils disposent (anticipations rationnelles). Le troisième niveau porte sur le jeu dynamique entre les agents privés et les institutions publiques comme l'État ou la banque centrale. Les décisions des agents privés reposent sur leurs prévisions des décisions que prendront les acteurs publics dans le futur (par exemple en matière de coût du crédit ou de taux d'imposition). Les agents publics peuvent s'engager à l'avance sur ces décisions avec l'espoir d'influencer ainsi les choix des agents privés. Mais pour que cet espoir ne soit pas déçu, il faut que l'engagement des institutions publiques soit crédible. Cela ne sera pas le cas si elles ont la possibilité, et trouvent avantageux, de violer leur engagement au moment où il devrait être mis en œuvre. Cette crédibilité peut être obtenue en imposant que les politiques économiques soient déterminées par des règles contraignantes et difficilement révisables, plutôt que d'être laissées à la discrétion des acteurs publics.

- Dans l'élaboration d'un modèle macroéconomique, les rôles respectifs de la rigueur théorique et de la capacité à reproduire l'évolution de l'économie observée dans le passé, sont inversés. La priorité est donnée à la cohérence interne du modèle en conformité avec la théorie de l'équilibre général, et non plus à la qualité de l'ajustement statistique du modèle sur sa période d'estimation. En d'autres mots, pour paraphraser Lucas, il est vain de prétendre au « réalisme » d'un modèle car les économistes ne peuvent espérer y incorporer les multiples complexités du fonctionnement du monde réel. Ce qu'il faut c'est construire des modèles aussi clairs que possible

1. Le nom de « schéma IS-LM » vient au départ d'un graphique imaginé par Hicks (1937) représentant sur un même plan l'équilibre macroéconomique à prix fixes sous forme d'une intersection de deux courbes, apparues la première fois sous les appellations de « IS » et « LL », représentant respectivement les équilibres du marché des biens et du marché de la monnaie. L'expression « schéma IS-LM » est devenu ultérieurement pour les modélisateurs synonyme de « schéma néo-keynésien ».

2. Rappelons qu'il était dans la tradition néo-keynésienne de supposer un excès structurel d'offre de travail.

dont le fonctionnement réponde aux canons de la théorie économique, et qui peuvent reproduire les principaux faits stylisés des cycles économiques, qui se mesurent par des variances, corrélations et autocorrélations de variables économiques observées et qui restent relativement stables pour les différentes périodes de temps et les différents pays.

- Il résulte de ce qui précède que la notion de « modèle structurel » prend ici un sens beaucoup plus exigeant qu'un simple ensemble d'équations dont chacune relie une variable expliquée à un certain nombre de variables explicatives supposées en être la cause. Les paramètres impliqués dans les relations structurelles doivent être ceux qui apparaissent explicitement dans les programmes d'optimisation des agents, par exemple dans les fonctions d'utilité des consommateurs et les fonctions de production des entreprises.

- Dans cette nouvelle optique, la macroéconomie est à même de s'approprier toute la richesse de la théorie microéconomique. En particulier, le comportement du consommateur est maintenant au centre de l'analyse par l'intermédiaire de la maximisation explicite de sa fonction d'utilité intertemporelle. Il est alors possible d'évaluer quantitativement les coûts de chocs stochastiques en termes de perte d'utilité et de comparer les mérites respectifs de politiques alternatives par leurs effets sur l'utilité des consommateurs.

Cette nouvelle approche a été appliquée, au début des années 1980, par les économistes du courant du *Real Business Cycle* (RBC) (Kydland et Prescott, 1982 ; Long et Plosser, 1983 ; King, Plosser et Rebelo, 1988). Ces économistes ont construit des modèles d'équilibre général intertemporel ajustés sur données macroéconomiques, qui ont donné des résultats encourageants. En effet, bien que ces modèles fussent de petite taille avec une structure fortement contrainte par des *a priori* théoriques, ils se révélaient capables de reproduire un nombre respectable de faits stylisés majeurs du cycle économique. Cependant, ces modèles échouaient dans leur capacité à reproduire d'autres faits stylisés tout aussi importants et ils apparaissent ainsi comme trop simplificateurs aux yeux de la majorité de la profession.

Les modèles DSGE et le nouveau paradigme keynésien

Dans le courant des années 1990, des économistes de sensibilité keynésienne ont pris conscience que les modèles du RBC et les postulats luca-

siens pouvaient constituer la colonne vertébrale d'une modélisation plus riche, intégrant une variété de mécanismes considérés comme caractéristiques du fonctionnement du monde réel, par l'introduction d'imperfections de marchés et d'ajustements progressifs, négligés par l'approche du RBC. À l'origine de cette évolution on trouve l'inefficacité qu'attribuent à la politique monétaire les modèles du RBC, qui contraste avec les résultats d'études purement statistiques portant sur les corrélations entre masse monétaire et production (Rotemberg et Woodford, 1995, 1997 ; Goodfriend et King, 1997). Cette nouvelle modélisation « dynamique stochastique d'équilibre général » (DSGE) a redonné toute leur importance aux fonctions stabilisatrices des politiques monétaires et budgétaires. Elle a aussi réhabilité des mécanismes des modèles macroéconomiques néo-keynésiens qui avaient trouvé leur inspiration dans le schéma IS-LM.

Cette approche, dite « keynésienne nouvelle », repose sur les hypothèses que le prix de vente d'une entreprise peut être rigide dans le court terme et que par ailleurs cette entreprise possède un pouvoir de marché qui lui permet de vendre au-dessus de son coût marginal. Ainsi, si la demande pour le produit fabriqué par cette entreprise augmente, elle trouvera encore profitable d'élever sa production, alors même que son coût marginal augmente.

La modélisation macroéconomique néo-keynésienne avait l'intuition de ce mécanisme, mais sans l'avoir pleinement explicité. La modélisation keynésienne nouvelle a remédié à ce défaut en adoptant des fondements microéconomiques rigoureux. La contrepartie de cette rigueur est que la spécification des modèles est devenue très complexe, mais aussi très contraignante, avec la conséquence qu'à l'heure actuelle on éprouve des difficultés à rendre compatible les modèles et leurs présupposés théoriques avec les données économiques observées.

La concurrence imparfaite entre entreprises est le plus souvent modélisée par un schéma de concurrence monopolistique entre firmes produisant des biens imparfaitement substituables, qui a été développé par Dixit et Stiglitz (1977). L'avantage de cette approche est qu'elle permet une agrégation facile des variables microéconomiques, et ainsi l'écriture d'un modèle où ne figurent que des variables macroéconomiques. La relation essentielle est que le prix de la production (agrégée) est égal au coût marginal de celle-ci, amplifié d'un taux de marge constant, qui est lui-même fonction de la substituabilité des différents biens entre eux

dans les préférences des agents pour la diversité. Le coût marginal est égal au taux de salaire nominal (agrégé) divisé par la productivité marginale du travail. On y adjoint souvent une modélisation similaire du marché du travail. Chaque travailleur offre un service qui, du point de vue des entreprises, est imparfaitement substituable aux services offerts par les autres travailleurs. Il dispose ainsi d'un pouvoir de marché qui lui permet de vendre son travail au-dessus de sa désutilité marginale, et cela d'autant plus que les différents types de travail sont imparfaitement substituables entre eux. On aboutit ainsi à une relation entre le taux de salaire nominal agrégé et le prix de la consommation, c'est-à-dire du bien qui est substituable au loisir dans les préférences des travailleurs.

Dans un modèle d'équilibre général, de concurrence monopolistique comme de concurrence parfaite, la monnaie est neutre, c'est-à-dire qu'une augmentation de sa quantité n'a pour effet que d'élever les prix et les salaires dans la même proportion. Pour redonner à la politique monétaire un effet sur l'activité économique, les modèles keynésiens nouveaux considèrent que les équilibres de concurrence monopolistique des marchés du bien et du travail agrégés ne peuvent pas être réalisés dans le court terme à cause des rigidités nominales du prix de la production et du taux de salaire. Il existe plusieurs spécifications théoriques de ces rigidités, dont celle de Calvo (1983) est la plus utilisée actuellement. Dans le modèle de Calvo, chaque entreprise (travailleur) a une probabilité constante, λ , d'être en mesure d'ajuster son prix de production (son taux de salaire) à sa valeur optimale, et la probabilité $1 - \lambda$ d'être obligée de le maintenir à son niveau antérieur. Cela a pour conséquence qu'une fraction $1 - \lambda$ des entreprises (travailleurs) réagira à une hausse de la demande en élevant leurs productions (leur durées de travail) sans augmenter leurs prix (leurs rémunérations)³.

Les modèles keynésiens nouveaux, ou DSGE, greffent donc sur le modèle de croissance optimale stochastique de type RBC deux hypothèses nouvelles : l'imperfection des marchés des biens et éventuellement du travail qu'est la concurrence monopolistique, et l'ajustement incomplet des prix et des salaires à leurs valeurs optimales.

Les principaux mécanismes des modèles « keynésiens nouveaux » : l'exemple illustratif du modèle d'Ireland

Pour illustrer le fonctionnement de cette nouvelle classe de modèles, nous allons nous appuyer

sur un modèle DSGE, simple et représentatif, élaboré par Ireland (1997, 2004)⁴. Il comprend six variables endogènes (cf. tableau 1 et encadré 1) et peut être ramené *in fine* à un système de seulement trois équations après substitutions de variables et log-linéarisation (cf. annexe). Pour parvenir à cette parcimonie dans la spécification du modèle, Ireland introduit une série d'hypothèses simplificatrices – économie fermée, absence de capital⁵, État réduit à une banque centrale et marché du travail parfaitement concurrentiel.

Rappelons tout d'abord que tous les modèles de cette génération décrivent, en l'absence de perturbations, une évolution de l'économie le long d'un sentier d'équilibre de croissance à un taux constant. La présence de chocs affectant le système engendre une réaction des agents qui conduit à un nouvel équilibre intertemporel « perturbé ». Sous sa forme log-linéarisée à trois équations, le modèle décrit les écarts relatifs entre l'équilibre perturbé et la référence stationnaire pour les trois variables principales que sont le taux d'utilisation des capacités (TUC), ratio entre la production effective et la production potentielle (celle qui prévaudrait si les firmes se comportaient comme en concurrence parfaite), noté x_t , l'index d'inflation, π_t , qui est le rapport entre le niveau contemporain des prix et celui de la période passée, et enfin le taux d'intérêt nominal, r_t .

La première des équations de ce système simplifié décrit de manière synthétique l'équilibre du marché du bien agrégé. La deuxième équation synthétise la relation entre l'inflation – présente et anticipée – et l'output, engendrée par l'imparfait ajustement des prix. La troisième relation décrit la règle de politique monétaire suivie par la banque centrale, un réglage du taux d'intérêt nominal en fonction de l'inflation, de la croissance de l'économie et du taux d'utilisation des capacités.

La demande du bien agrégé est constituée essentiellement de la consommation des ménages, qui arbitrent entre consommer dans la période courante ou dans la période suivante en fonction de la valeur courante du taux d'intérêt réel : quand

3. Dans le modèle présenté plus loin, nous lui préférons cependant la spécification plus simple et pédagogique de Rotemberg (1982) supposant un coût d'ajustement des prix.

4. Pour une présentation non technique de cette approche, voir également Clarida, Gali et Gertler (1999). Une dérivation pas à pas, très détaillée, peut être trouvée dans Woodford (2003).

5. Dans ce modèle le rôle de l'épargne sous forme de monnaie et de titres publics consiste essentiellement à permettre de transférer le revenu entre les périodes.

celui-ci augmente, les ménages trouvent avantageux de repousser une partie de leurs achats, afin d'augmenter leurs actifs rémunérés ou de réduire leur endettement. À cette composante de la demande s'ajoute le coût réel de modification des prix des entreprises en concurrence monopolistique. L'offre de bien est fonction de la quantité de travail offerte par les ménages, qui arbitrent encore entre travailler moins et consommer plus.

On peut exprimer l'égalité entre la demande et l'offre de bien en termes du TUC , x_t , moyennant l'ajout d'un terme stochastique s_t fonction des perturbations structurelles⁶.

$$x_t = E_t x_{t+1} - (r_t - E_t \pi_{t+1}) + s_t \quad (1)$$

La deuxième équation explique comment évolue le prix de la production. Nous avons vu que la spécification usuelle de la rigidité de ce prix, introduite par Calvo, était que dans la période courante seule une proportion fixe d'entreprises ajustaient leurs prix à leurs valeurs d'équilibre. Ireland adopte une spécification différente, empruntée à Rotemberg (1982), selon laquelle les entreprises subissent un coût quand elles changent leur prix de vente, qui est proportionnel au carré de son taux de variation entre la période courante et la période précédente (c'est-à-dire au carré du taux d'inflation). Si les entreprises sont confrontées, par exemple, à une

6. Cette relation possède une certaine similitude avec la courbe IS du modèle keynésien de base dans les formes développées par Hicks (1937) et Modigliani (1944), même si le comportement des ménages est maintenant bien différent de celui de ce modèle.

Tableau 1
Le modèle d'Ireland (1997, 2004) : définition des variables et des paramètres

<i>Variables endogènes</i>	
C_t	Consommation
h_t	Heures travaillées
Y_t	Production
W_t / P_t	Salaire réel
π_t	Index d'inflation
r_t	Taux d'intérêt nominal
Variables dont la détermination dépend de la définition d'un ancrage nominal	
P_t	Niveau du prix
W_t	Salaire nominal
<i>Paramètres structurels</i>	
a_t	Poids de la consommation dans la fonction d'utilité
η	Coefficient des heures travaillées dans la fonction d'utilité
β	Taux d'escompte subjectif
Z_t	Productivité du travail
g	Taux de croissance à long terme de la productivité
θ_t	Indicateur de concurrence sur le marché des biens
Φ	Coefficient de rigidité des prix (coût d'ajustement des prix)
ρ_n, ρ_g et ρ_x	Réactions de la politique monétaire à l'inflation, à la croissance et au TUC
<i>Chocs</i>	
ε_{zt}	Choc de productivité
ε_{at}	Choc de préférence pour la consommation
$\varepsilon_{\theta t}$	Choc de concurrence
ε_{rt}	Innovation sur la fixation du taux d'intérêt
<i>Variables annexes</i>	
Q_t	Output de concurrence parfaite
x_t	Taux d'utilisation des capacités de production
k_t	Impact des coûts d'ajustement sur le taux de marge

Note : les variables en gras sont les variables endogènes du modèle réduit à trois équations. Pour être calculés à partir des résultats du modèle, les niveaux du prix et du salaire nominal supposent la donnée de leur niveau initial.

Encadré 1

LE MODÈLE D'IRELAND

La partie principale de l'article présente une version concentrée de l'approximation log-linéaire du modèle d'Ireland (2004). Le but de cet encadré, complété par l'annexe 1, est d'exposer le cheminement qui conduit du modèle complet à sa synthèse.

Le modèle

Les 6 inconnues du modèle complet sont la consommation C_t , la production Y_t , l'index d'inflation π_t , le taux d'intérêt nominal r_t , le taux de salaire réel W_t / P_t et le nombre d'heures travaillées h_t .

Le modèle comporte 6 équations incluant 4 chocs stochastiques. Les équations décrivent le comportement des autorités monétaires, la consommation et l'offre de travail des ménages, la production, l'équilibre du marché des biens et la fixation des prix.

La règle monétaire

À l'écriture traditionnelle de l'équilibre entre demande et offre exogène de monnaie est aujourd'hui préférée la spécification d'une politique de fixation du taux d'intérêt en fonction des écarts d'inflation, d'utilisation des capacités et de croissance. Décrire dans le modèle le comportement du consommateur vis-à-vis de la monnaie ne s'impose pas, celle-ci devenant une variable s'ajustant purement passivement, au sens où la banque centrale valide les demandes qu'impliquent ses décisions sur les taux d'intérêt.

Substitut à la courbe LM, la règle de politique monétaire de la banque centrale se présente sous une forme inspirée de la règle de Taylor (1993) adaptée à une économie en croissance :

$$r_t = r_{t-1} H \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{p_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1} g} \right)^{p_g} \left(\frac{Y_t}{Q_t} \right)^{p_x} \exp(\varepsilon_{rt}) \quad (E1)$$

où H est une constante de normalisation.

Les autorités monétaires augmentent ou diminuent le taux d'intérêt nominal en réponse aux écarts d'inflation et de croissance de la production relativement à leurs valeurs en croissance stationnaire non perturbée, π et g , g étant la pente du trend de productivité, seule source de croissance dans le modèle, et π l'inflation cible affichée par les autorités monétaires.

Celles-ci réagissent aussi au *taux d'utilisation des capacités de production* (TUC), défini comme le rapport de la production contemporaine Y_t à la production Q_t qui serait observée si la concurrence était parfaite. ε_{rt} est la « surprise » (l'« innovation ») de la politique de fixation du taux d'intérêt.

Le comportement des ménages

Le consommateur représentatif à durée de vie infinie maximise une fonction d'utilité intertemporelle :

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[a_t \ln(C_t) - \frac{1}{\eta} h_t^\eta \right]$$

On en déduit la consommation et l'offre de travail. La première relation décrit un arbitrage intertemporel de type « condition d'Euler » ou « règle de Keynes-Ramsey ». La seconde relation exprime l'arbitrage des consommateurs entre travail et loisir dans l'allocation de leur temps.

$$C_t = \frac{a_t}{r_t \beta} E \left[\frac{C_{t+1}}{a_{t+1}} \pi_{t+1} \right] \quad (E2)$$

$$\text{Log } h_t = \frac{1}{\eta - 1} (\text{Log } a_t - \text{Log } C_t) + \frac{1}{\eta - 1} \text{Log } \frac{W_t}{P_t} \quad (E3)$$

La fonction de production et l'équilibre du marché des biens

La production dépend de la productivité du travail et du nombre d'heures travaillées. L'équilibre du marché des biens se résume à l'égalité de la consommation à la production nette du coût (quadratique) de la modification des prix par les firmes, coût qui s'exprime en termes réels par $\frac{\Phi}{2} \left(\frac{\pi_t}{\pi} - 1 \right)^2 Y_t$. Ce coût est proportionnel à la production et se manifeste dès que le taux d'inflation s'écarte du taux tendanciel. Dans ce modèle, les rigidités nominales sont fondées sur le fait qu'aux changements de prix hors leurs variations tendancielle sont associées des consommations de ressources.

$$Y_t = Z_t h_t \quad (E4)$$

$$C_t = Y_t \left[1 - \frac{\Phi}{2} \left(\frac{\pi_t}{\pi} - 1 \right)^2 \right] \quad (E5)$$

L'équation de détermination des prix

En situation de concurrence monopolistique chaque entreprise détermine son prix en appliquant un taux de marge à son coût unitaire W_t / Z_t . L'identité des entreprises crée une situation de « symétrie » qui permet d'écrire l'équation en termes de variables agrégées :

$$P_t = \frac{1}{1 - \frac{1}{\theta_t} + \frac{k_t}{\theta_t}} \frac{W_t}{Z_t} \quad (E6)$$

Le taux de marge dépend du degré de concurrence sur le marché des biens, mesuré par l'indicateur θ_t , et des coûts d'ajustement des prix, résumés par l'indicateur k_t dont l'expression est :

$$k_t = \left(\frac{\pi_t}{\pi} - 1 \right) \frac{\pi_t}{\pi} - \Phi \beta E \left[\frac{\left(\frac{a_{t+1}}{C_{t+1}} \right) \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi} - 1 \right) \frac{\pi_{t+1}}{\pi} \frac{Y_{t+1}}{Y_t}}{\left(\frac{a_t}{C_t} \right)} \right]$$

Cette expression s'annule bien sûr lorsqu'il n'y a pas de coûts d'ajustement.

On retrouve ici l'équation dite « PS » (Price Setting) de la modélisation macroéconomique. Elle contribue dans le modèle d'Ireland comme dans la tradition de la macroéconomie, à déterminer le salaire réel (cf. sur ce point l'annexe).

élévation durable de la demande, elles répartissent la hausse de leurs prix de vente entre la période courante et les périodes futures et réajustent à court terme en accroissant les quantités offertes, ce qui se traduit par une hausse du TUC x_t . L'équation s'écrit ainsi :

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \mu x_t + u_t \text{ avec } \mu > 0 \quad (2)$$

Cette relation est souvent appelée « courbe de Phillips keynésienne nouvelle », car elle repose sur une logique très voisine de celle de l'équation du même nom des modèles macroéconomiques néo-keynésiens, avec cependant une justification théorique précise⁷.

La dernière équation formalise la règle de politique monétaire suivie par la banque centrale. Celle-ci réagit à une hausse du taux d'inflation, à une augmentation de l'activité et à son

accélération, en élevant le taux d'intérêt nominal, comme dans la règle de Taylor. Cependant, à la différence de cette règle, la hausse du taux d'intérêt est progressive et non pas instantanée. Nous avons :

$$r_t = r_{t-1} + \rho_\pi \pi_t + \rho_g (x_t - x_{t-1}) + \rho_x x_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

avec $\rho_\pi > \rho_g$ et $\rho_x \geq 0$

Pour expliquer les fluctuations de ses trois variables endogènes, le modèle fait intervenir trois perturbations stochastiques : s_t , qui agit sur le marché des biens ; u_t , qui influence directement la dynamique des prix ; et ε_t , qui peut s'interpréter comme la part de la politique

7. Une différence notable avec la courbe de Phillips traditionnelle provient de ce que la relation porte sur les prix au lieu des salaires, mais surtout que c'est l'inflation future anticipée qui intervient et non l'inflation passée.

Encadré 1 (suite)

Le taux d'utilisation des capacités de production (TUC)

Le taux d'utilisation des capacités, $x_t = Y_t / Q_t$, qui apparaît dans les équations (1) et (3), rapporte la production courante à la production potentielle qui est définie comme celle *qui serait observée si la concurrence était parfaite, et si les coûts d'ajustement étaient nuls*. Dans cette situation le taux de marge des entreprises serait nul et le prix de la production serait égal au coût unitaire. La production se fixerait alors à :

$$Q_t = Z_t a_t^{\frac{1}{\eta}} \quad (\text{cf. encadré 2}).$$

L'expression du taux d'utilisation des capacités est donc :

$$x_t = \frac{Y_t}{Z_t a_t^{\frac{1}{\eta}}} = \frac{Z_t h_t}{Z_t a_t^{\frac{1}{\eta}}} = \frac{h_t}{a_t^{\frac{1}{\eta}}}$$

Les chocs

Le modèle d'Ireland prend en compte quatre chocs.

- Un choc technologique aux effets persistants

Le niveau de la productivité du travail, commun aux entreprises, évolue selon la marche aléatoire avec tendance :

$$\text{Log } Z_t = \text{Log } g + \text{Log } Z_{t-1} + \varepsilon_{zt}$$

où ε_{zt} est un bruit blanc d'écart-type σ_z

Chaque choc technologique élémentaire ε_{zt} laisse une trace permanente (la roue, tout comme internet, une fois créée, l'a été pour toujours).

Ce choc est LE choc par excellence de la modélisation du courant du RBC.

- Un « choc de préférences »

Le terme a_t mesure l'importance relative de la consommation dans la fonction d'utilité. Ses variations introduisent un « choc de préférences », qui suit un processus autorégressif d'ordre 1 :

$$\text{Log } a_t = \rho_a \text{Log } a_{t-1} + \varepsilon_{at}$$

où ε_{at} est un bruit blanc d'écart-type σ_a

La réalisation de cet aléa constitue le choc. Le paramètre ρ_a en mesure le degré de persistance. On note que le contenu « microéconomique » de ce choc se présente ici de manière « stylisée », mais pourrait être enrichi : par exemple, une politique de crédit agressive de la part des banques, ou la disponibilité de biens de consommation innovants peuvent l'influencer.

- Un choc sur l'indicateur de concurrence sur le marché des biens

Cet indicateur, θ_t , oscille autour de la valeur θ selon le processus :

$$\text{Log } \theta_t = \rho_\theta \text{Log } \theta_{t-1} + (1 - \rho_\theta) \text{Log } \theta + \varepsilon_{\theta t}$$

$\varepsilon_{\theta t}$ est un bruit blanc d'écart-type σ_θ .

- Un choc sur la règle monétaire

Le quatrième « choc » est l'« innovation », ou « surprise », de la règle monétaire ε_{rt} , d'écart-type σ_r .

monétaire qui n'est pas conforme à la règle, c'est-à-dire celle qui est discrétionnaire⁸. Le modèle RBC traditionnel, qui ne présentait ni concurrence monopolistique ni rigidités nominales, se bornait pour sa part à n'introduire qu'une perturbation stochastique unique qui influençait la productivité totale des facteurs dans la fonction de production.

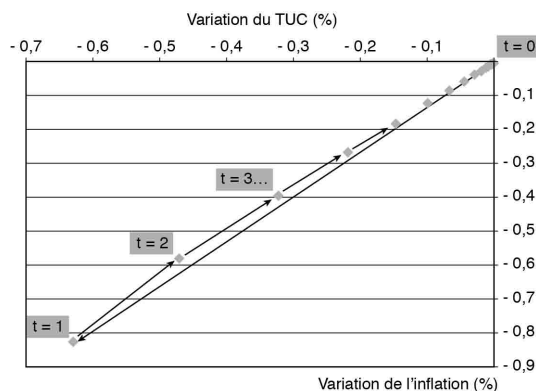
On note la présence dans ce modèle de variables « avancées » (x_{t+1} et π_{t+1}), caractéristiques des modèles à anticipations rationnelles⁹.

Les simulations

Le modèle d'Irlande a été estimé sous sa forme linéarisée et réduite sur données américaines. Cette estimation (Ireland, 2004) a en particulier pour but d'attribuer les variations observées de la conjoncture américaine aux quatre chocs qui l'affectent. Elle incorpore une règle de taux d'intérêt qui réagit fortement aux variations de la croissance, ce qui donne à ces variantes standard des propriétés qui ne sont pas transposables sans examen au cas d'autres pays ou zones économiques.

Nous reprenons les estimations présentées par Ireland. Nous présentons les effets sur le taux d'utilisation des capacités TUC $\{\hat{x}_t\}$ et l'inflation $\{\hat{\pi}_t\}$ de chacun des quatre chocs, tous d'une durée limitée à une période et d'une ampleur égale à leur écart-type (cf. graphiques I à IV) (pour des indications qualitatives sur les effets dynamiques de ces chocs sur plusieurs variables d'intérêt, cf. tableau 2).

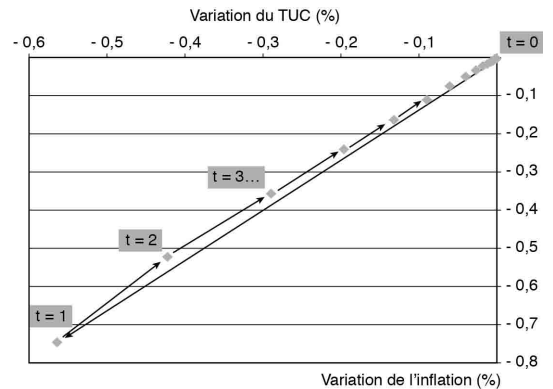
Graphique I
Choc positif sur le taux d'intérêt nominal



Lecture : les écarts à la trajectoire d'équilibre sont exprimés en %. Juste après le choc, le TUC fléchit de 0,63 % et le taux d'inflation (annualisé) de 0,83 % puis l'un et l'autre remontent progressivement vers leurs valeurs de référence.

Source : simulations dynare de la version linéarisée du modèle d'Irlande.

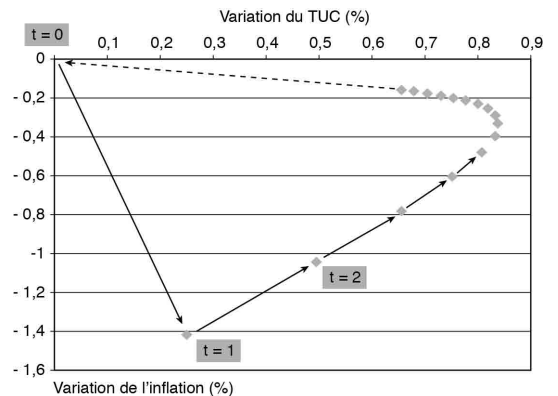
Graphique II
Un accroissement permanent du niveau de la productivité



Lecture : juste après le choc, le TUC fléchit de 0,56 % et le taux d'inflation (annualisé) de 0,74 % puis l'un et l'autre remontent progressivement vers leurs valeurs de référence.

Source : simulations dynare de la version linéarisée du modèle d'Irlande.

Graphique III
Choc de concurrence : diminution du taux de marge des entreprises



Lecture : juste après le choc, le TUC augmente de 0,24 % et le taux d'inflation (annualisé) fléchit de 1,41 %. Ce dernier réaugmente ensuite tandis que le TUC continue à progresser avant de se retourner et de revenir à son niveau de départ.

Source : simulations dynare de la version linéarisée du modèle d'Irlande.

Un choc sur la règle monétaire

Le choc ponctuel augmente immédiatement le taux d'intérêt (équation E1). Cela incite les ménages à repousser à plus tard leurs dépenses

8. Les perturbations stochastiques dans les modèles DSGE, surtout ceux plus complexes qui seront présentés plus bas, peuvent donner parfois l'impression d'être introduites de façon ad hoc, par exemple au niveau de chaque équation sans que leur sens économique soit parfaitement clair. Ce caractère non structurel de ces chocs a donné lieu à de sérieuses critiques méthodologiques, telle celle de Chari, Kehoe et McGrattan (2008).

9. Ceci exige des outils de simulation particuliers réalisant la résolution simultanée du présent et du futur, par rapport aux modèles traditionnels dans lesquels l'équilibre à une période donnée ne dépendait que du passé.

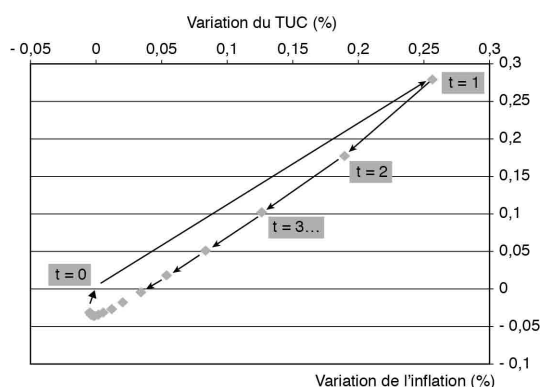
de consommation, et la demande fléchit (équation E2). En conséquence la production et le nombre d'heures travaillées diminuent (équations E5 et E4). Cela conduit à une baisse du salaire réel (équation E3) qui correspond à une hausse du taux de marge des entreprises. Cette baisse restreint l'offre de travail. Nous déduisons de l'équation de prix (E6) que k_t diminue, et avec lui le taux d'inflation. En conclusion ce choc conduit à une baisse immédiate de l'inflation et du TUC.

d'intérêt nominal n'aurait pas d'effet sur l'activité (cf. encadré 2).

Un choc technologique

Ce choc conduit à une hausse immédiate de la production. Cependant, la réaction relativement forte du taux d'intérêt au supplément de croissance freine la consommation et la demande. En conséquence, le nombre d'heures travaillées et le TUC diminuent, et avec eux le salaire réel. À la hausse du taux de marge des entreprises correspond une inflation plus faible (équation E6). Il est possible de réaliser la simulation à partir d'une version du modèle où la réaction du taux d'intérêt au taux de croissance est atténuée. Le potentiel résultant de ces gains de productivité se libère alors sensiblement plus rapidement, les horaires travaillés et les salaires réels s'en trouvant améliorés relativement à la simulation de référence du choc, ici présentée.

Graphique IV
Choc de préférences : augmentation de la préférence pour la consommation



Lecture : juste après le choc, le TUC et le taux d'inflation (annualisé) augmentent respectivement de 0,25 % et 0,27 %, puis ils reviennent vers leurs niveaux d'équilibre.
Source : simulations dynare de la version linéarisée du modèle d'Irland.

Un choc sur l'indicateur de concurrence

La baisse du pouvoir de marché des entreprises rend l'économie plus efficace, ce qui élève la production (et le TUC) et diminue l'inflation.

Si la rigidité nominale qui freine la modération des prix n'existait pas, la hausse du taux

Tableau 2
Propriétés des simulations

	Choc sur la règle monétaire	Choc technologique	Choc sur l'indicateur de concurrence	Choc de préférence
Consommation				
Salaire réel				
Offre de travail				
Taux de marge des entreprises				
Inflation				
Taux d'utilisation des capacités de production				
Taux d'intérêt nominal				
Taux d'intérêt réel				

Source : auteurs.

Un choc de préférence

Le choc ponctuel accroît la préférence relative de l'agent représentatif pour la consommation. En conséquence, celui-ci décide de consommer

davantage, mais aussi de travailler plus. La production et le salaire réel augmentent. Ce dernier mouvement équivaut à une baisse du taux de marge des entreprises, rendue possible par la rigidité des prix. L'inflation augmente donc, modérément.

Encadré 2

EN L'ABSENCE DE COÛTS D'AJUSTEMENT, UN MODÈLE OÙ L'OFFRE EST INSENSIBLE À LA POLITIQUE MONÉTAIRE

Dans ce cas de parfaite flexibilité des prix (qui correspond à $\Phi = 0$), le modèle s'écrit :

$$\begin{cases} C_t = \frac{a_t}{r_t} \frac{1}{\beta} E_t \left[\frac{C_{t+1}}{a_{t+1}} \pi_{t+1} \right] \\ C_t = Y_t \\ Y_t = Z_t h_t \\ P_t = \frac{1}{1 - \frac{1}{\theta_t}} \frac{W_t}{Z_t} \\ \text{Log } h_t = \frac{1}{\eta - 1} (\text{Log } a_t - \text{Log } C_t) + \frac{1}{\eta - 1} \text{Log } \frac{W_t}{P_t} \\ r_t = r_{t-1} H \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\rho_x} \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \frac{1}{g} \right)^{\rho_g} \left(\frac{Y_t}{Q_t} \right)^{\rho_x} \exp(\varepsilon_{rt}) \end{cases}$$

La consommation est égale à la production, la dissipation des ressources du fait des coûts d'ajustement n'ayant plus lieu ($C_t = Y_t$).

Une « fonction d'offre » insensible à la politique monétaire

Cette fonction agrège le « côté de l'offre » de cette version du modèle, constitué par ses quatre dernières équations :

$$\text{Log } \frac{Y_t}{Z_t} = \frac{1}{\eta - 1} (\text{Log } a_t - \text{Log } Y_t) + \frac{1}{\eta - 1} \text{Log} \left(1 - \frac{1}{\theta_t} \right) + \frac{1}{\eta - 1} \text{Log } Z_t$$

On obtient : $\text{Log } Y_t - \text{Log } Z_t = \frac{1}{\eta} \text{Log } a_t + \frac{1}{\eta} \text{Log} \left(1 - \frac{1}{\theta_t} \right)$, d'où :

$$\begin{cases} Y_t = Z_t a_t^{\frac{1}{\eta}} \left(1 - \frac{1}{\theta_t} \right)^{\frac{1}{\eta}} \\ C_t = Y_t \\ h_t = a_t^{\frac{1}{\eta}} \left(1 - \frac{1}{\theta_t} \right)^{\frac{1}{\eta}} \\ \frac{W_t}{P_t} = \left(1 - \frac{1}{\theta_t} \right) Z_t \end{cases}$$

La productivité du travail donne sa tendance à la production. Le salaire réel lui est inférieur, du fait de l'existence d'une rente de monopole.

La production, la consommation, l'offre de travail, le salaire réel sont totalement déterminés, *indépendamment de la politique monétaire*. Ce bloc répond positivement à plus de productivité et à une concurrence plus intense.

Par contraste entre les deux versions du modèle, il apparaît que c'est la seule présence des coûts d'ajus-

tement, et la rigidité nominale qu'elle implique, qui permet à la politique monétaire d'affecter l'activité et donne ainsi au modèle des propriétés de type « keynésien nouveau ».

La règle monétaire détermine l'inflation anticipée

On part de l'équation d'Euler et de la règle monétaire, mais avec un niveau de production (auquel le niveau de consommation s'ajuste) prédéterminé par le bloc d'offre :

$$\begin{aligned} C_t &= \frac{a_t}{r_t} \frac{1}{\beta} E_t \left[\frac{C_{t+1}}{a_{t+1}} \pi_{t+1} \right] = Y_t \\ r_t &= r_{t-1} H \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\rho_x} \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \frac{1}{g} \right)^{\rho_g} \left(\frac{Y_t}{Q_t} \right)^{\rho_x} \exp(\varepsilon_{rt}) \end{aligned}$$

Les lois des chocs étant connues, l'anticipation de la production :

$$E_t Y_{t+1} = E_t Z_{t+1} a_{t+1}^{\frac{1}{\eta}} \left(1 - \frac{1}{\theta_{t+1}} \right)^{\frac{1}{\eta}},$$

l'est également.

L'équation d'Euler détermine alors le taux d'intérêt réel anticipé, qui gouverne la répartition intertemporelle de la consommation. On retrouve la propriété « classique » qui veut que le niveau de production étant donné, la fonction du taux d'intérêt soit d'ajuster la demande :

$$\frac{r_t}{E_t \pi_{t+1}} = \frac{a_t}{E_t a_{t+1}} \frac{1}{\beta} E_t \left(\frac{Y_{t+1}}{Y_t} \right),$$

tous les termes du membre de droite (dont l'anticipation du taux de croissance) étant connus.

Le taux d'intérêt réel croît avec l'intensité de la préférence pour le présent, inverse du taux d'escompte subjectif β qui pondère les utilités futures, avec le rapport des préférences actuelles et futures pour la consommation (a_t / a_{t+1}), et avec le taux de croissance. On a là l'expression, pour ce modèle, de la règle dite de « Keynes-Ramsey ». Le taux d'intérêt réel anticipé est bien sûr indépendant de la politique monétaire. Celle-ci, fixant le taux d'intérêt nominal, détermine en conséquence le taux d'inflation anticipé.

Le cas d'une concurrence parfaite : le « potentiel » de l'économie

La perfection de la concurrence correspond au cas $\theta_t = \infty$, le salaire réel étant alors égal à la productivité

$$\text{du travail : } \frac{W_t}{P_t} = Z_t$$

La production se fixe à : $Q_t = Z_t a_t^{\frac{1}{\eta}}$.

La transition vers des modèles DSGE opérationnels

L'introduction des hypothèses de concurrence monopolistique sur les marchés des biens et du travail et de rigidités des prix et salaires nominaux, a permis, comparativement aux modèles du RBC, de redonner un rôle à la politique monétaire dans la stabilisation de l'activité économique. Ces extensions se sont cependant avérées insuffisantes pour que les nouveaux modèles DSGE qui les intègrent puissent reproduire les principaux faits stylisés du cycle économique, c'est-à-dire les interdépendances, retards et avances entre variables macroéconomiques qui sont observés dans la réalité. Cela a conduit à l'ajout de nombreuses autres altérations dans les modèles DSGE, baptisées également du terme générique de « rigidités », afin de rapprocher les propriétés statistiques des résultats de leurs simulations, des faits stylisés observés dans la réalité. Les modèles DSGE sont alors devenus extrêmement complexes voire inextricables dès que leur taille dépasse quelques dizaines d'équations. Ils diffèrent à cet égard des modèles macroéconomiques keynésiens dont la taille est souvent de l'ordre de plusieurs centaines d'équations.

Présenter la totalité de ces rigidités dépasse largement le cadre de cette introduction¹⁰. Nous pouvons cependant noter qu'elles sont de deux types. Certaines sont des enrichissements pouvant être qualifiés de marginaux car ils ne remettent pas en cause le cadre général de modélisation que nous avons présenté plus haut. D'autres rigidités introduites dans les modèles DSGE sont plus profondes et altèrent leur logique de fonctionnement et leurs propriétés. Nous nous contenterons ici de mentionner les deux rigidités supplémentaires, marginales, figurant dans le modèle de Smets et Wouters (2003), qui peut être considéré comme une référence pour les modèles DSGE qui sont utilisés par les centres de macroéconomie appliquée (banques centrales, administrations économiques, ...).

La première rigidité part de la constatation qu'il est impossible pour les entreprises de répondre à une modification de la demande en ajustant immédiatement le capital à sa nouvelle valeur optimale. Cela provoquerait des mouvements dans les flux d'investissement ou de désinvestissement extrêmement amples, qui ne sont pas observés dans les séries de comptabilité nationale. La spécification de cette rigidité repose sur des idées

anciennes développées par Holt, Modigliani, Muth et Simon (1960), selon lesquelles il existerait un coût d'ajustement du capital, qui croît avec la vitesse d'ajustement de celui-ci, et qui doit être confronté aux gains actualisés que permet un mouvement plus rapide des capacités de production vers leur valeur optimale. On aboutit ainsi à une adaptation progressive du capital avec des variations de l'investissement plus modérées (accélérateur flexible). Cependant, l'introduction de ce coût d'ajustement dans le programme d'optimisation dynamique des entreprises, ne permet d'obtenir une évolution de l'investissement conforme à ce qui est observé dans la réalité, que s'il est très élevé. De plus, dans ce cas, le taux de rendement effectif du capital installé connaît en raison de ce coût des fluctuations de grande ampleur. Pour remédier à cet irréalisme Smets et Wouters supposent que le taux d'utilisation du capital installé peut varier, par exemple quand la demande change sans que les prix puissent être parfaitement ajustés. Ces auteurs introduisent alors un nouveau coût qui augmente avec le taux d'utilisation du capital et qui s'interprète comme un coût de maintenance de ce facteur.

Les séries macroéconomiques montrent que la variabilité de la consommation au cours du temps est sensiblement plus faible que celle de la production. Pour cette raison, Smets et Wouters introduisent dans les préférences des ménages des habitudes de consommation, dites « externes ». Cela signifie que l'utilité d'un ménage dans une période donnée dépend non seulement de sa consommation courante mais également de son écart à la moyenne des consommations des autres ménages au cours de la période précédente. Cette seconde rigidité rend la consommation des ménages moins réactive, à l'image de ce que fait l'introduction d'un terme autorégressif dans une fonction de consommation keynésienne mais avec une justification théorique plus convaincante sous forme d'une hypothèse portant sur la fonction d'utilité.

Ainsi, la modélisation DSGE acquiert progressivement ses lettres de noblesse et est utilisée par les instituts économiques, en nombre de plus en plus important, pour préparer la politique économique. Il se peut même que sa sophistication la rende dans un avenir proche apte aux travaux de prévision. □

10. Le lecteur intéressé peut consulter le site recensant les nouvelles publications en matière de modèles DSGE : nep-dge@lists.repec.org.

BIBLIOGRAPHIE

- Calvo G. (1983)**, « Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework », *Journal of Monetary Economics*, vol. 12, n° 3, pp. 383-398.
- Chari V.V., Kehoe P.J. et McGrattan E.R. (2008)**, « New Keynesian Models : Not Yet Useful for Policy Analysis », Federal Reserve of Minneapolis, *Research Department Staff Report*, n° 409.
- Clarida R., Galí J. et Gertler M. (1999)**, The Science of Monetary Policy : A New Keynesian Perspective, *Journal of Economic Literature*, vol. XXXVII, pp. 1661-1707.
- Christiano L.J., Eichenbaum M. et Evans C. (2001)**, « Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy », *NBER Working Papers Series*, n° 8403.
- Dixit A.K. et Stiglitz J.E. (1977)**, « Monopolistic Competition and Optimal Product Diversity », *American Economic Review*, vol. 63, n° 3, pp. 297-308.
- Goodfriend M. et King R.G. (1997)**, « The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy », *NBER Macroeconomics Annual*, vol. 12, pp. 231-283.
- Hicks J.R. (1937)**, « Mr. Keynes and the "Classics"; A Suggested Interpretation », *Econometrica*, vol. 5, n° 2, pp. 147-159.
- Holt C.C., Modigliani F., Muth J.F. et Simon H.A. (1960)**, *Planning Production, Inventories, and Work Force*, Prentice-Hall.
- Ireland P.N. (1997)**, « A Small, Structural, Quarterly Model for Monetary Policy Evaluation », *Carnegie-Rochester Series on Public Policy*, vol. 47, n° 1, pp. 83-108.
- Ireland P.N. (2004)**, « Technology Shocks in the New Keynesian Model », *Review of Economics and Statistics*, vol. 86, n° 4, pp. 923-936.
- King R., Plosser C. et Rebelo S. (1988)**, « Production, Growth and Business Cycles. I. The Basic Neoclassical Model », *Journal of Monetary Economics*, vol. 21, n° 2-3, pp. 195-232.
- Klein L.R. (1950)**, *Economic Fluctuations in the United States, 1921-1941*, John Wiley, New-York.
- Klein L.R. et Goldberger A. (1955)**, *An Econometric Model of the United States, 1929-1952*, North-Holland, Amsterdam.
- Kydland F. et Prescott E. (1982)**, « Time to Build and Aggregate Fluctuations », *Econometrica*, vol. 50, n° 6, pp. 1345-1370.
- Long J. et Plosser C. (1983)**, « Real Business Cycle », *Journal of Political Economy*, vol. 91, n° 1, pp. 39-69.
- Lucas R.E. Jr. (1975)**, « An Equilibrium Model of the Business Cycle », *Journal of Political Economy*, vol. 83, n° 6, pp. 1113-1144.
- Lucas R.E. Jr. (1977)**, « Understanding Business Cycle », *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 5, n° 1, pp. 7-29, North-Holland, Amsterdam.
- Lucas R.E. Jr. (1980)**, « Methods and Problems in Business Cycle Theory », *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 12, n° 4, pp. 696-715.
- Modigliani F. (1944)**, « Liquidity Preference and the Theory of Interest and Money », *Econometrica*, vol. 12, n° 1, pp. 44-88.
- Rotemberg J.J. (1982)**, « Sticky Prices in the United States », *Journal of Political Economy*, vol. 90, n° 6, pp. 1187-1211.
- Rotemberg J.J. et Woodford M. (1995)**, « Dynamic General Equilibrium Models with Imperfectly Competitive Product Markets », in T.F. Cooley (éd.), *Frontiers of Business Cycle Research*, Princeton University Press.
- Rotemberg J.J. et Woodford M. (1997)**, « An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy », in *NBER Macroeconomics Annual*, The MIT Press.
- Smets F. et Wouters R. (2003)**, « An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area », *Journal of the European Economic Association*, vol. 1, n° 5, pp. 1123-1175.
- Taylor J.B. (1993)**, « Discretion versus Policy Rules in Practice », *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 39, n° 1, pp. 195-214, North-Holland, Amsterdam.
- Woodford M. (2003)**, *Interest and Prices : Foundations of a Theory of Monetary Policy*, Princeton University Press.
-

LA LOG-LINÉARISATION DU MODÈLE D'IRELAND

Le modèle d'Ireland décrit une économie qui fluctue, par suite de chocs stochastiques, au voisinage d'une trajectoire de croissance équilibrée, où les valeurs réelles augmentent au taux de croissance de la productivité, g , et les valeurs nominales croissent au rythme donné par la cible d'inflation, π . La log-linéarisation est effectuée au voisinage de cette trajectoire. Elle revient à réécrire le modèle en écarts relatifs (identifiés par un chapeau au-dessus des variables) par rapport à ce sentier.

Ces écarts relatifs sont notés ainsi : $\hat{v}_t = \frac{v_t - v_{LT}}{v_{LT}}$, où

v_t est la valeur observée de la variable à la date t et v_{LT} est sa valeur à la même date t si elle s'était située sur la trajectoire non perturbée (de croissance stationnaire).

Linéariser autour de la trajectoire non perturbée, de croissance stationnaire : l'exemple de l'« écart de production »

Prenons l'exemple de l'expression du taux d'utilisation des capacités (TUC), x_t :

$$x_t = \frac{Y_t}{a_t^{1/\eta} \cdot Z_t} = \frac{h_t}{a_t^{1/\eta}},$$

Sa log-linéarisation donne :

$$\hat{x}_t = \hat{h}_t - \frac{1}{\eta} \hat{a}_t \quad (A1)$$

Si on applique cette équation aux espérances courantes de ses termes pour la période suivante, nous obtenons :

$$E_t \hat{x}_{t+1} = E_t \hat{h}_{t+1} - \frac{1}{\eta} E_t \hat{a}_{t+1}$$

En soustrayant cette équation à l'équation (A1) nous obtenons : $\hat{x}_t - E_t \hat{x}_{t+1} = \hat{h}_t - E_t \hat{h}_{t+1} - \frac{1}{\eta} \hat{a}_t + \frac{1}{\eta} E_t \hat{a}_{t+1}$

Le choc de préférence s'écrivant : $\text{Log } a_t = \rho_a \cdot \text{Log } a_{t-1} + \varepsilon_{at}$, sa log-linéarisation donne :

$$\hat{a}_t = \rho_a \cdot \hat{a}_{t-1} + \varepsilon_{at}$$

$$E \hat{a}_{t+1} = \rho_a \hat{a}_t$$

Nous déduisons de cette expression l'espérance courante de ce choc dans la période suivante :

$$E \hat{a}_{t+1} = \rho_a \hat{a}_t \quad (A2)$$

Finalement, nous obtenons :

$$\hat{x}_t - E_t \hat{x}_{t+1} = \hat{h}_t - E_t \hat{h}_{t+1} - \frac{1}{\eta} (1 - \rho_a) \hat{a}_t \quad (A3)$$

Après cet exemple, nous pouvons procéder à la log-linéarisation du modèle.

L'équilibre du marché des biens

Des équations (E2), (E4) et (E5) :

$$\begin{cases} C_t = \frac{a_t}{r_t} \frac{1}{\beta} E_t \left[\frac{C_{t+1}}{a_{t+1}} \pi_{t+1} \right] \\ C_t = Y_t \left[1 - \frac{\Phi}{2} \left(\frac{\pi_t}{\pi} - 1 \right)^2 \right] \\ Y_t = Z_t h_t \end{cases}$$

on déduit :

$$\begin{cases} \hat{C}_t - E_t \hat{C}_{t+1} = -(\hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}) + (1 - \rho_a) \hat{a}_t \\ \hat{C}_t = \hat{Y}_t \\ \hat{h}_t - E_t \hat{h}_{t+1} = \hat{Y}_t - E_t \hat{Y}_{t+1} \end{cases}$$

La forme fonctionnelle particulière retenue pour les coûts d'ajustement implique qu'au voisinage de la trajectoire non perturbée, à taux constant il n'y ait pas, à la marge, de dissipation des ressources du fait des coûts d'ajustement.

En combinant la linéarisation ci-dessus à celle du TUC, on obtient deux expressions des écarts des horaires travaillés :

$$\hat{h}_t - E_t \hat{h}_{t+1} = -(\hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}) + (1 - \rho_a) \hat{a}_t \quad (A4)$$

$$\hat{h}_t - E_t \hat{h}_{t+1} = \hat{x}_t - E_t \hat{x}_{t+1} + \frac{1}{\eta} (1 - \rho_a) \hat{a}_t \quad (A3)'$$

Nous obtenons :

$$\hat{x}_t - E_t \hat{x}_{t+1} = -(\hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}) + \left(1 - \frac{1}{\eta}\right) (1 - \rho_a) \hat{a}_t$$

Si nous posons : $s_t = \left(1 - \frac{1}{\eta}\right) (1 - \rho_a) \hat{a}_t$, nous constatons que nous avons obtenu l'équation (1) de la version concentrée du modèle d'Ireland.

La « courbe de Phillips » synthétisée le « côté de l'offre » du modèle

Des équations suivantes :

$$\begin{cases} Y_t = Z_t h_t \\ P_t = \frac{1}{1 - \frac{1}{\theta_t} + \frac{k_t}{\theta_t}} \frac{W_t}{Z_t} \\ \text{Log } h_t = \frac{1}{\eta - 1} \text{Log } \frac{a_t}{C_t} + \frac{1}{\eta - 1} \text{Log } \frac{W_t}{P_t} \end{cases}$$

On déduit de même :

$$\begin{cases} \hat{P}_t - (\hat{W}_t - \hat{Z}_t) = \frac{1}{\theta - 1} \left(-\hat{\theta}_t - \Phi \hat{\pi}_t + \Phi \beta E_t \hat{\pi}_{t+1} \right) \\ \hat{W}_t - \hat{P}_t - \hat{Z}_t = \eta h_t - \hat{a}_t \end{cases}$$

On a là la boucle prix-salaires du modèle. L'équation de prix est analogue à celle des modèles de la tradition « néo-keynésienne », avec une proposition de fondement microéconomique. La seconde ne ressemble qu'en apparence à leur équation de salaire, même si on pourrait lire l'écart sur le taux d'activité \hat{h}_t comme l'opposé d'un écart (absolu) sur un taux de chômage. Ici le marché du travail est supposé concurrentiel, dans le cas singulier où l'équilibre concerne le nombre d'heures travaillées de l'agent représentatif. Dans les modèles néo-keynésiens, la « courbe de Phillips » qui y rend compte de la formation des salaires décrit un « déséquilibre », et la façon dont celui-ci pèse sur les salaires.

Ces deux équations décrivent le même écart du salaire réel à la productivité. Les combinant à la log-linéarisation du TUC : $\eta \hat{h}_t - \hat{a}_t = \eta \bar{x}_t$, elles ne sont compatibles que si :

$$\hat{\pi}_t = \beta E_t \hat{\pi}_{t+1} + \frac{\eta(\theta-1)}{\Phi} \bar{x}_t - \frac{1}{\Phi} \hat{\theta}_t,$$

Si nous posons : $\mu = \frac{\eta(\theta-1)}{\Phi}$ et $u_t = -\frac{1}{\Phi} \hat{\theta}_t$, nous

constatons que nous avons obtenu l'équation (2) de la version concentrée du modèle d'Ireland, soit la « Courbe de Phillips » du modèle « keynésien nouveau ».

Les écarts relatifs à la trajectoire non perturbée pourront être lus soit comme des écarts sur le taux de marge $(1+Tm) = \frac{P_t}{(W_t/Z_t)}$, soit comme des écarts sur le salaire réel W_t/P_t . Sur le sentier de long terme, le taux de marge est constant. Le calcul des écarts relatifs calculés à partir de l'équation de prix donne :

$$\frac{d(1+Tm)}{1+Tm} = \frac{1}{\theta-1} (-\hat{\theta}_t - \Phi \hat{\pi}_t + \Phi \beta E_t \hat{\pi}_{t+1})$$

Le taux de marge des entreprises :

- est d'autant plus faible que l'intensité de la concurrence est forte ;

- diminue en cas de choc inflationniste, et ce d'autant plus que le coefficient Φ qui paramètre les coûts d'ajus-

tement est élevé ; en cas de choc sur les coûts, les prix ne réagissent qu'avec un certain délai ;

- augmente avec l'inflation future anticipée.

On peut chercher comme plus haut à apprécier la contribution de la présence de coûts d'ajustement aux propriétés de l'offre.

Si $\Phi = 0$, la courbe d'offre linéarisée s'écrit : $\bar{x}_t = \frac{1}{\eta(\theta-1)} \hat{\theta}_t$.

Elle est verticale dans le plan $\{\bar{x}_t; \hat{\pi}_t\}$; les politiques économiques ne peuvent la déplacer.

La règle monétaire

La log-linéarisation de l'équation (E1) donne :

$$\hat{r}_t - \hat{r}_{t-1} = \rho_\pi \hat{\pi}_t + \rho_g (\hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1}) + \rho_x \bar{x}_t + \varepsilon_{rt}$$

Nous déduisons de l'équation définissant le TUC

$$x_t = \frac{Y_t}{Z_t a_t^\eta} = \frac{h_t}{a_t^\eta} :$$

$$\hat{x}_t - \hat{x}_{t-1} = \hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1} - (\hat{Z}_t - \hat{Z}_{t-1}) = \hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1} - \varepsilon_{zt} - \frac{1}{\eta} (\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1})$$

Le choc de préférence s'écrivant : $\text{Log } a_t = \rho_a \text{Log } a_{t-1} + \varepsilon_{at}$, de sa log-linéarisation :

$$\hat{a}_t = \rho_a \hat{a}_{t-1} + \varepsilon_{at}$$

on déduit :

$$\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1} = \rho_a (\hat{a}_{t-1} - \hat{a}_{t-2}) + \varepsilon_{at} - \varepsilon_{at-1}$$

Si nous posons :

$$\varepsilon_t = \varepsilon_{rt} + \rho_g \varepsilon_{zt} + \frac{\rho_g}{\eta} [\rho_a (\hat{a}_{t-1} - \hat{a}_{t-2}) + \varepsilon_{at} - \varepsilon_{at-1}]$$

nous constatons que nous avons obtenu l'équation (3) de la version concentrée du modèle d'Ireland.