

## L'orientation de la politique monétaire à l'aune du taux d'intérêt « naturel » : une application à la zone euro

*Le regain d'intérêt récent pour le concept de taux d'intérêt « naturel », introduit par Wicksell au début du XX<sup>e</sup> siècle, a suscité un vaste débat sur la définition adéquate de ce niveau d'équilibre du taux d'intérêt réel, la méthodologie d'estimation la plus pertinente et les débouchés opérationnels pour la politique monétaire. En théorie, l'écart de taux d'intérêt réel, défini comme l'écart entre le niveau effectif du taux réel de court terme et son niveau « naturel », constitue un indicateur pertinent pour apprécier l'orientation de la politique monétaire. En pratique, compte tenu des divergences entre mesures se réclamant d'approches méthodologiques différentes et de l'incertitude qui entoure les estimations de cette variable inobservable qu'est le taux d'intérêt « naturel », il serait toutefois abusif de préconiser la référence à une estimation du taux réel d'équilibre pour fonder les décisions de politique monétaire.*

*Parmi les approches possibles pour l'estimation, une méthode « semi-structurelle » combinant le recours à un filtre statistique, le filtre de Kalman, et la référence à un petit modèle simple de l'économie, présente un intérêt particulier dans la mesure où elle privilégie une définition du taux d'intérêt « naturel » orientée vers la stabilité des prix à moyen terme et autorise la prise en compte de fluctuations lentes du taux réel d'équilibre. Cet article montre que de telles estimations « semi-structurelles » du taux d'intérêt neutre du point de vue de la stabilité des prix peuvent au minimum fournir un outil valable, en complément d'autres indicateurs, pour une évaluation rétrospective de la politique monétaire.*

*Cette méthode est illustrée pour la zone euro, avec des résultats qui autorisent un diagnostic sur l'évolution du taux réel d'équilibre, d'une part, et l'orientation passée de la politique monétaire dans la zone euro grâce à la construction d'un écart de taux d'intérêt réel, d'autre part <sup>1</sup>.*

Jean-Stéphane MÉSONNIER  
*Direction des Études économiques et de la Recherche  
Service d'Études sur les politiques monétaire et financière*

<sup>1</sup> Cet article s'appuie largement sur l'étude de Mésonnier et Renne (2004) parue en *Notes d'études et de recherches* de la Banque de France, dont il constitue une présentation non technique.

Dans la plupart des pays industrialisés, les banques centrales influent sur l'activité et les prix à la consommation en fixant le taux d'intérêt de leurs prêts à court terme aux banques commerciales. Dans la zone euro, le principal taux d'intérêt contrôlé directement par la Banque centrale européenne (BCE), ou taux directeur, est ainsi le taux minimal des opérations principales de refinancement, ou taux *repo*. Par un effet de diffusion le long de la courbe des taux d'intérêt et entre marchés de la dette, la politique monétaire exerce aussi une influence sur les taux d'intérêt de marché ainsi que sur les taux d'intérêt des crédits intermédiés à court, moyen et long termes. Cette influence est néanmoins de moins en moins directe et sensible au fur et à mesure que l'échéance des contrats de dette s'éloigne dans le temps.

En ce qui concerne les décisions de consommation, d'épargne ou d'investissement, les économistes considèrent généralement que ce sont non pas les taux d'intérêt nominaux qui sont déterminants, mais les taux d'intérêt dits réels, c'est-à-dire déflatés de la progression anticipée des prix à la consommation<sup>2</sup>. Le taux d'intérêt réel correspond au rendement en termes réels d'un investissement, c'est-à-dire indépendamment des fluctuations des prix des biens et services entre la date du prêt des fonds et celle de leur remboursement. Dans la mesure où les prix et les anticipations de prix des biens et des services, ainsi généralement que les salaires, présentent une certaine rigidité — ils ne s'ajustent que lentement en termes agrégés aux chocs subis par l'économie —, les modifications de taux d'intérêt nominaux induites par la politique monétaire se traduisent également par une modification des taux d'intérêt réels de court, moyen, voire long termes. Elles affectent ainsi, *via* les décisions de consommation et d'investissement, la demande et l'offre globales : c'est le fondement du canal de transmission de la politique monétaire dit « des taux d'intérêt ». On comprend donc que les banques centrales se soucient d'apprécier comment le niveau des taux d'intérêt réels constatés, sur les marchés ou auprès des banques, se situe par rapport à un niveau de référence qui correspondrait à une situation d'équilibre de l'économie, soit de neutralité de la politique monétaire.

Cette double question de l'identification d'un niveau de taux d'intérêt réel neutre, aussi désigné dans la littérature comme taux d'intérêt réel d'équilibre ou taux d'intérêt « naturel »<sup>3</sup>, et de son rôle de référence pour la politique monétaire est une question ancienne : elle remonte au moins à la contribution de l'économiste suédois Knut Wicksell, il y a plus d'un siècle. Selon les termes de Wicksell, il existe « un certain taux d'intérêt des prêts qui est neutre par rapport aux prix des biens et tend ni à les augmenter ni à les baisser » (cf. 1936 [1898], page 102). Dans cette perspective, le maintien de la stabilité des prix dépend pour Wicksell de la capacité de la banque centrale à aligner le taux d'intérêt (réel) du crédit bancaire sur ce niveau « naturel » du taux d'intérêt, lequel fluctue en fonction des divers chocs qui affectent la productivité du capital physique.

<sup>2</sup> En effet, dans une perspective macroéconomique standard, on suppose que les agents économiques s'intéressent au pouvoir d'achat des flux monétaires en termes de biens et services.

<sup>3</sup> Le niveau supposé d'équilibre du taux d'intérêt réel n'a évidemment rien de naturel, pas plus que le concept de taux de chômage naturel auquel il est relié d'un point de vue théorique (Milton Friedman, qui a introduit ce dernier, l'a ainsi fait en se référant explicitement au concept de taux d'intérêt naturel wicksellien), dans la mesure où son appréciation est toujours contingente à une certaine modélisation de l'économie. L'utilisation des guillemets, qui se justifierait tant pour rappeler l'historicité du concept que pour mettre en garde contre son interprétation « naturaliste », ne sera pas systématique dans la suite pour ne pas alourdir le texte, mais demeure en tout état de cause implicite.

Le concept de taux d'intérêt « naturel » a bénéficié d'un regain d'attention au cours de la période récente, sous l'impulsion notable des travaux théoriques de Michael Woodford (2003), de l'Université de Princeton, et du cadre d'analyse « néo-wicksellien » de la politique monétaire qu'il a élaboré. Bien que la définition précise du concept de taux d'intérêt « naturel » dépende de la stratégie d'estimation retenue et ne fasse donc pas consensus, on entend souvent par taux d'intérêt « naturel » le niveau du taux d'intérêt réel de court terme compatible à moyen terme — *i.e.* après dissipation des effets des chocs transitoires de demande et d'offre — avec un PIB égal à son niveau potentiel et une inflation stable.

L'écart entre le taux réel de court terme « observé » et son niveau « naturel » constitue ainsi en théorie un indicateur privilégié d'orientation de la politique monétaire. Les banques centrales l'ont bien perçu : elles ont multiplié les publications relatives aux questions d'évaluation du taux réel d'équilibre au cours des toutes dernières années, qu'il s'agisse de présentations destinées au grand public ou de travaux de recherches de type académique <sup>4</sup>.

Dans une première partie, cet article présente la question de la mesure du taux d'intérêt réel et de son niveau d'équilibre, en montrant successivement l'intérêt et les limites de différentes approches, des mesures statistiques les plus intuitives, comme le calcul de moyennes de long terme, aux approches structurelles s'appuyant sur des modèles d'équilibre général micro-fondés. Une approche hybride, qualifiée de semi-structurelle et qui paraît mieux correspondre à l'horizon pertinent pour la politique monétaire est illustrée dans la deuxième partie, qui présente les résultats d'une estimation du taux naturel pour la zone euro.

## 1. Taux d'intérêt réel et taux d'intérêt « naturel » : les différentes approches

### 1.1. Le taux d'intérêt réel : une question de mesure

La recherche du niveau d'équilibre du taux d'intérêt réel impose en pratique de s'accorder sur la mesure du taux d'intérêt réel pertinent. La question est moins simple qu'il n'y paraît dans la mesure où le taux d'intérêt réel, qui correspond à un rendement anticipé compte tenu de l'inflation anticipée, n'est pas directement observable. Pour le mesurer, on dispose, d'une part, de différents taux d'intérêt nominaux à plus ou moins longue échéance cotés sur des marchés, comme le taux des prêts interbancaire à 3 mois ou le taux de rendement des obligations d'état à 10 ans, et, d'autre part, de différentes mesures de l'inflation courante, en termes de prix à la consommation ou à la production, ainsi que d'évaluations, parcellaires, des anticipations d'inflation du secteur privé.

<sup>4</sup> Pour des exemples de présentations à destination d'un public large, cf. par exemple BCE (2004), Christensen (2002) pour la Banque du Danemark, Williams (2003) pour la Réserve fédérale de San Francisco ou le discours récent du vice-président de la Réserve fédérale américaine, Roger Fergusson (2004). Les contributions de type académique proviennent essentiellement de l'Eurosystème (Clark et Kozicki – 2004 ; Crespo-Cuaresma, Gnan et Ritzberger-Gruenewald – 2003 ; Giammarioli et Valla – 2003, Manrique et Marqués – 2004, Mésonnier et Renne – 2004 ; notamment), de la Banque d'Angleterre (Neiss et Nelson – 2001 ; Larsen et McKeown – 2004), de la Réserve fédérale américaine (Laubach et Williams – 2003, diffusé initialement comme document de travail du Système fédéral de réserve) ainsi que de la Banque de réserve de Nouvelle-Zélande (Basdevant, Björkstén et Karagedikli – 2004).

Des choix sont donc requis, tant pour le taux d'intérêt retenu que pour le déflateur utilisé. Si un taux à long terme peut être préféré en théorie parce qu'il correspond à l'horizon pertinent des décisions d'investissement, il présente l'inconvénient d'être affecté par les fluctuations de primes de liquidité et de risque de crédit qui peuvent brouiller la perception du niveau d'équilibre. De plus, du point de vue de la politique monétaire, la recherche du niveau d'équilibre d'un taux réel de court terme fait davantage sens dans la mesure où la banque centrale est en mesure de déterminer son niveau à l'horizon de quelques mois, voire quelques trimestres, alors que son influence sur le niveau du taux réel à long terme est entourée d'une incertitude beaucoup plus grande.

Le choix du déflateur débouche sur la distinction entre une mesure dite *ex post* du taux d'intérêt réel visé, lorsque le taux nominal est corrigé de l'inflation courante, et une mesure dite *ex ante*, lorsqu'une mesure de l'inflation anticipée est utilisée. S'il est admissible de déflater un taux nominal à très court terme par l'inflation courante, cette approximation perd de sa légitimité au fur et à mesure que le terme du contrat de prêt auquel est associé le taux d'intérêt s'éloigne dans le temps. Elle peut, en particulier, s'avérer trompeuse même sur des échéances courtes, lors d'épisodes de changement rapide du rythme d'inflation. Elle est très critiquable s'agissant des taux d'intérêt à long terme.

La suite de cet article se concentre sur l'évolution du taux réel de court terme dans la zone euro (qui correspond à l'actuel Euribor à 3 mois). L'estimation d'un taux « naturel » variable par une approche semi-structurelle présentée dans la deuxième section s'appuie sur une mesure du taux réel *ex ante* qui est établie à partir d'une estimation des anticipations à un trimestre de l'inflation trimestrielle annualisée. Cette mesure s'avère assez proche de l'inflation réalisée *ex post* exprimée en glissement annuel.

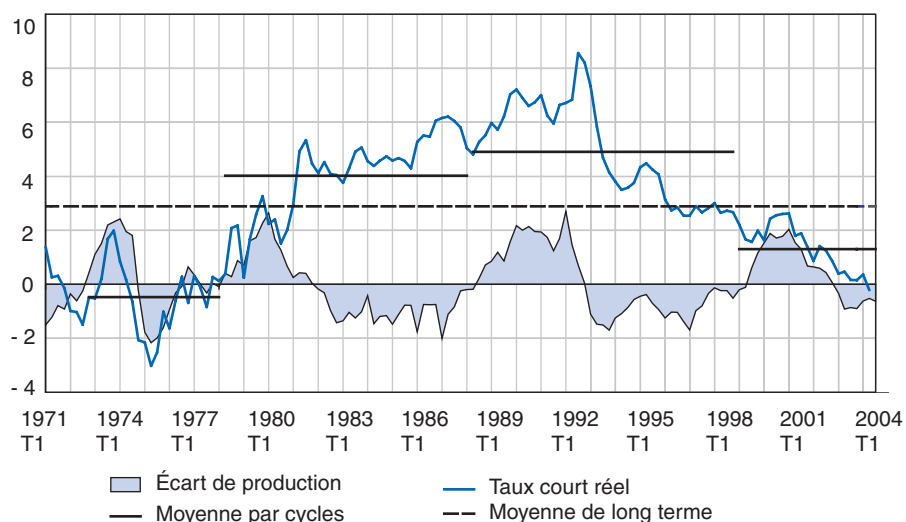
## 1.2. Moyennes historiques et niveau d'équilibre du taux réel : les fausses évidences

Une première façon simple de mesurer le niveau d'équilibre du taux d'intérêt réel de court terme peut être de calculer une moyenne du taux réel *ex post* sur une période adéquate, soit très longue, ce qui revient à postuler que la moyenne historique correspond à un niveau tendanciel dicté par des facteurs structurels (croissance de la population, tendance de la productivité des facteurs, etc.), soit plus courte, mais correspondant à un ou deux cycles économiques, de façon à limiter l'impact des fluctuations cycliques imputables aux « chocs transitoires ». Ces estimations peuvent fournir un ordre de grandeur utile pour apprécier la vraisemblance d'estimations résultant de techniques plus complexes, mais elles présentent des inconvénients majeurs, du fait de la variabilité du taux d'intérêt réel sur longue période et de l'existence de ruptures structurelles et de changements de régimes de politique monétaire invalidant l'hypothèse d'une égalité entre moyenne de long terme et niveau d'équilibre actuel du taux réel.

Le taux d'intérêt réel de court terme dans la « zone euro » — telle que l'on peut la percevoir à partir de séries agrégées reconstituées pour la période antérieure à 1999 — a connu de fortes fluctuations au cours des dernières décennies (cf. graphique 1), alors que le cadre institutionnel et l'orientation des politiques économiques en Europe continentale ont profondément évolué. La BCE (2004) distingue ainsi quatre grandes phases depuis le début des années cinquante : une première période couvrant les années cinquante et soixante marquée par des oscillations du taux réel de court terme entre  $-2\%$  et  $4\%$ , dans un contexte de contraintes réglementaires fortes limitant la mobilité des capitaux et de volatilité de l'inflation ; une deuxième période de taux réels largement négatifs entre le premier choc pétrolier de 1973 et le début des années quatre-vingt ; une troisième période de remontée des taux réels, dominée par une désinflation rapide dans plusieurs pays largement imputable à l'adoption de politiques monétaires désinflationnistes dans le sillage de la politique monétaire américaine de « l'ère Volcker » ; enfin, depuis le milieu des années quatre-vingt-dix, le retour à des niveaux de taux réels de l'ordre de  $2\%$  à  $3\%$ , dans le contexte d'une stabilisation des taux d'inflation en Europe à un niveau modéré et du desserrement de la politique monétaire rendu possible par le nouvel environnement de stabilité monétaire associé à la mise en place de l'euro. Dans ce contexte, le taux d'intérêt réel moyen constaté sur longue période (depuis la fin de la seconde guerre mondiale) ne paraît guère en mesure de fournir une indication pertinente sur le niveau du taux « naturel » dans la zone euro aujourd'hui.

**Graphique 1**  
**Taux à trois mois réel ex post, moyenne sur le cycle**  
**et moyenne de long terme dans la zone euro reconstituée**

(en %)



NB : Taux du marché interbancaire à trois mois déflaté par l'inflation courante en glissement annuel. Cycles identifiés à l'aune d'un écart de production estimé par extraction de la tendance du PIB à l'aide d'un filtre HP (coefficient de lissage  $\lambda = 7000$ ). La moyenne de « long terme » correspond à la période 1971-2004.

Source : BCE  
 Calculs : Banque de France

L'estimation du taux « naturel » par moyennes historiques se fait également fréquemment sur des périodes correspondant à un ou deux cycles économiques, les chocs idiosyncratiques positifs et négatifs affectant le taux d'intérêt et l'inflation étant censés se compenser en moyenne sur la durée d'un cycle d'activité. Toutefois, outre qu'il est difficile de déterminer précisément le début et la fin d'un cycle, cette mesure ne permet pas de s'affranchir de l'impact de changements possibles dans la tendance de l'inflation et le régime de politique monétaire en vigueur. Le graphique ci-dessus montre ainsi que le taux réel *ex post* moyen au court du cycle économique a fortement fluctué d'un cycle à l'autre depuis le début des années soixante-dix, ce qui suggère, d'une part, que d'importants changements structurels n'ont pas été correctement pris en compte et, d'autre part, que le taux réel d'équilibre de court terme a probablement lui aussi fortement fluctué au cours des trente dernières années. Les limites des approches purement statistiques, flagrantes dans le cas simple de moyennes historiques, invitent dès lors à se tourner vers des approches plus structurelles.

### 1.3. Les enseignements de l'approche structurelle

Le regain d'intérêt pour le concept de taux d'intérêt « naturel » doit beaucoup aux travaux de Woodford (2003), qui propose d'analyser le comportement de cette variable de façon détaillée dans le cadre d'un modèle structurel d'équilibre général dynamique stochastique (modèle EGDS) dit « néo-keynésien » — *i.e.* comportant des éléments de rigidité des prix à court terme —, et de l'estimer sur la base d'une méthodologie popularisée notamment par Rotemberg et Woodford (1997)<sup>5</sup>. Dans le cadre de tels modèles, le taux d'intérêt naturel est le taux d'intérêt réel d'équilibre dans une économie idéale où les prix seraient complètement flexibles. En d'autres termes, le taux naturel correspond alors au taux réel de court terme, variable dans le temps, qui permet d'égaliser à chaque instant considéré le PIB potentiel — défini comme le niveau du PIB en l'absence de rigidité des prix — et la demande agrégée.

Sur la base d'un tel modèle structurel, il est alors possible de simuler une trajectoire du taux d'intérêt naturel. L'idée est d'appliquer à l'économie, résumée par le modèle, un scénario de chroniques de chocs sous hypothèse de prix flexibles et d'identifier alors la trajectoire du taux d'intérêt réel engendrée par le modèle à celle du taux d'intérêt « naturel ». Une approche de ce type a été mise en œuvre sur données britanniques par Neiss et Nelson (2001) et sur données de la zone euro par Smets et Wouters (2003), et Giammarioli et Valla (2003).

Le recours à un modèle structurel détaillé pour estimer le taux d'intérêt « naturel » de l'économie présente certains avantages par rapport à l'emploi de méthodes purement statistiques, comme des calculs de moyenne ou divers filtres univariés<sup>6</sup>, voire de méthodes semi-structurelles comme celle que nous développons plus loin.

<sup>5</sup> Pour une présentation simple de cette méthodologie et de son application à l'estimation du taux d'intérêt naturel, cf. Giammarioli et Valla (2004)

<sup>6</sup> Les filtres univariés les plus communément utilisés sont le filtre de Hodrick-Prescott et le filtre passe-bande de Baxter et King. Ces filtres extraient d'une série temporelle les fluctuations correspondant à une partie de son spectre de fréquences. Ils n'utilisent pas d'autre information que celle que contient la série elle-même, d'où la qualification « d'univariés ».



En premier lieu, une approche structurelle permet d'identifier, dans certaines limites qui sont celles du degré de sophistication du modèle sous-jacent, l'origine des chocs qui induisent les fluctuations du taux réel d'équilibre, ce qui fournit les moyens d'une interprétation théorique des paramètres à estimer. En second lieu, une approche structurelle permet de calculer des règles de politique monétaire répondant à certains critères précis d'optimalité et de comparer, dans le cadre de l'économie résumée par le modèle, le niveau de bien-être social associé à différentes règles possibles.

Toutefois, outre la complexité de sa mise en œuvre et l'arbitraire inhérent à tout choix de modélisation structurelle<sup>7</sup>, plusieurs éléments limitent l'intérêt pratique de cette approche pour la conduite de la politique monétaire. Tout d'abord, même dans les travaux présentant le degré le plus élevé de sophistication en termes de nombre de chocs admissibles de nature différente ou de techniques d'estimation des paramètres clefs (cf. par exemple Smets et Wouters, 2003), un certain nombre de ces derniers doit être calibré de façon *ad hoc*, ce qui réduit nécessairement la généralité des résultats. L'article de Smets et Wouters met par ailleurs en évidence le rôle crucial de l'appréciation portée sur la nature des chocs, élément de jugement qui implique des résultats très différents en termes de taux d'intérêt « naturel » estimé : ainsi un choc de prix ou de salaires peut être vu comme le symptôme d'inefficacités dans l'économie (neutres pour l'estimation du taux « naturel ») ou la manifestation d'une modification des préférences des agents (qui affecte au contraire le taux d'intérêt « naturel »). Ensuite, le taux d'intérêt « naturel » estimé par une approche structurelle vise, par définition, à fournir une référence pour la fixation à très court terme du taux directeur de la banque centrale, alors que les banquiers centraux seraient plutôt à la recherche d'une référence de taux réel à un horizon de moyen terme correspondant à l'horizon de leur objectif de stabilité monétaire. Réagissant à l'impact de divers chocs à chaque période, il apparaît d'ailleurs que le taux d'intérêt « naturel » estimé à partir d'une approche structurelle est souvent plus volatile que le taux réel *ex post* observé.

Ainsi, bien que des résultats prometteurs aient pu être obtenus en termes de contenu prédictif pour l'inflation future d'un écart de taux d'intérêt estimé sur la base d'un modèle structurel (cf. Neiss et Nelson – 2001, et Giammarioli et Valla – 2003), il paraît indispensable de compléter les enseignements théoriques tirés des approches structurelles par l'estimation de taux réels d'équilibre selon une approche hybride, statistique par nature mais intégrant néanmoins des éléments de structure et que nous appelons, faute de mieux « semi-structurelle ».

#### 1.4. L'intérêt pratique d'une approche semi-structurelle

Sous l'impulsion de l'article fondateur de Laubach et Williams (2003), une partie de la littérature récente consacrée au taux d'intérêt naturel combine la référence aux équations de forme réduite d'un petit modèle macroéconomique simple — du type de ceux qui sont couramment utilisés aujourd'hui pour l'analyse des questions de politique monétaire — et la mise en œuvre d'un filtre statistique,

<sup>7</sup> Le recours fréquent dans ces modèles à un mécanisme de fixation des prix des biens intermédiaires à la Calvo (1983) pour générer une viscosité des prix agrégés constitue par exemple un des choix théoriques les plus débattus.

le filtre de Kalman, pour estimer des variables inobservables comme le taux d'intérêt « naturel », l'écart de production ou le taux de chômage « naturel »<sup>8</sup>. À la différence de l'approche structurelle, qui met l'accent sur ce que Laubach et Williams (2003) désignent comme la composante des « fluctuations à haute fréquence » du taux d'intérêt naturel, cette approche semi-structurelle s'intéresse aux évolutions de moyen terme, le taux naturel étant défini comme le taux réel de court terme compatible avec un écart de production nul et une inflation stable à un horizon de moyen terme. Bien que moins précise que la précédente, cette définition paraît plus facile à mettre en œuvre en pratique et correspond à la présentation du concept généralement retenue par les banques centrales (cf. BCE, 2004).

L'approche semi-structurelle d'estimation du taux d'intérêt naturel offre toutefois un compromis intéressant entre l'approche structurelle et les méthodes statistiques simples comme le filtre de Hodrick-Prescott. Certes, il serait abusif de préconiser la référence à une estimation du taux réel d'équilibre pour fonder les décisions de politique monétaire en temps réel. Mais des estimations « semi-structurelles » du taux d'intérêt naturel — ainsi que de l'écart de taux d'intérêt réel qui en dérive — peuvent fournir un outil valable pour l'évaluation rétrospective de l'orientation de la politique monétaire. En particulier, un avantage de cette méthode dans le cadre européen des dernières décennies est qu'elle s'accommode facilement de la présence de ruptures structurelles ou de changements de régime de politique économique au cours de la période étudiée, puisqu'elle autorise de larges fluctuations du PIB potentiel ou du taux d'intérêt naturel. En cela, elle contraste nettement avec l'approche structurelle qui s'appuie sur un modèle EGDS où les relations entre variables agrégées s'expriment comme des approximations linéaires autour d'un régime permanent déterministe et ne peuvent donc rendre compte d'éventuelles fluctuations à long terme de variables comme la productivité, la croissance potentielle ou le taux d'intérêt réel d'équilibre.

## 2. Une estimation semi-structurelle du taux d'intérêt « naturel » dans la zone euro

### 2.1. Présentation de la méthode d'estimation

Cette partie résume la méthodologie et les résultats d'une estimation du taux d'intérêt naturel dans la zone euro depuis 1979 qui reprend, avec quelques modifications, l'approche semi-structurelle proposée initialement par Laubach et Williams (2003) pour les États-Unis<sup>9</sup>. Compte tenu de la brève existence de la zone euro et de la nécessité de disposer de séries longues pour l'estimation économétrique, l'étude recourt à des séries historiques pour la zone euro reconstituées par la BCE et couvrant les trois dernières décennies du XX<sup>e</sup> siècle<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Pour des exemples récents, cf. Orphanides et Williams (2002), Crespo-Cuaresma *et al.* (2003), Basdevant *et al.* (2004), Manrique et Marqués (2004), Mésonnier et Renne (2004)

<sup>9</sup> Cf. Mésonnier et Renne (2004) pour une présentation technique plus détaillée. L'étude originale portait sur la période qui va du premier trimestre 1979 au deuxième trimestre 2002. Les séries ont été actualisées jusqu'au troisième trimestre 2004 pour les graphiques de cette présentation.

<sup>10</sup> Base de données « AWM » établie par Fagan, Henry et Mestre et mise à disposition par la BCE sur son site internet.



## Spécifications du modèle et estimation

Le modèle spécifié pour guider l'estimation simultanée du taux d'intérêt naturel et de l'écart de production par le filtre de Kalman est proche des modèles proposés par Laubach et Williams (2003) et Rudebusch et Svensson (1998), la principale divergence portant sur la dynamique postulée pour le taux d'intérêt naturel  $r^*$ , que nous supposons stationnaire. Pour mémoire, une façon intuitive de décrire une série stationnaire consiste à dire qu'elle ne connaît pas de dynamique explosive à long terme, ou, en d'autres termes, qu'elle oscille toujours autour d'une moyenne finie et indépendante du temps. La stationnarité du taux d'intérêt naturel correspond techniquement à une valeur du paramètre  $\psi$  de l'équation (5) ci-dessous inférieure à l'unité (la valeur estimée est en fait 0,9). Le modèle comprend donc six équations :

$$\left\{ \begin{array}{l} (1) \pi_{t+1} = \alpha_1 \pi_t + \alpha_2 \pi_{t-1} + \alpha_3 \pi_{t-2} + \beta z_t + \varepsilon_{t+1}^\pi \\ (2) z_{t+1} = \Phi_1 z_t + \Phi_2 z_{t-1} + \lambda(1+L)(i_t - E_t(\pi_{t+1}) - r_t^*) + \varepsilon_{t+1}^z \\ (3) r_t^* = \mu_r + \theta_r a_t \\ (4) \Delta y_t^* = \mu_y + \theta_y a_t + \varepsilon_t^y \\ (5) a_{t+1} = \psi a_t + \varepsilon_{t+1}^a \\ (6) y_t = y_t^* + z_t \end{array} \right.$$

où  $\pi$ ,  $i$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $\Delta y^*$  représentent l'inflation, le taux d'intérêt nominal de court terme, le PIB, l'écart de production et le taux de croissance potentielle (trimestriel). Les quatre innovations  $\varepsilon_t^i$  apparaissant dans les équations (1), (2), (4) et (5) sont supposées indépendantes et gaussiennes. Le choix du nombre de retards dans les équations (1) et (2) a été déterminé par la significativité du dernier retard inclus. Les paramètres des retards de l'inflation dans l'équation (1) sont supposés sommer à l'unité, contrainte linéaire validée par un test statistique lors de l'estimation. Ceci signifie que, dans le modèle, l'inflation est caractérisée par une dynamique « accélérationniste » et ne dépend que de facteurs nominaux à long terme. On peut relever enfin que deux retards de l'écart entre le taux d'intérêt réel ex ante et le taux d'intérêt naturel sont retenus dans l'équation (2) comme dans le modèle de Laubach et Williams, avec la même semi-élasticité (paramètre  $\lambda$ ), contrainte dictée par les difficultés concrètes d'estimation de ce paramètre.

Du point de vue de l'interprétation économique, la première équation peut être lue comme une courbe d'offre agrégée ou une « courbe de Phillips », tandis que la seconde correspond à la forme réduite d'une équation de demande agrégée ou « courbe IS ». L'écart de production, qui caractérise un excès de demande agrégée par rapport à l'offre agrégée  $y$ , dépend a priori négativement de l'écart de taux d'intérêt réel, ce qui permet d'introduire une première contrainte structurelle dans l'estimation du taux d'intérêt naturel. Les équations (3) à (5) expriment l'intuition économique selon laquelle le taux d'intérêt naturel évolue comme les fluctuations de basse fréquence de la croissance potentielle, ce qui constitue une deuxième contrainte structurelle pour le taux d'intérêt naturel. Cette intuition peut être expliquée par une analogie avec le modèle de croissance optimale néo-classique, qui met en relation le long d'un sentier de croissance équilibré le taux d'intérêt réel d'équilibre et le taux de croissance du PIB par habitant :

$$r_t^* = \theta_r g + \rho$$

où  $\theta$  représente l'inverse de l'élasticité intertemporelle de substitution des consommateurs et  $\rho$  leur taux de préférence pour le présent. On peut noter que ce paramètre  $\theta$  est analogue dans notre modèle au ratio  $\theta_r / \theta_y$ .

La dynamique de l'inflation peut être affectée, outre les effets d'excès de demande, par des chocs d'offre (sur les coûts), et celle de l'écart de production, outre les effets de la politique monétaire, par des chocs de demande. On note que la banque centrale, dont la fonction de réaction demeure ici implicite, agit sur l'inflation indirectement via l'écart de production avec un retard de deux trimestres. Dans ce modèle, une inflation stable correspond, après dissipation des effets de chocs temporaires éventuels, à une situation de croissance équilibrée et d'écart de taux d'intérêt réel nul. Par conséquent,

.../...

le taux d'intérêt naturel évalué à l'aide de ce modèle correspond conceptuellement à un « taux d'intérêt n'accéléralant pas l'inflation » ou NAIRI (pour nonaccelerating-inflation rate of interest), par analogie au NAIRU, acronyme désignant généralement le taux de chômage « naturel » ou structurel. Il importe enfin de relever du point de vue de la théorie économique que ce modèle, qui ne fait dépendre l'inflation ou l'écart de production que de leurs valeurs passées et non des anticipations formées par les agents économiques quant à leurs valeurs futures, tombe potentiellement sous la célèbre « critique de Lucas », qui consiste à souligner que la stabilité d'équations de forme réduite de ce type dépend implicitement des anticipations des agents quant à la permanence des choix de politique économique et est donc susceptible d'être mise en cause si la période étudiée comporte des changements de régime de politique économique (monétaire en l'espèce). Toutefois, les modèles simples comme celui utilisé ici présentent certains avantages pratiques en termes d'estimation qui expliquent leur utilisation toujours fréquente dans les travaux d'évaluation empirique de la politique monétaire.

Le modèle est estimé à l'aide du filtre de Kalman. Ce filtre statistique est un algorithme récursif qui utilise l'information « structurelle » fournie par le modèle pour extraire les « tendances flexibles » des variables à filtrer (le taux d'intérêt réel et le PIB potentiel ici). Le filtre fournit les meilleurs estimateurs linéaires non-biaisés des variables inobservables ainsi qu'une mesure de l'incertitude qui entoure ces estimations ; comme le filtre fournit également une mesure de la vraisemblance statistique associée à un jeu donné de paramètres du modèle, il est possible d'estimer ces derniers par maximisation de la vraisemblance. Il convient de signaler que le filtre de Kalman peut être utilisé sous deux modalités différentes : en « filtrage » ou en « lissage ». Le filtrage réalise une estimation des séries inobservables qui n'utilise à chaque instant que l'information disponible antérieurement — i.e. les observations antérieures des séries utilisées — tandis que le lissage correspond au résultat d'un double filtrage, réalisé d'abord dans le sens chronologique puis à rebours du temps : il exploite donc aussi l'information postérieure à l'observation courante. Par nature, une estimation lissée est moins volatile qu'une estimation filtrée de la même variable ; elle tend également à précéder ses retournements. Dans le cas qui nous intéresse ici, les estimations filtrée et lissée du taux d'intérêt naturel s'avèrent relativement proches l'une de l'autre. Dans la mesure où cet article entend privilégier l'utilisation du taux naturel estimé pour un diagnostic rétrospectif sur l'orientation passée de la politique monétaire dans les pays de la zone euro, nous nous concentrons dans la suite sur la présentation de la série obtenue par « lissage ».

L'estimation du modèle par le filtre de Kalman a imposé la calibration de deux ratios de paramètres, réglant la volatilité relative de l'écart de production et de la croissance potentielle, d'une part, et l'impact relatif du facteur dynamique commun au taux naturel et à la croissance potentielle sur l'amplitude des fluctuations de ces deux variables inobservables, d'autre part. Cette calibration s'est appuyée sur les valeurs proposées par la littérature, en exploitant l'analogie entre la spécification dynamique du taux naturel retenue ici et les modèles néo-classiques standard de croissance équilibrée, ainsi que sur les résultats de tests statistiques permettant de délimiter l'ensemble des couples de valeurs admissibles pour ces deux ratios (test du multiplicateur de Lagrange). Les ratios finalement retenus correspondent à une volatilité des chocs d'écart de production deux fois supérieure à celle des chocs affectant la croissance potentielle et à un taux d'intérêt naturel subissant les fluctuations lentes de la croissance potentielle avec un facteur d'amplification de l'ordre de quatre <sup>1</sup>.

Des tests de robustesse montrent que les paramètres estimés ainsi que les séries de taux d'intérêt naturel et d'écart de production obtenus ne sont pas qualitativement affectés par le choix de ces ratios (cf. Mésonnier et Renne – 2004). En fin de compte, les paramètres ont le signe attendu et sont globalement significatifs. Les deux paramètres clefs de transmission de la politique monétaire, la pente de la courbe de Phillips et la semi-élasticité totale de l'écart de production à l'écart de taux d'intérêt réel présentent des valeurs (respectivement, 0,2 et - 0,12) dont l'ordre de grandeur correspond aux résultats des travaux similaires disponibles pour les États-Unis ou la zone euro. Leur significativité est enfin proche de celle des paramètres correspondants de l'étude de Laubach et Williams et peut être jugée satisfaisante.

<sup>1</sup> Pour une croissance potentielle trimestrielle et un taux réel exprimés en valeurs annualisées

Le modèle retenu comporte six équations qui relient les données (PIB, taux d'intérêt nominal de court terme et inflation) aux variables inobservables à estimer (taux d'intérêt naturel et écart de production) : deux équations représentant une courbe de demande agrégée ou « courbe IS » ainsi qu'une courbe d'offre agrégée ou « courbe de Philips » ; trois équations fixant la dynamique postulée respectivement pour le taux d'intérêt naturel, le taux de croissance potentiel du PIB et un facteur dynamique commun par hypothèse à ces deux variables ; enfin, une identité comptable exprimant l'écart de production en fonction du PIB et de son niveau potentiel (cf. encadré). Le modèle postulé est proche de celui de Laubach et Williams, mais il s'en écarte sur deux points importants. Tout d'abord, le processus inobservable qui capte les fluctuations lentes, supposées communes, du taux naturel et du taux de croissance potentiel est par hypothèse stationnaire, bien que fortement persistant comme le confirme l'estimation. Bien que l'hypothèse de non-stationnarité apparente puisse se concevoir sur un nombre d'observations relativement petit du point de vue des exigences habituelles de l'économètre, elle implique que la moyenne du taux d'intérêt naturel n'est pas définie, pas plus, dans le cadre proposé ici, que celle de la croissance potentielle de l'économie. Une hypothèse de stationnarité paraît donc susceptible de poser moins de difficultés d'interprétation économique des variables inobservables produites par l'estimation. En second lieu, le taux d'intérêt réel *ex ante* utilisé est obtenu sous hypothèse d'anticipations rationnelles en déflatant le taux nominal observé par une mesure de l'anticipation d'inflation à l'horizon d'un trimestre cohérente avec le modèle et le reste de l'estimation. L'anticipation d'inflation est donc endogène au modèle et non estimée séparément, par exemple à l'aide d'un petit modèle autorégressif de l'inflation comme cela est souvent fait. Ce modèle est estimé à l'aide du filtre de Kalman <sup>11</sup>.

## 2.2. L'évolution du taux naturel sur longue période

Le graphique 2 présente la série estimée du taux d'intérêt naturel pour la zone euro. Il appelle plusieurs remarques.

En premier lieu, le taux d'intérêt réel d'équilibre de court terme présente d'amples fluctuations autour de sa moyenne de long terme, qui est de l'ordre de 3 % sur la période 1979-2004, pour atteindre un niveau de l'ordre de 1 % au troisième trimestre 2004 <sup>12</sup>. Ces fluctuations peuvent conduire à des écarts persistants entre le taux réel effectif et le niveau du taux réel neutre du point de vue de l'inflation. Ces résultats convergent qualitativement avec les appréciations des fluctuations du taux réel d'équilibre tirées des méthodes structurelles (par exemple Giammarioli et Valla, 2003). De ce fait, ils contribuent à justifier le rejet de méthodes purement statistiques, qu'il s'agisse de la moyenne ou de tendances flexibles extraites par des filtres univariés standard incapables de rendre compte de ces fluctuations <sup>13</sup>.

<sup>11</sup> Cf. l'encadré ci-dessus pour une description succincte, ainsi par exemple que Lemoine et Pelgrin (2003) pour une présentation pédagogique du filtre de Kalman et d'autres exemples d'application de cette technique.

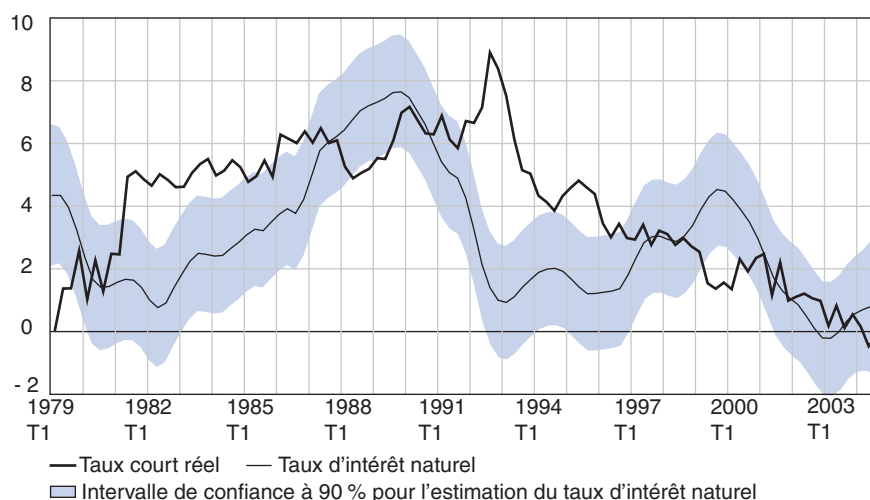
<sup>12</sup> Avec un intervalle de confiance large, de - 1,5 % à + 3,3 %

<sup>13</sup> Cf. Mésonnier et Renne (2004) pour une comparaison du taux naturel estimé par le filtre de Kalman et les estimations produites à l'aide du filtre de Hodrick-Prescott et du filtre passe-bande de Baxter et King. Ces estimations de tendances s'avèrent en définitive très proches de la variable filtrée.

En deuxième lieu, le taux d'intérêt d'équilibre dans la zone euro semble s'être établi sur une tendance décroissante depuis la fin des années quatre-vingt. Compte tenu de nos spécifications, cette tendance décroissante qualifie également les fluctuations lentes du taux de croissance potentielle de l'économie de la zone euro depuis une quinzaine d'années. D'après les résultats de l'estimation, le taux de croissance potentiel de l'économie « eurolandaise » aurait atteint un maximum de 3,2 % en 1989 en termes annualisés et un minimum de 1,2 % fin 2002, niveau légèrement inférieur au précédent point bas de 1982 (environ 1,6 %). Ce diagnostic d'une diminution tendancielle de la croissance potentielle dans la zone euro est globalement cohérent avec les éléments empiriques dont on dispose sur l'évolution de la productivité dans les pays européens depuis le début des années quatre-vingt-dix. La croissance de la productivité du travail comme celle de la productivité globale des facteurs s'est, en effet, nettement ralentie dans les pays européens depuis une quinzaine d'années, phénomène attribué généralement à la fin, située au milieu de la décennie, du processus de rattrapage des niveaux de la productivité des États-Unis <sup>14</sup>.

Graphique 2  
Taux d'intérêt naturel dans la zone euro reconstituée

(taux annualisé en %)



En dernier lieu, il convient de noter que le taux naturel estimé est entouré d'une incertitude importante <sup>15</sup>. Cette incertitude n'est pas surprenante, dans la mesure où elle est d'ampleur comparable à celle qu'obtiennent d'autres auteurs appliquant une méthode semi-structurelle à la zone euro ou à d'autres économies développées. Elle n'est pas non plus beaucoup plus importante que celle qui entoure les mesures

<sup>14</sup> Cf. par exemple l'article du *Bulletin mensuel* de la BCE (2004) déjà cité ou le dossier « Productivité : analyses et comparaisons internationales » présenté dans le *Bulletin de la Banque de France* de janvier 2004 (notamment Lecat – 2004, et Maury et Pluyaud – 2004).

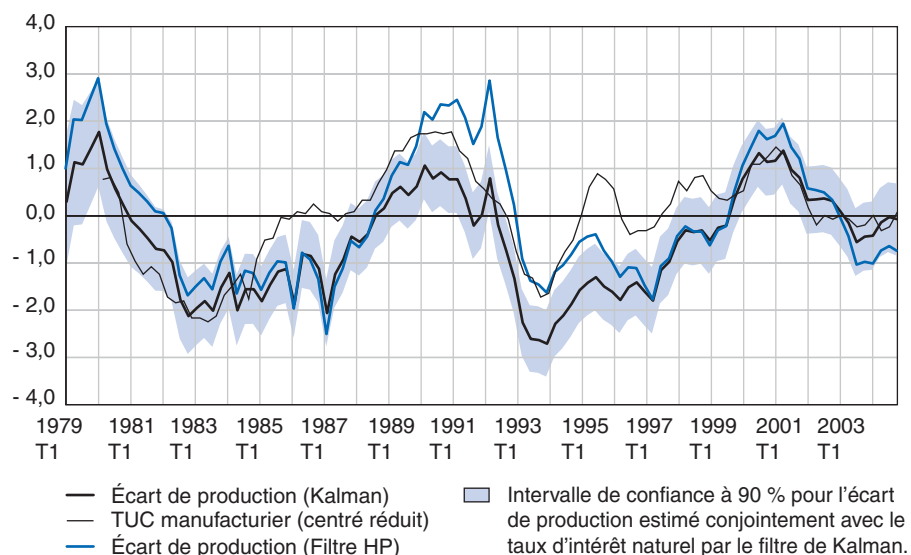
<sup>15</sup> L'intervalle de confiance présenté ne couvre que l'incertitude liée au filtrage, pour un jeu de paramètres supposé connu avec certitude. L'incertitude liée à l'estimation des paramètres par maximum de vraisemblance peut être évaluée. Sa prise en compte induirait un doublement de l'intervalle de confiance. Dans l'optique qui est la nôtre ici, il paraît judicieux de ne prendre en considération que la première source d'incertitude, dans la mesure où elle permet d'identifier comme « significatifs » des épisodes historiques de forts écarts de taux qui font sens économiquement, tout en invitant à la prudence quant à un usage opérationnel des estimations pour la conduite de la politique monétaire en temps réel.

d'écart de production, autre variable dont les banquiers centraux ne peuvent se désintéresser malgré les limites inhérentes à son caractère « inobservable » (Clerc, 2002). Elle invite toutefois à la prudence dans l'utilisation à des fins opérationnelles du taux naturel estimé.

La méthode d'estimation permet d'obtenir une mesure de l'écart de production en plus de la mesure visée du taux d'intérêt naturel. L'écart de production estimé avec notre modèle pour la zone euro (graphique 3) met en évidence des périodes d'excès de demande autour des années quatre-vingt, quatre-vingt-dix et deux mille et des périodes d'excès d'offre au milieu des décennies quatre-vingt et quatre-vingt-dix. Les pics et les creux ainsi détectés correspondent grossièrement aux évaluations habituelles du cycle d'activité en Europe continentale au cours des deux dernières décennies, tout comme aux indications d'autres mesures, plus simples ou plus directes (filtre de Hodrick-Prescott, mesures du taux d'utilisation des capacités établies par Eurostat). Cette conformité de l'écart de production estimé aux attentes contribue à valider *ex post* la méthodologie adoptée et tend à renforcer la plausibilité de notre estimation du taux d'intérêt naturel, pour lequel nous disposons de moins de connaissances *a priori*.

**Graphique 3**  
**Différentes mesures du cycle dans la zone euro reconstituée**

(en % du PIB potentiel pour les écarts de production)

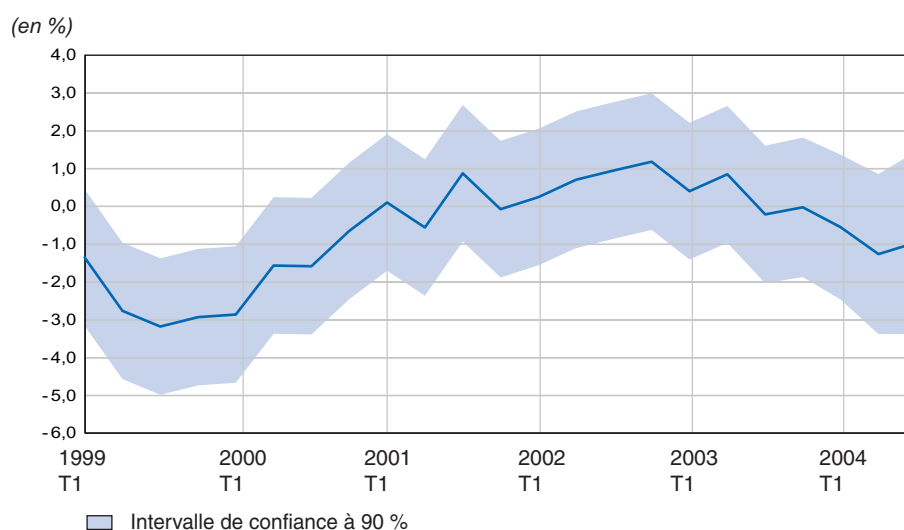


Source : Eurostat  
Calculs : Banque de France

### 2.3. Écart de taux d'intérêt et analyse de la politique monétaire

Le graphique 4 présente l'évolution de l'écart de taux d'intérêt réel dans la zone euro depuis sa création en 1999. Un écart positif entre le taux réel effectif et le taux naturel estimé signifie que la politique monétaire vise un ralentissement de l'inflation par rapport à son niveau courant, tandis qu'un écart négatif signifie que la politique monétaire autorise une remontée de l'inflation. Par commodité de langage, on peut parler de politique monétaire restrictive et accommodante, respectivement. Toutefois, il est bon de garder à l'esprit que l'écart de taux réel dérivé de notre mesure du taux naturel comme « NAIRI » n'a d'implications qu'en termes de stabilisation de l'inflation. Rien n'est dit *a priori* sur le niveau de cet ancrage nominal.

Graphique 4  
Écart de taux d'intérêt réel dans la zone euro



Depuis le deuxième trimestre 2000, l'écart de taux d'intérêt réel n'a pas été significativement différent de zéro, ce qui suggère une certaine neutralité de la politique monétaire de l'Eurosystème. Il ressort toutefois à environ -1 % en deuxième partie de 2004, indice d'une politique monétaire plutôt accommodante, ce que semblent suggérer d'autres indicateurs comme les indices des conditions monétaires (ICM) ou les règles de Taylor <sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Cf. par exemple Frochen (1996) ou Mayes et Viren (2001) pour une introduction aux ICM, et Berg *et al.* (2004) pour une illustration de la façon dont des règles de politique monétaire simples de type Taylor peuvent être utilisées par les banques centrales comme élément d'analyse.



Le regain d'intérêt récent des théoriciens de la politique monétaire pour le concept de taux d'intérêt « naturel » introduit par Wicksell au début du XX<sup>e</sup> siècle a suscité un vaste débat sur la définition adéquate de ce niveau d'équilibre du taux d'intérêt réel, la méthodologie d'estimation la plus pertinente et les débouchés opérationnels pour la politique monétaire. Parmi les approches concurrentes, une approche semi-structurelle combinant le recours à un filtre statistique, le filtre de Kalman, et la référence à un petit modèle simple de l'économie présente un intérêt particulier dans la mesure où elle privilégie une définition du taux d'intérêt « naturel » orientée vers la stabilité des prix à moyen terme et autorise la prise en compte de fluctuations lentes du taux réel d'équilibre qui font sens économiquement. Les résultats de cette méthode, appliquée à la zone euro reconstituée depuis 1979, autorisent un diagnostic intéressant sur l'évolution du taux réel d'équilibre au cours des dernières décennies et l'orientation passée de la politique monétaire.

Toutefois, la méthodologie employée ne permet pas d'identifier précisément l'origine des fluctuations constatées en termes de chocs structurels, ce qui limite son pouvoir normatif. Au-delà de son intérêt pour une analyse rétrospective de la politique monétaire, elle fournit une estimation du taux « naturel » entourée d'une incertitude, certes quantifiée, mais trop importante pour que l'écart de taux d'intérêt réel qui en découle puisse servir de guide à la politique monétaire en temps réel. Enfin, l'étude du contenu en information de cet écart de taux réel, encore peu abordée de façon rigoureuse dans la littérature empirique, doit encore être conduite. À l'issue d'une telle étude, il sera peut-être possible d'indiquer si l'écart de taux d'intérêt réel mérite de rejoindre la batterie d'indicateurs utiles aux décideurs de politique monétaire.

## Bibliographie

Basdevant (O.), Björkstén (N.) et Karagedikli (O.) (2004) : « *Estimating a time-varying neutral real interest rate for New Zealand* », Banque de réserve de Nouvelle-Zélande, DP2004/01

Berg (C.), Jansson (P.) et Vredin (A.) (2004) : « *How useful are simple rules for monetary policy: the Swedish experience* », Banque centrale de Suède, *documents de travail* n° 169, août

Banque centrale européenne (2004) : « Le taux d'intérêt naturel dans la zone euro », *Bulletin mensuel*, mai, pages 57-69

Calvo (G.) (1983) : « *Staggered prices in a utility-maximising framework* », *Journal of Monetary Economics*, 12 (3), pages 383-98

Clark (T.-E.) et Kozicki (S.) (2004) : « *Estimating equilibrium real interest rates in real-time* », Banque fédérale d'Allemagne, *documents de réflexion*, série 1, n° 32/2004

Clerc (L.) (2002) : « PIB potentiel, écart de production et politique monétaire », *Bulletin de la Banque de France*, n° 103, juillet, pages 93-104

Christensen (A.M.) (2002) : « *The Real Interest Rate Gap: Measurement and Application* », Banque du Danemark, *documents de travail* n° 2002-6

Crespo-Cuaresma (J.), Gnan (E.) et Ritzberger-Grunewald (D.) (2003) : « *Searching for the Natural Rate of Interest: a Euro-Area perspective* », Banque d'Autriche, *documents de travail* n° 84

Fagan (G.), Henry (J.) et Mestre (R.) (2001) : « *An Area-Wide Model (AWM) for the Euro Area* », Banque centrale européenne, *documents de travail* n° 42

Fergusson (R. W.) (2004) : « *Equilibrium real interest rate – theory and application, Remarks to the University of Connecticut School of Business Graduate Learning Center and SS&C Technologies Financial Accelerator* », Hartford, 29 octobre

Frohen (P.) (1996) : « Les indicateurs des conditions monétaires », *Bulletin de la Banque de France*, n° 30, juin, pages 98-111

Giammarioli (N.) et Valla (N.) (2003) : « *The natural real rate of interest in the euro area* », Banque centrale européenne, *documents de travail* n° 233

Giammarioli (N.) et Valla (N.) (2004) : « *The natural real interest rate and monetary policy: a review* », *Journal of Policy Modelling*, 26, pages 641-660

Larsen (J.D.J.) et McKeown (J.) (2004) : « *The informational content of empirical measures of real interest rate and output gaps for the United Kingdom* », Banque d'Angleterre, *documents de travail* n° 224

Laubach (T.) et Williams (J.C.) (2003) : « *Measuring the Natural Rate of Interest* », *The Review of Economics and Statistics*, novembre, 85(4), pages 1063-1070

Lecat (R.) (2004) : « La productivité du travail des grands pays industrialisés : la fin du rattrapage des États-Unis ? », *Bulletin de la Banque de France*, n° 121, janvier, pages 47-68

Lemoine (M.) et Pelgrin (F.) (2003) : « Introduction aux modèles espace-état et au filtre de Kalman », *Revue de l'OFCE*, n° 86, juillet, pages 203-229

Manrique (M.) et Marqués (J.E.) (2004) : « *An empirical approximation of the natural rate of interest and potential growth* », Banque d'Espagne, *documents de travail* n° 416

Maury (T.P.) et Pluyaud (B.) (2004) : « Les ruptures de tendance de la productivité par employé de quelques grands pays industrialisés », *Bulletin de la Banque de France*, n° 121, janvier, pages 69-86

Mayes (D.G.) et Viren (M.) (2001) : « *Financial conditions indexes* », Banque de Finland, *documents de travail* 17/01

Mésonnier (J.-S.) et Renne (J.-P.) (2004) : « *A time-varying « natural » rate of interest for the Euro area* », Banque de France, *Notes d'études et de recherche* n° 115, septembre

Neiss (K.S.) et Nelson (E.) (2001) : « *The real interest rate gap as an inflation indicator* », CEPR, *documents de travail*, n° 2848

Orphanides (A.) et Williams (J.C.) (2002) : « *Robust Monetary Policy Rules with Unknown Natural Rates* », *Brookings Papers on Economic Activity* 2(2002), pages 63-145

Rudebusch (G.D.) et Svensson (L.E.O.) (1998) : « *Policy Rules for Inflation Targeting*, *National Bureau of Economic Research* », *documents de travail*, n° 6512

Rotemberg (J.J.) et Woodford (M.) (1997) : « *An optimization-based framework for the evaluation of monetary policy* », (B. S.) Bernanke & (J. J.) Rotemberg (éditeurs), *NBER Macroeconomic annual 1997*, 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*, septembre, 1, 5, pages 1123-1175

Taylor (J.B.) (1993) : « *Discretion versus policy rules in practice* », *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 39, pages 195-214

Wicksell (K.) (1936) [1898] : « *Interest and Prices* », London: Macmillan, traduction par Kahn (R.F.)

Williams (J.C.) (2003) : « *The Natural Rate of Interest* », Réserve fédérale de San-Francisco, *Economic Letter*, n° 2003-32

Woodford (M.) (2003) : « *Interest and Prices* », *Princeton University Press*