

HEDWIG ONGENA
WERNER RÖGER¹

LES ESTIMATIONS DE L'ÉCART DE PRODUCTION DE LA COMMISSION EUROPÉENNE

RÉSUMÉ La méthode d'ajustement cyclique actuellement employée par les services de la Commission utilise le filtre de Hodrick-Prescott pour obtenir des estimations du PIB tendanciel et des écarts de PIB.

La méthode de Hodrick-Prescott calcule une tendance moyenne de la production par l'application de moyennes mobiles pondérées, fournissant une série dont la variation des taux d'accroissement est très graduelle.

La valeur assignée au paramètre de lissage λ détermine la longueur de la moyenne mobile pondérée, ainsi que le degré de lissage de la tendance. La valeur du paramètre de lissage λ utilisée par les services de la Commission est fixée de sorte que quatre observations de chaque côté de l'année de référence aient un impact significatif sur le calcul de la tendance. Pour corriger le biais aux extrémités de la série, la série du PIB observé est élargie avec des projections mécaniques obtenues par une procédure statistique univariée.

La méthode de Hodrick-Prescott, simple et transparente, fournit un cadre uniforme pour le calcul par les services de la

Commission de la tendance et des écarts de PIB pour chacun des Etats membres de l'Union européenne. Comme ces estimations sont calculées mécaniquement, elles n'exigent pas d'interventions basées sur des jugements et peuvent donc être reproduites facilement.

Pour vérifier leur plausibilité, les estimations de la tendance et des écarts de PIB obtenues par le filtre de Hodrick-Prescott peuvent être comparées à celles obtenues par une fonction de production. Deux variantes sont examinées : une fonction de production avec progrès technique exogène et une fonction de production avec progrès technique incorporé au capital.

Comme le filtre de Hodrick-Prescott est souvent utilisé pour calculer la tendance des principaux éléments de la fonction de production avec progrès technique exogène, dans la pratique les estimations de la production potentielle et des écarts de PIB obtenues par cette approche correspondent étroitement à celles obtenues par lissage direct de la production avec le filtre de Hodrick-Prescott.

Une fonction de production avec

1. Hedwig Ongena et Werner Röger sont économistes à la direction générale pour les Affaires économiques et financières de la Commission européenne.

progrès technique incorporé est utilisée dans le modèle QUEST des services de la Commission. Dans cette approche, la productivité totale des facteurs est partiellement déterminée par les investissements passés.

Une comparaison des écarts de PIB obtenus par le filtre de Hodrick-Prescott avec ceux estimés par la fonction de production de QUEST montre que les deux

mesures sont d'un ordre de grandeur similaire. En outre, ces deux mesures de l'écart de PIB sont étroitement corrélées pour la plupart des Etats membres de l'Union européenne. Cependant, des phénomènes d'avance et de retard peuvent se produire entre les deux mesures. Cela est dû au degré différent d'asymétrie des polynômes de retard des deux méthodes d'extraction de tendance².

Pour analyser les politiques budgétaires dans l'Union européenne, les services de la Commission calculent un solde budgétaire corrigé du cycle pour chacun des pays membres.

La méthode de correction cyclique utilisée (Commission européenne, 1995) comprend deux étapes principales (Blanchard, 1990) :

- l'estimation de la tendance du PIB, que l'on soustrait à la production observée pour obtenir les fluctuations cycliques ;
- puis le calcul de l'impact de ces écarts de PIB sur les recettes et dépenses publiques, grâce à des élasticités de revenus et dépenses ; ces effets cycliques sont ensuite déduits du solde budgétaire effectif pour obtenir le solde budgétaire corrigé du cycle.

Pour estimer la production tendancielle et l'écart de production, les services de la Commission emploient actuellement le filtre Hodrick-Prescott (Hodrick & Prescott, 1980 ; Prescott, 1986).

Dans les années quatre-vingt, les services de la Commission utilisaient la technique traditionnelle des tendances successives pour calculer la production tendancielle et les écarts de PIB (Chouraqui, Hagemann & Sartor, 1990). Cette méthode consiste à estimer, pour chaque cycle économique, une tendance déterministe à taux de croissance constant, le cycle étant défini comme la période comprise entre deux pics d'activité économique. Elle pose toutefois quelques problèmes : l'identification des retournements cycliques est problématique, et l'estimation de la tendance au cours du dernier cycle se heurte au caractère incomplet de ce dernier.

A la fin de 1991, les services de la Commission ont donc abandonné la technique des tendances successives et adopté la méthode de filtrage Hodrick-Prescott (HP), aujourd'hui largement utilisée pour évaluer de manière simple la tendance des séries économiques (Commission européenne, 1992). Elle consiste à appliquer une moyenne mobile pondérée à la série de production observée : on obtient ainsi une tendance lisse dont le taux de croissance varie progressivement.

Avec cette méthode, la tendance estimée n'est pas un objectif de politique économique, et ses écarts à la production observée sont symétriques sur l'ensemble

2. Les chiffres présentés dans cet article rédigé en décembre 1996 correspondent aux prévisions de l'automne 1996 des services de la Commission ; depuis la rédaction de ce texte, les prévisions de printemps 1997 ont été rendues disponibles mais n'ont pu être incorporées à ce texte.

de la période. Dans cette approche pragmatique, la tendance est un sentier de référence qui n'a pas de signification normative, mais qui correspond au niveau moyen de production accessible.

La méthode HP, simple et transparente, offre un cadre uniforme au calcul de la production tendancielle et des écarts de PIB des pays membres de l'Union européenne, qui sont tous traités de manière comparable. En outre, ces estimations sont calculées de manière mécanique : elles n'impliquent aucun jugement de valeur, et peuvent donc être facilement reproduites ; c'est pourquoi les services de la Commission ont préféré cette méthode à des techniques plus complexes.

Cette méthode rencontre cependant des limites : les critiques portent d'une part sur le caractère arbitraire du choix du paramètre de lissage λ , que les services de la Commission ont étudié avec soin, et d'autre part, sur le biais d'estimation aux extrémités de la série. Ce biais est cependant corrigé en extrapolant la série observée par des projections mécaniques.

Les services de la Commission ont en outre contrôlé la plausibilité des estimations obtenues avec le filtre HP, en les comparant avec celles qui découlent d'approches structurelles avec fonction de production, qui permettent de décomposer et de mesurer le rôle de chacun des facteurs de production.

La méthode HP est mécanique ; l'approche structurelle avec fonction de production repose en revanche sur des fondements théoriques solides. Cependant, l'estimation des facteurs de production soulève de réels problèmes. En effet, on utilise souvent le filtre HP pour évaluer le niveau potentiel des facteurs de production : ainsi, en pratique, la production potentielle et les écarts de production estimés avec une fonction de production correspondent de manière étroite à ceux que l'on obtient par un lissage direct de la production avec le filtre HP.

Cet article décrit la méthode HP d'estimation de la production tendancielle puis examine deux variantes de l'approche structurelle avec fonction de production. Dans la première, le progrès technique est exogène. Dans la seconde, utilisée dans le modèle QUEST des services de la Commission, il est incorporé au capital. Enfin, l'article compare les estimations d'écart de PIB obtenues avec le filtre HP à celles que produit la méthode QUEST.

L'estimation de la production tendancielle par le filtre de Hodrick-Prescott (HP)

Le filtre

Le filtre HP minimise les fluctuations de la production observée autour de la production tendancielle, tout en limitant l'ampleur des variations du taux de croissance de la production tendancielle.

La spécification technique du filtre HP (ENCADRÉ 1) impose un arbitrage entre le degré de lissage de la tendance et la précision de l'ajustement de la tendance à la production observée : plus la tendance est lisse, moins elle décrit la production

observée, et inversement. C'est le choix du multiplicateur de Lagrange, λ , qui détermine l'arbitrage.

ENCADRÉ 1

Spécification technique du filtre HP

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T (\ln Y_t - \ln Y_t^*)^2$$

sous la contrainte :

$$\sum_{t=2}^{T-1} \left[(\ln Y_{t+1}^* - \ln Y_t^*) - (\ln Y_t^* - \ln Y_{t-1}^*) \right]^2 \leq e$$

où :

Y_t = PIB observé à prix constants

Y_t^* = tendance du PIB à prix constants

e = petit nombre choisi de manière arbitraire.

On peut réécrire le problème de la manière suivante :

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T (\ln Y_t - \ln Y_t^*)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} \left[(\ln Y_{t+1}^* - \ln Y_t^*) - (\ln Y_t^* - \ln Y_{t-1}^*) \right]^2$$

où λ est le multiplicateur de Lagrange.

Avec le filtre HP, chaque tendance est calculée par l'application d'une moyenne mobile pondérée pluriannuelle à la production observée. Les coefficients de pondération des moyennes mobiles attribuent le poids le plus important aux années les plus proches de l'année de référence, pour laquelle on calcule la production tendancielle.

Le choix du paramètre de lissage λ

La valeur du multiplicateur de Lagrange λ détermine la longueur de la moyenne mobile pondérée. Lorsque λ augmente, le nombre d'années incluses dans la moyenne pondérée s'élève ; sa diminution réduit le nombre d'années au cours desquelles la production observée affecte le calcul de la production tendancielle.

La valeur du multiplicateur de Lagrange détermine également le degré de lissage de la tendance estimée : celle-ci suit étroitement la production lorsque la valeur de λ est faible ; elle est donc très volatile. Une valeur de λ élevée produit en revanche une tendance très lisse, qui décrit moins bien la production observée. Lorsque λ tend vers l'infini, le taux de croissance de la production tendancielle devient constant et la tendance estimée devient une simple exponentielle.

Les services de la Commission fixent la valeur de λ de sorte que les quatre observations encadrant l'année de référence aient un impact significatif sur le calcul de la production tendancielle³. Les tests de sensibilité⁴ montrent que de petites variations de la valeur du paramètre de lissage λ ne modifient pas significativement les estimations de tendance et de cycles des séries de PIB, qui sont marquées par une tendance prononcée.

Une fois estimée la tendance de la production, on mesure les fluctuations cycliques en soustrayant la production tendancielle de la production effective. L'écart de PIB est donc défini comme la différence entre le niveau du PIB observé et celui du PIB tendanciel, exprimé en pourcentage du PIB tendanciel (ENCADRÉ 2).

ENCADRÉ 2

L'écart de PIB

Il est mesuré par :

$$GAP_t = \frac{Y_t - Y_t^*}{Y_t^*}$$

où :

Y_t = PIB observé à prix constants
et

Y_t^* = PIB tendanciel à prix constants

Correction du biais pour les observations récentes de la série

L'analyse sur laquelle s'appuie la décision de politique économique s'intéresse essentiellement au présent ou au futur proche : l'interprétation correcte de l'information la plus récente est d'une importance essentielle, et la disponibilité de nouvelles données ne doit pas l'altérer de manière significative.

Comme toutes les méthodes fondées sur des moyennes mobiles, la méthode HP est sensible à l'absence d'information aux extrémités de la série analysée. Les résultats obtenus en fin de période peuvent souffrir de biais, en raison de l'application de filtres asymétriques aux extrémités de la série, et doivent donc être révisés dès que de nouvelles observations sont disponibles.

Lorsqu'il est appliqué au milieu de la série de production observée, le filtre

3. Pour calculer la production tendancielle de tous les pays membres de l'Union européenne, les services de la Commission ont choisi la valeur du multiplicateur de Lagrange λ recommandée par Kydland et Prescott (Kydland & al., 1989) pour les données annuelles. Les valeurs $\lambda = 1600$ pour les données trimestrielles et $\lambda = 100$ pour les données annuelles sont devenues ce que l'OCDE nomme « un standard industriel *de facto* » (Giorno, Richardson, Roseveare & Van den Noord, 1995).

4. On a montré que l'utilisation de valeurs différentes (par exemple $\lambda = 20$, $\lambda = 25$, $\lambda = 400$ et $\lambda = 500$) ne modifie pas significativement la variabilité des estimations d'écart de PIB, par rapport à celles qui sont obtenues avec $\lambda = 100$ (Commission européenne, 1995).

HP est symétrique : la moyenne mobile pondérée comprend un nombre égal d'observations de part et d'autre de l'année de référence.

Les services de la Commission utilisent une moyenne mobile portant sur neuf périodes. La somme des pondérations des quatre observations encadrant l'année de référence et de celle de cette année est égale à 0,8. Elle est égale à 1,0 lorsque l'on y ajoute les pondérations des années extérieures à cet intervalle.

Au fur et à mesure que l'on approche des extrémités de la série, le filtre HP devient asymétrique : aucune observation n'étant disponible à droite ou à gauche, selon le cas, de l'année de référence, les pondérations sont redistribuées : la pondération des années disponibles augmente de manière significative.

Ainsi, pour calculer la tendance de 1975, le filtre HP utilisé par les services de la Commission repose sur une moyenne pondérée symétrique, la somme des pondérations des années comprises entre 1971 et 1979 s'élevant à 0,8 : la pondération des années 1971 et 1979 est de 0,06, celle des années 1972 et 1978 est de 0,08, elle est de 0,10 pour 1973 et 1977, et de 0,11 pour 1974, 1975 et 1976. Les pondérations des années extérieures à cet intervalle diminuent rapidement. Pour obtenir une estimation de tendance pour 1994, la somme des pondérations de la moyenne pondérée asymétrique appliquée sur la période 1990-1996 s'élève à 0,97 : la pondération est de 0,06 pour 1990, elle est de 0,09 pour 1991, 0,11 pour 1992, 0,14 pour 1993, 0,17 pour 1994, 0,19 pour 1995 et 0,21 pour 1996.

En raison de l'asymétrie du filtre, les observations les plus récentes affectent de manière significative l'estimation de la tendance à la fin de la série. La tendance sera tirée vers le bas si les dernières observations disponibles indiquent une récession prononcée, et seront tirées vers le haut si celles-ci montrent une expansion vigoureuse.

Les estimations de tendance sont donc biaisées si les observations aux extrémités de la série ne sont pas caractéristiques du reste de la série ; ces dernières doivent par conséquent être révisées dès que de nouvelles données sont disponibles.

Il est possible de résoudre ce problème de biais aux extrémités en complétant les séries analysées par des prévisions. Le filtre appliqué aux dernières observations de la série, étendue à l'aide de prévisions, est alors similaire au filtre symétrique appliqué aux observations centrales et aux filtres qui seront utilisés lorsque de nouvelles observations seront disponibles. Il reste à déterminer le type de prévision qu'il convient d'ajouter aux séries de production observées.

Les services de la Commission ont choisi d'étendre les séries de production observée avec des projections mécaniques obtenues par une procédure statistique univariée⁵, qui n'incorpore pas d'informations provenant d'autres séries macro-

5. Les projections mécaniques proviennent de modèles ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average : moyenne mobile auto-régressive intégrée), qui sont considérés dans la littérature comme des procédures puissantes de prévision de court terme pour un grand nombre de séries temporelles (Pindyck & Rubinfeld, 1991). Les prévisions ARIMA univariées ne sont statistiquement fiables que dans le court terme (pour un horizon de 2 à 3 périodes). Mais la pondération de la dernière observation prise en compte de part et d'autre du filtre HP symétrique à 9 périodes étant très faible, cela ne pose pas de problème majeur. L'extension des séries avec des projections mécaniques a pour objectif d'ajouter des observations caractéristiques des séries de production observée, afin de contrebalancer les observations récentes qui n'en sont pas caractéristiques (par exemple, de fortes récessions).

économiques : elles ne sont fondées que sur le passé de la série temporelle analysée. Le caractère mécanique du calcul permet de les reproduire facilement, et ne nécessite pas, à nouveau, de jugement *a priori*.

Cette solution convient donc parfaitement à l'approche retenue par les services de la Commission qui préfèrent une technique mécanique, n'impliquant pas de jugement *a priori*, à des méthodes plus sophistiquées.

Les estimations de la production tendancielle et de l'écart de PIB

Avec les prévisions économiques publiées en automne 1996, les services de la Commission donnent des estimations de PIB tendanciel et d'écarts de PIB (Commission européenne, 1996a) ; celles-ci ont été calculées avec la méthode HP à partir des PIB observés et de PIB prévus jusqu'en 1998 (données historiques jusqu'en 1995, et prévisions des services de la Commission réalisées à l'automne 1996 pour 1997 et 1998). Afin de corriger le biais du filtre HP aux extrémités, les séries de PIB ont été prolongées grâce à des projections mécaniques, pour la période 1999-2002.

Le TABLEAU 1 présente les taux de croissance tendanciels du PIB et les écarts de PIB des pays membres de l'Union européenne, sur la période 1996-1998. Le

TABLEAU 1

	Estimations du PIB tendanciel et des écarts de PIB			
	Taux de croissance du PIB tendanciel, variation annuelle moyenne, en %	Ecart de PIB, écart entre le PIB observé et le PIB tendanciel, en % du PIB tendanciel		
	1996-1998	1996	1997	1998
Belgique	1,9	-1,0	-0,7	0,0
Danemark	2,4	-0,2	0,5	1,1
Allemagne	2,3	-0,9	-1,1	-0,7
Grèce	1,9	-1,0	-0,3	0,6
Espagne	2,5	-1,5	-1,3	-0,6
France	1,8	-1,1	-0,9	0,0
Irlande	5,6	4,1	4,2	3,8
Italie	1,7	-1,0	-1,3	-0,4
Luxembourg	2,7	-0,7	-0,7	0,4
Pays-Bas	2,6	-0,4	-0,2	0,2
Autriche	2,1	-0,6	-1,1	-0,8
Portugal	2,3	-1,6	-1,1	-0,2
Finlande	2,1	-1,6	0,1	1,0
Suède	1,6	-1,1	-0,5	0,4
Royaume-Uni	2,4	-1,0	-0,3	0,2
UNION EUROPÉENNE	2,0	-1,0	-0,8	-0,2

Source : Commission européenne, *Correction cyclique des recettes, dépenses et soldes budgétaire*, document interne II/365, nov. 1996.

taux de croissance tendanciel moyen sur la période 1996-1998 s'établit aux alentours de 2,0 % pour l'ensemble de l'Union européenne, et varie entre 1,6 % en Suède et 5,6 % en Irlande⁶. Les taux de croissance tendanciels enregistrés au cours des années récentes dans l'Union européenne sont significativement inférieurs à ceux que l'on observait pendant les années 1960 et 1970 : ils étaient alors de 4,6 % pour l'ensemble de l'Union sur la période 1960-1969 et de 3,2 % sur la période 1970-1979, alors qu'ils sont tombés à 2,2 % sur la période 1980-1989 et 2,1 % pour 1990-1995.

L'écart de PIB de l'Union européenne est resté positif sur la période 1988-1992. Il a atteint un pic en 1990 et a commencé à diminuer en 1991, lorsque les taux de croissance des PIB observés sont tombés en dessous des taux de croissance tendanciels. L'écart de PIB positif avait presque disparu en 1992 ; il est devenu négatif au cours de la récession de 1993, où il a atteint un minimum. Puis l'écart s'est réduit à partir de 1994, avec la reprise économique. En raison du récent ralentissement de la croissance, l'écart de PIB négatif de l'Union européenne s'est légèrement accentué en 1996, mais il devrait se réduire à nouveau en 1997, et quasiment disparaître en 1998. Tous les pays membres, excepté l'Irlande, présentaient encore un écart cyclique négatif et légèrement croissant en 1996 ; mais les projections indiquent que cet écart devrait se réduire significativement en 1997, pour s'approcher de zéro et même devenir positif en 1998 pour la plupart des pays membres.

L Les méthodes fondées sur une fonction de production

La démarche décrite ci-dessus suggère que, pour évaluer le solde budgétaire corrigé du cycle, une méthode mécanique et transparente d'élimination de la tendance est probablement la plus appropriée ; c'est la raison principale pour laquelle les services de la Commission l'utilisent.

Il est cependant souhaitable que les résultats obtenus ne s'éloignent pas trop de ceux que fournissent des approches plus sophistiquées, qui imposent davantage de formalisation économique aux données, et qui reposent généralement sur une fonction de production explicite.

Cette partie compare la méthode de filtrage HP et l'approche avec fonction de production, dont on distingue deux variantes : on examine d'abord les fonctions de production habituellement utilisées, dans lesquelles le progrès technique est exogène ; puis on compare les tendances obtenues avec le filtre HP avec celles qui proviennent d'une fonction de production avec progrès technique incorporé. Cette analyse défend la thèse selon laquelle la tendance estimée par la méthode HP et celle produite par une approche avec fonction de production, qui traite la produc-

6. Dans la mesure où le filtre HP calcule une tendance moyenne sur le cycle, par l'application de moyennes mobiles pondérées aux séries de PIB observé, les taux de croissance tendanciels HP sont immédiatement et significativement influencés par les variations des taux de croissance observés (le coefficient de corrélation entre le taux de croissance du PIB observé et du taux de croissance tendanciel HP est en moyenne de 0,60 pour tous les pays membres de l'Union).

tivité totale des facteurs comme un élément exogène, présentent très peu de différences. De même, les fonctions de production avec progrès technique incorporé conduisent généralement à des écarts de production proches de ceux de la méthode HP. L'intérêt de cette comparaison est qu'elle peut aider à mieux comprendre certaines caractéristiques particulières à la procédure HP.

L'approche fondée sur une fonction de production avec progrès technique exogène

Certaines institutions utilisent une fonction de production pour calculer la production potentielle. Cette procédure présente l'avantage de distinguer explicitement les facteurs de production à un niveau macro-économique, et d'isoler également la tendance du progrès technique. On peut donc lier plus clairement la production potentielle à la disponibilité des facteurs et à la productivité totale des facteurs.

Cependant, le calcul des niveaux potentiels des *inputs* et de la tendance de la productivité totale des facteurs impose des hypothèses techniques, et on recourt couramment au filtre HP pour extraire la tendance des séries d'*inputs* et de productivité totale des facteurs.

La technologie est par ailleurs communément représentée par une fonction de production Cobb-Douglas : elle fournit des estimations plausibles des élasticités de la production vis-à-vis des facteurs de production, qui peuvent également être obtenues de manière simple par la part moyenne de leur rémunération dans le PIB.

L'utilisation de cette méthode permet de décomposer le PIB observé comme suit :

$$\ln Y = \alpha \ln L + (1 - \alpha) \ln K + \ln U \quad (1)$$

où Y est le PIB, L le travail et K le capital, et où U mesure la productivité totale des facteurs. Le paramètre α représente l'élasticité de la production au travail. Par construction, l'équation (1) est une identité.

On voit dès lors aisément que le filtrage de la partie gauche de cette équation par la méthode HP est identique à la somme des tendances HP de la partie droite de l'équation. Le filtrage HP de la série temporelle $\ln Y$ produit une composante de tendance $\ln Y^*$ reliée à $\ln Y$ par la transformation linéaire suivante :

$$\ln Y^* = A(\lambda) \ln Y \quad (2)$$

où $A(\lambda)$ est une matrice de dimension égale à la longueur de la série temporelle, et qui contient des éléments dépendant uniquement du paramètre de lissage λ . On emploie généralement le même λ pour toutes les séries de même périodicité, et la plupart des chercheurs ne dévient pas, en pratique, de cette règle.

La multiplication de l'équation (1) par la matrice $A(\lambda)$, i.e. sous la condition que l'on utilise le même paramètre de lissage λ est identique à la multiplication de chaque série de la partie droite de l'équation (1) par la matrice $A(\lambda)$, comme dans l'équation suivante :

$$\ln Y^* = \alpha A(\lambda) \ln L + (1 - \alpha) A(\lambda) \ln K + A(\lambda) \ln U = \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K^* + \ln U^* \quad (3)$$

Il revient donc au même de calculer directement la production potentielle avec le filtre HP, et d'extraire la composante cyclique de $\ln L$, $\ln K$ et $\ln U$ séparément.

L'utilisation du filtre HP pour calculer le niveau d'équilibre de l'emploi est une hypothèse simplificatrice, qui peut être justifiée en supposant que les facteurs affectant le taux de chômage d'équilibre sont très persistants. On pourrait aussi utiliser directement des estimations du NAIRU. Cependant, l'expérience prouve que celles-ci sont très peu fiables : nos estimations pour les pays européens (Röger & In't Veld, 1996) montrent que l'intervalle de confiance de 95 % recouvre quasiment l'éventail des valeurs historiques des taux de chômage. Ce résultat n'est pas surprenant, dans la mesure où les facteurs susceptibles d'influencer le NAIRU, comme le salaire de réservation et les évolutions institutionnelles du marché du travail, sont très difficiles à identifier. On peut obtenir des estimations plus fiables pour les États-Unis et le Japon, mais il est intéressant de noter que ce sont également des pays pour lesquels le NAIRU et les tendances d'emploi HP sont fortement corrélées (McMorrow, 1996).

Les calculs fondés sur le filtre HP de la production et ceux qui sont fondés sur une fonction de production peuvent présenter une petite différence : en effet, l'approche avec fonction de production n'utilise habituellement pas la tendance de $\ln K$, mais le stock de capital effectif. La différence est en pratique négligeable, puisque K est dominée par sa composante tendancielle.

On peut donc conclure que, pour des raisons techniques, une méthode simple fondée sur la production devrait fournir, pour le calcul de la production potentielle, des résultats proches de ceux que fournit une méthode fondée sur la fonction de production. Les limites de la méthode de filtrage HP s'appliquent donc également, en partie, à l'approche avec fonction de production. Bien sûr, dans la mesure où les méthodes d'extraction de la tendance des facteurs de production diffèrent du filtre HP, les estimations de tendance de la production peuvent différer.

L'approche fondée sur une fonction de production avec progrès technique incorporé

La méthode de filtrage HP peut également être comparée à des fonctions de production plus sophistiquées avec progrès technique incorporé (Intriligator, 1992). Un tel cadre est, par exemple, utilisé dans le modèle QUEST des services de la Commission (Commission européenne, 1996b).

Ce cadre diffère de celui de l'équation (1) principalement en ce qu'il autorise la productivité totale des facteurs à être partiellement déterminée par l'investissement passé⁷. Ceci peut être justifié en supposant que les nouvelles « générations » de capital sont plus productives que les plus anciennes. Avec cette

7. Pour estimer les écarts de PIB avec la fonction de production de QUEST, on calcule une série d'emploi tendanciel en appliquant le filtre HP à l'*input* travail. Le capital n'est pas modifié.

TABLEAU 2

Estimation* du taux de croissance tendanciel π et de l'effet du progrès technique incorporé β (estimations de l'équation 4)

	π	β	AR(1)***	R^2	DW
Belgique	0,013 (28,22)	0,053 (7,67)	0,49 (2,90)	0,99	2,14
Danemark	0,012 (12,86)	0,003 (0,59)	0,44 (2,73)	0,97	1,70
Allemagne**	0,016 (18,33)	0,044 (4,11)	0,61 (5,49)	0,99	1,58
Grèce	0,008 (10,56)	0,044 (13,38)	0,45 (3,52)	0,98	1,64
Espagne	0,014 (10,35)	0,042 (7,53)	0,75 (6,68)	0,99	1,30
France	0,014 (24,85)	0,039 (8,54)	0,73 (5,95)	0,99	1,66
Irlande	0,025 (11,15)	0,002 (0,64)	0,79 (7,11)	0,99	1,68
Italie	0,016 (21,30)	0,047 (7,70)	0,61 (4,16)	0,99	1,52
Pays-Bas	0,009 (12,53)	0,037 (7,38)	0,72 (5,76)	0,98	1,50
Autriche	0,009 (7,15)	0,077 (7,02)	0,79 (7,17)	0,99	1,73
Portugal	0,012 (9,85)	0,056 (7,35)	0,64 (4,58)	0,98	1,45
Finlande	0,017 (14,07)	0,015 (1,24)	0,73 (5,95)	0,98	1,15
Suède	0,010 (9,62)	0,029 (2,79)	0,84 (8,41)	0,97	1,31
Royaume-Uni	0,012 (15,24)	0,007 (0,90)	0,63 (4,45)	0,98	1,41

* Période d'estimation : 1961-1995 ; les t de Student sont entre parenthèses.

** Les estimations sont fondées sur les données de l'Allemagne de l'ouest uniquement, période d'estimation 1961-1994.

*** Autorégressif d'ordre 1.

Source : Commission européenne, direction générale pour les Affaires économiques et financières, calculs des auteurs.

hypothèse, un investissement nouveau n'a pas seulement un effet de capacité : il augmente en outre l'efficacité du capital lui-même.

Pour mesurer cet effet, on construit un indicateur d'âge moyen du capital ; le logarithme de la tendance de la productivité totale des facteurs, noté $\ln UP$, est représenté par l'équation suivante :

$$\ln UP = \pi T - \beta AGE \quad (4)$$

qui consiste en une tendance déterministe T où π mesure le taux de croissance tendanciel exogène du progrès technique et un effet de progrès technique qui est incorporé par l'âge moyen du stock de capital, AGE et un paramètre β qui mesure l'ampleur de cet effet.

L'âge moyen du capital est défini comme :

$$AGE = AK/K \quad (5)$$

La variable AK représente l'âge total du capital :

$$AK = \sum_{i=0}^{\infty} (i+1)(1-\delta)^i I_{t-i} \quad (6)$$

Elle est définie comme la somme de tous les investissements passés et présent (I) pondérés par leurs âges respectifs, δ étant le taux de dépréciation. De manière alternative, en utilisant l'équation d'accumulation du capital, on peut dériver la loi d'évolution de AK :

$$AK = (1-\delta) AK_{-1} + K \quad (7)$$

Le TABLEAU 2 présente les estimations des paramètres de l'équation (4).

L La méthode HP et l'approche avec fonction de production : comparaison des résultats

La variable d'âge dans la fonction de production de QUEST est une moyenne mobile unilatérale des stocks de capital actuel et passés : elle évolue donc très lentement et elle est susceptible de capter des composantes de basse fréquence dans les données.

Le filtrage HP repose quant à lui sur une moyenne mobile symétrique des U futurs, actuel et passés. Dans la mesure où elles sont toutes les deux des moyennes mobiles, ces deux mesures conviennent pour extraire les composantes de basse fréquence des données. Mais il est impossible de déterminer analytiquement une relation entre elles.

Les GRAPHIQUES en ANNEXE présentent les écarts de PIB estimés par la méthode HP et par la fonction de production QUEST. On voit aisément que les

écarts estimés sont de tailles à peu près similaires. Ils sont en outre fortement corrélés pour la plupart des pays. Ainsi que l'indiquent les résultats du TABLEAU 3, la corrélation est généralement comprise entre 0,7 et 0,9.

TABLEAU 3

	Coefficients de corrélation		
	même année	Hodrick-Prescott avancé d'une année	Hodrick-Prescott retardé d'une année
Belgique	0,69	0,21	0,56
Danemark	0,73	0,21	0,41
Allemagne	0,94	0,49	0,63
Grèce	0,87	0,26	0,35
Espagne	0,70	0,37	0,68
France	0,84	0,38	0,64
Irlande	0,84	0,42	0,68
Italie	0,78	0,26	0,54
Pays-Bas	0,83	0,53	0,47
Autriche	0,71	0,25	0,65
Portugal	0,92	0,51	0,65
Finlande	0,84	0,43	0,74
Suède	0,64	0,30	0,54
Royaume-Uni	0,97	0,56	0,73
UNION EUROPÉENNE	0,81	0,39	0,59

Source : Commission européenne, direction générale pour les Affaires économiques et financières, calculs des auteurs.

Les graphiques font cependant apparaître la plus faible amplitude des cycles obtenus avec le filtre HP : les écarts de PIB négatifs sont donc moindres que ceux que produit l'approche avec la fonction de production de QUEST.

De plus, alors que les écarts estimés par le filtre HP sont symétriques sur la période, ils sont légèrement asymétriques lorsqu'ils sont mesurés avec la fonction de production de QUEST (leur somme est alors en moyenne de -0,5 % sur la période 1961-1997).

En outre, il peut exister des avances et des retards entre les deux mesures. C'est ce que montre le TABLEAU 3 : la corrélation entre les deux écarts estimés pour la même année est toujours la plus élevée ; mais il est également vrai que la corrélation entre l'écart de PIB de QUEST et l'écart HP avec un retard d'un an est nettement plus élevée que celle entre l'écart HP et celui de QUEST avec un retard d'un an.

L'avance de l'écart de QUEST est plus marquée lorsqu'un mouvement monotone à la hausse ou à la baisse se maintient pendant plusieurs années, comme par exemple en Espagne entre 1981 et 1989. Ceci est sans doute dû au degré d'asymétrie différent des polynômes retardés des deux méthodes d'extraction de la tendance.

Le filtre HP reposant sur une moyenne mobile symétrique, il tend à sous-

estimer une hausse du PIB qui se poursuivrait sur des périodes consécutives ; en effet, la hausse future du PIB conduit à un renversement de tendance un peu plus important dans le filtre HP que dans une méthode d'évaluation de la tendance reposant davantage sur des composantes retardées.

Pour conclure, on peut soutenir que les différentes méthodes d'estimation de la production tendancielle étudiées produisent des résultats similaires, car elles sont toutes fondées sur des moyennes mobiles (des tendances de type aléatoire, par exemple, pourraient produire des résultats différents). Ceci confirme par conséquent le bien-fondé de l'utilisation du filtre HP comme méthode simple d'estimation de la production tendancielle.

H. O., W. R.

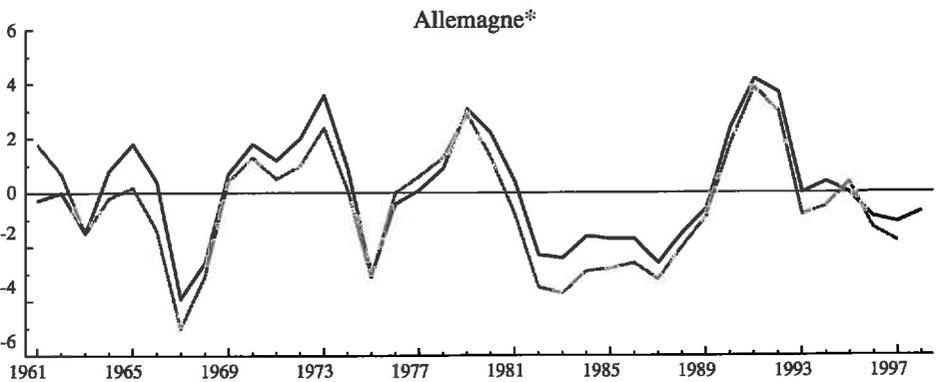
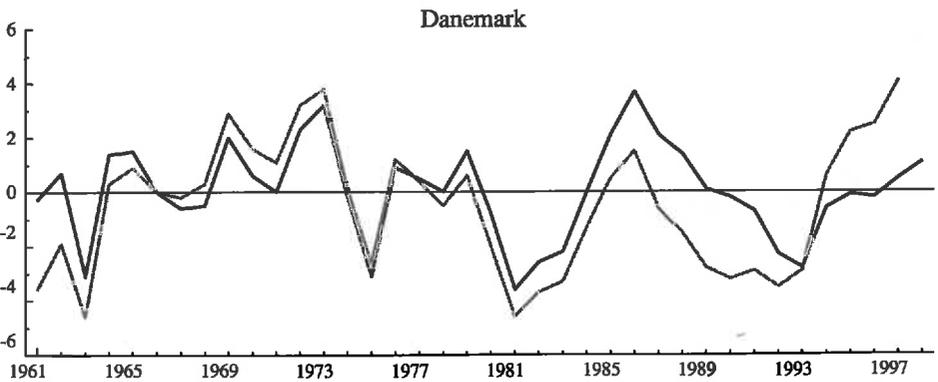
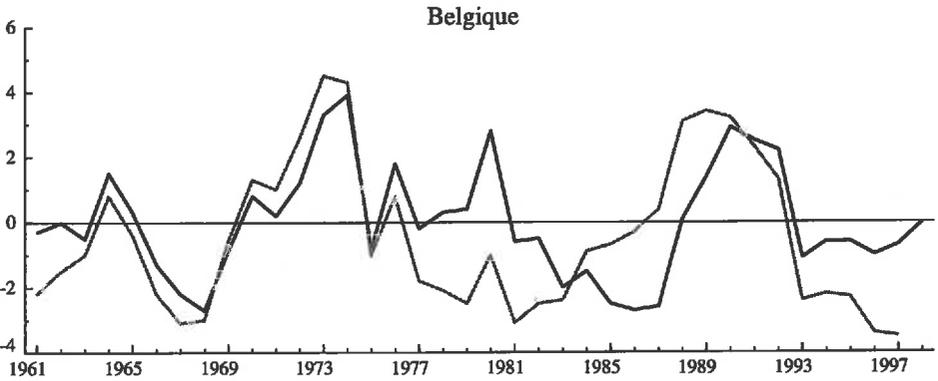
RÉFÉRENCES

- Blanchard O. J. (1990), « Suggestions for a New Set of Fiscal Indicators », *OECD Working Paper*, n° 79, Paris : OCDE.
- Chouraqui J.-C., R.-P. Hagemann & N. Sartor (1990), « Indicators of Fiscal Policy : a Re-Examination », *OECD Working Paper*, n° 78, Paris : OCDE.
- European Commission (1992), *Presentation of the Commission Services' Cyclical Adjustment Model for Budget Balances*, note for the attention of the Economic Policy Committee, document II/58/92, février.
- European Commission (1995), « Technical Note : the Commission Services' Method for the Cyclical Adjustment of Government Budget Balances », *European Economy*, n° 60, novembre.
- European Commission (1996a), « Economic Forecasts for 1996-1998 », *European Economy*, Supplement A n° 12, décembre.
- European Commission (1996b), *QUEST II - A Multi Country Business Cycle and Growth Model*, document interne à la direction générale des Affaires économiques et financières, juin.
- Giorno Cl., P. Richardson, D. Roseveare & P. van den Noord (1995), « Estimating Potential Output, Output Gaps and Structural Budget Balances », *OECD Working Paper*, n° 152, Paris : OCDE.
- Hodrick R. J. & E. C. Prescott (1980), « Post-War US Business Cycles : an Empirical Investigation », *Discussion Paper* n° 451, Carnegie-Mellon University.
- Intriligator M. D. (1992), « Productivity and the Embodiment of Technical Progress », *Scandinavian Journal of Economics*, volume 94.
- Kydland F. E. & E. C. Prescott (1989), *A Fortran Subroutine For Efficiently Computing Hodrick-Prescott-Filtered Time Series*, Federal Reserve Bank of Minneapolis research memorandum.
- Mc Morrow K. (1996), « The Wage Formation Process and Labour Market Flexibility in the Community, the US and Japan », *Economic Papers*, n° 118, direction générale des Affaires économiques et financières, Commission européenne, octobre.
- Pindyck R. S. & D. L. Rubinfeld (1991), *Econometric Models and Economic Forecasts*, McGraw-Hill.
- Prescott E. C. (1986), *Theory Ahead of Business-Cycle Measurement*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 25, automne.
- Röger W. & J. In 'tVeld (1996), « How Precisely Can the NAIRU Be Estimated ? », document interne à la direction générale des Affaires économiques et financières, Commission européenne, septembre.

GRAPHIQUE

Écarts de PIB obtenus avec la méthode HP et avec la fonction de production de QUEST
(écart entre le PIB observé et le PIB tendanciel, en % du PIB tendanciel)

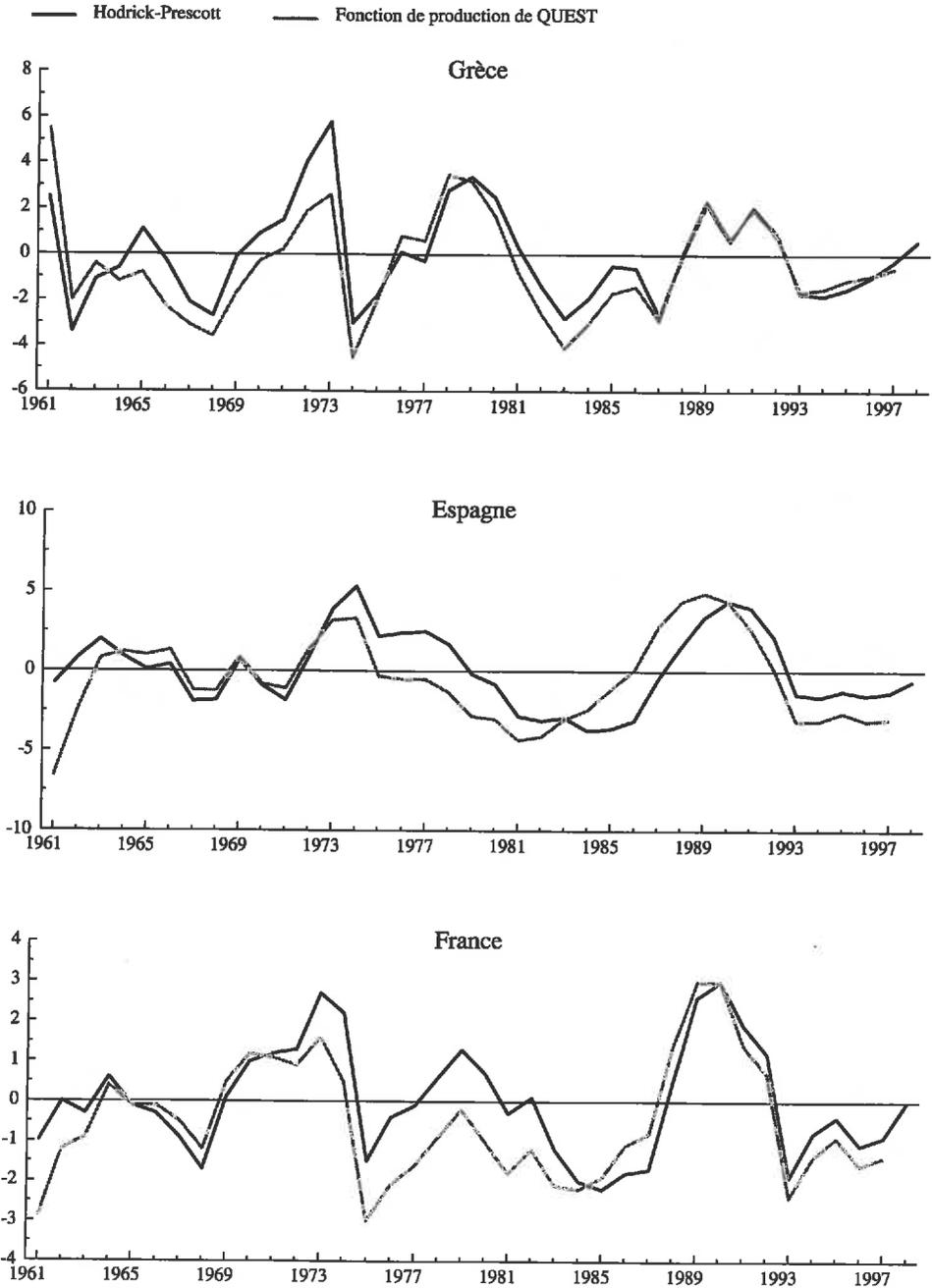
— Hodrick-Prescott — Fonction de production de QUEST



* Allemagne de l'Ouest jusqu'en 1990

GRAPHIQUE (SUITE)

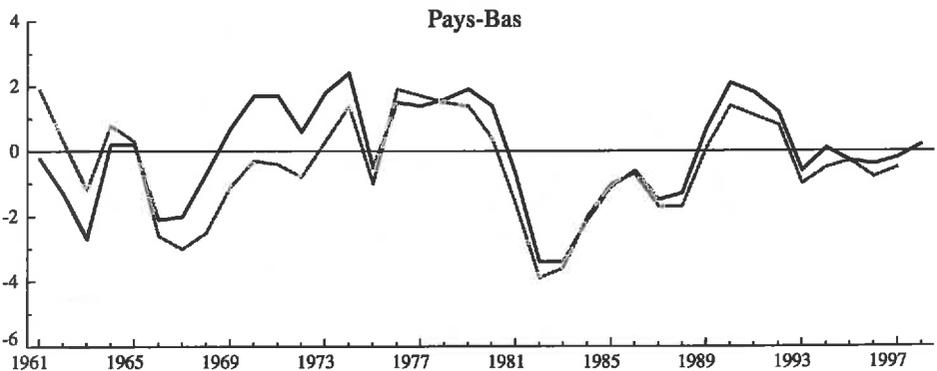
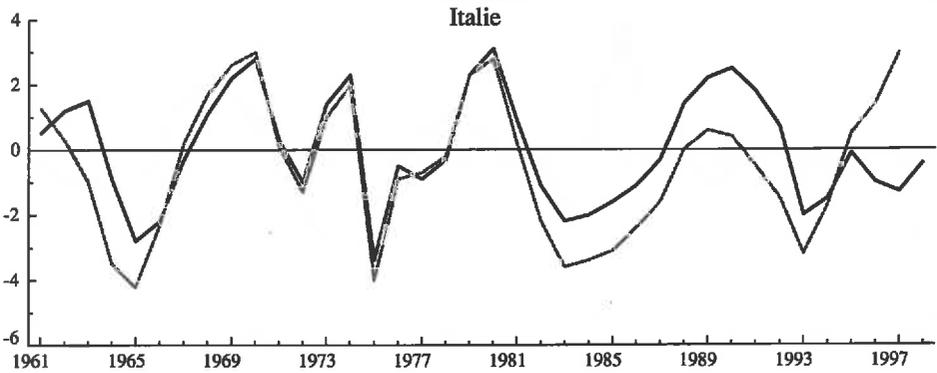
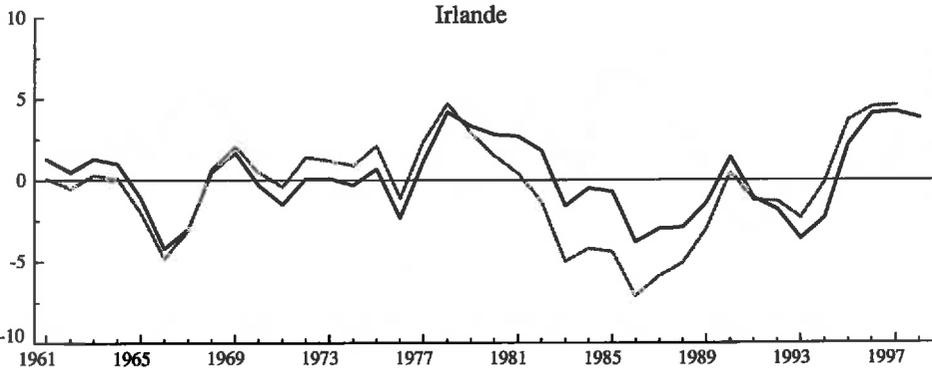
Écarts de PIB obtenus avec la méthode HP et avec la fonction de production de QUEST (écart entre le PIB observé et le PIB tendanciel, en % du PIB tendanciel)



GRAPHIQUE (SUITE)

Écarts de PIB obtenus avec la méthode HP et avec la fonction de production de QUEST
(écart entre le PIB observé et le PIB tendanciel, en % du PIB tendanciel)

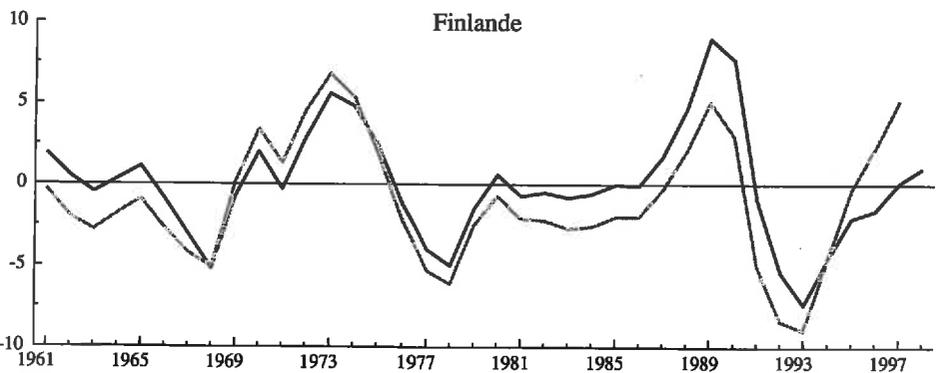
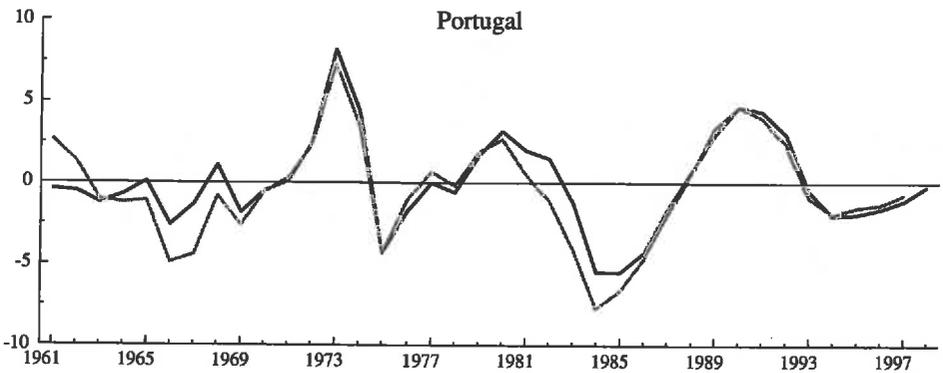
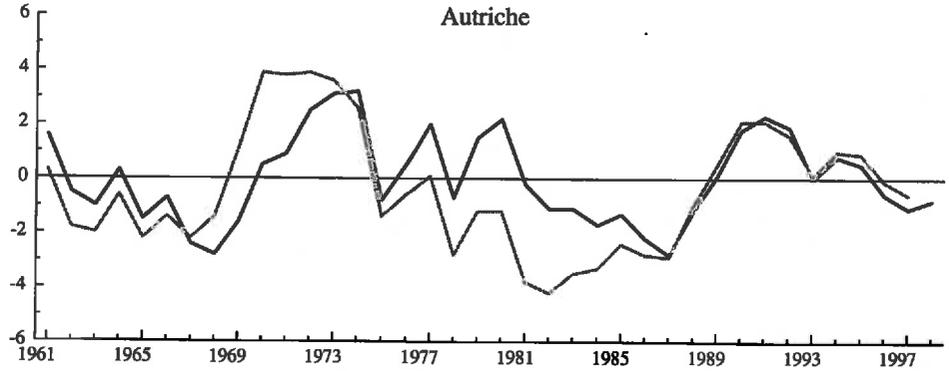
— Hodrick-Prescott — Fonction de production de QUEST



GRAPHIQUE (SUIVE)

Écarts de PIB obtenus avec la méthode HP et avec la fonction de production de QUEST (écart entre le PIB observé et le PIB tendanciel, en % du PIB tendanciel)

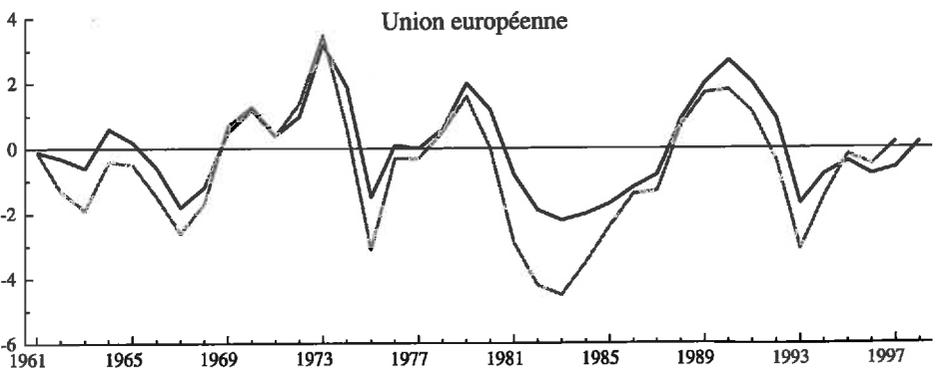
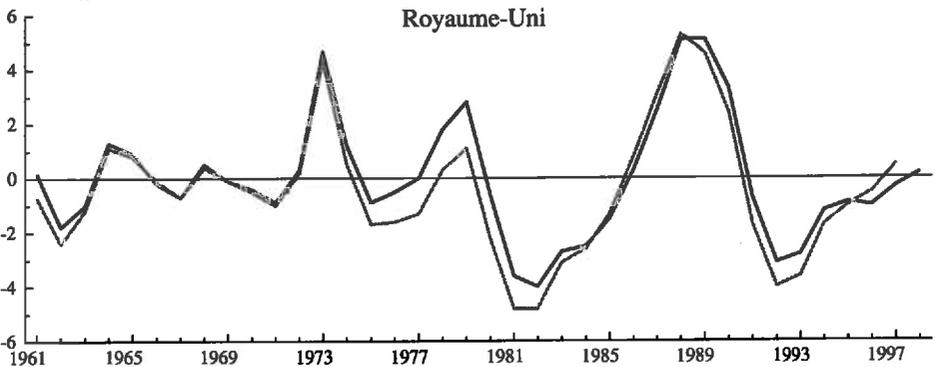
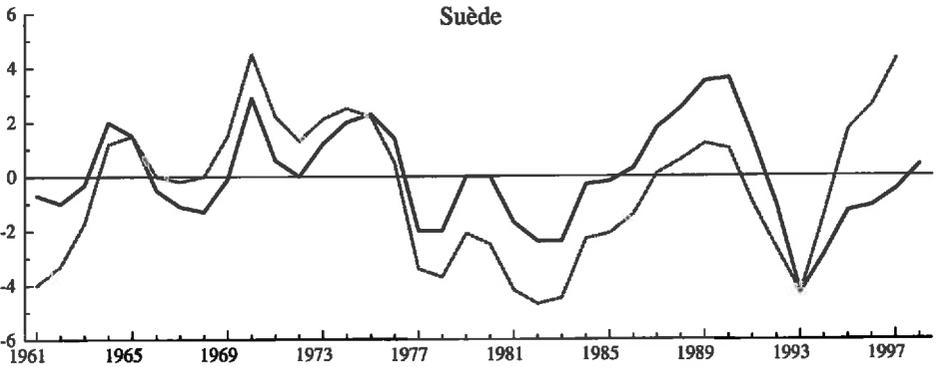
— Hodrick-Prescott — Fonction de production de QUEST



GRAPHIQUE (SUITE)

**Écarts de PIB obtenus avec la méthode HP et avec la fonction de production de QUEST
(écart entre le PIB observé et le PIB tendanciel, en % du PIB tendanciel)**

— Hodrick-Prescott — Fonction de production de QUEST



Source : Commission européenne, base de données Ameco, Direction Générale pour les Affaires économiques et financières.

