



N° 506  
Août/Septembre 2000

ETUDES ET RECHERCHES

*Notes  
d'Information et  
Statistiques*

BANQUE CENTRALE DES ETATS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST



# ESTIMATION DE LA PRODUCTION POTENTIELLE DE L'UEMOA

Papa Lamine DIOP\*

## Résumé

L'objet du présent document est d'évaluer la production potentielle de l'UEMOA. Le concept de production potentielle d'une économie se réfère à la production maximale qui peut y être réalisée de façon durable, sans tensions inflationnistes.

La production potentielle n'est pas une donnée observable et il existe, dans la littérature économique, de nombreuses méthodes pour la déterminer. Celles qui sont utilisées dans la présente étude sont : le filtre de Hodrick-Prescott, le filtre moyenne mobile, la tendance simple, la tendance segmentée, le modèle vectoriel autorégressif (VAR) et la fonction de production.

Face à toutes ces techniques d'estimation de la production potentielle, se pose le problème du choix de la méthode à utiliser. Compte tenu de l'objectif fondamental de la politique monétaire dans l'UMOA, à savoir la sauvegarde de la valeur interne et externe de la monnaie, la démarche suivie dans cette étude consiste à choisir la méthode qui permet d'estimer l'écart de production (différence entre la production effective et la production potentielle) qui explique le mieux le taux d'inflation. Sur cette base, il apparaît que c'est la méthode de la fonction de production qui conduit à la "meilleure" estimation de la production potentielle pour l'UEMOA. Toutefois, comme toutes les autres, cette méthode d'évaluation comporte des insuffisances. Les résultats pourraient être améliorés par une bonne estimation du stock de capital et une meilleure connaissance de la dynamique des marchés du travail dans l'Union.

Enfin, le gap de production pourrait être utilisé pour expliquer et prévoir l'inflation, mais il devrait être associé à d'autres indicateurs et analyses pour fonder toute décision de politique économique ou monétaire.

---

\* : Fondé de Pouvoirs à la Direction de la Recherche et de la Statistique au Siège de la BCEAO.

## INTRODUCTION

La production potentielle<sup>(1)</sup> d'une économie est la production maximale qui peut y être réalisée de façon durable, sans créer de tensions inflationnistes<sup>(2)</sup>. Bien que l'expression "production maximale" soit utilisée dans cette définition traditionnelle, la production potentielle n'est pas la production la plus élevée "physiquement" réalisable. Il s'agit plutôt du niveau de production réalisable lorsque tous les facteurs de production sont utilisés de façon optimale. Ce niveau de production est obtenu avec un taux d'utilisation "normal" des capacités de production pour le facteur capital, et un taux de chômage "naturel" ou "d'équilibre" pour le facteur travail<sup>(3)</sup>. Il peut être inférieur ou supérieur à la production effective.

La littérature économique distingue généralement deux conceptions de la production potentielle. La première approche, qui relève d'une conception néoclassique, soutient que la production potentielle est tirée par des chocs exogènes de productivité, qui affectent l'offre globale et déterminent, à la fois, le sentier de croissance de long terme et les fluctuations à court terme de l'output. Dès lors, les fluctuations du cycle des affaires ne sont pas causées par l'insuffisance ou l'excès de demande globale, mais sont provoquées par le comportement d'investissement d'agents économiques rationnels qui réagissent à ces chocs de productivité. La seconde approche, qui s'inscrit dans la tradition keynésienne, considère que le cycle des affaires résulte principalement des mouvements de la demande globale, en relation avec un niveau d'offre globale dont l'évolution est relativement lente. Durant les phases de récession, il existe des facteurs de production qui ne sont pas pleinement utilisés du fait de l'insuffisance de la demande effective; en particulier, le taux de chômage se situe au-dessus de son niveau d'équilibre, ce qui exerce une pression à la baisse sur les prix. Dans ce cadre, l'évaluation de la production potentielle s'avère nécessaire pour mettre en place une politique (aussi bien monétaire que fiscale) de gestion de la demande.

Le niveau potentiel de la production est donc utile pour la politique économique dans la mesure où il permet de procéder à un arbitrage entre réglage de la demande et soutien de l'offre. Pour une banque centrale, dont la mission principale est la prévention des tensions inflationnistes, sa détermination est nécessaire pour évaluer l'écart de production (différence entre la production effective et la production potentielle) qui est considéré comme un déterminant important de l'inflation. Ainsi, sur la base d'estimations de l'écart de production (et d'autres informations complémentaires), les Autorités monétaires peuvent être amenées à durcir ou à assouplir les conditions monétaires. En outre, il est utile pour comprendre les dynamiques de l'inflation et de la production. En effet, l'inflation réagit de façon différente aux variations de la production potentielle et de la demande globale. Si la production effective s'accroît à la suite d'une augmentation de la demande globale, alors l'inflation aura tendance à augmenter. En revanche, si cet accroissement est induit par une hausse de la production potentielle, alors l'inflation aura tendance à diminuer. Par ailleurs, parce qu'elle permet d'évaluer la croissance potentielle, la production potentielle sert également à tracer les perspectives de croissance à moyen et long terme de l'économie.

La production potentielle est déterminée par la quantité et la qualité des facteurs de production et par le niveau de la technologie. Lorsque les entreprises acquièrent des biens d'équipement ou introduisent des techniques de production plus efficaces, elles augmentent la production potentielle de l'économie. Il en est de même lorsque la productivité du travail augmente.

Toutefois, la production potentielle est une notion abstraite parce qu'elle n'est pas observable. Son évaluation repose sur diverses hypothèses statistiques et théoriques. C'est la raison pour laquelle il existe de nombreuses méthodes pour la déterminer et celles-ci peuvent être statistiques ou structurelles, univariées ou multivariées. Par ailleurs, les estimations de la production potentielle, obtenues à partir de ces différentes méthodes, sont souvent différentes.

L'objet du présent document est de déterminer la production potentielle de l'UEMOA. Une étude par pays pourrait être envisagée mais, compte tenu du fait que la politique monétaire est menée à l'échelle régionale dans l'UEMOA, il a paru plus judicieux d'évaluer la production potentielle au niveau de l'Union. Compte tenu de la diversité des méthodes d'évaluation de celle-ci et de l'objectif fondamental de la politique monétaire qui est la sauvegarde de la valeur interne et externe de la monnaie, la démarche retenue consiste à choisir la méthode qui permet d'estimer l'écart de production qui explique le mieux le taux d'inflation.

(1) : Le concept de production potentielle a été introduit en théorie macroéconomique par Okun (1962).

(2) : Cette définition est celle qui est utilisée couramment dans la littérature économique (cf. De Masi (1997), DeSerres et al. (1995)).

(3) : Cf. Perry G. L. (1971).

Cette étude est orientée dans une direction appliquée et pratique. C'est la raison pour laquelle on n'y trouve pas de longs développements théoriques sur toutes les méthodes utilisées dans la littérature pour évaluer la production potentielle. Seules les méthodes utilisées dans l'étude ont fait l'objet de développements théoriques relativement succincts.

Les principales méthodes utilisées pour déterminer la production potentielle seront exposées dans la première partie de l'étude. La relation entre le gap de production et l'inflation dans l'Union fera l'objet de la deuxième partie.

## **I - PRINCIPALES METHODES D'EVALUATION DE LA PRODUCTION POTENTIELLE**

Le concept de production potentielle a été utilisé dans un grand nombre de travaux macroéconomiques appliqués aux pays développés (Conway and Hunt, 1997 ; Dupasquier, Guay and St-Amant, 1997 ; Giorno et Suyker, 1997 ; Ongena et Röger, 1997 ; Kichian, 1999). Dans ces pays, la plupart des modèles utilisés par les autorités monétaires pour projeter et analyser les principales variables macroéconomiques requièrent une évaluation de la production potentielle. Dans de tels modèles, le gap de production joue un rôle important dans l'explication de l'évolution des prix et des salaires. En effet, une production effective plus forte que la production potentielle (un gap de production positif) est un indicateur de tensions sur l'appareil productif et signifie que l'économie opère au-dessus de son potentiel c'est à dire que la demande est plus élevée que l'offre. Une telle situation est considérée comme une source de pressions inflationnistes et pourrait amener les autorités à durcir les conditions monétaires. En revanche, un écart de production négatif témoigne d'une sous-utilisation des capacités de production et devrait avoir des implications contraires pour la politique monétaire.

Il existe peu d'études sur la production potentielle des pays en voie de développement. La raison principale en est le manque de données fiables dans certains secteurs. Par ailleurs, certains auteurs considèrent que le concept de production potentielle pourrait avoir relativement moins d'importance dans des pays où une grande partie de l'output est composée de biens primaires dont la production est déterminée par les conditions de l'offre. Toutefois, la croissance rapide enregistrée en Asie et dans d'autres pays émergents, ainsi que les possibilités de surchauffe (dues à des écarts de production largement positifs) qui peuvent en découler, au niveau de l'activité économique, ont suscité récemment beaucoup d'intérêt pour l'étude de la production potentielle dans les pays en voie de développement (Baccouche et al., 1997 ; Coe and McDermott, 1997 ; DeSerres et al., 1995 ; Morales, 1998 ; Roldos, 1997). Pour ce qui est des pays de l'UEMOA, la reprise de la croissance enregistrée depuis la dévaluation du franc CFA et le besoin de disposer d'une estimation de la production potentielle dans les travaux de modélisation macroéconomique pourraient motiver une telle étude.

Il existe dans la littérature économique de nombreuses méthodes pour déterminer la production potentielle. Les méthodes retenues dans la présente étude sont : le filtre de Hodrick-Prescott, le filtre de la moyenne mobile, la tendance simple, la tendance segmentée (ou coudée), le modèle vectoriel autorégressif (VAR) et la fonction de production.

Les quatre premières méthodes sont des méthodes statistiques. Elles reposent sur l'utilisation de l'information contenue dans la série historique de production, sans référence à un modèle économique particulier. Elles considèrent que, sur la longue période, le PIB observé évolue autour du PIB potentiel, lequel peut être approché par la tendance du PIB observé. Ainsi, il est traditionnellement retenu que la tendance représente l'équilibre de long terme et que le cycle en constitue la dynamique de court terme (Doz et al., 1995).

Les deux dernières méthodes sont des méthodes structurelles. La fonction de production définit le niveau de production potentielle comme celui qui est obtenu lorsque les facteurs de production sont utilisés à leur niveau d'équilibre. Cette approche est dite structurelle car elle tente d'expliquer la production par les quantités de facteurs travail et capital et par leur efficacité. En d'autres termes, elle indique de quelle manière la production totale est contrainte par les facteurs de production disponibles dans l'économie et par l'état de la technologie. Le VAR structurel est utilisé pour expliquer les fluctuations de la production à travers des composantes liées à la demande et au potentiel de l'économie.

Une évaluation de la production potentielle de l'UEMOA selon ces différentes méthodes est faite dans cette partie de l'étude, après une brève description théorique de chacune d'elles. Les données

relatives au produit intérieur brut réel (exprimé en milliards de FCFA de 1987) et à la population active des différents pays de l'Union proviennent de la base de données de la Banque mondiale (Live Data Base). Le stock de capital de chaque pays a été déterminé à partir d'un ICOR égal à 2 et d'un taux de dépréciation du capital fixé à 5%<sup>(4)</sup>.

Les données de l'Union ont été obtenues par agrégation de celles des différents pays à l'exception de la Guinée-Bissau pour laquelle les informations statistiques ne sont pas complètes. La série du taux d'inflation provient de la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest. La période couverte par l'étude est celle de 1965-1999.

Comme indiqué par Baxter et King (1995), l'un des principaux critères devant guider le choix de la méthode de détermination de la production potentielle est son caractère opérationnel, en ce sens que, différents chercheurs ayant recours à celle-ci, devraient facilement reproduire les mêmes résultats en utilisant les mêmes données. C'est cette approche qui a été suivie dans le présent document.

## 1.1 - Méthodes statistiques

### 1.1.1 - Filtre de Hodrick-Prescott<sup>(5)</sup>

Le filtre proposé par Hodrick et Prescott (filtre HP) a été utilisé dans plusieurs études pour évaluer la production potentielle (Cette, 1997 ; De Masi, 1997 ; Fisher et al., 1996 ; Ongena et Rögers, 1997 ; Turner, 1995). Il part d'une conception assez pragmatique de la décomposition d'une série (Y) en une composante tendancielle ( $\tau$ ) et une composante cyclique ( $\phi$ ) reflétant les fluctuations conjoncturelles<sup>(6)</sup>. Cette décomposition considère qu'une tendance doit être suffisamment lisse pour ne pas suivre toutes les inflexions de la série, mais en même temps, elle ne doit pas trop s'écarter des mouvements de cette dernière.

Le filtre HP définit la production potentielle (qui correspond à la tendance dans ce qui suit) comme la solution du problème d'optimisation dynamique suivant :

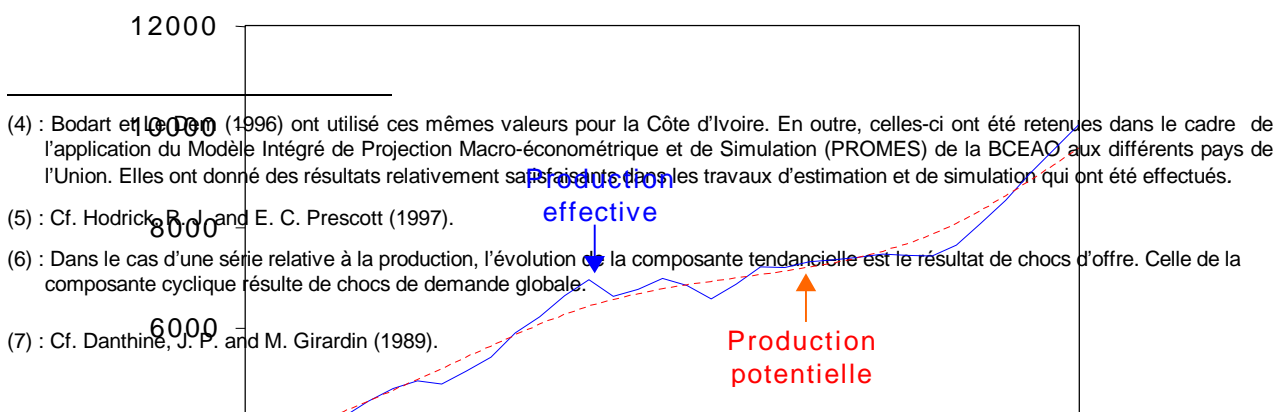
$$\text{Min } \Lambda = \sum (Y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum [(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1})]^2 \quad (1)$$

La première partie de cette expression mesure l'adéquation de la tendance  $\tau$  à Y, la seconde le degré de variabilité de la tendance. La valeur du paramètre de lissage  $\lambda$ , exprime un arbitrage entre la proximité de la tendance ( $\tau$ ) à la série observée (Y) et son caractère lisse. Il joue un rôle important dans la décomposition. Lorsque  $\lambda$  est égal à zéro, la tendance ( $\tau$ ) est identique à la série (Y). Dans ce cas, le cycle ( $\phi$ ) est inexistant et toute la variabilité de la série (Y) est attribuable à la tendance ( $\tau$ ). Au contraire, lorsque  $\lambda$  tend vers l'infini, la tendance ( $\tau$ ) se rapproche d'une tendance linéaire et le cycle ( $\phi$ ) absorbe alors toute la variance de la série (Y).

Dans la pratique, les valeurs retenues pour le paramètre  $\lambda$  dépendent de la périodicité de la série initiale. Hodrick et Prescott ont proposé de retenir une valeur de  $\lambda$  égale à 1600 pour les séries trimestrielles, 400 pour les séries semestrielles et 100 pour les données annuelles. Les valeurs de ce paramètre peuvent être dérivées du rapport des variances des composantes tendancielle et cyclique de la série initiale<sup>(7)</sup>.

La production effective et la production potentielle de l'UEMOA estimée par le filtre HP sont présentées dans le graphique ci-après.

**Graphique 1 : Evaluation de la production potentielle par le filtre HP**



L'examen de ce graphique révèle que la production potentielle augmente lorsque la production effective s'accroît de façon permanente. En revanche, elle n'est pas affectée lorsque l'augmentation de la production effective n'est que temporaire. Ainsi, on peut remarquer que la forte augmentation de la production effective en 1978, attribuable aux chocs des prix des matières premières, n'a pas eu une influence sur la production potentielle. De même la production effective a connu une baisse en 1973 du fait de la sécheresse, avant de croître durant les années qui ont suivi. Cette baisse temporaire ne s'est pas traduite par une diminution de la production potentielle. En revanche, la relance de la productivité et de la compétitivité des économies de l'UEMOA, à la suite de la dévaluation du franc CFA, semble avoir accéléré la tendance à la hausse du PIB potentiel de l'Union.

Les principaux avantages de la méthode de détermination de la production potentielle par le filtre HP résident dans la rapidité, la facilité et la reproductibilité de sa mise en œuvre, ainsi que dans la lecture aisée de ses résultats.

Cependant, l'utilité de cette méthode est limitée par la difficulté à évaluer correctement le niveau de la production potentielle en fin d'échantillon<sup>(8)</sup> (problème des effets de bord). En effet, les estimations de l'output potentiel en fin de période sont instables et peuvent faire l'objet de révisions significatives, lorsque de nouvelles observations sur la production effective sont disponibles. Ceci provient du fait qu'il est a priori difficile de savoir si les variations de la production effective en fin de période, sont durables ou transitoires. Or ce sont les estimations de la production potentielle en fin d'échantillon qui sont les plus utiles pour la prévision de l'inflation future. L'une des meilleures solutions pour contourner cette difficulté est de prolonger la série de production effective en se fondant sur des hypothèses consensuelles (Ongena et Röger, 1997).

D'autres critiques relatives au filtre HP sont liées au choix du paramètre  $\lambda$  et à l'absence d'une théorie économique sous-jacente. Cette dernière critique s'adresse d'ailleurs à toutes les méthodes statistiques de détermination de la production potentielle.

### 1.1.2. Filtre de la moyenne mobile

Ce filtre estime la tendance d'une série en un point, par une moyenne pondérée des observations qui encadrent ce point. Ainsi, la chronique  $\tau_{y,t}$ , transformée de la série observée  $Y_t$  par un filtre moyenne mobile, s'exprimera sous la forme :

$$\tau_{y,t} = \sum \alpha_k Y_{t+k} \quad (2)$$

où les coefficients  $\alpha_k$  qui définissent ce filtre vérifient :

$$\sum \alpha_k = 1 \quad (3)$$

Le filtre de la moyenne mobile permet un lissage optimal lorsque les coefficients  $\alpha_k$  sont tous égaux. Ce résultat dérive du problème d'optimisation suivant :

$$\text{Min } \sum \alpha_k^2 \quad (4)$$

---

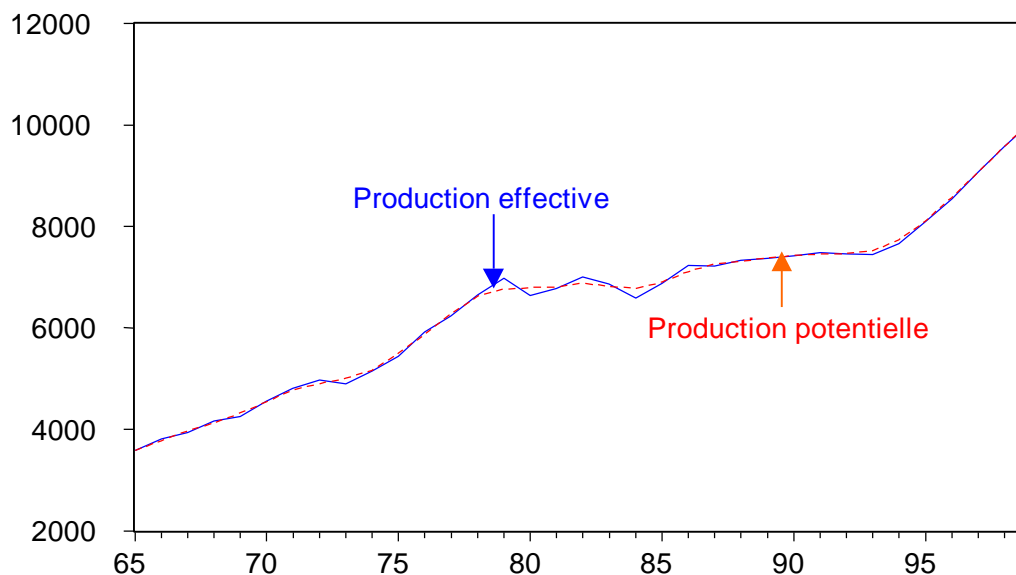
(8) : Cf. St-Amant, P et S. van Norden (1997).

sous la contrainte

$$\sum \alpha_k = 1 \quad (5)$$

L'estimation de la production potentielle de l'Union à l'aide d'un filtre de la moyenne mobile d'ordre 3 ( $\alpha_k = 1/3$ ) donne le résultat ci-après :

**Graphique 2 : Evaluation de la production potentielle par le filtre moyenne mobile**



Ce graphique montre que l'utilisation d'un filtre de la moyenne mobile conduit à une tendance quasiment confondue avec la série du PIB réel. La production potentielle croît de façon sensible au début de la période d'analyse. Elle connaît ensuite un ralentissement de sa croissance durant la période 1979-1993, avant de retrouver une croissance assez forte dans la période qui a suivi la dévaluation du franc CFA.

Le principal avantage de cette méthode d'évaluation de la production potentielle réside dans sa simplicité. Toutefois, elle comporte plusieurs inconvénients parmi lesquels on peut évoquer le fait que les points situés aux extrémités de la série ne peuvent pas, par construction, faire l'objet du même traitement que les autres. Ainsi, elle conduit à une perte d'information au début et en fin d'échantillon. En effet les première et dernière observations ne sont pas encadrées par d'autres points, ce qui ne permet pas de calculer une moyenne pondérée pour ces dernières. En outre, cette méthode ne permet pas de distinguer graphiquement les périodes susceptibles d'être des périodes de surchauffe ou de déflation, compte tenu du fait que l'évolution de la production potentielle est très proche de celle de la production effective. Par ailleurs, outre le choix de l'ordre de la moyenne mobile fixé a priori, ce filtre introduit automatiquement dans la tendance calculée une auto-corrélation qui ne résulte pas nécessairement de la structure de la série initiale<sup>(9)</sup>.

### 1.1.3 - Méthode de la tendance linéaire

La décomposition la plus usitée d'une série macro-économique repose sur la mise en évidence d'une tendance qui dépend uniquement du temps. Une telle fonction peut revêtir plusieurs formes, mais une simple fonction linéaire est généralement retenue. Ainsi, la méthode de la tendance linéaire considère la production potentielle d'une économie comme étant la tendance linéaire de la production effective (Conway and Hunt, 1997). Elle a également été utilisée pour calculer l'écart de production de Taylor (Kozicki, 1999). Elle est obtenue à travers la relation suivante :

$$y_t = \alpha + \beta t \quad (6)$$

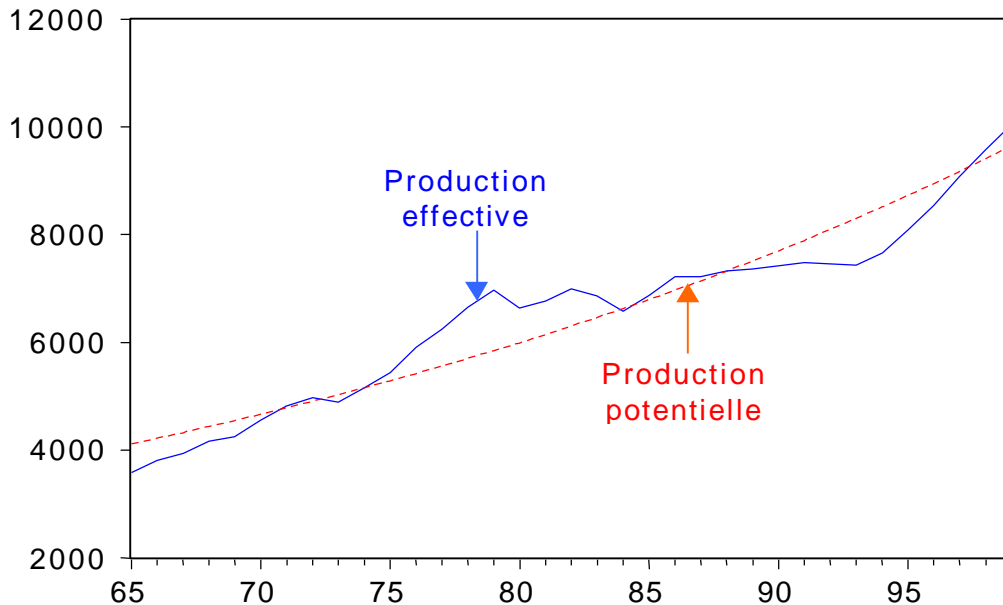
où  $y$  représente le logarithme de la production effective et  $t$  le temps tandis que  $\alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres. Dans ce modèle, la tendance est estimée par régression, et les résidus obtenus sont

(9) : Cf. Bosq, D. et J. P. Lecoutre (1992).

assimilés à la partie cyclique de la série. Cette approche attribue tous les mouvements de l'output autour de sa tendance à des chocs de demande. De ce fait, tous les chocs d'offre sont positifs, compte tenu du fait que la production augmente dans le temps (Astley and Yates, 1999). Les résultats de l'estimation de cette équation sont présentés dans l'annexe 1.

L'évolution de la production potentielle, estimée à partir de la méthode de la tendance linéaire, est présentée dans le graphique ci-après :

**Graphique 3 : Evaluation de la production potentielle par la tendance linéaire**



La méthode de la tendance linéaire, qui a également le mérite de la simplicité, présente une limite principale. Elle n'est pas satisfaisante d'un point de vue économique, dans la mesure où elle considère que le taux de croissance potentielle est constant et qu'il ne peut connaître ni accélération, ni fléchissement dans le temps. Or, l'histoire économique de l'Union révèle que le rythme de progression de l'activité y a connu un fléchissement durant certaines périodes. L'impossibilité de prendre en compte de tels faits rend cette méthode relativement peu adéquate et explique le recours à la méthode de la tendance segmentée.

#### 1.1.4 - Méthode de la tendance segmentée

Cette technique, mise au point par le National Bureau of Economic Research (NBER) américain, a été largement utilisée par le Secrétariat de l'OCDE durant les années quatre-vingt (Price et Muller, 1984 ; Chouraqui et al., 1990). Elle a également été utilisée pour estimer la production potentielle de l'économie tunisienne (Baccouche et al., 1997). Avec cette approche, le taux de croissance de la production potentielle peut changer aux points de rupture, mais demeure constant à l'intérieur des sous-périodes. La mise en œuvre de cette méthode se traduit par un lissage de la série du PIB, en estimant une tendance déterministe linéaire par périodes, au moyen de la régression du logarithme du PIB sur plusieurs variables temporelles, en fonction des points de rupture identifiés. Il s'agit alors d'estimer la fonction suivante :

$$y_t = \gamma + \mu t + \sum \mu_r t r + \varepsilon_t \quad (7)$$

Dans cette relation, la variable  $y$  représente le logarithme du PIB,  $t$  le trend temps et  $\varepsilon$  un terme d'erreur. La variable  $tr$  est une variable temporelle telle que  $tr = 0$  si  $t \leq r$  et  $tr = t-r$  si  $t > r$ , l'indice  $r$  correspondant à une éventuelle date de rupture dans la série. En introduisant des dates de rupture dans ce modèle on permet à la composante tendancielle d'être moins sensible aux points «aberrants» dans les différentes sous périodes, et de tester la significativité statistique de ces ruptures.

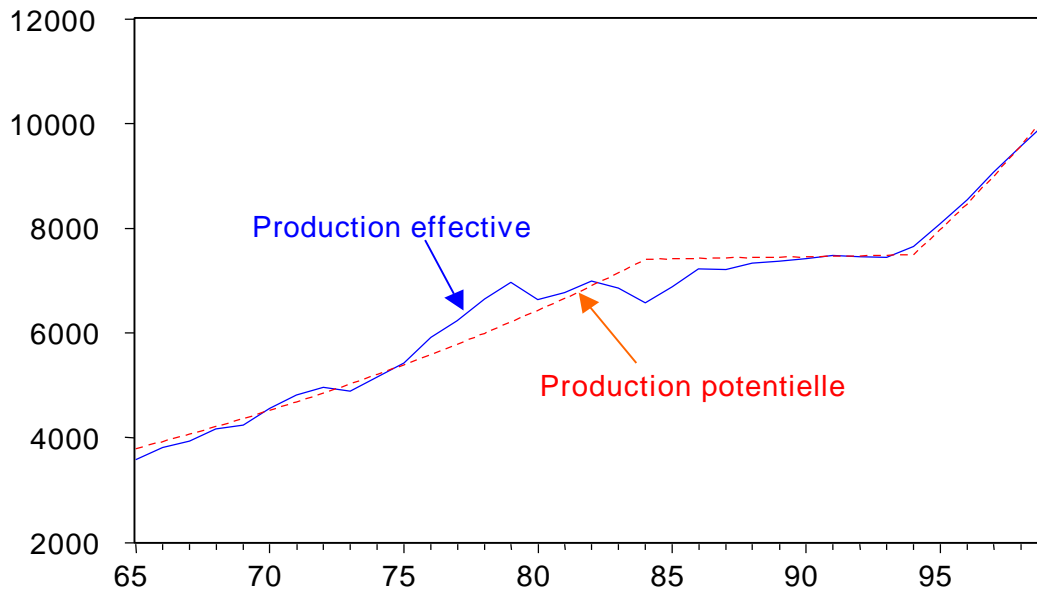
A la différence de la production potentielle déterminée à partir de la méthode de la tendance linéaire simple, celle déterminée par la méthode de la tendance segmentée permet de considérer les ruptures significatives qui interviennent dans l'évolution de la production effective à partir d'une analyse des résidus récursifs de l'équation de la tendance linéaire simple. En conséquence, outre sa simplicité,



cette méthode présente l'avantage de prendre en compte les profils d'évolution du PIB réel. Les dates de rupture retenues ici correspondent aux années 1984 et 1994. L'année 1984 a été une année de sécheresse dans beaucoup de pays de l'Union. La dévaluation du franc CFA est intervenue en 1994. Les résultats économétriques de l'estimation de l'équation de la tendance segmentée sont présentés en annexe 1.

Le graphique ci-après présente la production potentielle estimée par la méthode de la tendance segmentée.

**Graphique 4 : Evaluation de la production potentielle par la tendance segmentée**



## 1.2 - Méthodes structurelles

### 1.2.1 - Modèle vectoriel autorégressif (VAR<sup>(10)</sup>)

A la différence des méthodes statistiques, la détermination de la production potentielle par des méthodes structurelles repose sur une théorie économique. Toutefois, il peut arriver que la théorie économique ne soit pas suffisante pour déterminer une formulation correcte d'un modèle. Par exemple, une théorie peut être trop complexe pour ne pas permettre de dériver une spécification à partir de principes économiques simples. Il peut également arriver qu'une théorie soit compatible avec plusieurs structures des retards des variables qui génèrent ainsi des comportements dynamiques très différents. Ainsi, il peut être souhaitable de laisser les données spécifier la structure dynamique d'un modèle. Le modèle VAR permet d'adopter une telle démarche. Avec un tel modèle, on doit préciser deux paramètres : (i) l'ensemble des variables (endogènes et exogènes), le nombre de retards le plus élevé qui permet de saisir les effets des variables, les unes sur les autres.

Dans les modèles VAR formulés par Sims<sup>(11)</sup>, toutes les variables sont considérées comme des variables endogènes. Lorsqu'on spécifie que certaines de ces variables sont exogènes, on introduit des restrictions dans le modèle, car ces variables exogènes affectent les variables endogènes en sens unique<sup>(12)</sup>.

Si on considère un modèle dont  $x_1, x_2, \dots, x_n$  sont les variables endogènes et  $z_1, \dots, z_m$  les variables exogènes, sa représentation vectorielle autorégressive peut être donnée comme suit :

$$x_t = A_0 + A_1x_{t-1} + \dots + A_px_{t-p} + B_0z_t + B_1z_{t-1} + \dots + B_rz_{t-r} + \varepsilon_t \quad (13)$$

(10) : Cf. Shapiro, M. and M. Watson (1988) ; Blanchard, O. and D. Quah (1989) ; King, R. and al. (1991).

(11) : Cf. Sims, C. A. (1980).

(12) : Une méthodologie similaire a également été utilisée par Deserres et al. (1995), Lalonde et al. (1998), Scacciavillani and Swagel (1999).

où  $A_0$  est un vecteur  $n \times 1$  de constantes ;  $A_1, \dots, A_p$  sont des matrices  $n \times n$  de coefficients qui relient les valeurs retardées des variables endogènes à leurs valeurs courantes ;  $B_0, \dots, B_r$  sont des matrices  $n \times m$  de coefficients qui relient les valeurs courantes et retardées des variables exogènes aux valeurs courantes des variables endogènes, et  $\varepsilon_t$  est un vecteur  $n \times 1$  de termes d'erreur.

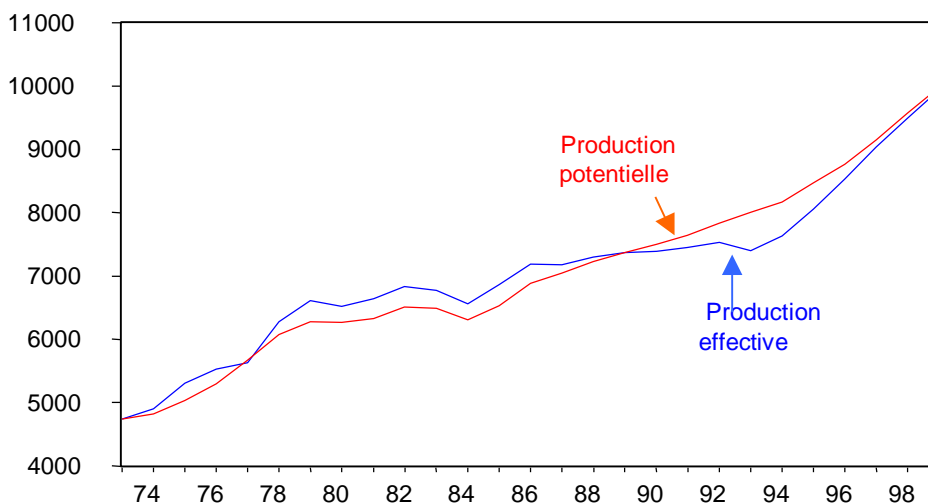
Le choix des variables à inclure dans un VAR est soit guidé par un modèle macroéconomique théorique, soit effectué d'une façon plus ou moins ad hoc. La production potentielle de l'Union a été évaluée à partir d'un VAR contraint dont les variables endogènes sont le PIB réel, le taux d'intérêt réel et le taux d'inflation. La variable exogène est l'investissement réel. Plusieurs équations ont été estimées en changeant l'ordre d'intervention des variables endogènes. Cependant, les résultats du modèle n'ont pas fondamentalement varié.

L'inclusion du PIB réel peut être comprise aisément. L'inflation est introduite pour identifier les chocs monétaires. Le taux de chômage et le taux d'intérêt jouent un rôle important dans plusieurs modèles macroéconomiques (IS-LM, courbe de Phillips, loi d'Okun, etc.). Toutefois, en l'absence de données relatives au taux de chômage, ce dernier n'est pas pris en compte dans le modèle VAR estimé. Des variables "d'offre" telles que le taux d'activité ou la productivité de la main d'œuvre auraient pu également être introduites dans le modèle, si les données étaient disponibles. C'est la raison pour laquelle, seul l'investissement réel est inclus comme variable exogène pour saisir les chocs d'offre.

Pour déterminer le niveau d'intégration de ces variables, des tests de racine unitaire (Dickey-Fuller augmentés) ont été effectués. Les résultats du tableau 1 de l'Annexe 2 montrent que toutes les variables considérées sont intégrées d'ordre 1. Les tests de Phillips-Perron effectués sur les mêmes variables aboutissent aux mêmes conclusions. En conséquence, ces variables ont été différenciées pour les rendre stationnaires. Par ailleurs, le nombre de retards du VAR a été déterminé à l'aide du critère d'Akaike. Le tableau 2 de l'Annexe 2 contient les résultats de l'estimation du modèle VAR.

La production potentielle estimée à partir de cette méthode figure dans le graphique ci-après<sup>(13)</sup> :

**Graphique 5 : Evaluation de la production potentielle par un modèle VAR**



L'approche vectorielle autorégressive présente des avantages par rapport aux méthodes statistiques. D'une part, elle permet de donner une interprétation économique aux interrelations qui existent entre les différentes variables du modèle. D'autre part, elle ne requiert pas le choix arbitraire d'un paramètre de lissage ou d'un ordre de moyenne mobile. Toutefois, cette méthode exige une taille de l'échantillon relativement importante lorsqu'on veut utiliser un grand nombre de variables dans le modèle.

### 1.2.2 - Approche par la fonction de production

Cette méthode modélise de façon explicite la production à travers une spécification et une estimation de fonctions de production qui relient la production au capital, au travail et à la productivité totale des facteurs. La production potentielle est ensuite calculée comme le niveau de production obtenu lorsque l'utilisation du capital est efficiente et lorsque celle du facteur travail est compatible avec le taux

(13) : Le taux d'inflation utilisé dans le modèle VAR est l'indice harmonisé des prix à la consommation. Les données relatives à cette variable couvrent la période 1971-1999. Par ailleurs, l'introduction de deux retards dans le modèle fait que la production potentielle estimée est disponible à partir de 1973.

de chômage d'équilibre (ou taux de chômage naturel). Ce dernier est évalué comme le taux de chômage qui n'accélère pas l'inflation salariale<sup>(14)</sup>.

Les fonctions de production communément utilisées sont des fonctions de type Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants et à progrès technique exogène<sup>(15)</sup>. Elles permettent d'estimer les élasticités de la production par rapport aux facteurs de production<sup>16</sup>.

Cette méthode permet de présenter le PIB observé comme suit :

$$Y = AL^\alpha K^{1-\alpha} \quad (8)$$

En prenant le logarithme de cette expression, on a :

$$y = a + \alpha * l + (1-\alpha) * k \quad (9)$$

où y représente le logarithme du PIB, l celui du facteur travail, k celui du facteur capital et a la productivité totale des facteurs. Le paramètre  $\alpha$  représente l'élasticité de la production par rapport au facteur travail (avec  $0 < \alpha < 1$ ).

Il existe plusieurs méthodes de calcul du PIB potentiel reposant sur cette approche (cf. l'encadré ci-après).

La détermination de la production potentielle de l'Union par l'approche de la fonction de production repose sur quelques hypothèses simplificatrices. Compte tenu de l'absence d'informations statistiques sur le taux d'utilisation "normal" des capacités de production et le taux de chômage, le stock de capital existant et la population active ont été retenus dans l'estimation de la fonction de production<sup>(17)</sup>. Les résultats de cette estimation sont dans l'annexe 1.

#### **Encadré : Différentes méthodes de calcul du PIB potentiel par l'approche de la fonction de production**

La production potentielle pourrait être estimée en calculant les niveaux d'équilibre des inputs (capital et travail) et la tendance de la productivité totale des facteurs (Ongena et Röger, 1997). Il serait alors possible de recourir au filtre HP pour extraire la tendance des séries d'input et de productivité totale des facteurs. Une telle production potentielle devrait être très proche de celle qui est déterminée à partir du filtre HP.

Une autre évaluation de la production potentielle pourrait reposer sur la prise en compte explicite du degré d'utilisation du stock de capital et des heures de travail par actif occupé (Westermann, 1997). La fonction de production prendrait alors la forme suivante :

(14) : Ce taux de chômage est désigné sous le sigle NAWRU (Non Accelerating Wage Rate of Unemployment). En tenant compte de la relation qui existe entre les salaires et les prix, certains auteurs utilisent le sigle NAIRU (Non Accelerating Inflation Rate of Unemployment) pour désigner le taux de chômage d'équilibre.

(15) : Par opposition aux fonctions de production avec progrès technique incorporé (Intriligator, 1992).

(16) : Celles-ci peuvent également être obtenues de manière simple par la part moyenne de leur rémunération dans le PIB, lorsque les conditions d'une concurrence parfaite existent sur le marché des facteurs.

(17) : Des hypothèses similaires sont faites par Ongena et Röger (1997) et Westermann (1997).

$$Y = A(LH)^\alpha(KD)^{1-\alpha} \quad (10)$$

Y étant le produit intérieur brut réel, L le nombre d'actifs occupés, H les heures de travail par actif occupé, K le stock de capital et D son degré d'utilisation.

La transformation logarithmique de cette expression donne :

$$y = a + \alpha*(l + h) + (1-\alpha)*(k + d) \quad (11)$$

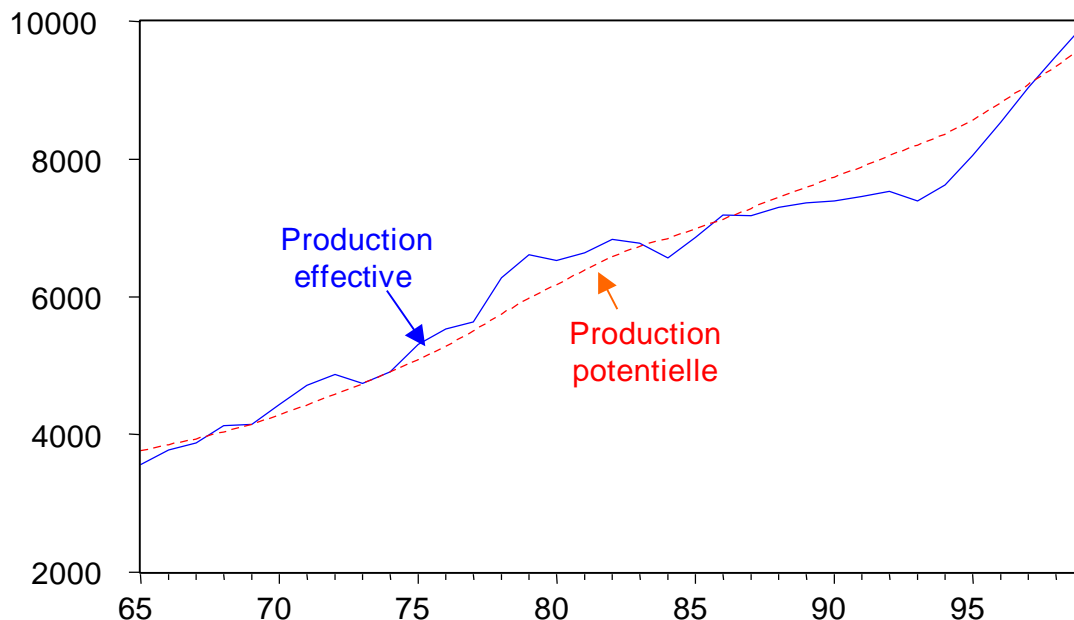
Si on définit le logarithme du taux de chômage u par n-l, (n étant le logarithme de la population active) l'équation (11) peut être réécrite de la façon suivante :

$$y = a + \alpha*(n - u + h) + (1 - \alpha)*(k + d) \quad (12)$$

On obtient alors la production potentielle en faisant entrer dans l'équation (12), les niveaux d'équilibre de n, u, k, h et d.

La production potentielle estimée à partir de cette approche est présentée dans le graphique ci-après :

**Graphique 6 : Evaluation de la production potentielle par la fonction de production**



La méthode de la fonction de production présente l'avantage de reposer sur une approche économique qui lie plus clairement la production potentielle à la disponibilité des facteurs et à leur productivité. Elle indique de quelle manière la production totale est contrainte par le niveau des ressources disponibles. Cette méthode comporte toutefois un certain nombre d'inconvénients. Elle nécessite relativement plus de données statistiques, et certaines variables, comme le stock de capital sont difficiles à mesurer et à mettre à jour. Il s'y ajoute le fait que le fonctionnement du marché du travail n'est pas très bien connu et les données relatives au taux de chômage ne sont pas toujours fiables.

L'examen de l'évolution du PIB réel et la compréhension des facteurs qui affectent son comportement de court terme et de long terme a été l'un des principaux domaines de la recherche quantitative en analyse macroéconomique. Toutefois, la plupart des travaux récents, dans ce domaine, concernent les pays industrialisés et peu d'attention a été accordée aux pays en voie de développement. Au moins deux raisons pourraient être évoquées à ce sujet. D'une part, la qualité et la fréquence des données sont de sérieuses limites dans la plupart de ces pays. Par exemple, des données trimestrielles relatives aux comptes nationaux ne sont disponibles que dans très peu de pays en voie de développement. D'autre part, ces pays sont souvent soumis à des crises soudaines qui affectent l'évolution des variables macroéconomiques et rendent difficile toute identification de "cycle" ou de régularité économique<sup>(18)</sup>.

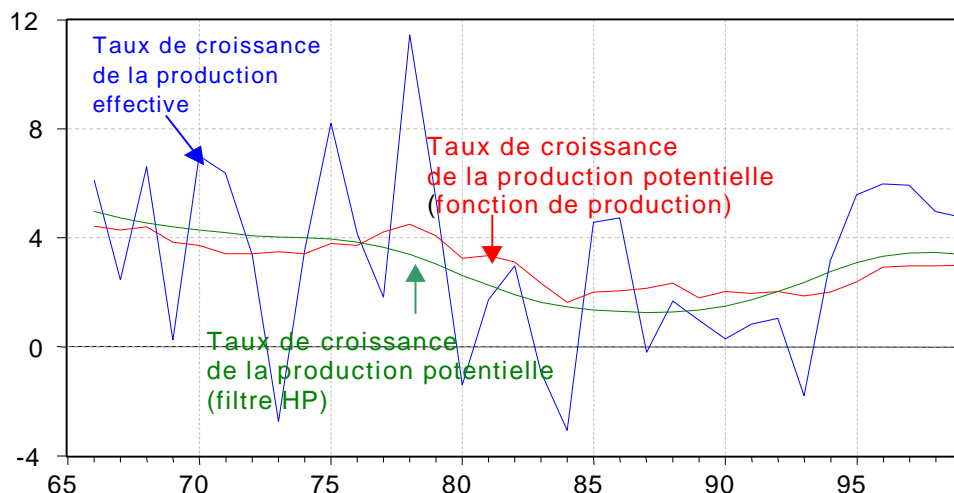
(18) : Cf. Agénor et al., (1998).

Néanmoins, si l'on retient la définition selon laquelle le cycle correspond à une période comprise entre deux creux successifs, l'étude de l'évolution du PIB réel de l'Union permet de distinguer plusieurs cycles asymétriques couvrant les périodes suivantes : 1965-1973, 1974-1980, 1983-1987, 1988-1993 et 1994-1999. Les années 1965-1973 correspondent aux années pendant lesquelles les pays de l'Union ont connu une bonne pluviométrie et une faible amélioration des termes de l'échange. Cette période de forte croissance s'achève avec le premier choc pétrolier et les sécheresses des années 1972-1973. Cette période, comme les autres, est très influencée par le cycle agricole et, devrait être caractérisée par un écart de production généralement positif. Les années 1974-1980 correspondent à la période de boom des matières premières, avec des taux de croissance économique très élevés, notamment en 1978 et en 1979. Cette situation s'est traduite par une amélioration de la richesse monétaire et une augmentation assez sensible des dépenses de consommation (chocs de demande). Ces différents facteurs sont à l'origine des pressions inflationnistes enregistrées durant cette période. On devrait donc également s'attendre à des écarts de production positifs durant cette période de surchauffe. Les années 1983-1987 correspondent à celles pendant lesquelles la plupart des programmes de stabilisation sont appliqués. Ce sont des années pendant lesquelles la croissance économique dans l'Union a été relativement faible. Ce cycle devrait donc être caractérisé par un écart de production négatif. Après les programmes de stabilisation, des Programmes d'Ajustement Structurel (PAS) ont été appliqués dans la plupart des pays de l'Union dans la période 1988-1993. Ces années sont également des années pendant lesquelles la croissance économique a été faible. C'est pour pallier cette faible performance, que la dévaluation est intervenue en 1994 pour replacer les économies de l'Union dans une phase d'expansion économique. Dès lors, l'écart de production qui a été négatif durant les périodes où les programmes de stabilisation et d'ajustement structurel ont été appliqués, devrait se résorber progressivement après la dévaluation.

Au total, l'examen de l'évolution de la production potentielle estimée suivant les différentes méthodes, révèle que celle qui est déterminée à partir de la fonction de production, semble mieux reproduire les caractéristiques des cycles des économies de l'Union.

Les évolutions des productions effective et potentielle peuvent être mieux comparées à travers une analyse de la croissance effective et de la croissance potentielle. Pour préserver la lisibilité du graphique, seuls les taux de croissance de la production potentielle évaluée à partir du filtre HP et de la fonction de production sont présentés.

**Graphie 7 : Taux de croissance de la production effective et de la production potentielle**



La production potentielle de l'Union a enregistré une croissance importante durant la deuxième moitié des années 1960 et au début des années 1970 (elle se chiffre à environ 4%). Elle a ensuite connu un ralentissement au cours de la période 1974-1990, avant de se raffermir durant les années qui ont suivi la dévaluation. Toutefois, l'appareil productif de l'Union ne semble pas être en mesure de renouveler les bonnes performances des années 1960. Les deux chocs pétroliers des années 1970, les programmes de stabilisation et d'ajustement des années 1980, ainsi que les sécheresses enregistrées dans certains pays durant ces périodes ont affecté l'évolution de la production potentielle de l'Union.

Une analyse plus fine du graphique 7 permet de voir que seul le taux de croissance de la production potentielle évaluée à partir de la fonction de production a pu saisir l'amélioration du potentiel de production de l'Union durant la fin des années 1970, particulièrement en 1977-1978 où les investissements ont connu une forte augmentation. Par ailleurs, après avoir connu une évolution à la baisse à partir de la fin des années 1970, la croissance potentielle a commencé à augmenter bien avant la dévaluation. Ce qui signifie qu'en dehors des effets de restriction de la demande, les programmes

d'ajustement structurel ont permis d'améliorer les capacités de production de l'Union, en créant des conditions plus favorables au développement de l'initiative privée.

Dans cette première partie de l'étude, quelques méthodes relativement simples ont été utilisées pour déterminer la production potentielle de l'Union. Face à toutes ces techniques d'évaluation, se pose le problème du choix de la méthode à utiliser. Compte tenu de l'objectif fondamental de la politique monétaire qui est la stabilité des prix, la démarche retenue consiste à choisir la méthode qui permet d'estimer l'écart de production qui explique le mieux le taux d'inflation.

## II - ECART DE PRODUCTION ET INFLATION

Les modèles dits "modèles de gap de production" sont le plus souvent ceux qui sont utilisés pour étudier la relation entre écart de production et inflation<sup>(19)</sup>. La formulation la plus courante indique que la variation de l'inflation est liée positivement au niveau de l'écart de production<sup>(20)</sup>.

En dehors du gap de production, l'inflation peut dépendre de plusieurs autres facteurs tels que les prix à l'importation, les taxes indirectes, la masse monétaire, les anticipations inflationnistes, des chocs aléatoires etc. Ainsi, par exemple, la dévaluation a provoqué une forte inflation dans l'Union en 1994, au moment où le gap de production était négatif. Néanmoins, bien que de telles variables puissent avoir une influence non négligeable sur l'inflation, le gap de production est considéré comme une variable fondamentale dans les modèles de détermination de l'inflation.

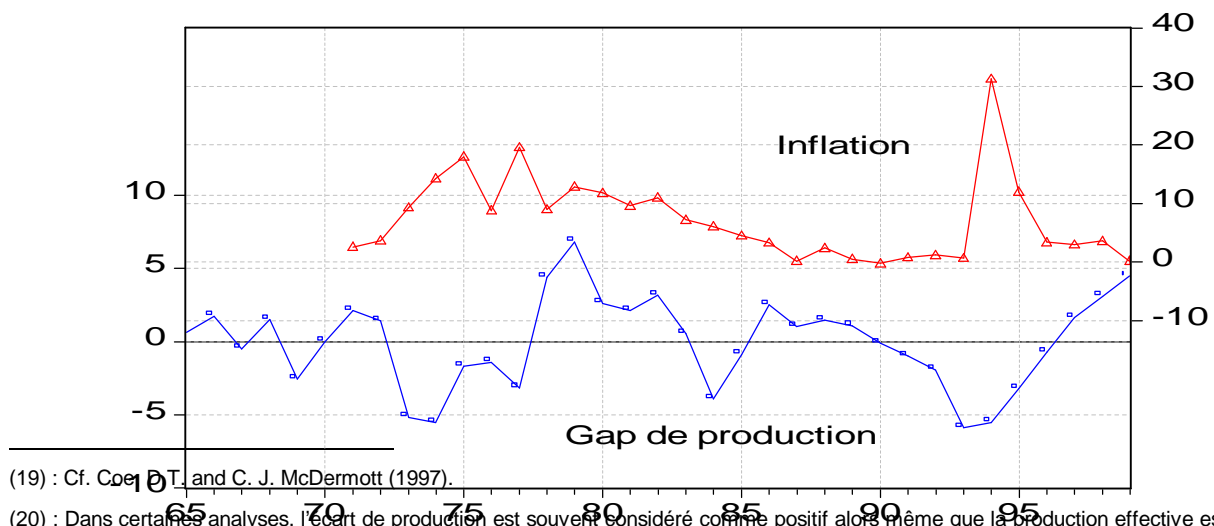
Il existe de nombreuses études empiriques relatives aux modèles de gap de production pour les pays industrialisés. En revanche, peu d'études ont été consacrées aux pays en voie de développement. Dans cette partie, on déterminera l'évolution du gap de production suivant les différentes méthodes avant d'étudier ses relations avec l'inflation.

### 2.1 - Evolution de l'écart de production

Le gap de production est défini comme la différence (en pourcentage) entre le PIB et la production potentielle. Les écarts de production calculés pour l'UEMOA se situent dans une fourchette de  $\pm 10\%$  de la production potentielle, et les plus importants sont obtenus avec la méthode de la tendance linéaire. Les écarts de production calculés pour les pays développés sont très souvent plus faibles. Ainsi, ceux évalués pour la France durant ces dernières années, sont entre  $-0,5\%$  et  $-3,5\%$  (Cotis et Joly, 1997). Pour le Canada, St-Amant et van Norden (1997) ont estimé des écarts de production qui se situent entre  $-4,5\%$  et  $4\%$  durant la période 1970-1998. L'importance des écarts de production dans les pays en voie de développement est en général due à la plus grande vulnérabilité de leurs économies à des chocs structurels ou exogènes, eu égard à la faible diversité de leurs activités économiques.

Les écarts de production et le taux d'inflation figurent dans les graphiques ci-après, dans lesquels, le gap de production est mesuré sur l'axe des ordonnées de gauche, tandis que le taux d'inflation est mesuré sur celui de droite.

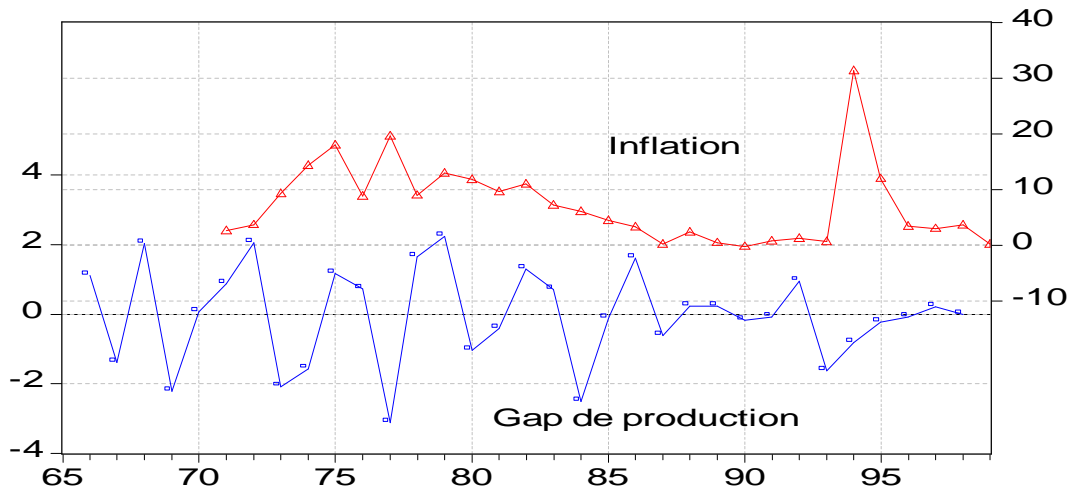
Graphique 8 : Inflation et gap de production déterminé à partir du filtre HP



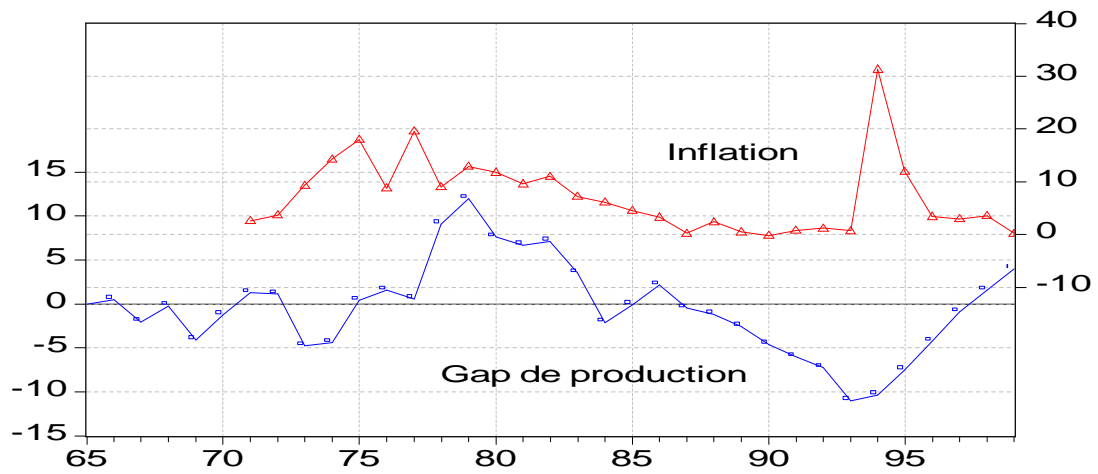
(19) : Cf. Coe et C. J. McDermott (1997).

(20) : Dans certaines analyses, l'écart de production est souvent considéré comme positif alors même que la production effective est sous sa tendance. Toutefois, il paraît plus cohérent de supposer une valeur positive lorsque la production effective est supérieure à sa tendance. Ainsi, dans ce modèle, l'inflation a tendance à augmenter lorsque le gap de production est positif. Elle tend à diminuer lorsque le gap est négatif et elle demeure stable lorsqu'il est égal à zéro.

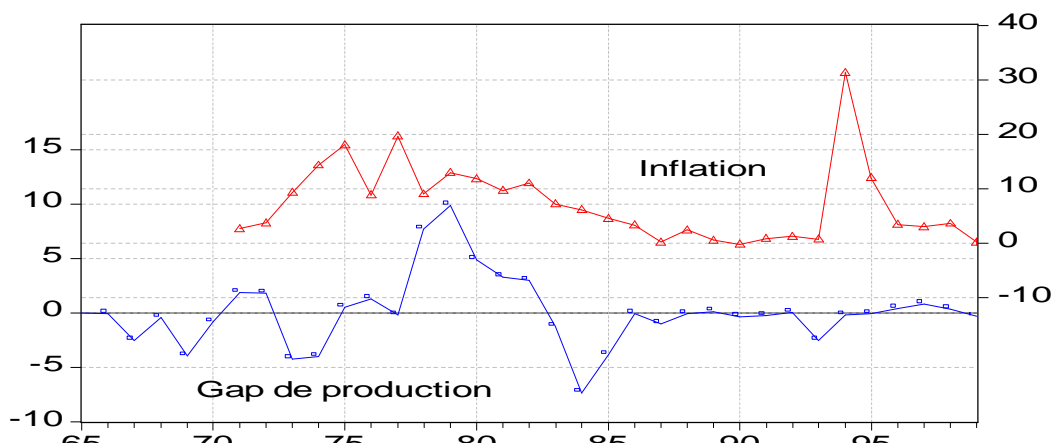
**Graphique 9 : Inflation et gap de production déterminé à partir du filtre moyenne mobile**



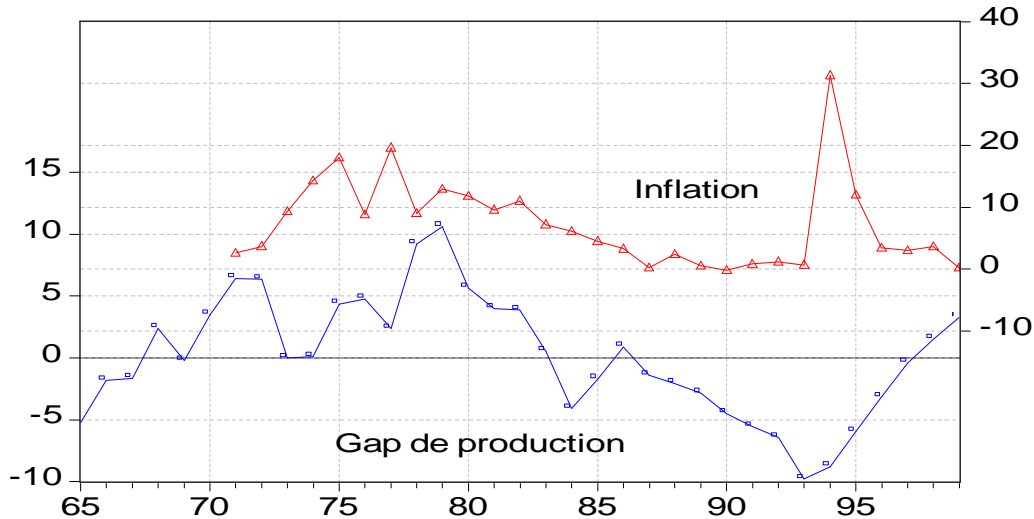
**Graphique 10 : Inflation et gap de production déterminé à partir de la tendance linéaire**



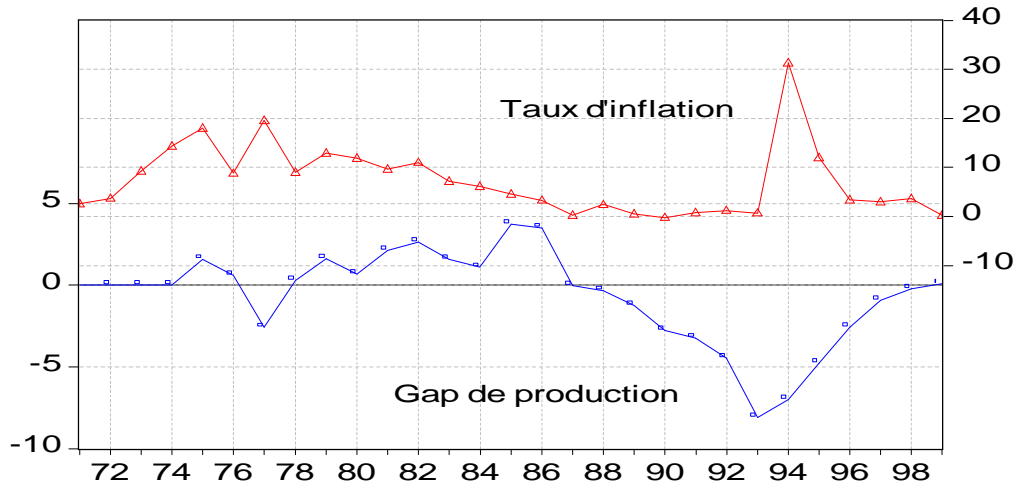
**Graphique 11 : Inflation et gap de production déterminé à partir de la tendance segmentée**



**Graphique 12 : Inflation et gap de production déterminé à partir de la fonction de production**



**Graphique 13 : Inflation et gap de production déterminé à partir d'un modèle VAR**



Les graphiques 8 à 13 montrent que les évolutions du gap de production sont relativement similaires, malgré quelques différences. Globalement, on constate qu'il y a une relation positive entre le gap de production et l'inflation.

## 2.2 - Modèle de l'écart de production et résultats empiriques

Théoriquement, la relation entre inflation et écart de production peut être analysée à travers un choc de demande ou d'offre. Dans le cas d'un écart de production positif induit par un choc positif de demande à court terme (c'est-à-dire pour une capacité de production donnée), les entreprises ne parviennent pas à satisfaire toute la demande, et il s'ensuit, toutes choses étant égales par ailleurs, une hausse des prix.



Avec un écart de production négatif causé par un choc d'offre positif (lié par exemple à une amélioration du progrès technique), on devrait s'attendre à ce que la production augmente. Ce qui, pour un niveau de demande inchangé, est de nature à provoquer une baisse des prix.

Pour procéder à une évaluation économétrique de la relation entre l'inflation et l'écart de production, on peut estimer le modèle de gap de production suivant :

$$\Delta\pi_t = \alpha + \sum\beta_i \text{GAP}_{t-i} + \varepsilon_t \quad (14)$$

où  $\pi$  représente le taux d'inflation, GAP l'écart de production et  $\varepsilon$  le terme d'erreur,  $\alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres. Ce modèle peut être dérivé d'une courbe de Phillips augmentée d'anticipations inflationnistes adaptatives de la façon suivante :

$$\pi_t = \alpha + \pi_t^e + \sum\beta_i \text{GAP}_{t-i} + \varepsilon_t \quad (15)$$

L'hypothèse  $\pi_t^e = \pi_{t-1}$  ( $\pi_t^e$  représente les anticipations inflationnistes) simplifie l'analyse et permet de mettre l'accent sur la relation entre gap de production et inflation. Les coefficients de l'écart de production indiquent le pourcentage de variation du taux d'inflation provoqué par un écart de production de 1%. Le nombre de retards retenus pour la variable GAP est déterminé à partir des critères de Schwarz et Akaike.

L'évaluation de l'impact du gap de production sur l'inflation est faite à partir d'un test de Fisher qui essaie de déterminer si les coefficients  $\beta$  sont conjointement différents de zéro. Les résultats de cette évaluation figurent dans le tableau ci-après.

**Tableau 1 : Evaluation du modèle de gap de production**

Méthode de détermination du gap de production	Nombre de retards	Coefficients de la variable GAP		Test de Fisher <sup>(21)</sup>
		Somme	Signes <sup>(22)</sup>	
Filtre HP	0	0,33	+	3,80
Moyenne mobile	1	0,15	- +	0,12
Tendance linéaire	2	0,28	+ + -	2,00
Tendance segmentée	0	0,38	+	4,74
Fonction de production	0	0,40	+	11,93
Modèle VAR	0	0,44	+	1,82

Les résultats de l'estimation du modèle de gap de production sont consignés dans l'Annexe 3. Les coefficients de la variable GAP ont un signe positif ou négatif suivant le nombre de retards. La somme des coefficients de cette variable est de 0,33 pour le filtre HP, 0,15 pour la moyenne mobile, 0,28 pour la tendance linéaire, 0,38 pour la tendance segmentée, 0,40 pour la fonction de production et 0,44 pour le modèle VAR. Pris globalement, les coefficients relatifs à la fonction de production, à la méthode de la tendance segmentée et à celle du filtre HP sont significatifs à 1%, 5% et 10% respectivement<sup>(23)</sup>. Les autres coefficients ne sont pas significatifs à 10%. Coe et McDermott (1997) ont trouvé des coefficients de 0,48 pour la Chine, 0,57 pour le Japon, 0,89 pour les Philippines.

Ces résultats indiquent que le gap de production déterminé à partir de la fonction de production, semble être plus apte à expliquer l'inflation. Dès lors, la méthode de la fonction de production pourrait être retenue pour l'estimation de la production potentielle de l'Union.

## CONCLUSION

La présente étude sur la production potentielle de l'UEMOA a montré que ce concept est assez difficile à cerner et qu'il existe de nombreuses méthodes pour la déterminer. Chacune de ces méthodes comporte des avantages et des inconvénients.

(21) : La statistique F est définie comme suit :  $F_{T-K}^{m,K} = (SSR^R - SSR^U)/m / (SSR^U/T-K)$  avec

SSRR = somme des carrés des résidus du modèle restreint,

SSRU = somme des carrés des résidus du modèle non restreint,

T = nombre d'observations,

M = nombre de restrictions,

K = nombre de coefficients estimés.

(22) : Ils correspondent aux signes des coefficients de la variable GAP. Par exemple pour la méthode de la moyenne mobile, le coefficient de la variable GAP au temps t est négatif, il est positif au temps t-1.

(23) : On peut constater que ces méthodes permettent de mieux rendre compte du cycle des activités dans l'UEMOA, en considérant les périodes de boom, de stabilisation et d'ajustement structurel.

Les méthodes d'évaluation de la production potentielle présentées dans ce document sont celles du filtre HP, du filtre moyenne mobile, de la tendance linéaire, de la tendance segmentée, du modèle VAR et de la fonction de production. Cette dernière a été retenue compte tenu du fait qu'elle permet une meilleure explication de l'inflation par le gap de production.

En outre, elle présente l'avantage d'être fondée sur une approche économique qui permet de lier la production à ses principaux déterminants. Elle permet ainsi d'éviter le choix arbitraire de paramètres de lissage comme l'exige la plupart des méthodes statistiques.

Toutefois, comme toutes les autres, la méthode d'évaluation de la production potentielle par la fonction de production comporte des insuffisances. Celles-ci proviennent principalement de la difficulté de mesurer et de mettre à jour le stock de capital, et d'appréhender correctement le fonctionnement du marché du travail de l'Union. De telles insuffisances pourraient altérer la qualité des données relatives au stock de capital, à l'emploi et au taux de chômage.

Dès lors, pour améliorer l'évaluation de la production potentielle, il faudrait procéder à une bonne estimation et un suivi régulier du stock de capital, mieux comprendre les dynamiques des marchés du travail et collecter régulièrement des statistiques sur l'emploi et le chômage dans l'Union.

Par ailleurs, le gap de production pourrait être utilisé pour expliquer et prévoir les tensions inflationnistes, mais il devrait être associé à d'autres indicateurs et analyses (relatives à l'évolution des prix à l'importation, à la fiscalité indirecte, etc.) pour fonder toute décision de politique économique ou monétaire.

## BIBLIOGRAPHIE

Agénor P. R., C. J. Mc Dermott and E. Prasad (1998), "Macroeconomic Fluctuations in Developing Countries : Some Stylized Facts", IMF, Washington DC, January.

Astley, M. and T. Yates (1999), "Inflation and Real Desequilibria", Bank of England, Working Paper No. 103.

Baccouche R., R. Bouazizet et M. Goaid (1997), "Croissance potentielle et fluctuations conjoncturelles en Tunisie", *Economie Internationale*, No. 69, 1er trimestre.

Baxter, M. and R. G. King (1995), "Approximate Band Pass Filters for Economic Time Series", National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 5022, February.

- Blanchard, O. and D. Quah (1989), "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances", *American Economic Review*, 79 : 655-73.
- Bodart V. et J. Le Dem (1996), "Labor Market Representation in Quantitative Macro-Economic Models for LDCs" : an application to Côte d'Ivoire, IMF Staff papers, Vol. 43, No. 2, June.
- Bosq, D. et J. P. Lecoutre (1992), "Analyse et Prédiction des séries chronologiques : méthodes paramétriques et non paramétriques", Masson, Paris.
- Cette, G. (1997), "Positionnement dans le cycle : quelques évaluations pour l'économie française", *Economie Internationale*, No. 69, 1er trimestre.
- Cette, G. et H. Delessy (1997), "Ecart de PIB : une grande variété de méthodes et de diagnostics", *Economie Internationale*, No. 69, 1er trimestre.
- Chouraqui J., C. R. Hagemann and N. Sartor (1990), "Indicators of Fiscal Policy : a Reexamination", Document de travail, Département des Affaires économiques et statistiques, OCDE, No. 78.
- Coe, D. T. and C. J. McDermott (1997), "Does the Gap Model Work in Asia ?", IMF Staff Papers, vol. 44, No. 1, March.
- Conway, P. and B. Hunt (1997), "Estimating Potential Output of the New Zealand Economy", Reserve Bank of New Zealand : Bulletin Vol. 61, No. 3.
- Danthine, J. P. and M. Girardin (1989), "Business Cycles in Switzerland. A comparative Study", *European Economic Review*, vol. 33, pp. 31-50.
- De Masi, P. R. (1997), "IMF Estimates of Potential Output : Theory and Practice", IMF Working Paper, December.
- DeSerres A., A. Guay and P. St-Amant, (1995), "Estimating and Projecting Potential Output Using Structural VAR Methodology : The Case of the Mexican Economy", Working Paper 95-2, Bank of Canada.
- Doz C., G. Rabault et N. Sobczak (1995), "Décomposition tendance-cycle : estimations par des méthodes statistiques univariées", *Economie et Prédiction*, No. 120, 4ème trimestre.
- Dupasquier C., A. Guay and P. St-Amant (1997), "A Comparison of Alternative Methodologies for Estimating potential Output and the Output Gap", Working Paper 97-5, Bank of Canada.
- Fisher P., L. Mahadeva and J. Whitley (1996), "The Output Gap and Inflation-Experience at the Bank of England", Basle, January.
- Giorno, C. et W. Suyker (1997), "Les estimations de l'écart de production de l'OCDE", *Economie Internationale*, No. 69, 1er trimestre.
- Hodrick, R. J. and E. C. Prescott (1997), "Postwar U.S. Business Cycles : an Empirical Investigation", *Journal of Money, Credit, and Banking*, vol. 26, pp. 1-16.
- Intriligator, M. D. (1992), "Productivity and the Embodiment of Technical Progress", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 94.
- Kichian, M. (1999), "Measuring Potential Output within a State-Space Framework", Working Paper 99-9, Bank of Canada.
- King R., G. Plosser, J. Stock and M. Watson (1991), "Stochastic Trends and Economic Fluctuations", *American Economic Review*, 81 (September) : 819-40.
- Kozicki, S. (1999), "How Useful Are Taylor Rules for Monetary Policy ?", *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review*, second quarter.
- Lalonde R., J. Page et P. St-Amant (1998), "Une nouvelle méthode d'estimation de l'écart de production et son application aux Etats Unis, au Canada et à l'Allemagne", Document de travail 98-21, Banque du Canada.
- Laxton, D. and R. Tetlow (1992), "A Simple Multivariate Filter for the Measurement of Potential Output", Technical Report No. 59, Ottawa, Bank of Canada.
- Morales, R. A. (1998), "Determinants of Growth in an Error Correction Model for El Salvador", IMF Working Paper, July.
- Okun, A. (1962), "Potential GNP : its Measurement and Significance", The Brookings Institution, Washington DC.

- Ongena, H. et W. Röger (1997), "Les estimations de l'écart de production de la Commission Européenne", *Economie Internationale*, No. 69, 1er trimestre.
- Perry, G. L. (1971), "Labor Force Structure, Potential Output, and Productivity", *Brookings Papers on Economic Activity*, No. 3, Brookings Institution, Washington, D.C.
- Price, W. R. et P. Muller (1984), "Indicateurs budgétaires structurels et interprétation de l'orientation de la politique budgétaire des pays de l'OCDE", *Revue économique de l'OCDE*, No.3, automne.
- Roldos, J. (1997), "Potential Output Growth in Emerging Market Countries : The Case of Chile", *IMF Working Paper*, WP/97/104, September.
- Scacciavillani, F. and P. Swagel (1999), "Measures of Potential Output : An Application to Israel", *IMF Working Paper*, July.
- Shapiro, M. and M. Watson (1988), "Sources of Business Cycle Fluctuations", *Working Paper 2589*, NBER, Cambridge (MA).
- Sims, C. A. (1980), "Macroeconomics and Reality", *Econometrica*, vol. 48, pp. 1-48.
- St-Amant, P. and S. van Nordan (1997), "Measurement of the Output Gap : A Discussion of Recent Research at the Bank of Canada", *Rapport technique No. 79*, Banque du Canada.
- Turner, D. (1995), "Speed Limit and Asymmetric Effects from the Output Gap in the Major Seven Countries", *OECD Economic Studies*, 24, pp. 58-87.
- Westermann, T. (1997), "Le calcul des capacités de production utilisé par la Bundesbank", *Economie Internationale*, No. 69, 1<sup>er</sup> trimestre.

## **ANNEXES**

## RESULTATS EMPIRIQUES DE L'ESTIMATION DE LA PRODUCTION POTENTIELLE

Dans les équations ci-après, pibru représente le PIB réel de l'Union, l la population active, k le stock de capital et t le trend. Les chiffres entre parenthèses indiquent les t de Student.

### Equation de la tendance linéaire :

$$\text{Log(pibru)} = 8,27 + 0,026*t$$

(3,58)    (2,32)

$$R^2_{aj.} = 0,94 \quad F = 539,88.$$

### Equation de la tendance segmentée :

$$\text{Log(pibru)} = 8,18 + 0,035*t - 0,030*t^{84} + 0,05*t^{94}$$

(5,31)    (2,97)    (-9,64)    (6,51)

$$R^2_{aj.} = 0,98 \quad F = 707,24.$$

### Equation de la fonction de production :

$$\text{Log(pibru)} = 0,004 + 0,66*\text{Log}(l) + 0,34*\text{Log}(k)$$

(2,90)                      (7,30)

$$R^2_{aj.} = 0,97 \quad F = 1022,72.$$

### TESTS DE RACINE UNITAIRE ET ESTIMATION DU MODELE VAR

Dans les tableaux ci-après, pibru représente le produit intérieur brut réel, imr le taux d'intérêt réel, invru l'investissement réel et txinfl le taux d'inflation. NS signifie non stationnaire dans le tableau 1 ci-après.

**Tableau 1 : Tests de stationnarité de Dickey-Fuller Augmenté (A.D.F.)**

Variables	Statistique A.D.F.	Valeur critique (5%)	Nombre de retards	Avec constante	Avec trend	Conclusion
pibru	-1,65	-3,55	1	oui	oui	NS
imr	-2,91	-3,59	1	oui	oui	NS
invru	-1,72	-3,56	1	oui	oui	NS
txinfl	-3,08	-3,59	1	oui	oui	NS
d(pibru)	-3,53	-2,96	1	oui	non	I(1)
d(imr)	-5,80	-2,98	1	oui	non	I(1)
d(invru)	-3,31	-2,96	1	oui	non	I(1)
d(txinfl)	-4,93	-2,98	1	oui	non	I(1)

Source : Direction de la Recherche et de la Statistique, BCEAO.

**Tableau 2 : Résultats de l'estimation du modèle VAR**

	d(pibru)	d(imr)	d(txinfl)
d(pibru(-1))	0,47 (2,78)	0,03 (2,28)	-0,02 (-2,11)
d(pibru(-2))	-0,09 (-0,52)	-0,008 (-0,65)	-0,005 (-0,48)
d(imr(-1))	-8,11 (-1,36)	-1,16 (-2,64)	0,23 (0,64)
d(imr(-2))	-18,16 (-3,16)	-0,96 (-2,25)	0,51 (1,46)
d(txinfl(-1))	-6,30 (-0,85)	-0,75 (-1,36)	-0,29 (-0,63)
d(txinfl(-2))	-16,87 (-2,33)	-0,78 (-1,47)	0,34 (0,77)
C	109,47 (2,73)	-2,73 (-0,92)	3,67 (1,50)
d(invru)	0,59 (3,76)	-0,002 (-0,19)	0,003 (0,34)
R <sup>2</sup> aj.	0,63	0,23	0,17

Source : Direction de la Recherche et de la Statistique, BCEAO.  
Les chiffres entre parenthèses représentent le t de Student.

## RESULTATS DES ESTIMATIONS DU MODELE DE GAP DE PRODUCTION

### Filtre HP :

$$\text{txinfl} = 1,95 + 0,33*\text{GAP} + 0,44*\text{txinfl}(-1) + 3,13*\text{BN94}$$

(1,52) (1,95) (3,66) (6,86)

$$R^2_{aj.} = 0,69 \quad F = 18,78.$$

### Filtre moyenne mobile :

$$\text{txinfl} = 2,67 - 0,14*\text{GAP} + 0,29*\text{GAP}(-1) + 0,50*\text{txinfl}(-1) + 2,84*\text{BN94}$$

(1,97) (-1,19) (1,39) (3,83) (5,65)

$$R^2_{aj.} = 0,58 \quad F = 10,40.$$

### Tendance linéaire :

$$\text{txinfl} = 2,74 + 0,23*\text{GAP} + 0,09*\text{GAP}(-1) - 0,03*\text{GAP}(-2) + 0,40*\text{txinfl}(-1)$$

(2,17) (1,20) (1,02) (-1,12) (3,11)

$$+ 3,13*\text{BN94}$$

(6,74)

$$R^2_{aj.} = 0,65 \quad F = 11,16.$$

### Tendance segmentée :

$$\text{txinfl} = 2,67 + 0,38*\text{GAP} + 0,38*\text{txinfl}(-1) + 2,83*\text{BN94}$$

(2,21) (2,18) (3,07) (6,46)

$$R^2_{aj.} = 0,66 \quad F = 18,62.$$

### Modèle VAR :

$$\text{txinfl} = 3,06 + 0,44*\text{GAP} + 0,47*\text{txinfl}(-1) + 3,10*\text{BN94}$$

(2,36) (1,35) (3,89) (6,12)

$$R^2_{aj.} = 0,62 \quad F = 15,92.$$

### Fonction de production :

$$\text{txinfl} = 3,54 + 0,40*\text{GAP} + 0,36*\text{txinfl}(-1) + 3,15*\text{BN94}$$

(3,20) (3,45) (3,25) (7,82)

$$R^2_{aj.} = 0,73 \quad F = 25,28.$$



TABLEAU 3 : SERIES DES PRODUCTIONS POTENTIELLES (EN MILLIARDS DE FCFA DE 1987)

Année	Production effective	Production potentielle déterminée par					
		FHP	FMM	TL	TS	FP	MVAR
1965	3562,11	3539,71		3562,11	3562,11	3759,05	-
1966	3780,10	3715,46	3738,33	3761,86	3782,47	3850,43	-
1967	3872,77	3891,44	3927,22	3953,29	3973,06	3937,98	-
1968	4128,79	4068,51	4046,67	4137,24	4145,91	4032,18	-
1969	4138,45	4247,37	4232,15	4314,62	4309,11	4146,74	-
1970	4429,22	4429,28	4426,40	4486,35	4467,97	4280,70	-
1971	4711,52	4614,46	4670,52	4653,31	4625,96	4427,73	-
1972	4870,82	4803,09	4773,50	4816,37	4785,32	4579,39	-
1973	4738,16	4996,35	4838,70	4976,34	4947,54	4739,12	4738,16
1974	4907,12	5196,08	4985,16	5133,96	5113,60	4901,95	4820,03
1975	5310,20	5401,54	5249,05	5289,92	5284,22	5088,24	5036,48
1976	5529,82	5609,11	5490,11	5444,85	5459,88	5277,87	5297,18
1977	5630,31	5814,25	5811,90	5599,31	5640,98	5500,47	5666,01
1978	6275,56	6011,61	6173,90	5753,82	5827,84	5747,91	6073,30
1979	6615,83	6194,04	6471,80	5908,83	6020,73	5981,46	6281,68
1980	6524,01	6356,99	6592,32	6064,78	6219,90	6176,13	6266,15
1981	6637,11	6500,16	6665,12	6222,04	6425,61	6382,13	6330,93
1982	6834,24	6624,88	6747,37	6380,95	6638,07	6580,57	6508,70
1983	6770,77	6733,90	6722,96	6541,81	6857,54	6735,32	6486,82
1984	6563,87	6832,03	6732,65	6704,92	7084,25	6845,61	6305,86
1985	6863,30	6924,45	6872,01	6870,54	7138,30	6982,64	6533,95
1986	7188,85	7013,68	7075,71	7038,89	7192,75	7125,91	6885,57
1987	7174,96	7101,59	7220,02	7210,19	7247,61	7278,37	7040,61
1988	7296,26	7191,84	7279,62	7384,66	7302,89	7449,56	7227,66
1989	7367,62	7288,82	7350,88	7562,48	7358,59	7583,10	7371,38
1990	7388,76	7397,93	7402,33	7743,83	7414,71	7736,75	7503,13
1991	7450,59	7525,39	7456,30	7928,88	7471,26	7888,33	7640,66
1992	7529,55	7677,32	7458,38	8117,79	7528,25	8048,33	7832,32
1993	7394,99	7859,10	7517,94	8310,72	7585,66	8198,48	8000,42
1994	7629,27	8074,62	7692,61	8507,82	7643,52	8363,86	8164,99
1995	8053,57	8323,12	8072,56	8709,23	8060,99	8563,57	8467,33
1996	8534,83	8599,42	8542,71	8915,10	8501,26	8815,14	8767,56
1997	9039,74	8895,60	9020,97	9125,57	8965,57	9076,64	9146,42
1998	9488,33	9203,14	9489,30	9340,77	9455,25	9346,05	9569,70
1999	9939,82	9514,92		9560,86	9971,67	9626,26	9980,30

Dans ce tableau FHP représente le filtre HP, FMM le filtre moyenne mobile, TL la tendance linéaire, TS la tendance segmentée, FP la fonction de production et MVAR le modèle VAR.

## **Liste des dossiers, études et recherches publiés dans les Notes d'Information et Statistiques (NIS)**

BCEAO (1994) :

- "Principales orientations et caractéristiques du Traité de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA)" ;
- "La Répartition des compétences entre les Etats, les organes et les institutions de l'UEMOA" ;
- "L'Articulation du Traité de l'UEMOA avec les dispositions de la CEDEAO et les chantiers sectoriels de la Zone Franc" ;
- "L'Union Douanière et ses implications" ;
- "L'Harmonisation de l'environnement juridique de l'activité économique" ;
- "L'Harmonisation du cadre juridique des finances publiques et des législations fiscales" ;
- "L'Harmonisation des statistiques de prix et de l'ensemble des statistiques" ;
- "L'Organisation de la conférence des politiques budgétaires et d'endettement" ;
- "L'Organisation des autres volets de la politique économique" ;
- "Les Etudes relatives aux politiques sectorielles communes et au programme minimum de politiques communes de production et d'échange des pays de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA)" ;
- "Le Marché Financier Régional" ;
- "La Centrale des bilans", (443), décembre .

BCEAO (1995) : "L'Investissement et l'amélioration de l'environnement économique dans les pays de l'UEMOA", (446), mars.

BCEAO (1995) : "L'Environnement réglementaire, juridique et fiscal de l'investissement dans les pays de l'UEMOA", (449), juin.

BCEAO (1995) :

- "La Conduite de la politique monétaire dans un contexte en mutation" ;
- "La Programmation monétaire" ;
- "La Politique de taux d'intérêt dans l'UMOA" ;
- "Le Marché Monétaire de l'UMOA" ;
- "La Titrisation des concours consolidés" ;
- "Le Système des réserves obligatoires dans l'UMOA" ;
- "Les Accords de classement" ;
- "Le Financement de la campagne agricole", (451), août-septembre.

- BCEAO (1995) : "Coordination des politiques économiques et financières dans la construction de l'UEMOA : le rôle de la politique monétaire", (454), décembre.
- BCEAO (1996) : "Evolution du système bancaire dans le nouvel environnement de l'UEMOA", (457), mars.
- BCEAO (1996) : "Compte Rendu du 2<sup>ème</sup> Colloque BCEAO / Universités / Centres de Recherche", (460), juin.
- BCEAO (1996) : "Définition et formulation de la politique monétaire", (462), août-septembre.
- Doe L. et S. Diarisso (1996) : "Une Analyse empirique de l'inflation en Côte d'Ivoire", (465), décembre.
- Dièye A. (1997) : "La Compétitivité de l'économie sénégalaise", (468), mars.
- BCEAO (1997) : "La Régulation de la liquidité en Union Monétaire", (471), juin.
- BCEAO (1997) : "Performances économiques récentes des pays de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine", (473), août-septembre.
- Doe L. et M. L. Diallo (1997) : "Déterminants empiriques de l'inflation dans les pays de L'UEMOA", (476), décembre.
- Dossou A. (1998) : "Analyse économétrique de la demande de monnaie au Bénin et au Ghana", (479), mars.
- Doe L. et S. Diarisso (1998) : "De l'origine monétaire de l'inflation dans les pays de l'UEMOA", (480/481/482), avril/mai/juin.
- Diop P. L. (1998) : "L'impact des taux directeurs de la BCEAO sur les taux débiteurs des banques", (483/484), juillet/août/septembre.
- Edjéou K. (1998) : "La division internationale du travail en Afrique de l'Ouest : une analyse critique", (487), décembre.
- Doe L. (1999) : "De l'endogénéité de la masse salariale dans les pays de l'UEMOA", (490), mars.
- Ténou Kossi (1999) : "Les déterminants de la croissance à long terme dans les pays de l'UEMOA", (493), juin.
- Timité K. M. (1999) : "Modèle de prévision de billets valides et de demande de billets aux guichets de l'Agence principale d'Abidjan", (495), Août/Septembre.
- Ouédraogo O. (1999) : "Contribution à l'évaluation des progrès de l'intégration des pays de l'UEMOA : une approche par les échanges commerciaux", (498), décembre.
- Sogué D. et Samba M. O. (2000) : "Les conditions monétaires dans l'UEMOA : confection d'un indice communautaire", (501), Mars.

Touré M. (2000) : "Une méthode de prévision des prix : application à l'indice des prix à la consommation des ménages à Bamako", (504), juin.

# NOTE AUX AUTEURS

## PUBLICATION DES ETUDES ET TRAVAUX DE RECHERCHE DANS LES NOTES D'INFORMATION ET STATISTIQUES DE LA BCEAO

La Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest publie trimestriellement, dans les Notes d'Information et Statistiques (N.I.S.), un volume consacré aux études et travaux de recherche.

### I - MODALITES

1 - L'article à publier doit porter notamment sur un sujet d'ordre économique, financier ou monétaire et présenter un intérêt pour la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCEAO) ou les Etats membres de l'Union Monétaire Ouest Africaine (UMOA).

2 - Il ne doit avoir fait l'objet ni d'une publication antérieure ou en cours, ni de proposition simultanée de publication dans une autre revue.

3 - Il est publié après accord du Comité de validation et sous la responsabilité exclusive **de l'auteur**.

4 - Il doit être rédigé en français.

5 - Le projet d'article doit être envoyé en un exemplaire sur support papier, à l'adresse ci-après :

**Direction de la Recherche et de la Statistique**  
**Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCEAO)**  
**BP 3108**  
**Dakar Sénégal**

Si l'article est retenu, la version finale devra être transmise sur support papier et sur minidisque (3½ pouces) en utilisant les logiciels Word version 7.0 (Word 97) pour les textes et Excel version 7.0 (Excel 97) pour les tableaux et graphiques.

### II - PRESENTATION DE L'ARTICLE

1 - Le volume de l'article imprimé en recto uniquement, ne doit pas dépasser une vingtaine de pages (caractères normaux et interligne 1,5 ligne).

2 - Les informations ci-après devront être clairement mentionnées sur la page de garde :

- le titre de l'étude,

- la date de l'étude,

- les références de l'auteur :

\* son nom,

\* son titre universitaire le plus élevé,

\* son appartenance institutionnelle,

\* ses fonctions,

- un résumé de l'article (20 lignes au maximum).

**3 - Les références bibliographiques** figureront :

- **dans le texte**, en indiquant uniquement le nom de l'auteur et la date de publication,

- **en annexe** et à la fin de l'article, en donnant les références complètes, classées par ordre alphabétique des auteurs (nom de l'auteur, titre de l'article, titre de la revue, date de publication, etc.).