

**Octobre 1996**

**CHOMAGE DES NON QUALIFIES  
ET PROGRES TECHNIQUE.  
LE MODELE CHARLOTTE**

**N° 9612**

**Jean-Pierre LAFFARGUE**  
*Université de Paris 1 et CEPREMAP*

Le modèle Charlotte a été élaboré initialement dans le cadre d'un contrat avec la Direction de la Prévision. Le présent article intègre différents développements et scénarios effectués dans le cadre d'un contrat de recherche avec le Commissariat Général du Plan. Je remercie Michel JULLARD, Jean-Max KOSKIEVIC, Pierre MALGRANGE et Henri SNEESSENS pour leur aide et leurs conseils. Evidemment les erreurs et insuffisances sont de ma responsabilité.

## CHOMAGE DES NON QUALIFIES ET PROGRES TECHNIQUE. LE MODELE CHARLOTTE

Résumé : Cet article développe une maquette d'équilibre général de moyen terme de l'économie française, dynamique et à anticipations rationnelles, calibrée sur données récentes, permettant d'analyser la progression du chômage et de l'inégalité de celui-ci selon les qualifications. Elle introduit un progrès technique non neutre et deux secteurs, un abrité et un concurrencé. Elle incorpore les principaux paramètres des politiques fiscales, parafiscales et sociales, et devrait être ainsi utile pour évaluer les conséquences de leurs modifications. Un exemple de ces dernières est analysé.

Nomenclature J.E.L. : E24

Mots clés : Chômage, inégalité, salaires, progrès technique.

## UNEMPLOYMENT FOR UNSKILLED LABOR AND TECHNICAL PROGRESS. THE CHARLOTTE MODEL

Abstract : This paper develops a medium run general equilibrium model, dynamic with rational expectations, calibrated on recent data, with the purpose of analyzing the increase in unemployment and in its inequality across various qualifications. The model includes a non neutral technical progress and two sectors, one nontradable and two tradable. It incorporates the main parameters of fiscal and social policies, and should be useful to investigate the effects of their modifications. An example of these is analyzed.

J.E.L. classification : E24

Keywords : Unemployment, inequality, wages, technical progress.

## INTRODUCTION

Les années quatre-vingts ont été caractérisées par des évolutions contrastées des performances du marché du travail aux Etats-Unis et en France. Dans le premier pays la dispersion des salaires a augmenté, au profit des emplois très qualifiés et au dépens de ceux non qualifiés. La rémunération réelle de ces derniers a même baissé. Simultanément, et quelque peu paradoxalement, on a assisté à une création de postes de travail qualifié et à une destruction de postes non qualifiés. Deux autres faits méritent encore d'être notés : l'offre de diplômés de l'Enseignement Supérieur a progressé, mais moins vite qu'au cours des années soixante-dix ; la productivité a augmenté beaucoup plus vite dans l'industrie que dans les services.

En France on a assisté à un resserrement de la hiérarchie des salaires jusqu'en 1983, une explication partielle de ce fait étant les "coups de pouce" du SMIC. La dispersion des rémunérations s'est alors accrue jusqu'en 1988, pour se resserrer une nouvelle fois ensuite. En revanche l'évolution des taux de chômage est très contrastée selon les qualifications : ce taux augmente tendanciellement peu chez les qualifiés et beaucoup chez les non qualifiés, catégorie dont le nombre d'emplois diminue. Enfin la progression de diplômés de l'Enseignement Supérieur ne s'est pas ralentie au cours des années quatre-vingts.

Ces deux expériences, bien que fort différentes, semblent s'accorder sur une baisse de la demande de travail non qualifié et une hausse de celle de travail qualifié. Ces mouvements peuvent à leur tour s'expliquer en terme de progrès technique qui diffèrerait selon les qualifications, et entre secteurs combinant les divers types de travail dans des proportions différentes. Le but de cet article est de construire une maquette d'équilibre général de moyen terme de l'économie française, dynamique et à anticipations rationnelles, chiffrée sur données récentes, appelée "Charlotte", permettant d'analyser ces questions. La maquette incorpore les principaux paramètres des politiques fiscales, parafiscales et sociales, afin d'évaluer leurs conséquences sur les inégalités des salaires et de l'emploi.

La première section expose un certain nombre de faits stylisés qui nous serviront à établir les principales caractéristiques que devra inclure la

maquette. La seconde section présente les équations de la maquette et le principe de son utilisation. La troisième section est consacrée au calibrage. La maquette est caractérisée par un progrès technique non neutre impliquant une croissance déséquilibrée. Celle-ci est analysée dans la section 4 qui met en évidence la détérioration rapide du taux d'emploi des travailleurs non qualifiés. Elle montre aussi que la progression observée dans les années quatre-vingts du taux d'intérêt réel a certes freiné la croissance, mais aussi limité la substitution du capital au travail non qualifié et en conséquence le chômage de ce facteur. La cinquième section propose des altérations de la politique fiscale permettant d'empêcher la détérioration de l'emploi. Elle consiste notamment en une forte baisse des cotisations sociales employeurs sur les non qualifiés. Celle-ci a un effet suffisamment bénéfique sur l'emploi, l'accumulation du capital et la production pour générer un effet Laffer et réduire le déficit budgétaire.

## 1. FAITS STYLISES

Les années quatre-vingts et quatre-vingt-dix ont été caractérisées par une baisse de la demande de travail, surtout non qualifié. Ce phénomène se remarque clairement pour les Etats-Unis où le salaire réel horaire moyen ne s'est accru que de 5 % entre 1973 et 1991 (LAWRENCE et SLAUGHTER (1994)), où le salaire horaire des diplômés de l'université, qui dépassait celui des diplômés de lycée de 37 à 38 % à la fin des années soixante-dix, l'a dépassé de 58 % en 1989 (MURPHY et WELCH (1992)), et où un homme juste en dessous du décile supérieur de la distribution des salaires gagnait 3,2 fois autant qu'un homme juste au-dessus du décile inférieur en 1979, et 4,3 fois autant en 1995 (OCDE (1996)). KATZ et MURPHY (1992) notent encore que le rapport salaire qualifié / salaire non qualifié a augmenté de 12,8 % sur la période 1979-1987.

Pour la France nous n'avons pas un tel élargissement de l'éventail des rémunérations. Mais un graphique du CSERC (1996, p. 41) montre que le chômage était bas et différait peu selon les catégories professionnelles en 1974, alors qu'il a progressivement augmenté jusqu'en 1995, mais beaucoup plus pour les ouvriers et les employés que pour les cadres et professions intellectuelles supérieures et les professions intermédiaires supérieures. CARD, KRAMARZ et LEMIEUX (1996) ont mesuré à l'aide de divers indicateurs, la baisse de la demande

de travail par qualification pour les Etats-Unis, le Canada et la France. Ils ont trouvé qu'elle était similaire pour ces trois pays, mais que la rigidité plus forte des salaires réels en France en limitait l'effet sur ceux-ci. En revanche ces auteurs, comme NICKELL et BELL (1995), trouvent que l'inégalité des taux de chômage a connu la même évolution en France et aux Etats-Unis. Ce résultat conduit ces deux derniers économistes à privilégier la baisse générale de la demande de travail sur celle concernant spécifiquement les non qualifiés.

KATZ et MURPHY (1992) documentent l'augmentation de l'inégalité des salaires aux Etats-Unis dans les années quatre-vingts. Ils notent une corrélation positive entre les offres et les rémunérations des différentes catégories de travail, ce qui les conduit à interpréter l'inégalité croissante comme résultant d'une baisse relative de la demande de travail non qualifié par rapport au travail qualifié. Ils remarquent aussi que si les secteurs utilisant principalement de l'emploi qualifié se sont développés plus vite que les autres, la part de l'emploi qualifié dans l'emploi total a aussi augmenté dans tous les secteurs. BERMANN, BOUND et GRILICHES (1994) confirment ces résultats et interprètent l'évolution de la structure de la demande des différentes qualifications comme résultant d'un progrès technique non neutre. En particulier le mouvement vers un recours à une main-d'oeuvre plus qualifiée est accompagné d'un investissement en informatique et de dépenses de recherche et développement plus élevées.

En utilisant une méthodologie similaire pour la France GOUX et MAURIN (1997) obtiennent des résultats différents. L'inégalité des salaires n'a pas crû, au contraire, dans les années quatre-vingts et quatre-vingt-dix, et l'estimation de fonctions de gains montre une rentabilité décroissante de l'éducation. En revanche l'inégalité devant le chômage a progressé, au détriment bien sûr des non qualifiés. Cette évolution aurait trois raisons. D'abord le progrès technique économisant le travail est particulièrement rapide dans les branches où les non qualifiés sont nombreux, ensuite la demande domestique est peu dynamique pour les produits de ces branches, enfin le resserrement des coûts relatifs de la main-d'oeuvre, résultant de l'afflux de diplômés et de la progression du SMIC, a entraîné des mouvements de substitution des travailleurs formés aux travailleurs moins formés. En revanche le progrès technique ne favoriserait pas particulièrement un type de qualification. Cependant, en estimant des fonctions de demande de facteurs déduites d'une fonction de coût translog sur données

françaises, DUGUET, GREENAN et MORET (1997) trouvent que l'innovation technologique économise de la main-d'oeuvre d'exécution et du capital, alors qu'elle utilise de la main-d'oeuvre de conception.

Ces quelques remarques suggèrent les caractéristiques que doit présenter une maquette de l'économie française dont le but est d'étudier le chômage, notamment des non qualifiés. D'abord cette maquette doit comprendre au moins deux secteurs. Il semble raisonnable de poser que le premier est abrité, et le second exposé à la concurrence internationale avec un prix fixé par l'extérieur. Ensuite il faut distinguer comme facteurs de production le capital et plusieurs qualifications du travail, et introduire un progrès technique qui peut être défavorable à l'ensemble du travail, comme plus particulièrement à l'emploi non qualifié, et qui peut différer entre les deux secteurs. Enfin il faut prendre en compte la rigidité des salaires réels. Celle-ci est absolue pour les moins qualifiés dont la rémunération est fondée sur le SMIC. Elle est faible pour les très qualifiés qui négocient individuellement leurs salaires sur un marché concurrentiel. Elle est intermédiaire pour les travailleurs moyennement qualifiés dont les rémunérations résultent largement de négociations entre partenaires sociaux.

## 2. LE MODELE

### 2.1. La production

Il existe deux secteurs I et II, produisant respectivement un bien exposé et un bien abrité. Il existe aussi quatre facteurs de production : 1) le travail très qualifié, 2) le travail qualifié, 3) le travail non qualifié et 4) le capital productif. Il nous suffira de considérer dans cette section le secteur I, l'autre secteur ayant une spécification similaire. Les coûts réels des facteurs sont respectivement :  $\omega_1^I$ ,  $\omega_2^I$ ,  $\omega_3^I$  et  $\omega_4^I$ . La technologie de production est à rendements d'échelle constants, se comporte bien et est représentée par une fonction de coût translog :

$$(1) \ln C^I = \ln Q^I + a_0^I + \sum_{i=1}^4 a_i^I \ln \omega_i^I + a_5^I t + 0,5 \left[ \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 b_{ij}^I \ln \omega_i^I \ln \omega_j^I + 2 \sum_{i=1}^4 b_{i5}^I \ln \omega_i^I \right],$$

où  $Q^I$  est la valeur ajoutée du secteur et  $t$  le temps.

$C^I$  est une fonction croissante et concave des  $\omega_i^I$ . Ses paramètres vérifient les relations :

$$(2a) \sum_{i=1}^4 a_i^I = 1,$$

$$(2b) \sum_{j=1}^4 b_{ij}^I = 0, \quad i = 1, \dots, 5,$$

$$(2c) b_{ij}^I = b_{ji}^I, \quad i = 1, \dots, 4, \quad i > j.$$

Nous supposons que les entreprises du secteur sont en libre concurrence, et ainsi ne font pas de profit :

$$(3) C^I = Q^I.$$

Le lemme de Shephard permet d'établir les relations (T1.1a) à (T1.4a) du Tableau 1. Ces relations et les équations (1) et (3) déterminent la frontière des prix des facteurs (T1.3a).

Abandonnons pour ce paragraphe l'hypothèse de concurrence parfaite sur le marché des biens, et donc les équations (3) et (T1.3a). Supposons que les entreprises minimisent leurs coûts de production pour des prix des facteurs et

une production donnés. Les équations (T1.1a) à (T1.2a) restent valides si on remplace  $Q^I$  par  $C^I$ . Augmentons le prix du facteur  $j$  de 1 %. Alors la demande du facteur  $i$  augmente de  $\eta_{ij}^I$  %. Il est facile d'établir :

(4)  $\eta_{ij}^I = \sigma_{ij}^I s_j^I$ , où  $s_j$  est la part du coût total affecté au facteur  $j$ , avec :

(5)  $\sigma_{ij}^I = (b_{ij}^I + s_i^I s_j^I) / (s_i^I s_j^I)$ ,  $i < j$ ,

$$\sigma_{ij}^I = \sigma_{ji}^I, \quad i > j,$$

$$\sigma_{ii}^I = [b_{ii}^I - s_i^I + (s_i^I)^2] / (s_i^I)^2, \quad i, j = 1, \dots, 4.$$

$\sigma_{ij}^I$  est l'élasticité de substitution entre les facteurs  $i$  et  $j$ . La concavité de  $C^I$  implique :  $\sigma_{ii}^I < 0$ . On montre aisément que :  $\sum_j \eta_{ij}^I = 0$ . Si :  $\sigma_{ij}^I < 0$ ,  $i \neq j$ , les facteurs  $i$  et  $j$  sont  $p$ -complémentaires ; sinon ils sont  $p$ -substituables. On constate donc qu'à chaque facteur on peut rattacher au moins un autre facteur qui lui est  $p$ -substituable.

Le modèle présente une difficulté. Quand on travaille avec une fonction de production on suppose que durant la période  $t$  on fixe l'emploi courant immédiatement productif en fonction du capital de début de période, hérité du passé, et du coût du travail courant. On fixe aussi le capital de fin de période productif à la période suivante et l'emploi prévu pour la période suivante en fonction du coût réel courant du capital (qui dépend d'une inflation anticipée) et du coût réel du travail anticipé pour la période suivante. La première décision repose sur une fonction de production observée de court terme, et la

seconde sur une fonction de production anticipée de long terme. Le passage de la fonction de production à long terme à la fonction de production de court terme est bien sûr trivial.

Avec une fonction de coût les choses sont plus compliquées. L'équation (1) définit la fonction de coût de long terme. Mais l'obtention d'une fonction de coût à court terme, c'est-à-dire à capital donné, n'est pas triviale. Aussi la discrétisation du temps qui précède est mauvaise.

Aussi nous avons choisi de considérer que l'investissement est immédiatement productif et accroît le capital de début de période, qui n'est plus prédéterminé, et non celui de fin de période.

## 2.2. Le marché des biens

Nous notons par  $P^i$  et  $P^{i'}$  les prix hors TVA de la production et de la valeur ajoutée du secteur  $i$ , et par  $CJ_j^i$  la consommation intermédiaire du secteur  $i$  en bien  $j$ , avec :  $i, j = I, II$ . Nous obtenons alors les équations (T1.4a et b) du Tableau 1, où  $\tau_7$  représente le taux d'imposition des consommations intermédiaires.

Nous supposons que les coefficients techniques sont fixes, ce qui nous donne les relations (T1.5a à d).

Les trois biens peuvent être consommés ou investis, et le sont sous forme composite. Plus précisément en associant les montants  $q^I$  et  $q^{II}$  d'inputs produits nous obtenons une quantité  $Q$  de bien utilisé qui est une fonction CES de  $q^I$  et  $q^{II}$  :

$$(6) Q^{(\sigma-1)/\sigma} = \sum_{i=I}^{II} \alpha_i^{1/\sigma} (q^i)^{(\sigma-1)/\sigma}, \quad \sigma > 0, \quad \sum_{i=I}^{II} \alpha_i = 1.$$

La composition du bien utilisé s'obtient en minimisant son coût unitaire :  $P_D = (\sum_{i=I}^{II} P^i q^i) / Q$ , sous la contrainte (6).  $P_D$  s'interprète comme le prix intérieur d'utilisation hors TVA. Les conditions du premier ordre du programme donnent l'expression (T1.6) de  $P_D$ , qui est la fonction duale de (6), ainsi que la composition du bien utilisé :

$$(7) q^i = \alpha_i (P^i / P_D)^{-\sigma}, \quad i = I, II.$$

Le prix du bien exposé  $P^I$  est déterminé par l'extérieur, ce qui est exprimé par l'équation (T1.7) du Tableau 1.

La demande totale de bien composite est la somme de la consommation des ménages  $C$ , de la consommation des administrations  $G$ , de l'investissement en logement  $H$  et de l'investissement productif :  $\sum_{i=1}^{II} [K_{+1}^i - (1 - \delta^i) K^i]$ .  $\delta^i$  représente le taux de dépréciation du capital dans le secteur  $i$ . Les exportations nette de bien exposé  $I$  sont données par l'équation (T1.8a). Le marché du bien abrité  $II$  est en équilibre pour des exportations nettes de ce bien exogène<sup>1</sup>, ce qui est exprimé par l'équation (T1.8b).

---

<sup>1</sup> Dans un modèle purement théorique ces exportations seraient bien sûr nulles.

### 2.3. L'emploi et les salaires

Il y a cinq taxes ou para-taxes concernant directement ou indirectement les travailleurs : les cotisations sociales employeurs, les cotisations sociales employés, l'impôt sur les revenus, celui sur la consommation et celui sur la valeur ajoutée. Les taux des trois premières changent avec la qualification  $i$  du travail concerné ( $i = 1, 2, 3$ ). Ils sont respectivement  $\tau_{1i}$ ,  $\tau_{2i}$  et  $\tau_{3i}$ . Les quatrième et cinquième taux, les mêmes pour tous, sont respectivement  $\tau_5$  et  $\tau_{10}$ .

Le travail circule sans coût entre les secteurs : à qualification donnée il perçoit donc la même rémunération dans les trois secteurs. Soit  $w_i$  le taux de salaire brut de la qualification  $i$ . Le salaire réel net de taxes de cette qualification est :

$$(8) \omega_i^* = w_i (1 - \tau_{2i}) (1 - \tau_{3i}) / (1 + \tau_4) P_D.$$

Le coût réel de cette qualification pour la branche  $j$  ( $j = I, II$ ) est pour sa part :

$$(9) \omega_i^j = w_i (1 + \tau_{1i}) / [(1 - \tau_{10}) P^j].$$

On définit le coin salarial de la qualification  $i$  dans le secteur  $j$  comme le rapport du coût réel de cette qualification à son taux de salaire réel (équations T9a à f du Tableau 1).

Les populations actives disponibles des trois qualifications sont respectivement :  $\bar{L}_1 (1 + n_1)^t$ ,  $\bar{L}_2 (1 + n_2)^t$  et  $\bar{L}_3 (1 + n_3)^t$ . On suppose que la main-d'oeuvre très qualifiée est entièrement employée. On a donc la relation (T1.12).

La main-d'oeuvre non qualifiée est payée au SMIC dont la valeur brute  $s$  est fixée par l'Etat et indexée sur l'indice du prix intérieur d'utilisation (taxes sur la consommation compris) :

$$(10) s = \bar{s} (1 + \tau_4) P_D$$

où  $\bar{s}$  est une variable de politique économique. On a alors la relation (T1.13).

Le salaire réel de la main-d'oeuvre qualifiée est fixé par un processus de négociation collective entre les entreprises et les syndicats. Nous résumons le résultat de celui-ci par une fonction d'"offre de travail", telle que le taux d'emploi soit une fonction croissante du taux de salaire (équation (T1.14)).

#### 2.4. Les ménages et le coût d'usage du capital

Bien qu'il y ait trois types de salariés, plus des chômeurs, des fonctionnaires et des inactifs, nous simplifierons l'analyse en supposant qu'il n'existe qu'un seul type de ménages, qui consomme  $C_t$  durant la période  $t$ , qui vit éternellement, et dont la fonction d'utilité intertemporelle est :

$$(11) U = \sum_{t=0}^{\infty} \gamma'^t (C_t / \bar{N}_t)^{1-\lambda} / (1 - \lambda), \quad 0 < \gamma' < 1, \lambda > 0,$$

$\bar{N}_t$  est la population totale de la France à la date t.

A l'instant t ces ménages héritent de la période précédente d'un montant B de titres à court terme. Ils perçoivent aussi les salaires (nets de taxes directes) :  $(\sum_{i=1}^3 \omega_i^* L_i) P_D (1 + \tau_4)$  et les transferts forfaitaires T. Ils consomment pour une valeur  $P_D (1 + \tau_4) C$ , et investissent en logement, pour  $P_D (1 + \tau_6) H$ . L'excédent non dépensé fait l'objet d'un placement au taux nominal i. Les revenus d'intérêt sont soumis à un impôt de taux  $\tau_5$ . Le patrimoine dont disposent les ménages à la date (t + 1) est ainsi  $B_{+1}$ , donné par la relation (T1.15).

Le comportement d'optimisation des ménages conduit à la relation d'équilibre intertemporel entre grandeurs des périodes t et (t+1) (T1.16), où nous avons posé :  $\gamma'' = \gamma' (\bar{N} / \bar{N}_{+1})^{1-\lambda}$ , et supposé cette grandeur fixe. Les entreprises financent leur capital en émettant des bons. Nous supposons qu'une fraction  $\lambda^i$  fixe des revenus de ces bons,  $i = I, II$ , est soumise à un impôt sur les bénéfices de taux  $\tau_8$ . Un raisonnement d'arbitrage simple montre que les coûts d'usage du capital des secteurs i sont données par les équations (T1.17 a et b), où  $p^i$  représente la prime de risque du secteur i, et  $\tau_9$  le taux d'imposition de l'investissement productif. Le choix de notre procédure de discrétisation du temps en ce qui concerne l'accumulation du capital, nous conduit à faire une hypothèse un peu artificielle : l'entreprise distribue la rémunération du capital en début de période, mais celle-ci n'est perçue par les prêteurs qu'en fin de période.

## 2.5. Les administrations et l'extérieur

Les recettes des administrations sont les :

- cotisations sociales employeurs :  $\sum_{i=1}^3 \tau_{1i} L_i \omega_i^* (1 + \tau_4) P_D / [(1 - \tau_{2i})(1 - \tau_{3i})]$  ;

- cotisations sociales employés :  $\sum_{i=1}^3 \tau_{2i} L_i \omega_i^* (1 + \tau_4) P_D / [(1 - \tau_{2i})(1 - \tau_{3i})]$  ;

- impôts sur les revenus :  $\sum_{i=1}^3 \tau_{3i} L_i \omega_i^* (1 + \tau_4) P_D / (1 - \tau_{3i})$  ;

- impôts sur la consommation des ménages :  $\tau_4 P_D C$  ;

- impôts sur les revenus d'intérêt :  $\tau_5 i [B + (\sum_{i=1}^3 \omega_i^* L_i) P_D (1 + \tau_4) + T - P_D (1 + \tau_4) C - P_D (1 + \tau_6) H] / (1 + i)^2$  ;

- impôts sur l'investissement en logement :  $\tau_6 P_D H$  ;

- impôts sur les consommations intermédiaires :  $\tau_7 \sum_{i=1}^{II} \sum_{j=1}^{II} P^j C_j^i$  ;

- impôts sur les bénéfices :  $\tau_8 \sum_{i=1}^{II} \lambda^i \omega_4^i P^i K^i$  ;

- impôts sur l'investissement productif :  $\tau_9 P_D \sum_{i=1}^{II} [K_{+1}^i - (1 - \delta^i) K^i]$  ;

---

<sup>2</sup> Toutes les assiettes fiscales sont générées et donc taxées en début de période, sauf les revenus d'intérêt qui le sont à la fin de la période. Ceux-ci doivent donc figurer affectés du facteur d'actualisation  $(1+i)$ .

- impôts sur la valeur ajoutée :  $\tau_{10} \sum_{i=1}^{II} P^i Q^i$ .

Les dépenses sont les :

- consommation des administrations :  $P_D G$  ;

- indemnités chômage :  $TR P_D (1 + \tau_4) \sum_{i=2}^3 \omega_i^* (\bar{L}_i - L_i)$  ;

- transferts forfaitaires aux ménages :  $T$  ;

- transferts à l'extérieur :  $T'$ .

Nous supposons que le budget des administrations est équilibré à chaque période grâce à un mouvement adéquat des transferts aux ménages  $T$ , et que la dette publique est nulle. Cette hypothèse n'est pas très restrictive. En effet si nous admettions que les administrations pouvaient emprunter à condition de rester solvables, nous obtiendrions les mêmes résultats, l'équivalence ricardienne prévalant dans le modèle. L'équation d'équilibre du budget des administrations ne figure pas dans le Tableau 1, car elle peut être déduite par une combinaison des autres relations : l'identité de Walras est évidemment valide dans notre modèle.

Le déficit commercial est :  $-\sum_{i=1}^{II} P^i X^i$ . Accompagné des transferts publics à l'extérieur  $T'$ , il s'ajoute à la dette de la France à la date  $t$  :  $U$ . La dette extérieure de la date  $(t + 1)$  est égale à ce total capitalisé au taux  $i$  (nous supposons que les non résidents ne supportent pas la taxe sur les revenus d'intérêt), ce qui nous donne l'équation (T1.18).

Le modèle considère que le taux de change nominal est fixe. Le taux d'intérêt du reste du monde  $\bar{i}$  est exogène et constant. L'excédent du taux d'intérêt français sur celui étranger,  $i - \bar{i}$ , est une fonction linéaire croissante du taux d'endettement extérieur (cet endettement en fin de période, rapporté à la valeur ajoutée en valeur des secteurs exposés, équation (T1.19)). Enfin le capital productif est financé par émission de bons souscrits par les ménages et l'extérieur (équation (T1.20)).

On remarque alors que le modèle est décomposable : l'identité budgétaire des ménages (T1.15) ne sert qu'à déterminer les transferts publics  $T$  à cet agent, compatibles avec l'équilibre du budget des administrations. De même l'équation (T1.20) ne sert qu'à déterminer le montant des titres détenus par les ménages sans rétroagir sur la dynamique des autres variables (sauf bien sûr  $T$ ).

TABLEAU 1 - LE MODELE CHARLOTTE

LES EQUATIONS (43)

$$(T1.1a \text{ à } f) \omega_j^i L_j^i / Q^i = a_j^i + \sum_{k=1}^4 b_{jk}^i \ln \omega_k^i + b_{j5}^i t, \quad i = I, II., \quad j = 1, 2, 3.$$

$$(T1.2a \text{ et } b) \omega_4^i K^i / Q^i = a_4^i + \sum_{k=1}^4 b_{4k}^i \ln \omega_k^i + b_{45}^i t, \quad i = I, II.$$

$$(T1.3a \text{ et } b) a_0^i + a_5^i t + 0,5 \left[ \sum_{j=1}^3 (\omega_j^i L_j^i / Q^i + a_j^i + b_{j5}^i t) \ln \omega_j^i + (\omega_4^i K^i / Q^i + a_4^i + b_{45}^i t) \ln \omega_4^i \right] = 0, \quad i = I, II.$$

$$(T1.4a \text{ et } b) P^i Q^i + \sum_{j=1}^{II} (1 + \tau_j) P^j C_j^i = P^i (Q^i + \sum_{j=1}^{II} C_j^i), \quad i = I, II.$$

$$(T1.5a \text{ à } d) C_j^i = c_j^i (Q^i + \sum_{k=1}^{II} C_k^i), \quad i, j = I, II.$$

$$(T1.6) P_D^{1-\sigma} = \sum_{j=1}^{II} \alpha_j (P^j)^{1-\sigma}.$$

$$(T1.7a) P^I = \bar{P}^I (1 + \pi^I)^t.$$

$$(T1.8a \text{ et } b) X^i = (P^i / P^j) Q^i + \sum_{j=1}^{II} (P^j / P^i) C_j^i - \sum_{j=1}^{II} C_j^i - \alpha_i (P^i / P_D)^{-\sigma} \{C + G + H + \sum_{j=1}^{II} [K^j - (1 - \delta^j) K_{-1}^j]\}, \quad i = I, II.$$

$$(T1.9a \text{ à } f) W_i^j = (1 + \tau_{ii}) (1 + \tau_4) P_D / [(1 - \tau_{2i}) (1 - \tau_{3i}) (1 - \tau_{10}) P^j], \quad i = 1, 2, 3, \quad j = I, II.$$

$$(T1.10a \text{ à } f) \omega_i^j = W_i^j \omega_i^*, \quad i = 1, 2, 3, \quad j = I, II.$$

$$(T1.11a \text{ à } c) L_i = L_i^I + L_i^{II}, i = 1, 2, 3.$$

$$(T1.12) L_1 = \bar{L}_1 (1+n_1)^t.$$

$$(T1.13) \omega_3^* = \bar{s} (1 - \tau_{23}) (1 - \tau_{33}).$$

$$(T1.14) L_2 / [\bar{L}_2 (1 + n_2)^t] = A \omega_2^{*\mu}.$$

$$(T1.15) B_{+1} = [1 + (1 - \tau_5) i][B + (\sum_{i=1}^3 \omega_i^* L_i) P_D (1+\tau_4) + TR P_D (1 + \tau_4) \sum_{i=2}^3 \omega_i^* (\bar{L}_i - L_i) + T - P_D(1+\tau_4) C - P_D (1 + \tau_6) H].$$

$$(T1.16) C^{-\lambda} / P_D (1 + \tau_4) = \gamma^n [1 + (1 - \tau_5) i] C_{+1}^{-\lambda} / P_{D,+1} (1 + \tau_{4,+1}).$$

$$(T1.17a \text{ à } c) \omega_4^i = [(1 + \tau_9)(1 + i + p^i) P_D - (1 + \tau_{9,+1}) (1 - \delta^i) P_{D,+1}] / [(1 - \tau_{10,+1}) P^{i'} (1 - \lambda^i \tau_{8,+1})], i=I, II.$$

$$(T1.18) U_{+1} = (1 + i) (U - \sum_{i=I}^{II} P^i X^i + T').$$

$$(T1.19) i = \varphi U_{+1} / (P^I Q^I) + \bar{i}.$$

$$(T1.20) (1 + i_{-1}) P_{D,-1} \sum_{i=I}^{II} K^i = B + U.$$

### LES VARIABLES ENDOGENES (43)

$Q^i$ ,  $i = I, II$ , valeur ajoutée du secteur  $i$ .

$L_1^i$ ,  $i = I, II$ , emploi très qualifié dans le secteur  $i$ .

$L_2^i$  ,  $i = I, II$ , emploi qualifié dans le secteur  $i$ .  
 $L_3^i$  ,  $i = I, II$ , emploi non qualifié dans le secteur  $i$ .  
 $K^i$  ,  $i = I, II$ , capital productif dans le secteur  $i$  en début de période.  
 $\omega_1^i$  ,  $i = I, II$ , coût réel du travail très qualifié dans le secteur  $i$ .  
 $\omega_2^i$  ,  $i = I, II$ , coût réel du travail qualifié dans le secteur  $i$ .  
 $\omega_3^i$  ,  $i = I, II$ , coût réel du travail non qualifié dans le secteur  $i$ .  
 $\omega_4^i$  ,  $i = I, II$ , coût du capital dans le secteur  $i$ .  
 $P^i$  ,  $i = I, II$ , prix à la production du bien  $i$ .  
 $P^v$  ,  $i = I, II$ , prix à la valeur ajoutée du bien  $i$ .  
 $CJ_i^j$  ,  $i, j = I, II$ , consommation intermédiaire en bien  $i$  par le secteur  $j$ .  
 $P_D$  , prix intérieur d'utilisation (hors taxes).  
 $C$  , consommation des ménages.  
 $X^I$  , exportations nettes de bien exposé.  
 $W_i^j$  ,  $i = 1, 2, 3$ ,  $j = I, II$ , coin salarial pour la qualification  $i$  dans le secteur  $j$ .  
 $\omega_i^*$  ,  $i = 1, 2, 3$ , taux de salaire réel de la qualification  $i$ .  
 $L_i$  ,  $i = 1, 2, 3$ , population active occupée de qualification  $i$ .  
 $B$  , montant de titres détenus par les ménages en début de période.  
 $T$  , transferts forfaitaires aux ménages.  
 $i$ , taux d'intérêt national.  
 $U_{+1}$  , dette extérieure en fin de période.

### LES VARIABLES EXOGENES

$G$  , consommation des administrations.  
 $H$  , investissement en logement.  
 $\bar{i}$  , taux d'intérêt étranger.

$\bar{L}_i$  ,  $i = 1, 2, 3$ , population active disponible de qualification  $i$  à la date 0.

$n_i$  ,  $i = 1, 2, 3$ , taux de croissance de la population active disponible de qualification  $i$ .

$\bar{P}^I$  , prix extérieur du bien exposé à la date 0.

$\pi^I$  , taux de croissance du prix extérieur du bien  $i$  exposé.

$\bar{s}$  , indicateur du niveau du SMIC.

$T'$  , transferts à l'étranger.

$TR$  , taux de remplacement des chômeurs.

$\tau_{1i}$  ,  $i = 1, 2, 3$ , taux des cotisations sociales employeurs pour la qualification  $i$ .

$\tau_{2i}$  ,  $i = 1, 2, 3$  , taux des cotisations sociales employés pour la qualification  $i$ .

$\tau_{3i}$  ,  $i = 1, 2, 3$ , taux d'imposition des revenus pour la qualification  $i$ .

$\tau_4$  , taux d'imposition de la consommation des ménages.

$\tau_5$  , taux d'imposition des revenus d'intérêt.

$\tau_6$  , taux d'imposition de l'investissement en logement.

$\tau_7$  , taux d'imposition des consommations intermédiaires.

$\tau_8$  , taux d'imposition des bénéfices.

$\tau_9$  , taux d'imposition de l'investissement productif.

$\tau_{10}$  , taux d'imposition de la valeur ajoutée.

$X^{II}$  , exportations nettes de bien abrité.

$a_5^i$  ,  $b_{15}^i$  ,  $b_{25}^i$  ,  $b_{35}^i$  ,  $b_{45}^i$  ,  $i = I, II$ , progrès technique.

## 2.6. Principes d'utilisation de la maquette

Le modèle est à anticipations parfaites et détermine l'état de l'économie à la période  $t$  en fonction de ceux aux périodes  $(t-1)$  et  $(t+1)$ . Les 43 équations du système ainsi obtenu déterminent les valeurs courantes des 43 endogènes, en fonction de celles retardées des 4 endogènes prédéterminées :  $B_{-1}$ ,  $K_{-1}^I$ ,  $K_{-1}^{II}$ , et  $U$ , et de celles avancées des 4 endogènes anticipées :  $C_{+1}$ ,  $P_{+1}^I$ ,  $P_{+1}^{II}$ , et  $P_{D,+1}$ .

Nous avons réécrit la maquette en variables réduites. Pour cela nous avons déflaté chaque variable par une tendance qui caractérise son évolution de très long terme<sup>3</sup>. Nous avons aussi redéfini les paramètres de la fonction de coût affectant une tendance temporelle.

Pour les simulations nous nous donnons les valeurs à l'instant 0 des 4 endogènes prédéterminées. Nous utilisons le modèle, réécrit en variables réduites, de la date 1 à la date  $\Theta_1$ . Puis de la date  $(\Theta_1+1)$  à la date  $\Theta_2$  nous fixons les termes où interviennent le temps :  $a_5^i t$ ,  $b_{j5}^i t$ ,  $(1 + n_i)^t$ ,  $i = 1, 2, 3$ ,  $j = 1, 2, 3, 4$ ,  $(1 + \pi^I)^t$ , à leurs valeurs à l'instant  $\Theta_1$ . Les autres variables exogènes sont pour leur part supposées rester constantes au delà de la date  $\Theta_1$ . Si les conditions de BLANCHARD et KAHN (1980) sont satisfaites, les variables endogènes convergent vers un état stationnaire que nous supposons atteint à la date  $\Theta_2 + 1$ .

---

<sup>3</sup>Nous supposons que, toutes choses égales par ailleurs, les taux des salaires réels des qualifiés et des non qualifiés augmentent au taux tendanciel de très long terme de la productivité du travail. Cela revient à faire croître géométriquement à ce taux la variable exogène  $\bar{s}$  et le paramètre  $A$ .

Une taxonomie des types de progrès technique se définit de façon plus convaincante sur la forme réduite que sur la forme originale du modèle. Dans le secteur I par exemple le progrès technique est déterminé par les paramètres  $a_5^I$ ,  $b_{15}^I$ ,  $b_{25}^I$ ,  $b_{35}^I$  et  $b_{45}^I$ . Supposons les rapports des prix réduits des facteurs, fixes au cours du temps. Nous déduisons des équations (T1.1a) à (T1.2a) :

$$(12) \omega_1^I L_1^I / C^I = b_{15}^I t + cte_1 ; \omega_2^I L_2^I / C^I = b_{25}^I t + cte_2 ; \omega_3^I L_3^I / C^I = b_{35}^I t + cte_3 ; \omega_4^I K^I / C^I = b_{45}^I t + cte_4, \text{ où } cte_i, i = 1, \dots, 4, \text{ sont des termes constants.}$$

Nous dirons qu'une innovation est neutre si elle laisse inchangée les parts des coûts de chaque facteur dans le coût total. Ainsi le paramètre  $a_5^I$  guide un progrès technique neutre (d'autant plus intense que ce paramètre est négatif). Nous dirons qu'une innovation utilise (économise) du travail très qualifié si la part du coût de ce facteur dans le coût total,  $\omega_1^I L_1^I / C^I$ , augmente (diminue). Ainsi  $b_{15}^I$  positif guide un progrès technique qui utilise du travail très qualifié. En revanche  $b_{15}^I$  négatif représente un progrès technique qui économise du travail très qualifié.  $b_{25}^I$ ,  $b_{35}^I$  et  $b_{45}^I$  s'interprètent de la même façon.

### 3. LE CALIBRAGE

#### 3.1. Les fonctions de coût

Jean-Marc GERMAIN et Antoine-Tristan MOCILNIKAR, de la Direction de la Prévision, ont constitué une base de données annuelles très riche sur l'emploi, le chômage, les rémunérations et les cotisations sociales, pour la période 1982-1993, en se fondant principalement sur les Enquêtes Emploi annuelles. Cette base

est sectorielle. Nous nous sommes intéressé aux quatorze secteurs marchands (hors locations immobilières) de la NAP 16. Nous les avons agrégés en deux secteurs : abrité et exposé. La base de données comprend aussi cinq qualifications construites à partir de la nomenclature des Catégories socio-professionnelles. Nous les avons regroupés en trois. Les Très qualifiés comprennent les Cadres et les Professions intermédiaires. Les Qualifiés comprennent les Employés et Ouvriers Qualifiés. Les Non qualifiés regroupent les Employés et Ouvriers non qualifiés. Pour les chômeurs ayant perdu leur emploi, la classification est basée sur le dernier emploi détenu, et pour les primo-demandeurs par l'emploi recherché.

La base de GERMAIN et MOCILNIKAR nous a permis de calculer les populations actives disponibles et celles occupées pour les trois qualifications, mesurées en personnes, ainsi que leurs salaires bruts mensuels et les taux moyens des cotisations sociales employés et employeurs, CSG comprise, qu'elles subissent.

Les séries de capital brut et de déclassement en base annuelle sur la période 1982-1993, ont été calculées grâce à une méthode mise au point par Bernard GAUTIER (1993). La rémunération du capital de chaque secteur a été calculée en soustrayant à la valeur ajoutée du secteur les coûts des trois qualifications :

$$Q^i - \sum_{j=1}^3 \omega_j^i L_j^i, \quad i = \text{abrité, exposé.}$$

Cette rémunération a été ensuite divisée par le capital du secteur pour obtenir le coût du capital  $\omega_4^i$ .

L'estimation, pour chaque secteur, de la totalité des paramètres des équations des parts des rémunérations des facteurs (T1.1a) à (T1.2b), sur douze points seulement, ne nous a pas paru raisonnable. Aussi nous avons choisi de calibrer les élasticités de substitution entre les quatre facteurs à des valeurs compatibles avec les résultats de la littérature (voir la revue du chapitre 2 du livre d'HAMERMESH (1993))<sup>4</sup>. Nous avons supposé que les élasticités des trois formes de travail entre elles étaient de 0,8. L'élasticité du capital et du travail très qualifié a été choisie égale à -0,3, c'est-à-dire que ces deux

---

<sup>4</sup>Les valeurs numériques que nous donnons aux élasticités sont raisonnables mais peuvent être critiquées : la revue d'HAMERMESH montre en effet qu'il existe encore des désaccords importants à leur sujet dans la littérature économique. Par exemple les estimations de DUGUET, GREENAN et MORET (1997) conduisent à des résultats assez différents de notre choix.

facteurs sont p-complémentaires. L'élasticité du capital et du travail non qualifié a été fixée à 1, soit le degré de substitution d'une fonction de Cobb-Douglas. L'élasticité du capital et du travail qualifié a été fixée à 0,8. Nous avons pu alors calculer l'élasticité de substitution de chaque facteur avec lui-même en utilisant les équations (5). Nous avons alors vérifié que les fonctions de coût des deux secteurs étaient bien concaves.

Nous avons ensuite utilisé les équations des parts des rémunérations des facteurs (T1.1), pour estimer  $a_1$  à  $a_3$  et  $b_{15}$  à  $b_{35}$  ;  $a_4$  et  $b_{45}$  ont été calculés grâce aux équations (2).

Nous avons ensuite estimé les frontières des prix des facteurs (T1.3), en remplaçant les paramètres déjà estimés par leurs valeurs, et en régressant l'expression qu'on peut ainsi calculer par rapport à une constante et au temps. Nous obtenons ainsi pour chacun des deux secteurs, exposé et abrité, les termes  $a_0$  et  $a_5$ .

Pour interpréter économiquement les tendances des progrès techniques il est préférable de raisonner, non pas sur les paramètres étalonnés ou estimés, mais sur ceux-ci après qu'ils aient subi les transformations nécessaires pour l'écriture du modèle en variables réduites. Les résultats pour le secteur exposé sont :

$$b_{15} = -0,0044 ; b_{25} = -0,0057 ; b_{35} = -0,0089 ; b_{45} = 0,0190 ; a_5 = 0,0320.$$

Le progrès technique économise du travail des trois qualifications, à des degrés similaires pour le travail très qualifié et qualifié et à un degré plus élevé pour le travail non qualifié. Il utilise du capital. Les résultats du secteur abrité sont :

$$b_{15} = -0,0003 ; b_{25} = -0,0087 ; b_{35} = -0,0018 ; b_{45} = 0,0109 ; a_5 = 0,0213.$$

Le progrès technique économise un petit peu le travail très qualifié, davantage le travail non qualifié et surtout qualifié. Il utilise du capital. Le progrès technique neutre est plus élevé dans le secteur abrité que dans l'exposé.

### 3.2. Les autres paramètres du modèle

Notre base de données a été complétée en utilisant les Comptes de la Nation annuels en base 1980, tels qu'ils figurent dans la base NOUBA. Elle concerne toujours la période 1982-1993. Le taux d'intérêt à long terme a cependant été pris dans une banque de données semestrielles de l'OCDE. Les entrées intermédiaires et la consommation des ménages ne comprennent ni les locations et crédit bail immobiliers, ni les services non marchands, ni les produits consommés hors du territoire de résidence, et pour les premières l'unité fictive est ignorée. La FBCF logement ne comprend que celle des ménages, des entreprises d'assurance et des entreprises, et n'inclut pas la TVA ni les taxes déductibles.

On a ôté de chaque série économique sa tendance, supposée géométrique, puis on a calculé sa valeur moyenne. On a calculé le taux de croissance de très long terme de la population active disponible  $n$  comme une moyenne des taux de croissance des populations actives des trois qualifications, pondérée par l'importance de ces qualifications, sur la période de notre base de données. Nous avons calculé de même le taux de croissance de très long terme de la valeur ajoutée en volume  $g$ . Nous avons calculé les taux d'inflation de très long terme pour les productions de biens exposés et abrités par moyennes pondérées des taux d'inflation des valeurs ajoutées et des consommations intermédiaires. La moyenne pondérée des deux taux d'inflation ainsi obtenus nous a donné le taux d'inflation de très long terme de la production totale  $\pi$ .

Nous avons ensuite calculé les nombreux taux de taxes figurant dans le modèle. Pour cela nous sommes parti des masses fiscales de notre base de données. Ensuite Valérie CHAMPAGNE et Laurent MENARD de la Direction de la Prévision, nous ont donné pour chaque impôt existant les parts pouvant s'interpréter comme une cotisation sociale employeur, un impôt sur la consommation, un impôt sur l'investissement logement, etc... qui sont autant d'impôts théoriques pris en compte par le modèle.

Le taux de salaire réel de chaque qualification, supposé le même dans chaque secteur, a été calculé par une moyenne pondérée des taux de salaire réels effectifs dans les deux secteurs, eux-mêmes calculés à partir des données de la

base et de l'équation (8). Les taux de dépréciation du capital ont été calculés à partir des données de déclassement et de capital. L'endettement extérieur a été normé à zéro.

Nous avons disposé ainsi des valeurs de la plupart des variables endogènes et exogènes du modèle à l'année de base :  $t = 0$ . Les paramètres figurant dans la fonction de coût sont aussi connus.

Quelques autres paramètres ont leurs valeurs fixées a priori. Ainsi le paramètre  $\sigma$ , qui est l'élasticité-prix de la demande de chacun des deux biens, est pris égal à 0,7.  $\lambda$ , qui est l'inverse de l'élasticité de substitution intertemporelle des ménages, est pris égal à 0,5. Les estimations de ce coefficient qu'on trouve dans la littérature sont très variées. ADDA (1995) semble préférer une valeur de 2. Le paramètre  $\mu$ , qui est l'élasticité de l'offre de travail qualifié telle qu'elle résulte des négociations collectives, par rapport au taux de salaire réel, est pris égal à 0,4. Il implique une élasticité du taux de salaire réel par rapport au taux de chômage de 0,33. Ce coefficient est nettement plus élevé que celui que proposent NICKELL et BELL (1996) pour le Royaume-Uni, qui est de 0,062. BLANCHFLOWER et OSWALD (1994) estiment cette élasticité pour de nombreux pays, mais sans séparer les différentes qualifications. Ils concluent à une élasticité comprise entre 0,08 et 0,11. Notre chiffre est donc peut-être un peu fort. Cependant CARA, KRAMARZ et LEMIEUX (1996) obtiennent des valeurs allant de 0,2 à 0,4 pour les Etats-Unis. La variable exogène taux d'intérêt étranger, est égale au taux d'intérêt national. Enfin nous avons posé une valeur de  $\varphi$  égale à 0,030 : une hausse de l'endettement de la France égale à la valeur ajoutée de son secteur exposé accroît le taux d'intérêt de 3 %, ce qui semble raisonnable.

Les équations du modèle, écrit en variables réduites, pour :  $t = 0$ , et sous l'hypothèse que les valeurs retardées ou avancées de chaque variable sont égales à leur valeur courante, sont alors utilisées pour calculer les variables exogènes et les paramètres non encore connus, et pour recalculer le termes constants des équations (T1.1) à (T1.3), c'est-à-dire les  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  et  $a_4$  des deux secteurs exposé et abrité.

#### 4. L'EVOLUTION TENDANCIELLE DU MODELE

Dans cette section nous simulons le modèle comme nous l'avons indiqué dans le paragraphe 2.6. Pour cela nous supposons que la maquette est à l'état stationnaire associé à son écriture en variables réduites à la date 0. Les termes des tendances temporelles des progrès techniques, des prix et de la population évoluent alors comme indiqué dans le modèle, de la date 1 à la date 15. Puis ces termes sont gelés à leurs valeurs atteintes à la date 15, et le modèle tend progressivement vers le nouvel état stationnaire associé aux nouvelles valeurs de ces termes. Le modèle, qui est à anticipations parfaites, ou qui en termes mathématiques se présente comme un ensemble d'équations aux différences finies avec conditions initiales et finales, est simulé selon une méthode de relaxation développée par LAFFARGUE (1990), BOUCEKKINE et LEVAN (1993), BOUCEKKINE (1995), et JUILLARD (1996). Nous utilisons le module GAUSS écrit par JUILLARD.

Les résultats des simulations dynamiques sont donnés dans les graphiques 1 à 9. Nous rappelons qu'ils sont relatifs chaque fois à de variables réduites, c'est-à-dire corrigées de leurs tendances de croissance équilibrée. Si nous écrivons l'approximation linéaire du modèle au voisinage du compte central, après avoir supprimé les variables retardées ou avancées redondantes, sous la forme de BLANCHARD et KHAN (1980), nous remarquons qu'il ne comporte plus que deux variables prédéterminées et deux variables anticipées. Or les valeurs propres non nulles sont toutes réelles et au nombre de quatre ; deux sont inférieures à 1 et égales à 0,0318 et 0,9067 , deux sont supérieures à 1 et égales à 1,1993 et 26,6044. Ainsi les conditions de BLANCHARD et KHAN sont vérifiées. Ce résultat est confirmé par le fait que l'algorithme converge vers une valeur unique (voir BOUCEKKINE (1995)).

La période la plus intéressante de la simulation concerne les quinze premières années, celles où le progrès technique n'est pas neutre, où les populations actives des différentes qualifications évoluent à des taux différents, et où l'inflation étrangère est plus faible. Les graphiques et les commentaires se limiteront à cette période. Les graphiques 5 montrent que le plein emploi des très qualifiés est assuré, que le taux de chômage des qualifiés augmente de 11,5 % à 13,8 % , et que le chômage des non qualifiés progresse d'un peu moins de 25 % à plus de 47 % . Les graphiques 4 montrent que le taux de

le salaire réel des très qualifiés baisse de 4,2 %, celui des qualifiés diminue d'environ 5,8 %, et celui des non qualifiés reste inchangé conformément à nos hypothèses. Les graphiques 2 montrent que le capital fixe augmente beaucoup : il double pratiquement dans le secteur exposé, et progresse d'à peine moins dans le secteur abrité. Les graphiques 3.4 et 4.4 montrent que les valeurs ajoutées des deux secteurs croissent fortement.

Ces résultats s'expliquent par un progrès technique important, favorable à l'accumulation du capital, et économisant le travail, surtout celui des non qualifiés. Les salaires des très qualifiés, qui se forment de façon concurrentielle, baissent, modérément, et le plein emploi de ces travailleurs reste assuré. Le salaire réel des non qualifiés est fixe et face à cette rigidité le progrès technique conduit à une forte élévation du chômage. Les qualifiés sont dans une situation intermédiaire. La baisse de la demande de ce type de travail résultant du progrès technique est freinée par la réduction du taux de salaire réel qu'elle implique.

Le prix à la production du bien exposé, déterminé par les marchés internationaux, baisse de façon continue (graphique 7.2). Pour le bien abrité les choses sont un peu plus compliquées. L'offre de ce bien augmente. Mais l'investissement, qui est composé en partie de bien abrité, augmente aussi. Finalement le premier effet l'emporte et le prix du bien abrité diminue, mais à un rythme peu rapide (graphique 7.1). Ces trois mouvements à la baisse se transmettent au prix intérieur d'utilisation (graphique 3.1). Les ménages prévoyant cette diminution des prix, réduisent leur consommation de l'année 1, pour ensuite l'augmenter progressivement (graphique 2.4).

L'analyse des exportations nettes de bien exposé (graphique 3.2) est un peu compliquée. A l'année 1 la valeur ajoutée augmente, l'investissement augmente mais moins, et la consommation baisse fortement. Aussi la balance commerciale devient très excédentaire. Ensuite le mouvement de la valeur ajoutée et de l'investissement se poursuit, alors que celui de la consommation se renverse. Cela détériore la balance commerciale par rapport à sa situation initiale du compte central, et elle devient déficitaire. De plus le prix du bien exposé baissant plus vite que le prix du bien abrité, la demande nationale (consommation

des ménages et des administrations, investissement productif et en logement) devient plus intensive en biens exposés, ce qui renforce la détérioration de la balance commerciale.

L'analyse de l'évolution de la dette extérieure est alors évidente (graphique 1.4). A l'année 1 l'excédent commercial conduit à une baisse de cette dette. Puis le déficit commercial des années suivantes conduit à une accumulation de la dette. Le mouvement du taux d'intérêt nominal (graphique 7.3) est le même que celui de la dette. On note que son élévation sur la période n'est pas négligeable (1 %). Les coûts d'usage du capital (graphiques 6.1 et 6.2) ont une évolution similaire à celle du taux d'intérêt. Mais ces coûts augmentent plus dans le secteur exposé car son prix de production baisse à un rythme plus rapide. Ces hausses des coûts d'usage du capital freinent bien sûr l'accumulation de ce facteur, mais à un degré insuffisant pour qu'on puisse le remarquer sur les graphiques 2.

Le graphique 9.4 représente l'excédent budgétaire<sup>5</sup> en points de PIB. Au cours des 15 années étudiées nous observons une croissance de cet excédent qui atteint à la fin 2,6 points de PIB. Le coût croissant du chômage est dominé par les recettes fiscales et parafiscales supplémentaires résultant de l'expansion économique.

Il peut être intéressant de comparer les taux de croissance des principales variables économiques, calculés sur les quinze premières années de l'évolution du modèle caractérisées notamment par un progrès technique non neutre, à ceux observés sur la période de calibrage 1982-1993 (Tableau 2<sup>6</sup>).

---

<sup>5</sup>Celui-ci est mesuré par l'augmentation de la variable T par rapport à sa valeur à l'état stationnaire initial.

<sup>6</sup>Il s'agit maintenant de variables non transformées, et non plus de variables réduites.

TABLEAU 2. TAUX DE CROISSANCE EN POUR CENT PAR AN

	Simulé	Observé
$L_1$	2,4	2,3
$L_2$	-0,2	-0,4
$L_3$	-3,6	-2,1
$K^I$	7,4	2,3
$K^{II}$	6,1	2,9
$Q^I$	4,1	1,0
$Q^{II}$	4,1	2,6
$\omega_1^*$	1,5	1,0
$\omega_2^*$	1,4	1,0
$\omega_3^*$	0	1,2
$\omega_4^I$	1,3	4,1
$\omega_4^{II}$	0,6	1,8

La principale différence des simulations par rapport à la réalité est la forte accumulation du capital. Celle-ci conduit à une croissance soutenue de la production. A l'origine de ces écarts on trouve l'évolution des coûts d'usage du capital : ceux-ci augmentent faiblement dans les simulations et fortement dans la réalité. Les coûts d'usage observés du Tableau 2 ont été calculés en divisant l'écart entre la valeur ajoutée et les coûts salariaux réels, par le montant du capital. Les coûts d'usage du capital observés, obtenus par les formules (T1.17) avec une prime de risque nulle, croissent pour leur part à un taux de 2,6 à 2,7 %

La réalité a été ainsi caractérisée par des coûts d'usage du capital en croissance rapide, soit à cause de la hausse des taux d'intérêt réels, soit par suite d'une progression des primes de risque<sup>7</sup>. Cela a eu pour conséquence de limiter la destruction d'emplois non qualifiés, mais au prix d'une forte modération de l'investissement et de la croissance. Si, dans le futur les coûts d'usage du capital se mettent à stagner ou à baisser durablement, nous devrions

<sup>7</sup>Celle-ci peut résulter d'une incertitude croissante de la demande.

observer alors une évolution semblable à celle tendancielle du modèle, c'est-à-dire une croissance économique forte entraînée par le capital, et une détérioration dramatique de l'emploi non qualifié.

## 5. COMMENT LIMITER LA CROISSANCE DU CHOMAGE

L'évolution tendancielle du modèle montre une détérioration des taux de chômage des travailleurs qualifiés, et surtout non qualifiés, au cours des quinze prochaines années, résultant de la non neutralité du progrès technique. Il nous a semblé intéressant de rechercher les politiques fiscales ou parafiscales qui empêcheraient ces évolutions de l'emploi, et ce sans dégrader le budget des administrations.

Pour cela nous avons fixé dans le modèle le taux de chômage des qualifiés et celui des non qualifiés à leurs valeurs de l'état stationnaire de l'instant 0, soit 11,65 % et 23,63 %. Nous avons aussi gelé le déficit budgétaire à son niveau du compte central. En échange nous avons rendu endogènes les taux des cotisations sociales employeurs pour les trois qualifications  $\tau_{11}$ ,  $\tau_{12}$  et  $\tau_{13}$ , qui valaient dans l'état stationnaire initial respectivement 45,32 %, 48,26 % et 48,60 %.

Le modèle ainsi réécrit vérifie les conditions de BLANCHARD et KHAN à l'origine et à la dernière période de simulation. Les résultats les plus intéressants figurent sur les graphiques 10. De la date 0 à la date 15 les taux des cotisations sociales employeurs baissent jusqu'à atteindre 18,3 % pour les très qualifiés, 40 % pour les qualifiés, et 14 % pour les non qualifiés.

La diminution du taux des cotisations sociales employeurs sur les non qualifiés réduit d'autant le coût de leur travail, ce qui compense l'évolution du progrès technique qui leur est défavorable, et permet au taux de chômage de rester inchangé. Evidemment leur taux de salaire réel reste le même que dans l'évolution tendancielle du modèle, soit 33 400 F1980 par an. Le fait que l'emploi non qualifié ne baisse pas, a un effet favorable sur la productivité marginale, et donc la demande, de l'emploi qualifié. Cette conséquence, et une légère baisse des cotisations sociales employeurs, suffisent à maintenir inchangé leur taux de chômage. Ceci implique que leur taux de salaire réel ne bouge pas de

son niveau initial de 38 400 F1980 pa an (alors qu'il diminuait jusqu'à 36 100 F dans l'évolution tendancielle du modèle). Ainsi la réduction des cotisations sociales employeurs est entièrement répercutée sur une baisse du coût du travail.

La non détérioration du chômage a un premier effet bénéfique sur les finances publiques. Mais aussi, le fait que l'emploi reste à un niveau élevé accroît la productivité marginale du capital et donc le niveau de celui-ci. Ces évolutions favorables des facteurs de production augmentent les valeurs ajoutées et en conséquence les recettes fiscales. En fait nous obtenons un effet Laffer : la baisse des taux de cotisations sociales employeurs sur les qualifiés et les non qualifiés réduit le déficit budgétaire.

Pour qualifier ce résultat nous devons remarquer que le capital s'ajuste instantanément dans cette maquette. Dans le modèle Julien (LAFFARGUE (1977)), où cet ajustement prenait du temps, le même effet Laffer était présent dans le long terme, mais pas dans le court terme. Il est probable qu'un délai de plusieurs années soit nécessaire pour qu'il se manifeste dans la réalité.

Comme notre simulation suppose que le déficit budgétaire reste inchangé, les recettes nettes supplémentaires dégagées par les deux premières mesures doivent être utilisées. Elles le sont ici par une baisse des cotisations sociales employeurs sur les très qualifiés. Comme l'offre de ceux-ci est inélastique et que leur plein emploi est assuré, cette réduction est entièrement répercutée dans une hausse de leur taux de salaire réel. Celui-ci atteint à la fin de la période 79 200 F, au lieu de 63 100 F dans l'évolution tendancielle du modèle.

## CONCLUSION

Cet article développe une maquette d'équilibre général de moyen terme de l'économie française, dynamique et à anticipations rationnelles, calibrée sur données récentes, permettant d'analyser la progression du chômage et de l'inégalité de celui-ci selon les qualifications. Elle incorpore les principaux paramètres des politiques fiscales, parafiscales et sociales, et devrait être ainsi utile pour évaluer les conséquences de leurs modifications. Un exemple de ces dernières est analysé.

Une question importante, qui n'est pas abordée dans cet article, est le rôle du commerce international, en particulier avec les pays semi-industrialisés, dans l'inégalité des salaires ou devant l'emploi. Le cadre théorique d'Heckscher, Ohlin et Samuelson constitue une bonne référence. Le théorème de Stolper et Samuelson établit qu'une élévation du prix d'un bien accroît la rémunération des facteurs utilisés relativement intensivement dans la fabrication de ce bien. LAWRENCE et SLAUGHTER (1993) trouvent pour les Etats-Unis que les secteurs à forte intensité de travail non qualifié n'ont pas vu leurs prix relatifs baisser, alors que SACHS et SHATZ (1994) trouvent que ces prix ont diminué, mais modérément. D'autre part LAWRENCE et SLAUGHTER remarquent qu'un corollaire du théorème de Stolper et Samuelson est que l'intensité en travail qualifié devrait baisser dans tous les secteurs, alors que l'on observe le contraire.

Aussi une version de Charlotte, non présentée ici, éclaire le secteur exposé en un secteur moderne et un autre ancien. Le premier secteur utilise relativement plus de main-d'oeuvre très qualifiée et relativement moins de main-d'oeuvre qualifiée que le second. Il est aussi confronté à des prix internationaux progressant plus vite, la concurrence des pays semi-industrialisés déprimant les prix des biens anciens. La maquette ainsi complétée inclut les caractéristiques du modèle d'Heckscher, Ohlin et Samuelson, et peut analyser les effets de la concurrence internationale sur l'emploi non qualifié.

## BIBLIOGRAPHIE

ADDA Jérôme (1995) - "Allocation intertemporelle de la consommation, développements récents", Economie et Prévision, n° 121, p.1-18.

BERMAN Eli, John BOUND et Zvi GRILICHES (1994) - "Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturing : Evidence from the Annual Survey of Manufactures", The Quarterly Journal of Economics 109, p. 367-397.

BLANCHARD Olivier J. et Charles M. KAHN (1980) - "The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations", Econometrica, 48, p. 1305-1311.

BLANCHFLOWER David G. et Andrew J. OSWALD (1994) - The Wage Curve, MIT Press : Cambridge.

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

BOUCEKKINE Raouf et Cuong LE VAN (1993) - "How to Detect Linear Finite Difference Saddlepoint Models Using Relaxation Algorithms ?", ronéotypé CEPREMAP.

CARD David, Francis KRAMARZ et Thomas LEMIEUX (1996) - "Changes in the Relative Structure of Wages and Employment : A Comparison of the United States, Canada, and France", NBER Working Paper n° 5487.

Conseil Supérieur de l'Emploi, des Revenus et des Coûts (1996) - L'allègement des charges sociales sur les bas salaires, Rapport au Premier Ministre.

DUGUET Emmanuel, Nathalie GREENAN et Lise MORET (1997) - "Innovation et qualité du facteur travail", Revue Economique, à paraître.

GAUTIER Bernard (1993) - "Calcul du capital fixe productif avec Excel", 23 juillet, note 93-c1-106/BG/mhg de la Direction de la Prévision.

GOUX Dominique et Eric MAURIN (1997) - "Le déclin de la demande de travail non qualifié. Une méthode d'analyse empirique et son application au cas de la France", Revue Economique, à paraître.

HAMERMESH Daniel S. (1993) - Labor Demand, Princeton : Princeton University Press.

JUILLARD Michel (1996) - "DYNARE : A Program for the Resolution of Nonlinear Models with Forward-Looking Variables", Release 2.1, ronéotypé CEPREMAP.

KATZ Lawrence F. et Kevin M. MURPHY (1992) - "Changes in Relative Wages, 1963-1987 : Supply and Demand Factors", The Quarterly Journal of Economics 107, p. 35-78.

LAFFARGUE Jean-Pierre (1990) - "Résolution d'un modèle macroéconomique avec anticipations rationnelles", Annales d'Economie et de Statistique, 17, p. 97-119.

LAFFARGUE Jean-Pierre (1997) - "Fiscalité, charges sociales, qualifications et emploi. Etude à l'aide du modèle d'équilibre général calculable de l'économie française "Julien"", Economie et Prévision, à paraître.

LAWRENCE Robert Z. et Matthew J. SLAUGHTER (1993) - "International Trade and American Wages in the 1980s : Giant Sucking Sound or Small Hiccup ?", Brookings Papers on Economic Activity : Microeconomics 2, p. 161-210.

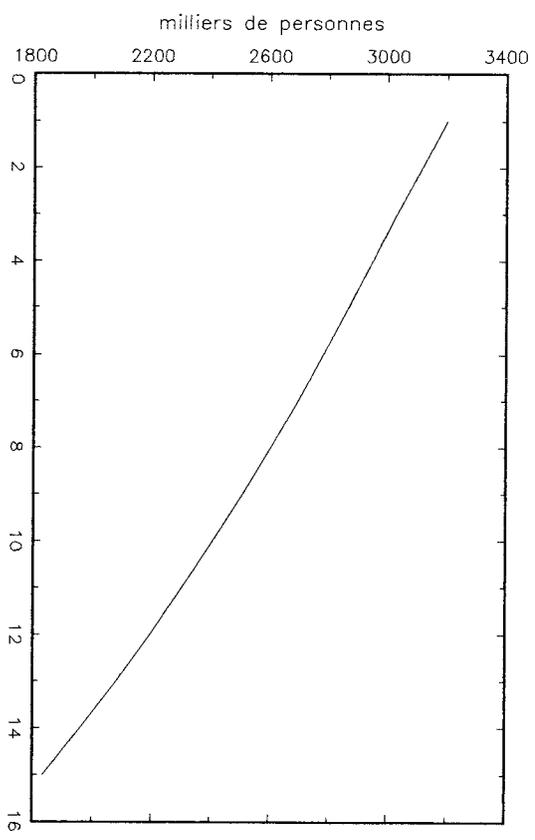
MURPHY Kevin M. et Fini WELCH (1992) - "The Structure of Wages", The Quarterly Journal of Economics 107, p. 285-326.

NICKELL Stephen et Brian BELL (1995) - "The Collapse in Demand for the Unskilled and Unemployment across the OECD", Oxford Review of Economic Policy, 11, p. 40-62.

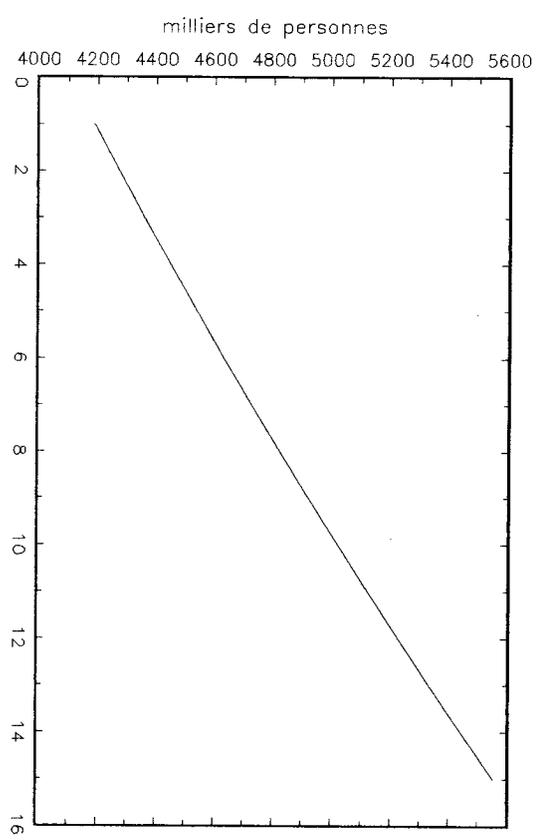
OCDE (1996) - "Earnings Inequality, Low-Paid Employment and Earning Mobility", Employment Outlook.

SACHS Jeffrey D. et Howard J. SHATZ (1994) - "Trade and Jobs in U.S. Manufacturing", Brookings Papers on Economic Activity 1, p. 1-69.

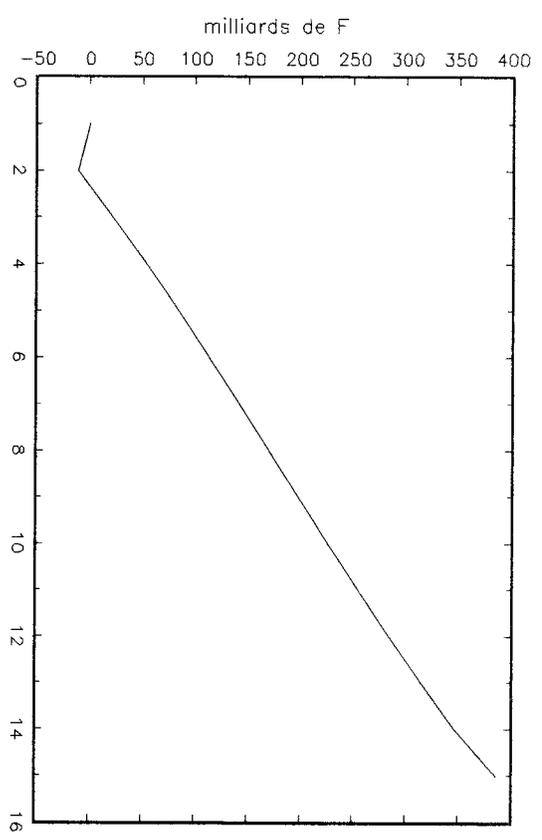
Graphique 1.3  
Population active non qualifiée employée



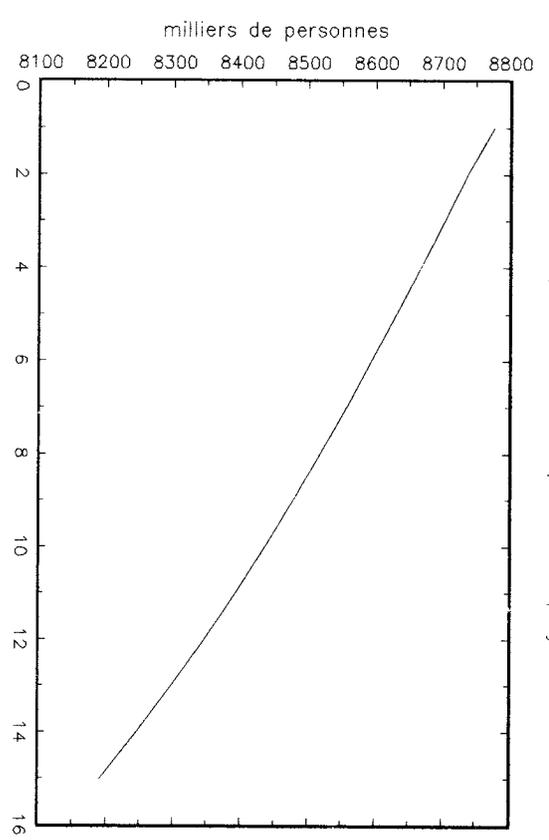
Graphique 1.1  
Population active très qualifiée employée



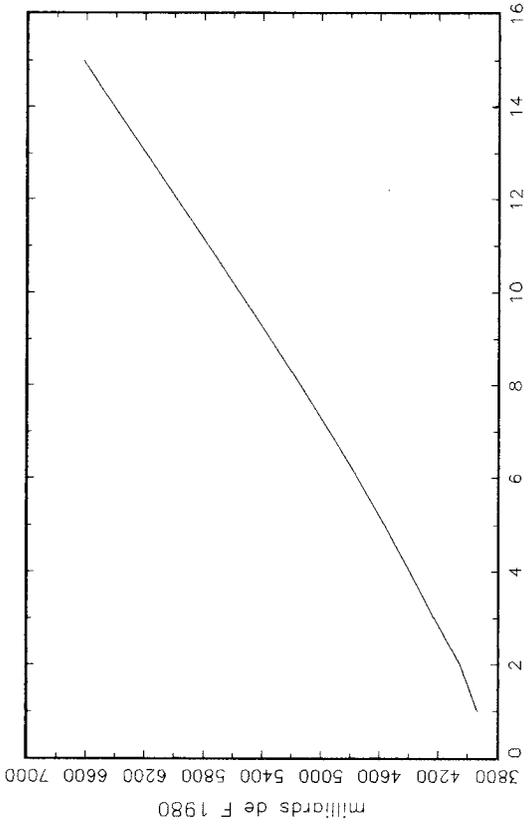
Graphique 1.4  
Dettes extérieures



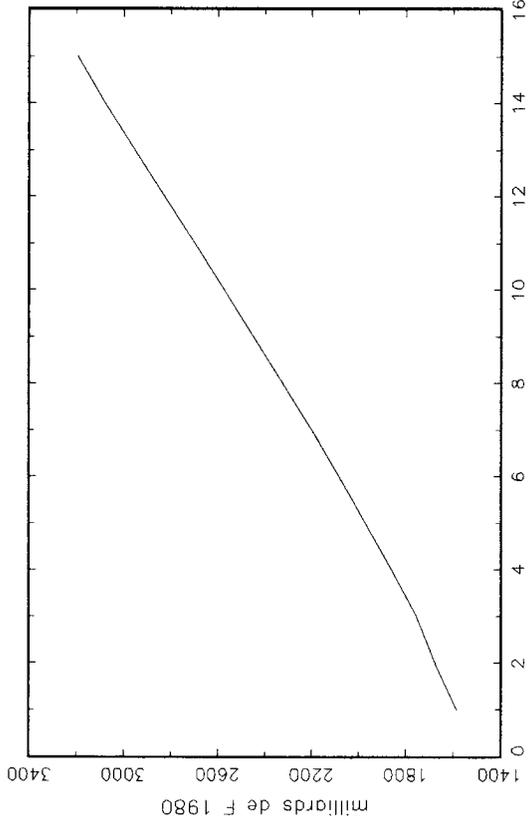
Graphique 1.2  
Population active qualifiée employée



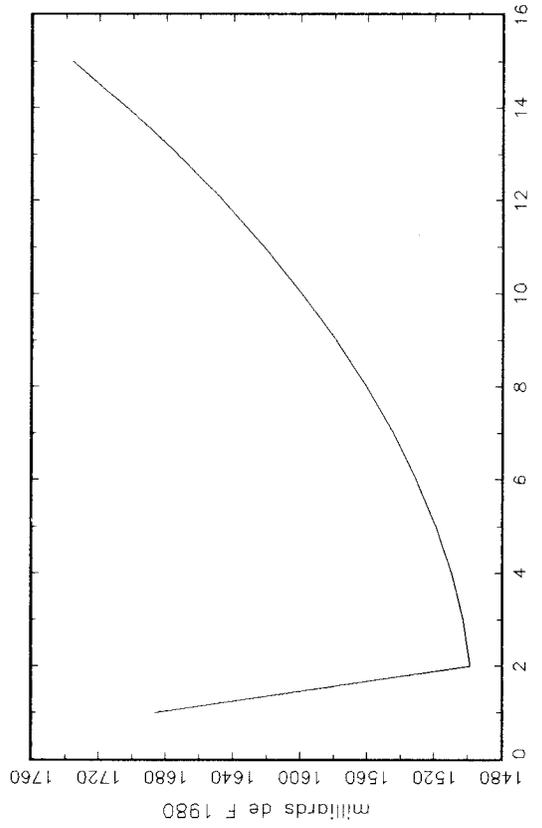
Graphique 2.1  
Capital du secteur abrite



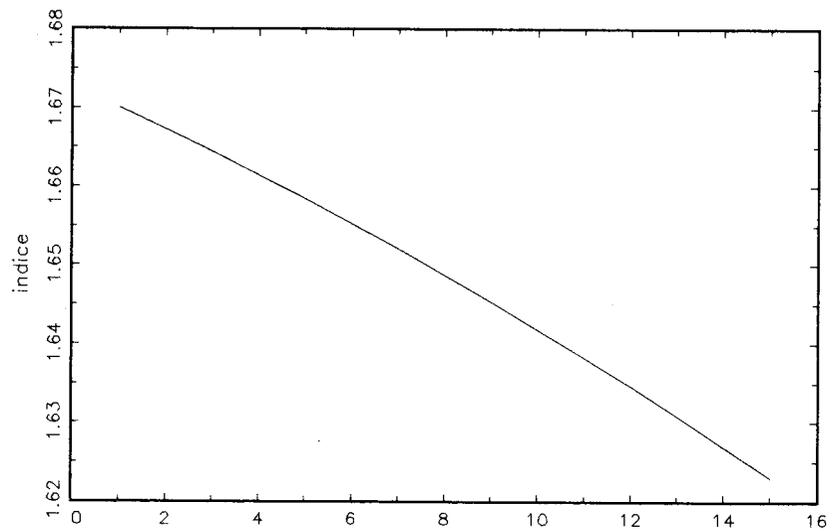
Graphique 2.2  
Capital du secteur expose



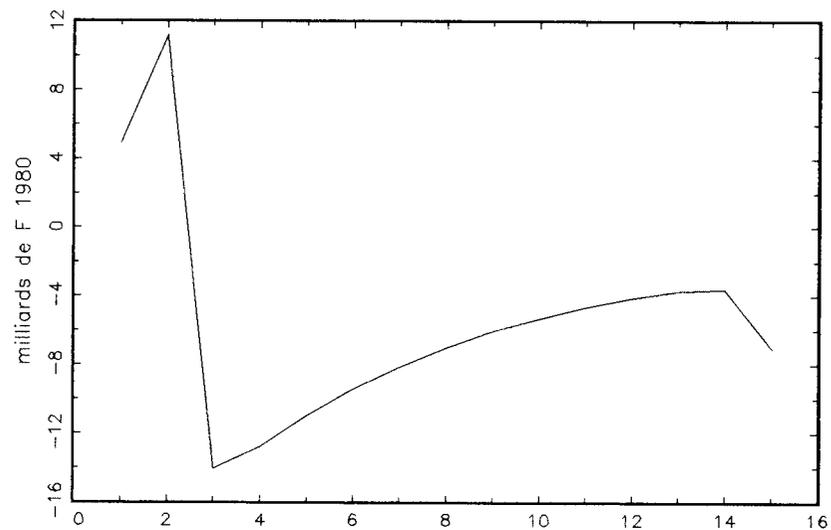
Graphique 2.3  
Consommation des menages



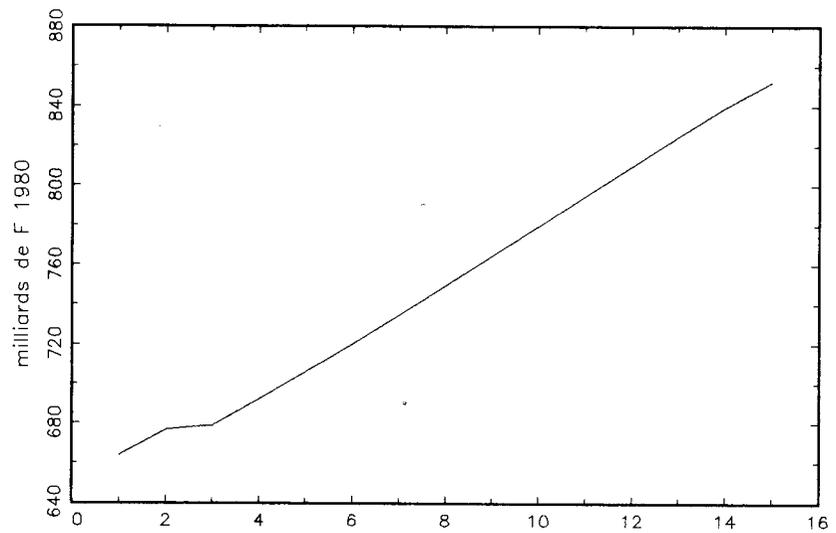
Graphique 3.1  
Prix interieur d'utilisation



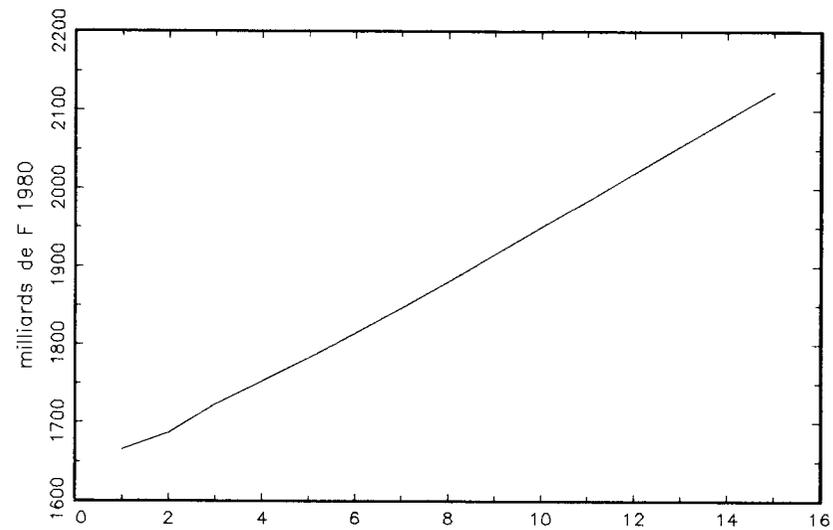
Graphique 3.2  
Exportations de bien expose

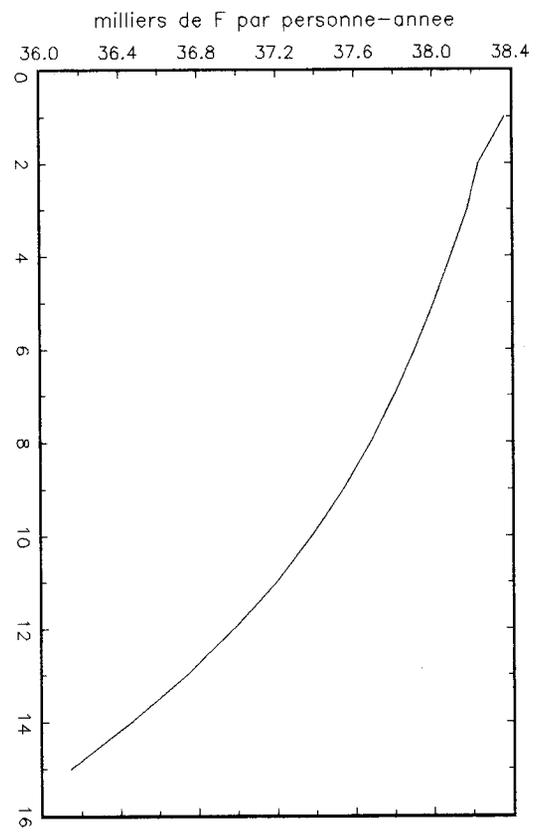
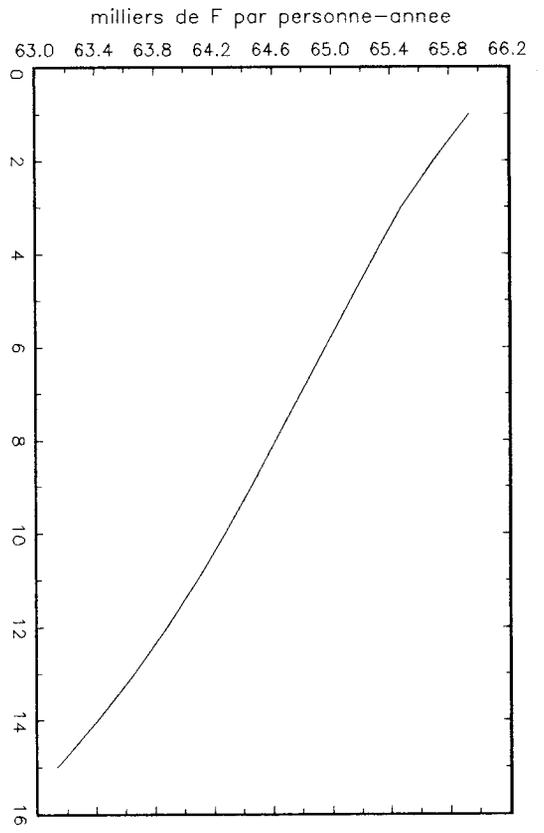
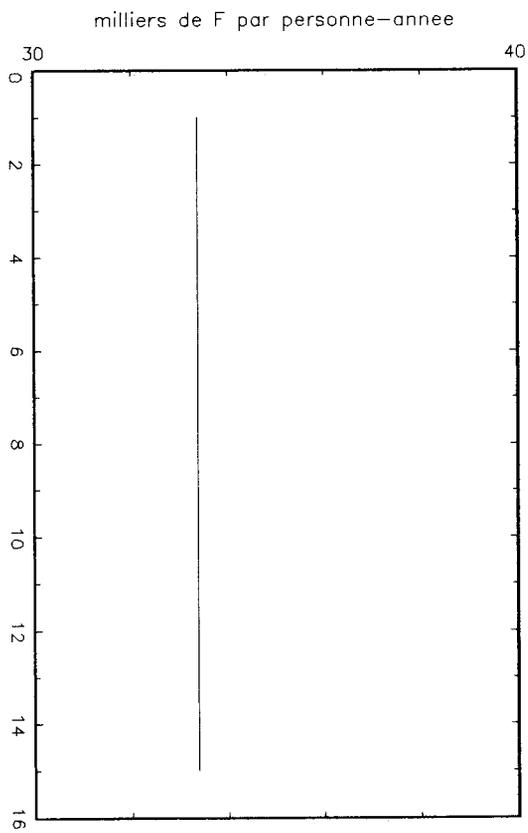


Graphique 3.3  
Valeur ajoute de bien expose

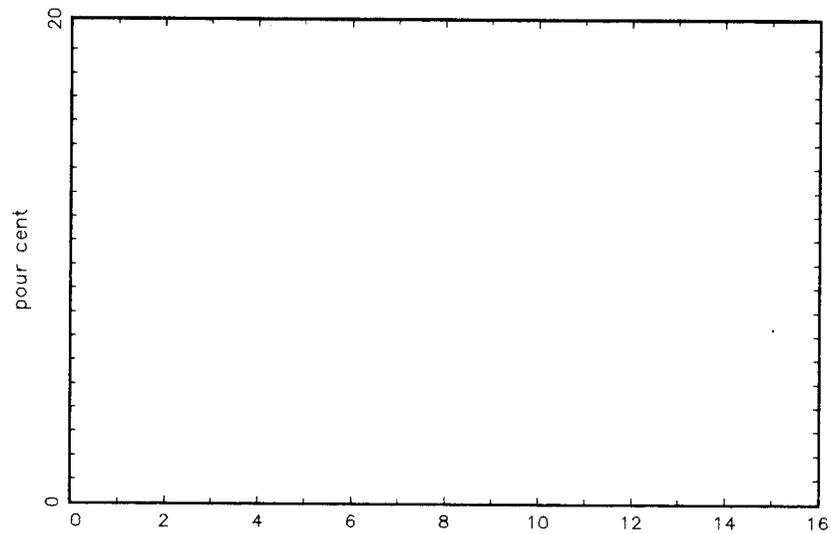


Graphique 3.4  
Valeur ajoute de bien abrite

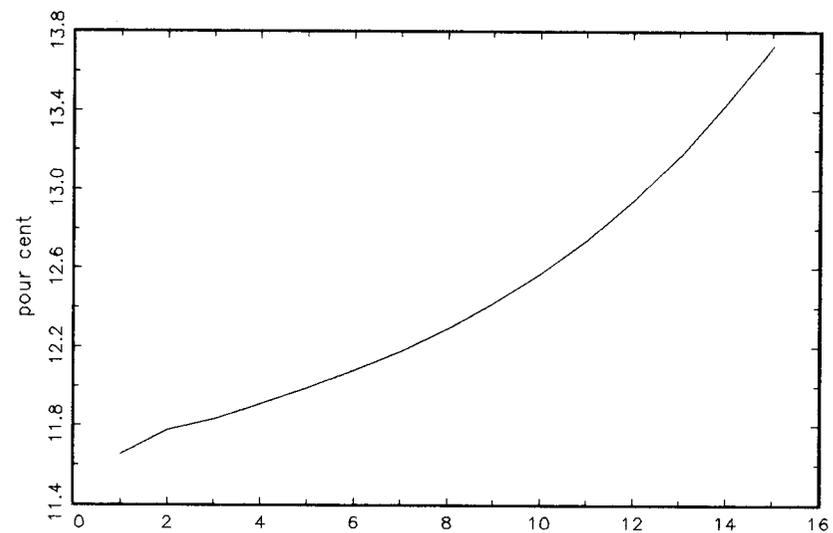




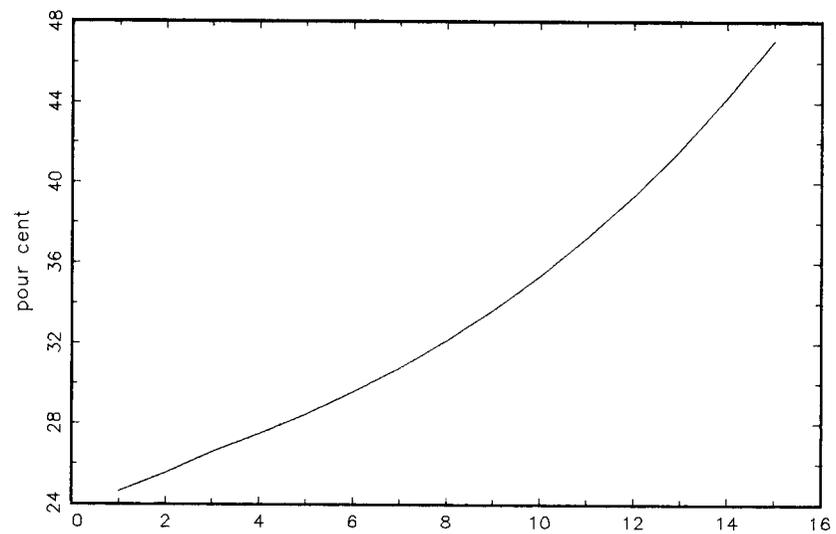
Graphique 5.1  
Taux de chômage des très qualifiés

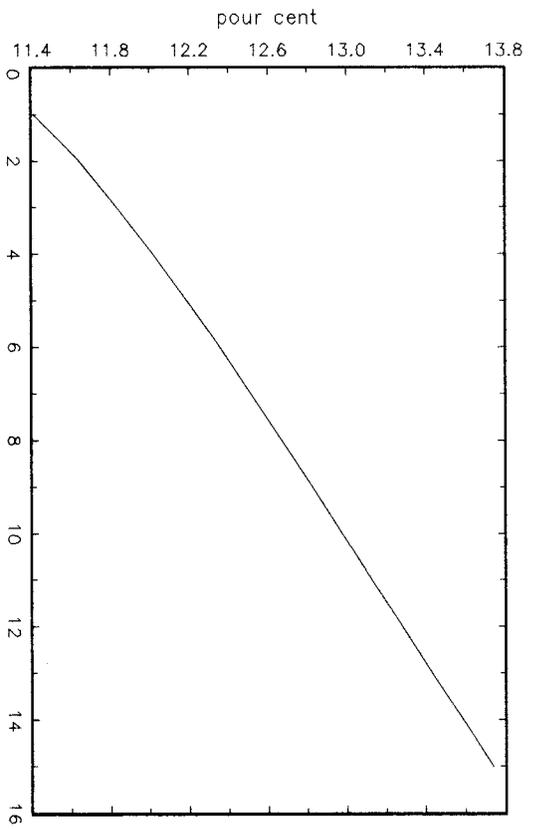
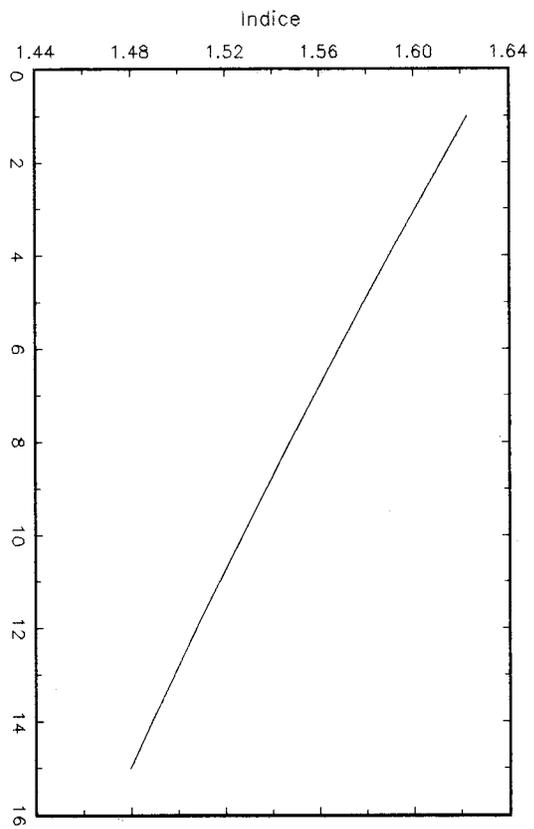
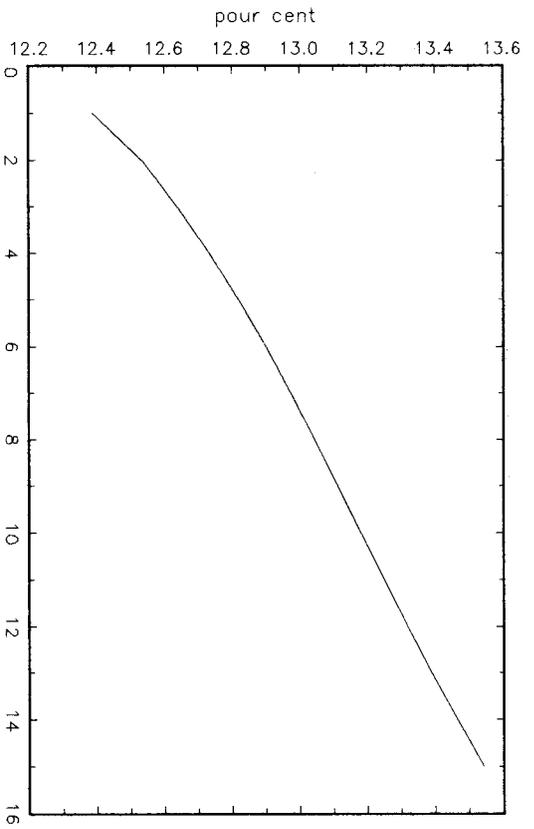
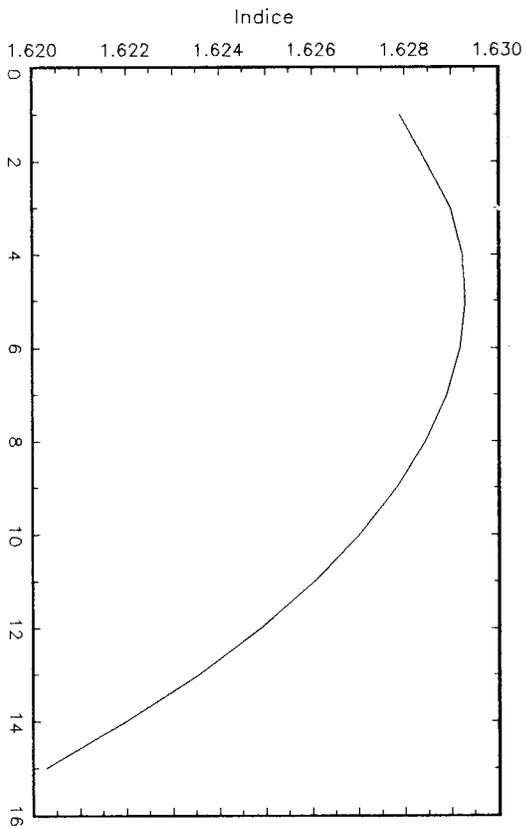


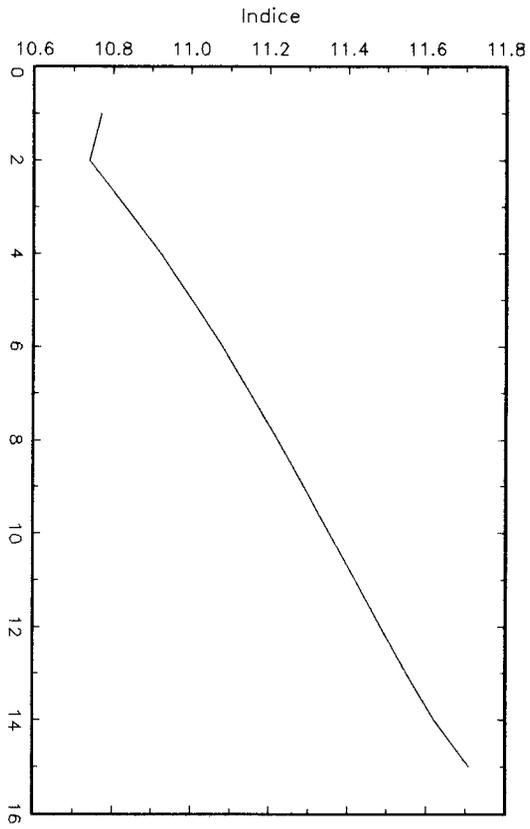
Graphique 5.2  
Taux de chômage des qualifiés



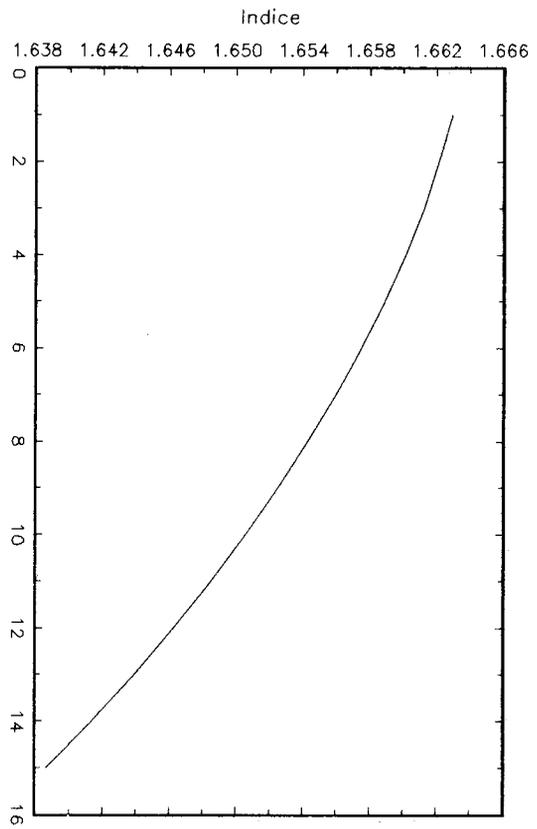
Graphique 5.3  
Taux de chômage des non qualifiés



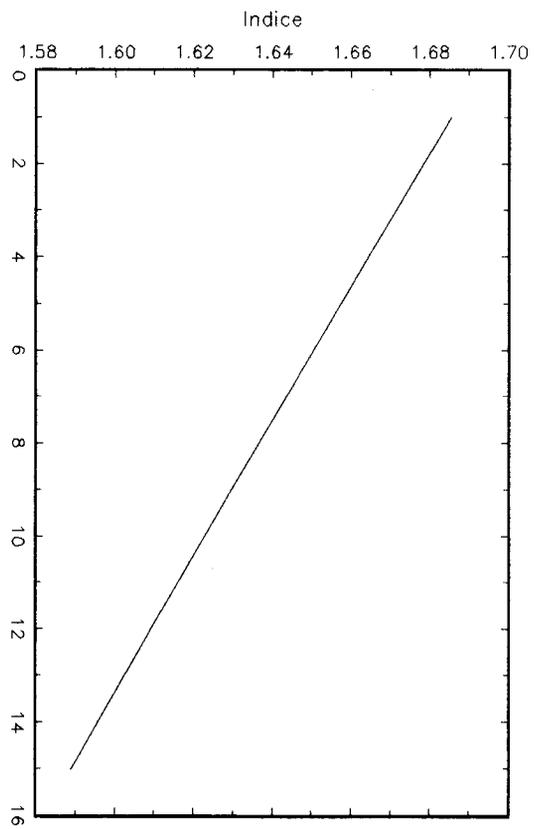




Graphique 7.3  
Taux d'intérêt en pour cent

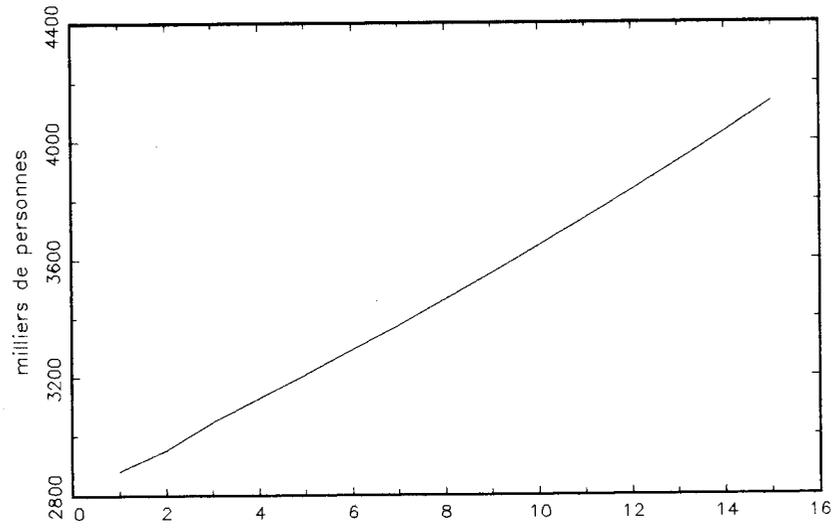


Graphique 7.1  
Prix à la production du bien abrité

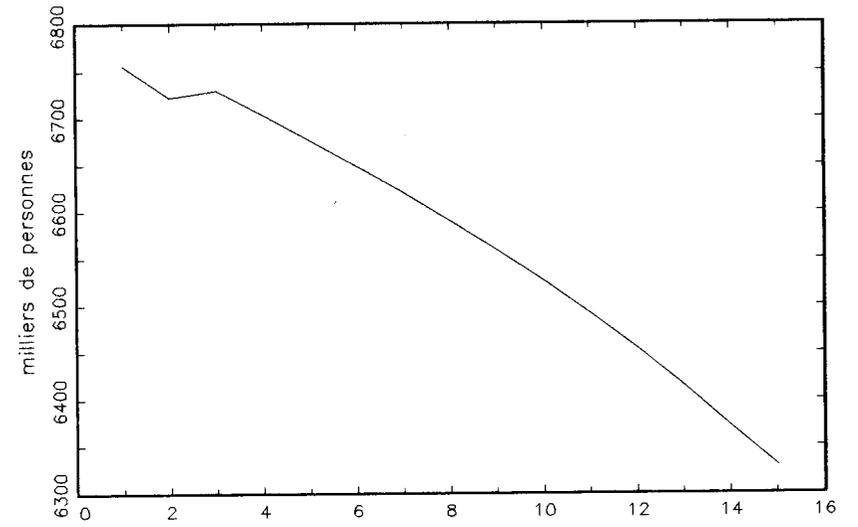


Graphique 7.2  
Prix à la production du bien exposé

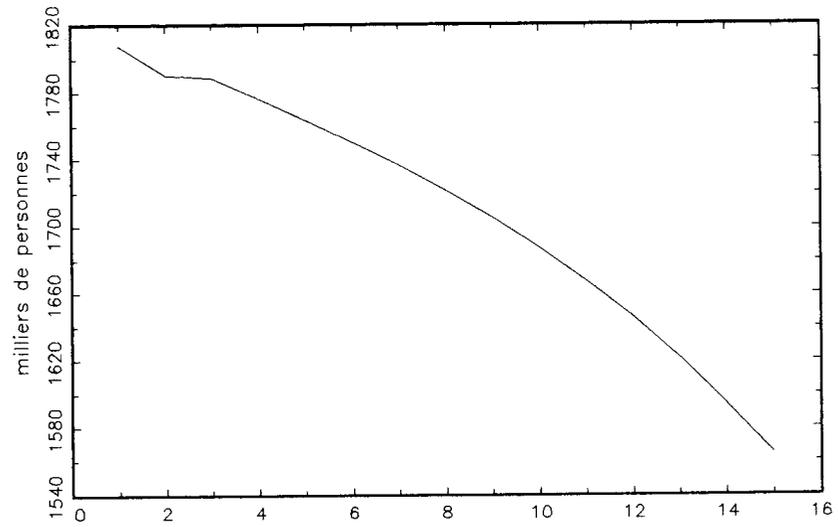
Graphique 8.1  
Population active tres qualifiee employee du secteur A



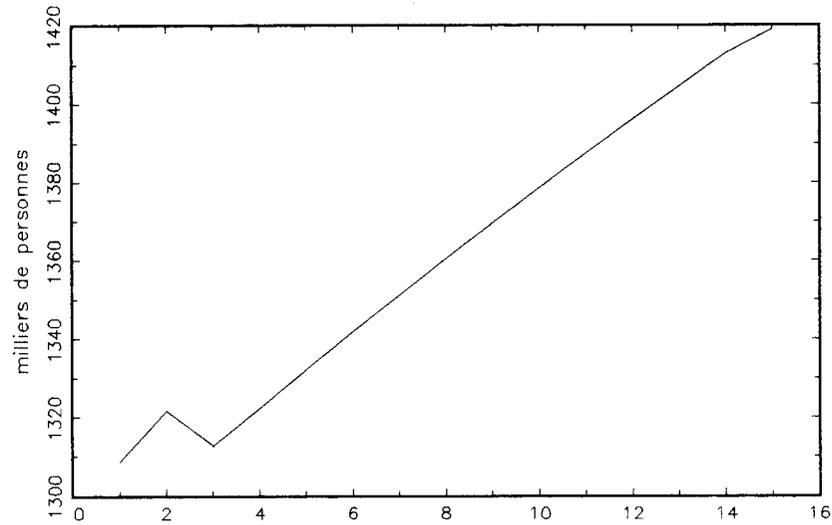
Graphique 8.2  
Population active qualifiee employee du secteur A



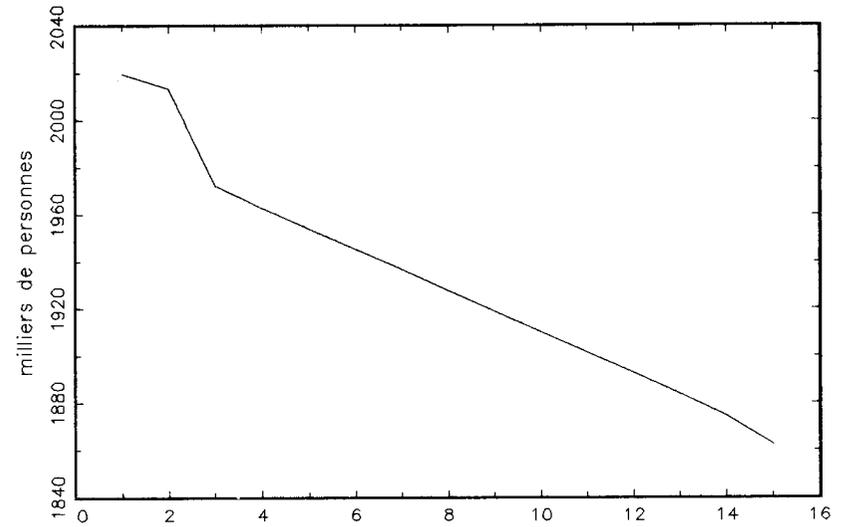
Graphique 8.3  
Population active non qualifiee employee du secteur A



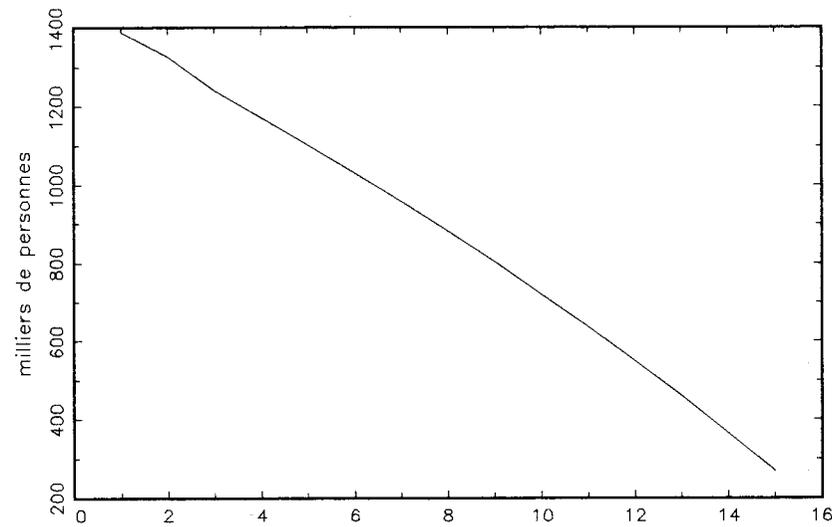
Graphique 9.1  
Population active tres qualifiee employee du secteur E



Graphique 9.2  
Population active qualifiee employee du secteur Ea



Graphique 9.3  
Population active non qualifiee employee du secteur E



Graphique 9.4  
Deficit budgetaire primaire en points de PIB

