

Direction des Études et Synthèses Économiques

G 9601

**Structures et propriétés de cinq modèles
macroéconomiques français**

Document de travail



Institut National de la Statistique et des Études Économiques

*Série des documents de travail
de la Direction des Etudes et Synthèses Économiques*

G 9601

**Structures et propriétés de cinq modèles
macroéconomiques français**

Juin 1996

Ont participé à cette étude :

Banque de France (<i>modèle du SEMEF</i>)	: Gilbert CETTE, Jean-Pierre VILLETTELLE, Jean CORDIER, Michel BOUTILLIER, Bruno LONGET, Roland RICART
CEPREMAP	: Pierre MALGRANGE ¹
Direction de la Prévision (<i>Modèle METRIC</i>)	: Didier EYSSARTIER, Nicolas SOBCHAK, Jean-Luc TAVERNIER ²
Erasmus (Laboratoire d'économétrie de l'Ecole Centrale de Paris) (<i>modèle HERMES</i>)	: Mireille ASSOULINE
INSEE (Division « Croissance et Politiques Macroéconomiques ») (<i>modèle AMADEUS</i>)	: Eric DUBOIS, Alain JACQUOT, Patrice MAIRE
OFCE (Département d'économétrie) (<i>modèle MOSAÏQUE</i>)	: Laïc CADIOU, Eric CONFAIS, Gérard CORNILLEAU ³ , Alain GUBIAN ⁴ , Catherine MATHIEU, Xavier TIMBEAU

¹ Travaille également à la Direction de la Prévision

² En poste à la Direction de la Prévision au moment de l'étude

³ Travaille également au CNRS

⁴ Est actuellement détaché à la DARES

Cette étude sera également publiée par les organismes pré-cités

Résumé

Cette étude vise à faire le point sur les modèles macroéconomiques des principaux organismes français (Banque de France, Direction de la Prévision, Ecole Centrale, INSEE, OFCE).

L'introduction présente d'abord succinctement les grands principes du fonctionnement des modèles néokeynésiens et les principaux débats autour de la modélisation macroéconométrique.

Ces modèles sont ensuite disséqués, chacun des quatre principaux blocs d'équations qui les composent faisant l'objet d'une étude séparée. Les grandes fonctions ainsi distinguées sont :

- la représentation du comportement des entreprises
- la boucle prix-salaires et la détermination du chômage
- la demande des ménages
- les équations de volume et de prix du commerce manufacturier

L'analyse des équations retenues dans chaque bloc part du schéma théorique pour déboucher sur des estimations économétriques et la simulation des équations.

Le fonctionnement des modèles est ensuite analysé au travers de leurs réponses à cinq chocs élémentaires : - accroissement de l'investissement des administrations publiques

- supplément de cotisations sociales employeurs
- augmentation des salaires
- appréciation du franc
- hausse de la demande mondiale

Abstract

This study intends to describe the macroeconomic models of the leading French organizations (Banque de France, Direction de la Prévision, Ecole Centrale, INSEE, OFCE).

The introduction summarizes briefly the main principles of neokeynesians models and the main debates concerning macroeconometric modelling.

These models are then analysed and the four main blocks of equations of which they consist are studied separately. These blocks are :

- behavior of firms
- price-wage spiral and unemployment determination
- household demand
- volume and price equations for foreign trade

The analysis of equations in each of these blocks starts with the theoretical basis and then goes on to discuss econometric estimation and simulation.

The working of the models is then compared by analysing their response to five different shocks :

- an increase to public investment
- an increase to the employers social taxes
- a wage increase
- appreciation of Franc
- an increase in worldwide demand

SOMMAIRE

Avant-propos	5
Introduction	7
PREMIERE PARTIE : LES SPECIFICATIONS	19
I \ La représentation du comportement des entreprises	
I.A \ Les spécifications théoriques	
I.A 1 \ Les grandes caractéristiques des équations de stocks	22
I.A 2 \ Des demandes de facteurs d'inspiration néo-keynésienne	24
<i>I.A 2.1 \ Un quasi-consensus d'une substituabilité limitée entre capital et travail</i>	<i>24</i>
<i>I.A 2.2 \ La représentation des effets du progrès technique</i>	<i>26</i>
<i>I.A 2.3 \ Une influence limitée des variables financières</i>	<i>28</i>
<i>I.A 2.4 \ L'ajustement de l'emploi et de l'investissement à leur cible de long terme</i>	<i>29</i>
I.A 3 \ Les propriétés des modèles	30
<i>I.A 3.1 \ Productivités tendanciennes et délais moyens d'ajustement</i>	<i>30</i>
<i>I.A 3.2 \ Effets variantiels d'un accroissement maintenu de 1% des débouchés</i>	<i>36</i>
I.B \ Les équations des cinq modèles	
I.B 1 \ Les équations de stocks	39
I.B 2 \ Demandes de facteurs	40
I.C \ Références bibliographiques	46
II \ La boucle prix-salaires et la détermination du chômage	
II.A \ La boucle prix-salaires	48
II.A 1 \ Les équations de prix	49
II.A 2 \ Les équations de salaires	52
II.A 3 \ Simulations de la boucle prix-salaires	55
<i>II.A 3.1 \ Hausse de 1% du taux de salaire horaire</i>	<i>55</i>
<i>II.A 3.2 \ Hausse de 1 point du taux de chômage</i>	<i>55</i>
<i>II.A 3.3 \ Appréciation de 10% du franc</i>	<i>57</i>
II.A 4 \ Le NAIRU dans les modèles macroéconomiques français	58
<i>II.A 4.1 \ Le NAIRU : un concept théoriquement pertinent... sous certaines conditions</i>	<i>58</i>
<i>II.A 4.2 \ Le NAIRU : un concept qui n'existe que dans trois des cinq modèles macroéconomiques, sous des formes différentes</i>	<i>62</i>
<i>II.A 4.3 \ Le NAIRU : un concept... qui est sans doute appelé à évoluer dans les années qui viennent</i>	<i>64</i>
<i>II.A 4.4 \ Annexe : les équations de salaire des différents modèles</i>	<i>65</i>
<i>II.A 4.5 \ Annexe : les équations du prix de la valeur ajoutée</i>	<i>66</i>
II.B \ La détermination du chômage	68
II.C \ Références bibliographiques	72
III \ La demande des ménages	
III.A \ La consommation des ménages	74
III.A 1 \ Revenu et inflation sont les déterminants de base des équations de consommation des modèles	74
III.A 2 \ Les modèles se distinguent selon la variable de revenu retenue... ..	75
III.A 3 \ ... et par la présence de variables explicatives particulières à certains modèles	76
III.A 4 \ Principales propriétés des équations et analyse des variations du taux d'épargne	76

III.B \ L'investissement-logement des ménages	78
III.B 1 \ Revenu réel des ménages, prix relatif du logement et taux d'intérêt réel constituent les déterminants des équations d'investissement-logement	78
III.B 2 \ Les estimations sont néanmoins compliquées par l'inégale qualité des données et les difficultés attachées à la prise en compte des politiques d'aide au logement	79
III.B 3 \ Principales propriétés des équations	80
III.C \ Les équations des cinq modèles	81
III.C 1 \ Consommation des ménages	81
III.C 2 \ Investissement - logement	84
III.D Références bibliographiques	87

IV \ Le commerce extérieur de produits manufacturés

IV.A \ Fondements économiques des spécifications économétriques des équations de volume des échanges internationaux	90
IV.B \ Comparaison des différentes spécifications économétriques des équations de volume	93
IV.C \ Fondements économiques des spécifications économétriques des équations de prix des échanges internationaux	98
IV.D \ Comparaison des différentes spécifications économétriques des équations de prix	101
IV.E \ La condition de Marshall-Lerner	105
IV.F \ Conclusion	106
IV.G \ Les équations	107
IV.H \ Références bibliographiques	111

DEUXIEME PARTIE..... 113

V \ Les propriétés variantielles des modèles

Préambule	115
V.A \ Variante « hausse de l'investissement des administrations publiques »	117
V.A 1 \ Une relance de la demande à court terme	117
V.A 2 \ Une réduction du multiplicateur à moyen terme	118
V.B \ Variante « supplément de cotisations sociales employeurs »	124
V.B 1 \ Les effets économiques attendus	124
V.B 2 \ Des réactions différenciées selon les modèles	126
V.C \ Variante « hausse des salaires »	132
V.C 1 \ Les effets économiques attendus	132
V.C 2 \ Des réactions différenciées selon les modèles	133
V.D \ Variante « appréciation du franc »	138
V.D 1 \ Les effets initiaux de l'appréciation du franc	138
V.D 2 \ Le chiffrage des effets d'une appréciation du franc à l'aide des modèles macroéconométriques	138
V.E \ Variante « hausse de la demande mondiale »	145
V.E 1 \ Les effets économiques attendus	145
V.E 2 \ Le chiffrage des effets d'une hausse de demande mondiale à l'aide des modèles macroéconométriques	146

Avant-propos

Ce document a pour objet de proposer une comparaison de la structure, des principales spécifications et des propriétés de grands modèles macro-économétriques, que les cinq institutions signataires (Banque de France, Direction de la Prévision, Ecole Centrale, INSEE, OFCE) utilisent pour réaliser des prévisions et des évaluations macro-économiques. Le travail dont il rend compte est original à divers titres.

Tout d'abord parce qu'il s'agit d'une opération menée en commun par des équipes, parfois concurrentes, avec pour souci premier la transparence dans l'explicitation du contenu et du fonctionnement des instruments. La réflexion sur la qualité des instruments constitue un travail permanent des équipes de modélisation, récurrent lors de la disponibilité de nouvelles données et parfois imposé par des interrogations spécifiques, mais au total fort coûteux en moyens. Aussi, à l'heure où plusieurs institutions de sensibilités et de responsabilités sociaux-politiques différentes se sont dotées de modèles macro-économétriques, mais avec des équipes réduites, ce travail permet donc un gain d'échelle notable et profitable à toutes les équipes.

De fait, à travers son analyse et sa formalisation des principaux comportements, cet exercice constitue une source d'information importante sur le degré de liaison (élasticités) qui existe entre les principales variables qui permettent de décrire la formation et l'évolution de l'équilibre (ou du déséquilibre) macro-économique.

Ensuite il faut souligner qu'il s'agit d'une opération courageuse, car aucun instrument alors mis au grand jour n'est sans défaut. Ce travail va donc logiquement conduire les équipes à réexaminer leurs instruments, car force est de constater que, s'il y a peu de différences théoriques dans les choix qui ont conduit à leur structure, les modèles étudiés donnent parfois des réponses notablement différentes aux chocs étudiés.

Un des enseignements de ces différences est sans doute de rappeler, et les équipes de modélisateurs en sont bien conscientes, que l'utilisation d'un modèle ne peut être considérée comme "presse-bouton". Elle contribue à la réalisation d'une prévision ou à l'évaluation d'un choc dans le cadre d'une réflexion économique *a priori*, qui influencera de façon déterminante les résultats. La réflexion préalable sur la façon de "calibrer" le choc et d'amender éventuellement certaines propriétés spontanées du modèle pour l'adapter au phénomène étudié constitue l'élément déterminant de toute évaluation.

A cet égard, il est important de rappeler que si les modèles sont bien adaptés pour traiter certaines questions économiques, ils ne sont pas en mesure de traiter de tous les problèmes économiques, et ce malgré leur plus ou moins grande complexité. Aussi, lorsque l'hypothèse de stabilité des comportements, qui sous-tend l'usage des modèles, ne semble plus vérifiée, les choix alternatifs de l'économiste, dans son utilisation du modèle, deviennent déterminants. La déontologie veut alors que, lors de la présentation des résultats du modèle, l'économiste explicite clairement les changements de comportement qu'il a introduits et leur validation.

INTRODUCTION

Présentation générale des modèles macroéconométriques français

Le dossier présenté dans ce document de recherche, dans une version encore provisoire et incomplète, constitue un état, sans doute partiel, de la modélisation macroéconométrique en France aujourd'hui. Y sont comparés la structure, les spécifications et les comportements variantiels des cinq principaux modèles macroéconométriques français :

- deux modèles développés par le Ministère de l'Economie et des Finances : AMADEUS à l'INSEE, METRIC à la Direction de la Prévision ;
- le modèle de la Banque de France ;
- deux modèles construits par des instituts indépendants : MOSAÏQUE à l'OFCE et HERMES-FRANCE¹ à l'École Centrale (sur un financement de la Commission Européenne par la DG XII et de la CCIP).

Ces modèles découlent d'une tradition maintenant ancienne et connue de tous, comme sont également connues de tous les nombreuses critiques adressées à la modélisation macroéconométrique. Ces critiques peuvent être classées en trois familles : celles qui portent sur les fondements théoriques et la structure même des modèles, celles qui contestent la procédure d'estimation utilisée, reposant sur une séquence spécification théorique // estimation économétrique - c'est la critique de SIMS - enfin les critiques concernant le traitement des anticipations et l'invariance des équations structurelles à la politique économique - c'est la critique de LUCAS.

Passons rapidement en revue ces critiques.

La structure générale de ces modèles est souvent qualifiée de néo-keynésienne au sens où ce serait la demande qui déterminerait entièrement le niveau de la production dans un contexte de rigidité des prix. Elle est décriée en tant que telle par les tenants de la tradition classique qui donnent à l'offre et à la demande un rôle symétrique et supposent l'équilibre permanent des marchés par la variation des prix. Il est vrai que les modèles macroéconométriques sont mal adaptés pour décrire finement les mécanismes d'offre. Il reste néanmoins que l'offre n'est pas absente de nos modèles. En effet, si à court terme les variables de demande sont effectivement prépondérantes, à moyen terme le caractère keynésien est atténué à la fois par l'intégration par les prix et par le jeu des tensions, comme le taux d'utilisation des capacités de production et le taux de chômage, sur les prix, les salaires mais aussi les composantes de la demande, ce qui introduit une rétroaction des conditions de l'offre sur la demande. En ce sens, le cadre dans lequel s'inscrivent nos modèles est plutôt celui de la *synthèse*.

L'absence de modélisation de la sphère financière peut être à juste titre reprochée aux modèles français qui sont ici présentés car elle limite les effets d'éviction pris en compte aux seuls effets d'éviction par les prix. Cependant cette caractéristique ne résulte pas d'un choix délibéré des modélisateurs mais plutôt de la grande difficulté qu'ils éprouvent à proposer une endogénéisation robuste des mouvements des taux d'intérêt et de change. En effet, les transformations considérables qui ont marqué le marché financier sur la période rendent particulièrement difficile de modéliser son comportement de façon pérenne; quant au marché des changes, les fluctuations de court terme ne peuvent guère être modélisées, ce qui ne permet pas de rendre compte des écarts des taux de change effectifs à leur valeur d'équilibre de long terme².

Une autre raison de l'absence de modélisation de la sphère financière résulte de la difficulté de mettre en évidence de façon robuste, une influence des taux d'intérêt sur les variables réelles (que ce soit l'investissement ou les comportements de consommation - d'épargne - des ménages). Aussi, l'absence d'endogénéisation du taux de change et des taux d'intérêt nominaux est une insuffisance véritable qui doit conduire à relativiser certains résultats variantiels, en particulier lorsqu'ils décrivent des modifications importantes de l'inflation. Cette insuffisance peut être en partie compensée par la réalisation de variantes complémentaires supposant l'exogénéité des variables financières réelles plutôt que nominales, mais un effort reste nécessaire pour réduire les incertitudes relatives aux résultats obtenus sous ces hypothèses.

Sur le plan théorique, il est également d'usage de déplorer l'absence d'un ensemble général cohérent de fondements microéconomiques aux grandes fonctions de comportement qui composent le coeur des modèles. Des efforts notables sont accomplis dans ce sens (pour la consommation ou le bloc production par exemple) mais il reste vrai que la cohérence d'ensemble est difficile à assurer, ne serait-ce qu'en raison des problèmes économétriques que poserait toute tentative d'estimation simultanée de tous les blocs du modèle. Le problème rencontré ici est plutôt celui d'une certaine inadéquation entre les fondements théoriques et les comportements révélés par l'analyse économétrique.

¹ Le modèle Hermès-France est dérivé du modèle Hermès international. On l'appellera simplement Hermès dans tout le document de travail.

² Certains modèles peuvent cependant être couplés à des maquettes de modélisation financière.

La critique de SIMS se situe, elle, sur le plan de la procédure d'estimation des relations entre les variables. SIMS conteste la validité des *a priori* théoriques et leur oppose la vérité contenue dans les séries statistiques elles-mêmes. Il propose une procédure d'estimation économétrique de modèles sans théorie économique sous-jacente reposant sur la recherche purement statistique des liens de causalité entre variables. Les modèles VAR (maintenant souvent cointégrés) sont ainsi parfois proposés pour remplacer les modèles traditionnels. On remarque cependant que leur caractéristique est d'être une *boîte noire* qui ne propose aucune véritable explicitation des mécanismes à l'oeuvre. D'autre part, bien qu'ils constituent de bons instruments de prévision, leur supériorité dans ce domaine sur les modèles traditionnels n'est pas démontrée. Cette critique a cependant eu quelque influence sur le mode de construction des modèles trimestriels en particulier qui intègrent parfois des blocs spécifiés en combinant *a priori* théoriques pour le choix des variables et méthodologie VAR pour la spécification des relations de long terme et de la dynamique de court terme sous forme de relations de cointégration et de modèles à correction d'erreurs.

Enfin, la critique dite "destructrice" de LUCAS porte sur la représentation des anticipations dans les modèles macroéconométriques. En effet, celles-ci sont dans ces modèles au pire statiques, rarement et au mieux adaptatives. Si, comme le pense LUCAS, les anticipations des agents sont rationnelles, c'est-à-dire si les agents forment leurs anticipations en utilisant toute l'information disponible, alors les comportements estimés ne sont pas invariants vis-à-vis de la politique économique, les agents modifiant leurs plans en fonction de l'ensemble de l'information disponible, donc en particulier des modifications de politique économique. Si leurs coefficients ne peuvent être considérés comme invariants vis à vis des changements de politique économique, ces équations ne sont donc d'aucune utilité pour décrire les effets à attendre d'une politique économique donnée. Il importe dans ces conditions de distinguer les effets d'une politique annoncée de ceux d'une politique non-annoncée, ce que ne permettent pas les modèles traditionnels. Les modèles que nous présentons ne comportent effectivement pas d'anticipations rationnelles et les quelques exemples de modèles étrangers qui intègrent cette hypothèse ne le font qu'en variante et non en projection. Cependant la portée pratique de cette critique fait l'objet de débats, dans la mesure où la pertinence empirique de l'hypothèse ne semble pas être prouvée en-dehors peut-être des marchés financiers.

Ainsi, les modèles que nous avons réunis et comparés présentent des défauts qu'il ne faut pas nier, sans parler de ceux passés sous silence comme l'imprécision des estimations économétriques par exemple. On s'accorde en général à leur reconnaître une certaine robustesse, ainsi que la capacité de mettre en cohérence la description de l'ensemble des interrelations économiques, qualités indéniables qui en font des outils indispensables pour l'analyse conjoncturelle et l'évaluation d'une grande palette de politiques économiques. La qualité non négligeable de ces modèles est leur cadre comptable rigoureux, mais il serait injuste de ne leur reconnaître que celle-là.

Du bon usage des modèles

Les utilisations les plus connues des modèles macroéconométriques sont la confection de prévisions ou de scénarii centraux et la réalisation de variantes permettant d'étudier les conséquences de chocs exogènes ou de modifications structurelles et de comportement. Une utilisation moins connue consiste en la relecture du passé, ce que l'on appelle la cliométrie.

Il est important de préciser la place que prend le modèle dans l'exercice de prévision : en effet, l'apport du modèle est essentiel, mais la réalisation d'une prévision de court-moyen terme est loin d'être un exercice purement automatique. Ainsi le modélisateur doit-il se faire alors conjoncturiste et analyste économique, ce qu'il n'a normalement jamais cessé d'être.

La réalisation des prévisions passe par plusieurs étapes :

- retour sur la description par le modèle des évolutions récentes, analyse des erreurs commises lors de la dernière prévision, prise en compte des informations conjoncturelles et paradoxalement prévision du passé récent ou du présent (trimestres ou année en cours suivant la périodicité du modèle) ;
- projection des variables exogènes (environnement international, politique économique affichée et/ou crédible, évolution des taux de change et des taux d'intérêt) ;
- projection des variables d'écart, c'est-à-dire des différences observées sur le passé entre les observations et leur estimation par les équations du modèle. L'analyse des raisons d'existence des erreurs commises par les équations dans la reproduction du passé est parfois l'occasion d'intégrer des phénomènes récents non encore pris en compte par le modèle (par exemple, certains déterminants de l'évolution récente du taux d'épargne).

Cette procédure implique que les résultats obtenus en prévision dépendent en majeure partie des hypothèses faites sur l'évolution des variables exogènes et du parti-pris du prévisionniste quant à la prolongation des comportements et des variables d'écart. Lors de cet exercice, le modèle apparaît comme un outil essentiel de mise en cohérence des informations conjoncturelles, des "dires d'expert" et des résultats purs des équations.

Un retour sur les hypothèses est souvent nécessaire pour assurer par exemple la cohérence de la prévision de l'activité nationale avec les hypothèses faites sur l'environnement international ou encore la compatibilité de l'évolution du déficit public avec les objectifs annoncés. Au fur et à mesure que l'horizon de la projection s'éloigne, l'absence d'informations conjoncturelles précises et l'incertitude qui affecterait les dires d'experts rendent un rôle prépondérant au modèle. Pour cette raison, le mimétisme relatif qui naît à court terme de l'intégration par chaque prévisionniste de sa réaction sur les prévisions des autres organismes disparaît à plus long terme, le moyen-long terme de la prévision reflétant davantage les comportements spontanés du modèle et donc son originalité. Néanmoins, même sur le long terme, la trajectoire de croissance prévue est grandement déterminée par les hypothèses d'environnement international et de politique économique.

En ce qui concerne la réalisation et la présentation des exercices variantiels, il nous paraît important de dégager quelques éléments de déontologie du modélisateur. Le principe général est qu'au contraire de la prévision, la variante analytique doit résulter du fonctionnement spontané du modèle : il est sain que les variantes simples, à caractère technique, comme celles qui sont présentées dans la dernière partie de ce dossier, soient reproductibles. Cependant, dans le cas de certaines variantes complexes, le modélisateur sera amené à amender son outil en introduisant des mécanismes différents ou supplémentaires. Deux types de raisons justifient une telle intervention :

- tout d'abord, un modèle est une représentation très simplifiée de la réalité économique. Il n'est donc jamais directement adapté à l'évaluation de politiques économiques généralement complexes, dont les effets dépendent dans une mesure plus ou moins grande de comportements non directement intégrés au modèle. Le modélisateur en charge d'une évaluation de politique économique est donc amené à faire la part entre les effets qui sont représentés dans le modèle, et ceux qui ne le sont pas. Pour ces derniers, un travail d'évaluation est donc nécessaire en amont, avec l'aide éventuelle d'autres outils voire d'autres modèles fournissant une représentation plus approfondie sur un champ limité de l'économie (marché du travail, comportement des entreprises...). Le résultat de cette évaluation partielle en amont sera ensuite introduit parmi les hypothèses de la variante réalisée avec le modèle;
- ensuite, ce sera également le cas lorsque le modélisateur estimera que du fait de changements structurels - ou de politique économique - certains comportements se sont durablement modifiés par rapport à la période d'estimation, c'est-à-dire entre autres lorsque le modélisateur reconnaît dans un domaine précis la validité de la critique de LUCAS. Il est bien sûr impératif que ces modifications soient annoncées et discutées lors de la présentation de l'exercice variantiel, l'une des solutions envisageables consistant à présenter à la fois la variante spontanée et la variante modifiée en commentant la sensibilité des résultats de l'évaluation réalisée à chacune des hypothèses ajoutées au fonctionnement spontané du modèle et la pertinence de chacune de ces hypothèses.

Enfin il paraît opportun d'insister sur le fait que contrairement à beaucoup d'utilisateurs, les modélisateurs sont au fait des défauts et insuffisances de leurs instruments :

- les limites du modèle résultent de celles que nous avons citées concernant leur structure : les effets des politiques d'offre ou des mécanismes financiers seront ainsi systématiquement sous-évalués ;
- les chiffrages présentés sont sujets à une incertitude due à l'imprécision des estimations économétriques et même si cela est possible, il serait très lourd de calculer systématiquement les écarts-types associés aux multiplicateurs calculés par le modèle ;
- les résultats variantiels dépendent cruciallement des mesures d'accompagnement et, dans le cas des variantes de politique économique, des hypothèses de financement utilisées qu'il faut donc préciser soigneusement afin d'éviter toute erreur d'interprétation.

Le "bon usage des modèles" consisterait à expliciter, pour chaque utilisation (en prévision ou en variante), dans quelle mesure les propriétés "spontanées" du modèle ont été amendées et la sensibilité des résultats obtenus à ces amendements, mais aussi, plus généralement, la sensibilité des résultats aux spécifications du modèle sur laquelle des positions consensuelles n'existent pas parmi les macro-modélisateurs, et pour lesquelles d'autres choix envisageables auraient pu amener à d'autres résultats. Pour d'évidentes raisons d'alourdissement des présentations, de tels développements sont rarement envisageables : il revient donc à chaque modélisateur-utilisateur de décider les explications indispensables...

Une structure générale commune

Les cinq modèles présentés dans ce dossier - Amadeus (INSEE), Banque de France, Hermès (ERASME - Ecole Centrale Paris), Metric (Direction de la prévision) et Mosaïque (OFCE) - ont une structure générale traditionnelle : ils ont pour caractéristique commune de décrire de manière *interdépendante* la réalisation de l'équilibre Offre-Demande. A cet égard ils ne sont ni *keynésiens* ni *classiques*. Ils se rattachent plutôt aux théories de la *synthèse* qui se sont efforcées de rendre compatibles les approches keynésiennes, caractérisées par la rigidité des prix et l'existence de déséquilibres dans le court terme, et les approches classiques qui supposent, à l'inverse, l'équilibrage permanent des marchés par la variation des prix.

Cependant, ces modèles appliqués ne sont pas construits à partir d'un schéma théorique entièrement préétabli, qui leur conférerait automatiquement les propriétés de long terme souhaitées et parfaitement maîtrisées par leurs auteurs. En effet, la méthode d'estimation par blocs d'équations indépendants, ne permet pas de construire un système dont les propriétés correspondent exactement aux *a priori* des modélisateurs. Ceci peut être vu comme une insuffisance, car l'assemblage de blocs indépendants peut effectivement conduire à la réalisation d'une "boîte noire" au fonctionnement et aux propriétés globales non totalement maîtrisées. Mais, cette méthode est aussi la seule qui permette de rendre compte de l'ensemble des faits économiques du passé, de manière réaliste. Ainsi, la faiblesse théorique des modèles est souvent la rançon de la discipline que s'imposent les modélisateurs en refusant de trop s'éloigner du monde réel. Par ailleurs, si l'on ne peut pas maîtriser et expliciter, *a priori*, le fonctionnement des modèles, il est toujours possible d'étudier *a posteriori*, par des simulations, les propriétés de long terme qui permettent de caractériser plus précisément leur filiation théorique.

Le diagramme 1 présente les principaux enchaînements présents dans les modèles ici étudiés.

A très court terme, les variables de demande jouent le rôle principal : les variations de prix étant faibles, le partage de l'offre entre importations et production nationale ne dépend pratiquement que de la demande, et l'on peut considérer que, selon un schéma hiérarchique, celle-ci détermine alors entièrement la production. A partir de ce point, il est possible de déterminer l'ensemble des autres variables : l'emploi découle directement de la production ; le chômage résulte de la confrontation de l'emploi et de la population active ; les salaires évoluent en fonction du chômage (relation de Phillips) et on peut en déduire l'évolution des coûts de production, des prix et des revenus. Le modèle "boucle" alors sur la demande : la consommation des ménages est révisée en fonction de l'évolution des revenus et des prix ; les exportations en fonction des prix relatifs, France-Etranger, et, dans Amadeus, de l'effort relatif d'investissement ; les importations en fonction des prix relatifs et de la demande intérieure ; les investissements productifs en fonction de la production et des profits ; les variations de stocks principalement en fonction de la production.

L'évolution des prix est affectée, dans le court terme, par celle des coûts de production et par la tension entre l'offre et la demande, généralement représentée par la mesure des tensions sur les capacités de production. Les salaires réels dépendent quant à eux de la tension sur le marché du travail représentée par le taux de chômage ou le rapport des demandes et des offres d'emploi. La boucle prix-salaires détermine finalement le niveau de l'inflation.

A très court terme, l'inflation a des effets limités sur les variables réelles. Mais à moyen et long terme, le "retour" des prix devient primordial : dans le secteur exposé l'inflation détermine l'évolution de la compétitivité et des parts de marché à l'exportation comme sur le marché intérieur, et donc le niveau de l'activité ; d'autre part le partage de la valeur ajoutée entre salaires et profit, qui résulte de la boucle prix-salaires, influence le montant des profits disponibles et la rentabilité des entreprises et donc aussi l'investissement et l'accumulation du capital. Enfin le niveau du taux d'épargne des ménages dépend de l'inflation du fait du comportement de reconstitution des encaisses réelles. Une augmentation trop rapide des salaires freine ainsi la croissance à moyen terme, du fait de son influence négative sur le commerce extérieur (effet de compétitivité) d'une part, et sur l'investissement (effet de rentabilité) d'autre part. La déformation du partage entre épargne et consommation du revenu des ménages venant par ailleurs limiter l'impact expansionniste de la croissance des revenus.

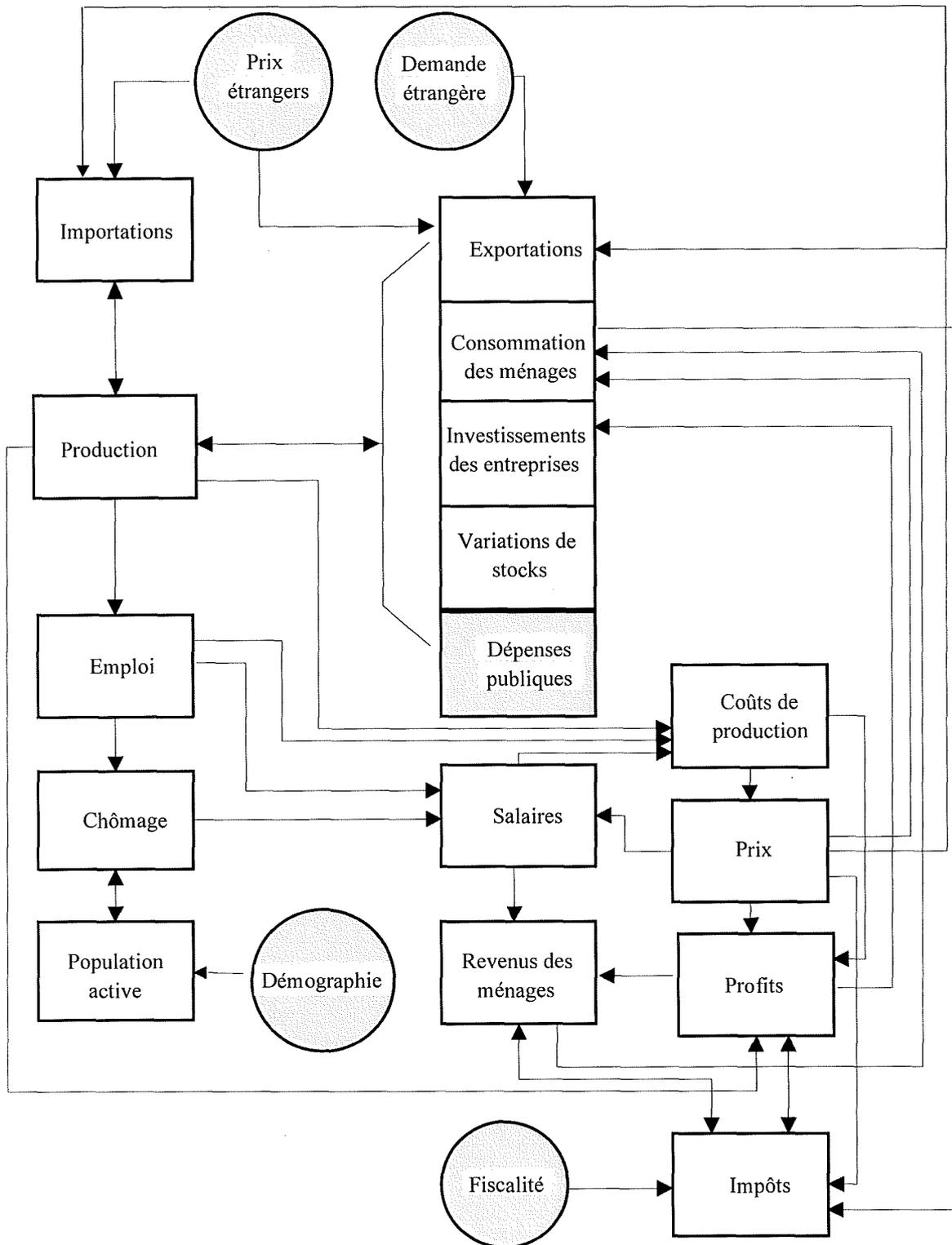
Les modèles incorporent donc des mécanismes régulateurs qui limitent l'impact des chocs de demande. Dans le très court terme, les tensions sur les capacités de production jouent un rôle important dans les modèles où elles ont une influence directe sur le partage de l'offre, sur la demande par le commerce extérieur et sur les prix.

A plus long terme, le chômage joue un rôle central car il devient le régulateur essentiel de l'inflation par les coûts et du partage salaires-profits. Les paramètres structurels de l'économie, caractéristiques des conditions de l'offre (taux de croissance de la productivité du travail et du capital, niveau de la compétitivité à taux de

change donné, niveau de la profitabilité nécessaire au financement des investissements) déterminent finalement l'équilibre de long terme. Tous les modèles sont ainsi caractérisés par un taux de chômage naturel de longue période, qui ne peut pas être modifié par un changement de la demande autonome, mais qui dépend, entre autres variables, de la croissance de la productivité du travail, des termes de l'échange... Le long terme des modèles assure finalement la compatibilité *ex-post* entre les niveaux des productivités du travail et du capital et le partage du revenu entre les salaires et les profits.

Ces caractéristiques générales, que l'on retrouve dans tous les modèles, leur confèrent, à long terme, des propriétés très peu keynésiennes. Néanmoins, compte tenu de la lenteur du retour à l'équilibre validé par l'estimation économétrique, le comportement des modèles reste keynésien pour les horizons les plus habituels de prévision et de simulation.

Structure générale des modèles macroéconométriques



Des caractéristiques techniques différentes

Si les modèles ne se distinguent pas du point de vue de leur structure générale, ils ont cependant des caractéristiques techniques différentes (voir tableau 1) qui expliquent certaines divergences de leurs résultats.

Les modèles ici étudiés se distinguent tout d'abord par la fréquence de leur cheminement temporel qui peut être annuelle ou trimestrielle. Les modèles trimestriels devraient *a priori* mieux décrire les enchaînements conjoncturels que les modèles annuels car leur base d'estimation, à pas plus court, devrait permettre une meilleure prise en compte des décalages temporels. Par contre les modèles annuels pourraient être plus fiables à long terme puisque leur base d'estimation, purgée des variations erratiques du très court terme, est *a priori* plus adaptée pour l'estimation des paramètres structurels. En pratique il est difficile de mesurer l'impact de ces différences et les divergences de résultats entre modèles ne semblent pas reliés à leur périodicité.

La deuxième différence concerne le degré d'exogénéité des modèles : la plupart supposent que les variables relatives à l'environnement international et à la politique économique sont déterminées en dehors du modèle. En ce qui concerne les variables étrangères, ceci revient à considérer que les évolutions françaises ne rétroagissent pas significativement sur nos partenaires. Cette approximation est satisfaisante lorsqu'il s'agit d'étudier la conjoncture purement nationale ou les conséquences d'une politique interne. Par contre l'analyse des chocs symétriques (c'est à dire, qui s'appliquent simultanément à plusieurs pays, comme un choc pétrolier ou monétaire international) est, en conséquence, difficile avec un modèle purement national, puisqu'il faut, dans ce cas, déterminer de manière simultanée les réactions de l'ensemble des économies concernées. Ce problème ne peut évidemment être résolu de façon satisfaisante que par le recours à un modèle multinational.

L'approche exogène de la politique économique est, quant à elle, justifiée par l'autonomie des décisions politiques. Dans la plupart des modèles, les évolutions des taux de prélèvement, des dépenses publiques courantes et d'investissement ainsi que les taux et les modalités des transferts sociaux sont donc analysées " hors modèle ". Cependant, Amadeus peut imposer, en option, le respect de l'équilibre financier des organismes de protection sociale ou même de l'ensemble des Administrations Publiques. Cet équilibrage automatique, par une hausse des cotisations en cas de déficit, endogénéise donc en partie les politiques publiques. Ceci peut évidemment conduire à des résultats variantiels assez différents de ceux que l'on obtient sous l'hypothèse de la fixité des taux de prélèvement.

La troisième différence générale concerne les niveaux de désagrégation sectoriels : tous les modèles distinguent au moins le secteur exposé à la concurrence étrangère et le secteur abrité. Mais certains, comme Metric, Hermès ou Mosaïque, poussent assez loin la désagrégation sectorielle (jusqu'à neuf secteurs marchands) alors que d'autres sont très agrégés comme Amadeus (2 secteurs marchands). *A priori*, les modèles désagrégés devraient permettre de mieux décrire l'évolution et l'impact des déformations structurelles à long terme. Par contre, parce qu'ils sont plus lourds, leur estimation peut être plus fruste et de moins bonne qualité et ceci d'autant plus que les données sectorielles sont souvent moins fiables que les données agrégées.

Une quatrième différence générale entre modèles réside dans le niveau de détail retenu pour la description des opérations de répartition secondaires et des relations institutionnelles (principalement fiscalité et transferts sociaux). Cette différence n'a que peu d'effets sur les résultats des modèles ; elle influence principalement les modalités de leur gestion en impliquant, pour les modèles peu détaillés, un travail *hors modèle* d'évaluation des paramètres plus important, en prévision comme en simulation.

Du point de vue des méthodes d'estimation économétriques retenues pour l'évaluation des paramètres les modèles sont très proches les uns des autres puisqu'ils recourent quasi exclusivement aux moindres carrés ordinaires (MCO) : il faut ici rappeler que les méthodes pour équations simultanées telles que les doubles- ou les triples-moindres carrés ne reçoivent de justifications théoriques solides que lorsque le nombre d'observations est élevé, et d'autre part que les MCO présentent l'avantage (par rapport aux triples moindres carrés par exemple) de permettre la réestimation d'une équation séparément et indépendamment des autres, ce qui facilite les mises à jour des modèles. De plus, sur des échantillons de taille limitée, les valeurs des estimations obtenues avec les MCO diffèrent peu de celles obtenues avec d'autres méthodes, ce sont leurs écarts types qui sont affectés.

Tableau n°1 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES MODELES

	AMADEUS	BDF	METRIC	HERMES	MOSAIQUE
Institution	INSEE	Banque de France	Direction de la Prévision	Ecole Centrale	OFCE
Périodicité	annuelle	trimestrielle	trimestrielle	annuelle	trimestrielle
Nomenclature de branches et de produits	3 produits : - manufacturier - non manufacturier - non marchand 3 branches : - manufacturière - marchande non-manufacturière - non-marchande	8 produits : - consommation : 1 - investissements : 2 (matériels et bâtiments) - commerce extérieur : 5 (manufacturier, agricole et agro-alimentaire, services, tourisme, énergie) 2 branches : - marchande - non marchande	8 produits : - agriculture - IAA - énergie - industrie manuf. - BTP - transports et tél. - services marchands - services financiers 10 branches : idem produits + commerce et branche non marchande	9 produits : - agriculture - BTP - énergie - biens de consom. - biens intermédiaires - transports et tél. - services marchands - services non mar. 9 branches : idem produits	6 produits : - agriculture et IAA - énergie - BTP - industrie manuf. - services marchands - services non mar. 7 branches : idem produits + commerce
Nomenclature d'agents	5 agents : - ménages - entreprises - institutions fin. - administrations - reste du monde	5 agents : - ménages - entreprises - administrations publ. - administrations privées et institutions fin. - reste du monde	5 agents : - ménages - entreprises - administrations publ. - administrations privées et institutions fin. - reste du monde	5 agents : - ménages - entreprises - institutions fin. - administrations - reste du monde	5 agents : - ménages - entreprises - administrations publ. - administrations privées et institutions fin. - reste du monde
Nombre d'équations	500	350	950	1100	850
Nombre d'équations économétriques	90	60	250	440	150
Méthodes d'estimation	moindres carrés linéaires ou non lin.	moindres carrés linéaires ou non lin	moindres carrés linéaires ou non lin, maximum de vraisemblance	moindres carrés linéaires ou non lin	moindres carrés linéaires ou non lin
Fonction de production	facteurs complémentaires ex-ante et ex-post (clay-clay)	facteurs complémentaires, accélérateur unitaire	facteurs substituables (putty-putty), élasticité de substitution constante (0,06)	fonction à génération de capital (putty-clay) et trois facteurs (énergie facteur de production)	facteurs complémentaires ex-ante et ex-post (clay-clay)

Quelques particularités	<ul style="list-style-type: none"> - Prestations et cotisations sociales ventilées par risques et par régimes avec possibilité d'équilibrer automatiquement les comptes des 4 régimes - Indicateurs de compétitivité hors prix dans les fonctions d'importations et d'exportations 	Revenu arbitral incluant les crédits de trésorerie accordés aux ménages	<ul style="list-style-type: none"> - Influence des volumes sur les prix limitée, et influence plus forte du retour des prix sur les volumes - Distinction entre consommation de biens fongibles et de biens durables 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement et emploi par branches et par produits - Chaîne comptable des prix très détaillée 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement des entreprises par secteurs (industrie, Gen, secteurs abrités) et par produits. Pour l'industrie, modèle de déséquilibre - Politique de l'emploi dans équation de chômage
Origine des données	Comptes Nationaux (INSEE), SESI, OCDE. Période : 1970-1991	Comptes Nationaux (INSEE), BdF Période : 1970/1-1990/4	Comptes Nationaux (INSEE), OCDE Période : 1970/1-1989/4	Comptes Nationaux (INSEE), OSCE Période : 1970-1992	Comptes Nationaux (INSEE), OCDE BdF Période : 1970/1-1988/4
Utilisation du modèle	<ul style="list-style-type: none"> - Projections à moyen long terme (5 à 10 ans) - Exercices variantiels 	<ul style="list-style-type: none"> - Projections à court terme, deux fois par an. - Exercices variantiels 	<ul style="list-style-type: none"> - Projections à moyen-long terme (5 à 10 ans) - Exercices variantiels 	<ul style="list-style-type: none"> - Projections à moyen-long terme (5 ans à 10 ans) - Exercices variantiels 	<ul style="list-style-type: none"> - Projections à court terme (2 ans) - Projections à moyen long terme (5 à 10 ans) - Exercices variantiels

Les choix de modélisation par domaine

Ce sont les choix de modélisation par domaine ou par variable qui sont à l'origine des principales divergences entre les résultats obtenus avec chaque modèle. Il est important de souligner que ces différences découlent le plus souvent des choix techniques des équipes de modélisation et que l'économétrie ne permet pas toujours de valider avec robustesse leur pertinence. Pour présenter ces différences nous avons adopté l'approche analytique traditionnelle qui consiste à découper les modèles en blocs regroupant l'ensemble des relations relatives à un domaine particulier. Quatre grands blocs ont ainsi été distingués :

- Le premier bloc représente le comportement des entreprises : c'est le " bloc-production " traditionnel constitué des fonctions de production et les demandes de facteurs de production des modèles, et augmenté des équations de formation des stocks (chapitre 1). Dans quatre modèles sur cinq les fonctions utilisées sont à facteurs complémentaires. Hermès est le seul modèle dans lequel la combinaison des facteurs de production dépend réellement des coûts relatifs. En ce qui concerne l'investissement, le mécanisme d'accélérateur joue un rôle central, mais d'autres variables interviennent fréquemment, comme les profits, la rentabilité ou les tensions sur les capacités de production. La dynamique de l'emploi résulte quant à elle de l'ajustement à une cible qui dépend de l'évolution tendancielle de la productivité et des perspectives de production. En ce qui concerne la formation des stocks par les entreprises le mécanisme retenu suppose l'ajustement des stocks à un niveau désiré qui dépend de la production. Mais, les effets tampons sont également pris en compte ainsi que l'incidence des comportements spéculatifs liés aux évolutions de prix.
- Le deuxième bloc est relatif à la boucle prix-salaires au sens large : formation des salaires, des prix et modélisation du chômage (chapitre 2). En ce qui concerne les salaires il y a peu de différences entre les modèles qui retiennent pratiquement tous l'hypothèse d'une relation de Phillips avec une indexation unitaire à long terme sur les hausses de prix. Les prix sont modélisés sur la base d'un comportement de mark-up. Même si les formes des équations varient beaucoup, les résultats apparaissent finalement très proches et les estimations de NAIRU qui découlent du fonctionnement de la boucle prix-salaires sont convergentes. La détermination du chômage découle de la confrontation de la population active et de l'emploi. Dans tous les modèles, un comportement de réaction de l'offre de travail à la situation du marché du travail (mécanisme de flexion des taux d'activité) est pris en compte.
- Le troisième bloc traite du comportement de partage du revenu des ménages entre la consommation et l'épargne et de leur choix du niveau d'investissement-logement (chapitre 3). La plupart des équations retenues dans les modèles supposent, à long terme, une élasticité unitaire de la consommation au revenu. Les différences portent surtout sur la définition précise du revenu disponible soumis à l'arbitrage épargne - consommation, et sur la prise en compte des effets de l'inflation (effet d'encaisses réelles) ou d'autres variables caractéristiques de la situation économique générale (chômage notamment). Lorsque le comportement d'investissement en logements des ménages est endogène, l'investissement est supposé ajuster le stock effectif au niveau désiré de ce stock qui dépend de la démographie et du revenu. Par ailleurs, l'effort d'investissement peut être influencé par d'autres variables, particulièrement par le taux d'intérêt réel.
- Le quatrième bloc présente les équations relatives au commerce extérieur (chapitre 4). La modélisation des exportations et des importations fait l'objet d'un assez large consensus, et les équations retenues font jouer un rôle central à la compétitivité-prix et aux croissances des demandes nationale et étrangère.

Enfin, les propriétés variantielles des modèles réunis ici sont comparées à travers des variantes analytiques normalisées (chapitre 5). Nous avons choisi de mettre l'accent sur la comparaison des mécanismes des modèles plutôt que sur leur précision en simulation rétrospective pour plusieurs raisons :

- étant donné la place du modèle dans les exercices respectifs de prévisions et de variantes de politique économique, il nous a semblé essentiel de mettre ici en évidence les différences éventuelles de lecture suivant les modèles de quelques chocs économiques ;
- les bonnes performances des modèles en simulation rétrospective sont certes vérifiées lors de la validation des modèles macroéconométriques par leurs concepteurs (et ceci à chaque campagne de réestimation) mais elles ne sont pas garantes de résultats similaires en prévision ;
- les périodes d'estimation des cinq modèles considérés ne sont pas les mêmes, ce qui aurait limité l'intérêt de l'exercice à la plus courte (et plus ancienne) période commune.

PREMIERE PARTIE

LES SPECIFICATIONS

I \ LA REPRESENTATION DU COMPORTEMENT DES ENTREPRISES

I.A \ LES SPECIFICATIONS THEORIQUES

Dans les cinq modèles étudiés (comme d'ailleurs dans tous les gros modèles macro-économiques qui ont pu être élaborés en France), les spécifications retenues pour les demandes de facteurs sont cohérentes avec le schéma néo-keynésien décrit dans l'introduction à ce dossier : *les entreprises sont supposées contraintes sur leurs débouchés*. Les entreprises sont donc supposées déterminer conjointement leur production et leurs variations de stocks pour faire face à cette demande. En pratique, ce sont les variations de stocks qui sont modélisées, et la production s'écrit comptablement comme la somme de la demande adressée aux entreprises et des variations de stocks.

Les entreprises sont supposées déterminer un niveau de stocks optimal en fonction du niveau prévisible de la demande, ce qui tend à conférer aux variations de stocks un aspect pro-cyclique; à très court terme, toutefois, les stocks peuvent exercer un rôle tampon entre l'offre et la demande (I.A 1).

Le niveau de la production étant connu, les chefs d'entreprise adaptent leurs facteurs de production capital et travail. Leurs comportements jouent, à divers titres, un rôle important dans les propriétés des modèles macro-économiques. Tout d'abord, ils influencent directement la demande globale : l'investissement en est une composante importante directe, et l'emploi contribue à la formation des revenus des ménages et donc, indirectement, à la détermination de leurs dépenses de consommation. Ensuite, c'est en partie par eux (et en partie par la courbe de Phillips) que s'inscrit l'équilibre entre les propriétés d'offre et de demande des modèles, cet équilibre dépendant beaucoup de l'influence de la rentabilité et des coûts des facteurs sur leur demande. Enfin, ils constituent l'une des principales voies d'intégration financière dans les modèles, par l'introduction éventuelle de la rentabilité ou de contraintes financières.

La représentation des demandes de facteurs inscrite dans les cinq modèles macro-économiques ici considérés correspond à des logiques assez semblables (I.A 2), ce qui amène donc à des propriétés très proches (I.A 3).

I.A 1 \ Les grandes caractéristiques des équations de stocks (manufacturés seuls ou tous produits pour la Banque de France)

Les variations de stocks constituent un élément important des modèles macroéconomiques d'inspiration keynésienne. D'une part, en effet, s'ils ne contribuent pas à la croissance de moyen terme de l'économie, les stocks sont une source importante de fluctuations de court terme de l'activité (cf. Grégoir et Laroque (1992)). Or le court terme reste l'horizon privilégié des modèles macroéconomiques keynésiens. D'autre part, la formation des stocks est, au même titre que l'investissement, à la base du mécanisme accélérateur-multiplicateur, caractéristique des modèles keynésiens.

Cependant, l'ajustement des stocks ne fait en général pas l'objet d'un soin extrême dans la construction des modèles macroéconomiques. Les données afférentes sont en effet d'une assez mauvaise qualité : faute d'informations directes, les stocks détenus par le commerce en données annuelles, et les stocks de toute nature en données trimestrielles, sont en grande partie calculés par solde.

Modèle général :

$$\Delta S = \lambda \Delta S_{-1} - \alpha \Delta \text{DHS} + \beta \Delta \text{DHS}_1 - \gamma \text{Log}(S(-i)) + \delta \text{Log}(\text{DHS}(-i)) + \text{autres facteurs}$$

avec

S ; ΔS : niveau ; variations de stocks

DHS, DHS_1 : demande hors stocks et demande hors stocks lissée

Aussi, les stocks modélisés concernent-ils les stocks totaux pour chaque produit, la modélisation ne distinguant jamais le type de stocks concerné (producteurs, utilisateurs, commerce), même dans les modèles annuels, pour lesquels les données sont disponibles; et la plupart des modèles se contentent, comme d'ailleurs les

modèles plus anciens FIFI, DMS ou Copain, d'un simple ajustement du niveau des stocks à un niveau désiré, supposé proportionnel à la demande finale. En particulier, le détour par les enquêtes de conjoncture, qui était l'apanage du modèle Métric (1981) a été complètement abandonné, y compris dans la version actuelle du modèle Métric (cf. Allard et *alii*, 1988). De ce fait, on renonce certes à une grille d'interprétation originale, au profit cependant d'une plus grande souplesse d'entretien des modèles et d'une plus grande robustesse. Ainsi, dans Métric (1981) le niveau des stocks désirés était mesuré à partir de l'opinion sur les stocks relevée dans les enquêtes trimestrielles dans l'industrie et dans le commerce de détail et dépendait, outre d'anticipations de demande, des anticipations de prix des industriels et de leur perception de leurs difficultés de trésorerie, elles-aussi relevées dans les enquêtes. De plus, les variations de stocks n'étaient pas estimées directement par un ajustement du niveau des stocks à un niveau désiré. En effet, un "plan d'offre" (production + importations) était tout d'abord déterminé en fonction des anticipations de demande et de la variation des stocks désirés. Les variations de stocks s'en déduisaient par solde entre l'offre totale et la demande hors stocks constatée.

Le modèle de base d'ajustement des stocks à un niveau désiré, dont l'origine remonte à Lovell (1961), suppose que les stocks servent à amortir les fluctuations de la demande : si le coût marginal d'une unité supplémentaire de production est croissant, par exemple en raison de coûts d'ajustement à court terme de la production, alors il est rentable de constituer des stocks en phase de basse conjoncture et de puiser dedans en phase de haute conjoncture.

Si l'incertitude qui affectait la demande était indépendante de son niveau, alors le volant du stock moyen détenu par les entreprises serait constant et le niveau des stocks rapporté à la demande aurait tendance à décliner au cours du temps. Or, ce n'est pas ce que l'on observe en réalité et il paraît plus raisonnable de supposer que l'incertitude porte sur le taux de croissance de la demande plutôt que sur son niveau. D'ailleurs, bien que la demande connaisse une croissance de l'ordre de 2,5 % en moyenne par an, l'incertitude sur cette croissance ne paraît pas avoir significativement diminué. Dans ces conditions, il paraît naturel que le volant de stocks moyen détenu par les entreprises soit proportionnel à la demande finale.

L'élasticité des stocks à la demande doit ainsi être positive à long terme et, si la période d'observation est assez courte, négative à court terme. En pratique, la périodicité annuelle (cas d'Amadeus et d'Hermès) est trop faible pour permettre d'estimer cette élasticité de court terme : l'élasticité estimée à l'horizon d'un an est donc systématiquement positive dans les modèles annuels. La périodicité trimestrielle est à cet égard mieux adaptée, si bien que l'élasticité de court terme est négative dans le cas de Métric et du modèle de la Banque de France.

Ce mécanisme prépondérant, présent dans tous les modèles, constitue la trame exclusive des équations d'Amadeus et d'Hermès et quasi-exclusive des équations de Métric et de Mosaïque. D'autres effets que l'effet accélérateur figurent cependant parfois dans les modèles français. C'est le cas en particulier des taux d'intérêt réels : la décision par l'entreprise de stocker consiste en effet à transférer de la production de demain vers aujourd'hui ; le prix d'un tel transfert dans le temps, le taux d'intérêt, paraît donc être *a priori* l'un des déterminants importants de cette décision. La pertinence empirique d'un tel effet reste cependant faible tant sur données américaines (cf. Blinder and Maccini (1990)) que sur données françaises. Il n'est donc guère surprenant qu'un tel effet n'apparaisse pas dans les modèles Amadeus, Mosaïque et Hermès. Il ressort avec un coefficient positif, inverse de celui attendu, dans le modèle de la Banque de France. Il ne joue un rôle non-négligeable que dans le modèle Métric.

L'accent a été mis jusqu'à présent sur l'impact des fluctuations de la demande sur le comportement de stockage des entreprises. Beaucoup d'autres facteurs sont susceptibles d'affecter de manière temporaire les coûts de production et donc de peser sur le comportement de stockage des entreprises. C'est ainsi que le modèle Mosaïque, à la suite de l'ancien modèle Métric (1981), de Copain ou de DMS, retient un comportement d'anticipation du prix relatif des consommations intermédiaires : les entreprises gonflent leurs stocks de matières premières si elles s'attendent à des hausses de prix. Le modèle de la Banque de France, quant à lui, retient un effet de la productivité du travail : une hausse temporaire de la productivité accroît la rentabilité de la production d'aujourd'hui par rapport à celle de demain et incite donc les entreprises à stocker.

Seul finalement le modèle de la Banque de France se distingue du schéma globalement identique pour les autres modèles : dans l'esprit de la littérature récente sur les phénomènes d'accélérateur financier, ce modèle suppose en effet que la structure de bilan des entreprises (taux de profit, ratio dette sur fonds propres, fonds de

roulement), en restreignant l'accès au crédit des entreprises dépendantes des banques, contraint le montant de stocks que les entreprises peuvent financer.

L'augmentation de 100 du niveau de la demande hors stocks annuelle conduit à terme à une hausse du niveau des stocks de 25 dans le modèle Mosaïque comme dans Métric. L'effet est très similaire dans le modèle de la Banque de France (avec une hausse de 20 du niveau des stocks) et dans Amadeus (avec une hausse de 30). Il est légèrement supérieur dans Hermès, avec une hausse de 35. Le niveau implicite des stocks est d'à peine plus de I trimestre de production.

Pour les autres équations de stocks, on retiendra que dans Métric les stocks de produits énergétiques intègrent un effet des prix (comportement spéculatif). Dans Mosaïque, les variations de la production agricole ont un impact conjoncturel sur les stocks de produits agricoles bruts et transformés par les industries agricoles alimentaires; à court terme, les exportations sont largement prélevées sur eux. Enfin, dans Métric comme dans Mosaïque, on met en évidence un effet tampon important pour les stocks de produits du BTP.

I.A 2 \ Des demandes de facteurs d'inspiration néo-keynésienne

En l'absence de contrainte sur les débouchés, les demandes de facteurs des entreprises dériveraient d'une maximisation du profit sous la seule contrainte (technologique) définie par la fonction de production, maximisation qui permettrait la détermination simultanée des quantités produites et des quantités de facteurs demandées. L'introduction d'une contrainte de débouchés dans le programme de maximisation du profit des entreprises transforme ce programme en minimisation des coûts de production.

Dans les cinq modèles étudiés, *les rendements d'échelle sont supposés unitaires* (ici encore, comme dans tous les grands modèles macro-économiques qui ont pu être élaborés en France). Il y a de ce fait une relation de proportionnalité stricte entre d'une part les quantités qu'il est envisagé de produire, et d'autre part (toutes choses égales par ailleurs) le volume "optimal" de facteurs de production, dont les entreprises souhaiteraient disposer. L'hypothèse de rendements d'échelle unitaires est habituellement justifiée par la possibilité de répliquer à l'identique des unités de production ayant atteint leur taille optimale. L'hypothèse de rendements constants au niveau macro-économique est ainsi compatible avec une hypothèse de rendements éventuellement non unitaires au niveau de chaque unité de production prise isolément. Par ailleurs, il faut souligner que, sur des données macro-sectorielles (qui correspondent à l'agrégation des données d'un grand nombre d'entreprises), une hypothèse de rendements non unitaires n'aurait pas la signification habituelle en micro-économie, et devrait plutôt s'interpréter à partir des théories dites de la croissance endogène⁶.

Dans les cinq modèles, les demandes de facteurs vont donc dépendre pour l'essentiel des débouchés anticipés par les entreprises, du coût relatif des facteurs si ces derniers sont substituables, des effets du progrès technique, et d'éventuelles variables financières.

I.A 2.1 \ Un quasi-consensus d'une substituabilité limitée entre capital et travail

Lorsque la demande est exogène, les coûts respectifs du capital et du travail ne peuvent influencer directement sur les demandes de facteurs que dans la mesure où ceux-ci sont substituables, c'est-à-dire dans la mesure où il est possible de produire un niveau donné quelconque d'output à partir de diverses combinaisons des facteurs capital et travail. Cette influence sera plus ou moins diffuse et plus ou moins étalée dans le temps selon qu'il est possible, pour les entreprises, d'opter pour une technique plus ou moins capitaliste seulement au moment de l'acquisition des équipements (on parle de substitution *ex ante* entre capital et travail) ou bien lorsque ceux-ci sont déjà installés (substitution *ex post* entre capital et travail). Les modèles à substituabilité *ex ante* et *ex*

⁶ Dans ces théories, l'existence d'externalités entre firmes peut se traduire par des rendements non unitaires au niveau macro-économique quand bien même les rendements seraient unitaires au niveau de chaque unité de production; de manière analogue, l'existence de facteurs de production non accumulables par les entreprises (capital humain, capital public,...), conjuguée à des rendements constants par rapport à l'ensemble des facteurs, se traduit par des rendements croissants par rapport aux seuls facteurs accumulables.

post sont parfois nommés *putty-putty*, ceux à complémentarité *ex ante* et *ex post* *clay-clay*, et enfin ceux à substituabilité *ex ante* et complémentarité *ex post* *putty-clay*⁷.

En outre, compte tenu de la contrainte de débouchés évoquée plus haut, c'est au travers de leur rapport (c'est à dire des *coûts relatifs*) que les coûts des facteurs peuvent influencer les demandes de facteurs quand les facteurs sont substituables. Autrement dit, lorsqu'il y a substituabilité des facteurs de production, les entreprises choisissent la combinaison technique optimale des facteurs de production en fonction de leur coût relatif et de leur degré de substituabilité.

Sur données macro-économiques françaises, à l'inverse de ce qui se passe sur données d'entreprises, il est en général difficile de mettre en évidence une influence des coûts des facteurs sur leurs demandes⁸.

Dans le passé, les hypothèses de substituabilité retenues en France dans les modèles macro-économiques se sont souvent caractérisées par une grande diversité. Ainsi, par exemple, la combinaison productive des entreprises industrielles était basée sur une hypothèse *putty-putty* dans les modèles FIFI (cf. INSEE (1975)) ou Propage (cf. INSEE (1982)), une hypothèse *clay-clay* dans les modèles DMS (cf. INSEE (1978) pour DMS1 et (1987) pour DMS4), ou Copain (cf. DP (1981)), et une hypothèse *putty-clay* dans les premières versions du modèle Métric (cf. INSEE (1978) et (1981)). Quand elle était retenue, l'hypothèse de substituabilité était généralement représentée par une fonction de type Cobb-Douglas. Ces différences dans la représentation de la combinaison productive découlaient essentiellement des choix des équipes ayant en charge l'estimation de ces modèles, l'économétrie sur données macro-sectorielles ne permettant généralement pas de discriminer entre les diverses spécifications envisagées⁹.

Le modèle Micro-DMS contient deux représentations alternatives de la combinaison productive : l'une à facteurs complémentaires *ex ante* et *ex post* (*clay-clay*), et l'autre à facteurs substituables *ex ante* et complémentaires *ex post* (*putty-clay*), la substituabilité *ex ante* étant représentée par une fonction Cobb-Douglas (cf. J. L. Brillet (1994)).

De fait, dans les cinq modèles ici comparés, les facteurs ne sont jamais substituables *ex post*. Le modèle de production correspond à une complémentarité *ex ante* et *ex post* (*clay-clay*) dans trois des cinq modèles (Amadeus, BdF, et Mosaïque). Dans ces trois modèles, les facteurs capital et travail sont donc combinés dans un rapport déterminé, non modifiable en fonction du coût relatif des facteurs, et se déformant éventuellement au cours du temps sous l'effet d'un progrès technique affectant différemment la productivité du travail et celle du capital. Dans Métric, la technologie est supposée de type *putty-putty*, mais l'élasticité de substitution obtenue à l'estimation est très faible (0,016) et non significativement différente de zéro : la technologie est donc de fait à facteurs strictement complémentaires dans Métric.

Dans le dernier modèle, Hermès, les trois facteurs de production considérés (le capital et le travail comme dans les quatre autres modèles, ainsi que l'énergie) sont substituables *ex ante* seulement (modèle *putty-clay*)¹⁰. La mise en évidence de telles substitutions à la marge impose de recourir à une fonction de production où sont distinguées les différentes générations d'équipements. Pour chaque génération d'équipements, la capacité de production associée est déterminée par une fonction de production à deux niveaux : l'énergie et le capital en équipements sont intégrés à un premier niveau dans une fonction de type *CES*; le facteur composite (énergie-capital) ainsi obtenu est ensuite combiné, à un second niveau, avec le travail dans une fonction de production de type *Cobb-Douglas* (cf. annexe). L'élasticité (marginale) de substitution entre équipements-énergie et travail est égale à 1 par hypothèse (fonction de Cobb-Douglas). L'élasticité (partielle) de substitution entre équipements et

⁷ De l'anglais "putty" et "clay" signifiant respectivement "terre" et "argile".

⁸ Voir par exemple .1 Henry et alii, (1988). Cependant, des analyses récentes sur ce thème confirment l'existence d'une relation entre coûts et demandes de facteurs. Ainsi, B. Dormant (1994) a mis en évidence une substituabilité significative entre capital et travail, sur données de panel ainsi que sur données macro-économiques, lorsqu'on sépare le coût du travail et le coût d'usage du capital. B. DORMONT interprète la difficulté à mettre en évidence une substitution entre capital et travail sur données macro-économiques comme pouvant résulter principalement d'une erreur de mesure sur le coût d'usage du capital.

⁹ Ce constat était d'ailleurs celui du groupe d'études macro-économiques concertées sur les fonctions de production et les demandes de facteurs (cf. INSEE-DP (1985)).

¹⁰ Ce schéma ne vaut que pour les branches manufacturières. Dans les autres branches, la fonction de production sous-jacente est de type *putty-putty*, c'est-à-dire que les facteurs de production sont substituables *ex ante* et *ex post*.

énergie a été estimée à 0,77 pour la branche des biens intermédiaires (U04), 0,098 pour la branche des biens d'équipement (U05), et 0,25 pour la branche des biens de consommation (U06).

Le fait que les facteurs capital et travail soient complémentaires dans quatre des modèles étudiés ne signifie pas pour autant qu'une modification du coût des facteurs n'y influence pas leur volume : une telle modification influera en effet sur la demande (consommation, investissement, exportations) - et donc aussi sur l'emploi et l'investissement - par le biais de modifications des prix et des salaires (cf. infra, ainsi que la partie sur les propriétés variantielles des modèles dans ce dossier). On notera que, en raison même des mécanismes en jeu, le rapport capital-travail pourra être modifié. Pour Hermès, il s'ajoute à ces effets indirects l'effet direct dû aux substitutions capital-travail.

I.A 2.2 \ La représentation des effets du progrès technique

Pour obtenir les niveaux désirés des facteurs capital et travail (i.e les niveaux des facteurs qui prévaudraient si les entreprises pouvaient adapter leurs effectifs ou leur stock de capital sans coûts ni délais d'ajustement), il est nécessaire d'indiquer comment sont pris en compte les effets du progrès technique.

On distingue usuellement les effets du progrès technique selon que celui-ci modifie la productivité du travail ou du capital, et selon qu'il est incorporé ou non aux équipements. Les effets du progrès technique non incorporé modifient de manière identique la productivité de toutes les générations d'équipements, et de manière également identique la productivité de l'ensemble des effectifs. Cette distinction entre les composantes, incorporée et non incorporée, du progrès technique est importante : seule la composante incorporée permet de mettre directement en rapport la productivité des facteurs avec le rythme de renouvellement de l'outil de production¹¹. La prise en compte des effets du progrès technique incorporé aux équipements oblige à caractériser la structure par âge du capital, la productivité du travail et parfois aussi celle du capital étant influencée par les modifications de cette structure.

La distinction empirique des composantes incorporée et non incorporée du progrès technique s'avère généralement délicate sur données macro-sectorielles, en raison de la forte colinéarité entre les variables élaborées pour les mesurer, mais aussi des difficultés et erreurs de mesure de la structure par âge du capital. Aussi, la représentation des effets du progrès technique dans les modèles macro-économiques résulte principalement des choix des équipes de macro-modélisation.

Dans le passé, la représentation des effets du progrès technique dans les modèles macro-économiques s'est souvent caractérisée par une grande diversité. Ainsi, par exemple, les effets du progrès technique étaient supposés non incorporés dans les modèles FIFI (cf INSEE (1975)) Propage (cf INSEE (1982)), et dans les premières versions du modèle Métric (cf INSEE (1978) et (1981)), tandis que deux composantes étaient distinguées, l'une incorporée et l'autre non incorporée aux équipements, dans les modèles DMS (cf. INSEE (1978) pour DMS1 et (1987) pour DMS4), ou Copain (cf DP (1981)). Afin d'appréhender, au sein des effets du progrès technique, la composante incorporée aux équipements, la structure par âge était caractérisée de façon très approfondie dans le modèle DMS en distinguant chaque génération d'équipements, et de façon plus simplifiée dans le modèle Copain par la part des sept plus récentes générations d'équipements dans l'ensemble du stock de capital.

Dans le modèle Micro-DMS, les effets du progrès technique sont supposés non incorporés (cf J. L. Brillet (1994)).

Dans les cinq modèles ici comparés, les effets du progrès technique sont supposés intégralement incorporés aux équipements (cas d'Hermès) ou au contraire intégralement non incorporés (Amadeus, Métric, et Mosaïque). Le modèle BdF distingue les deux composantes sans recourir à une fonction de production à générations d'équipements, en introduisant l'âge moyen des équipements installés dans les cibles d'investissement et d'emploi : dans ce modèle, un effort soutenu d'investissement pendant plusieurs années peut se traduire par une baisse de l'âge des équipements qui se répercute favorablement sur la productivité des

¹¹ Rappelons ici que, dans l'hypothèse d'une substituabilité des facteurs, leur productivité est également influencée en cas de modification de leur coût

facteurs (pour un accroissement donné des débouchés, il est alors moins nécessaire d'embaucher puisque la productivité du travail est plus élevée).

Il faut signaler qu'au cours des trente dernières années, la croissance de la productivité apparente du travail semble s'être progressivement ralentie. Une littérature abondante s'est intéressée à cette question, et de multiples interprétations alternatives en ont été proposées¹². Parmi les principales, signalons la modification de l'importance relative de différents secteurs entre lesquels les niveaux et les rythmes de progression de la productivité diffèrent, l'épuisement progressif du rattrapage de techniques plus performantes mises en oeuvre dans les économies où la productivité est plus élevée, le ralentissement des effets du progrès technique, une moindre recherche d'économies de facteur travail du fait d'un ralentissement du coût salarial ou d'un renchérissement d'autres facteurs comme le capital (par exemple du fait de taux d'intérêt élevés) ou les consommations intermédiaires (par exemple suite aux chocs pétroliers), une mauvaise mesure du volume tant des quantités produites (dont la croissance serait sous-estimée) que du stock du facteur travail (dont la croissance serait surestimée, par exemple du fait d'une mauvaise prise en compte de la durée du travail),...

Pour prendre en compte ce ralentissement, il est supposé, dans les modèles Amadeus et BdF, que l'évolution tendancielle (à taux constant) de la productivité du travail aurait connu une rupture en 1980 dans l'industrie manufacturière. Dans Mosaïque, une telle rupture de tendance n'a pas été introduite, mais la productivité du travail est supposée connaître une progression linéaire (et non log-linéaire comme dans les trois autres modèles), ce qui implique une croissance à un taux qui s'affaiblit progressivement.

Dans le modèle BdF (cf. G. Cette (1992)), la cible d'emploi, qui repose sur une croissance à taux constant de la productivité tendancielle du travail, est modulée par la durée du travail et par le taux d'utilisation des capacités de production (dont la prise en compte traduit un effet de saturation : pour un accroissement donné des débouchés, les entreprises embaucheraient davantage lorsque le taux d'utilisation des capacités de production est élevé que lorsqu'il est bas (cf. D. Taddei, S. Cueva et X. Timbeau (1991))

Il est encore plus délicat de porter un diagnostic sur d'éventuelles modifications du rythme tendanciel d'évolution de la productivité du capital, tant la mesure de celui-ci sur le passé est affectée à la fois par les hypothèses retenues en matière de loi de mortalité des équipements (cf. G. Cette (1990)), par l'indicateur d'output choisi (valeur ajoutée ou production¹³, cf. M. Fleurbaey et P. Joly (1990)), ou encore par la prise en compte ou non de la durée d'utilisation des équipements et du taux d'utilisation des capacités de production.

Si l'on suppose constante la productivité potentielle (i.e. pour une valeur "normale" du taux d'utilisation des capacités de production) du capital, la croissance désirée (par les entreprises) de leur stock de capital sera simplement égale à la croissance des débouchés, corrigée de la croissance désirée du taux d'utilisation des capacités nécessaire pour amener celui-ci à un niveau "normal". Si à l'inverse, on suppose que la productivité potentielle du capital connaît des variations (exogènes ou endogènes au modèle de production retenu), il faut tenir compte de ces variations dans la spécification du taux de croissance désiré du stock de capital.

La productivité potentielle du capital est exogène dans Amadeus, Hermès, et Mosaïque; elle n'est modélisée explicitement que dans les modèles BdF et Métric, sous la forme d'une équation de taux d'utilisation des capacités de production, qui peut être réécrite de manière équivalente comme une équation de productivité potentielle du capital. Dans le modèle BdF, la formulation théorique retenue la fait dépendre de la durée d'utilisation des équipements et de leur âge moyen, ainsi que d'un trend négatif.

¹² Le lecteur intéressé par cette question pourra se reporter aux dossiers que lui ont consacré diverses revues, par exemple *Economie et Statistique* (cf. INSEE (1990)), *Economie Internationale* (cf. CEPII (1994)) ou *La Revue Economique de l'OCDE* (cf. OCDE (1994)).

¹³ La part des consommations intermédiaires dans la production ayant tendance à augmenter, la décroissance de la productivité apparente du capital apparaît moins nettement lorsque l'output est mesuré par la production que lorsqu'il est mesuré par la valeur ajoutée. De même, la durée d'utilisation des équipements ayant eu plutôt tendance à décroître au cours des années 80, la décroissance de la productivité du capital est moins sensible lorsqu'on tient compte de cette décroissance de la durée hebdomadaire d'utilisation des équipements.

I.A 2.3 \ Une influence limitée des variables financières

Sous certaines hypothèses exogènes concernant le taux de déclassement des équipements, le taux d'accumulation désiré, et donc la cible d'investissement, se déduit directement¹⁴ de la croissance désirée du stock de capital définie à partir des déterminants qui viennent d'être présentés¹⁵. Cette cible d'investissement ne dépend de facteurs financiers qu'au travers du coût d'usage du capital (déterminé en grande partie par le taux d'intérêt) lorsque la spécification de la combinaison productive suppose une substituabilité des facteurs.

Dans la théorie économique, les facteurs financiers peuvent influencer le comportement d'investissement des entreprises par diverses voies :

- soit (théorie fishérienne de l'investissement) quand celles-ci, au moment d'investir, comparent le taux de rendement interne des projets d'investissement à la rentabilité d'une utilisation alternative des fonds correspondants (par exemple un placement financier) quand elles financent ces projets sur fonds propres, ou bien sûr au coût financier de l'endettement éventuellement nécessaire. Selon cette optique, les entreprises investiraient tant que l'efficacité marginale du capital est supérieure au taux d'intérêt. En supposant un profil décroissant pour l'efficacité marginale du capital, il y aurait alors une liaison négative entre l'investissement et le taux d'intérêt;

- soit encore du fait d'un rationnement quantitatif sur le marché du crédit, qui empêcherait les entreprises de financer tous les projets d'investissement qu'elles souhaiteraient réaliser.

Ces mécanismes supposent que les entreprises ne soient pas contraintes sur leurs débouchés. Aussi, dans les modèles étudiés, la prise en compte des facteurs financiers dans la détermination de l'investissement reçoit une interprétation un peu *ad hoc*. Les débouchés déterminent l'investissement des seules entreprises qui ne se heurtent pas à un rationnement dans leur accès au crédit lors du financement de cet investissement. Si l'on suppose qu'une fraction constante (au cours du temps) des entreprises est rationnée dans son accès au crédit, il est alors logique de faire figurer un indicateur de rentabilité ou d'autofinancement dans la cible d'investissement macro-économique¹⁶ (cf. Courbis 1973).

Dans le passé, les options retenues dans les modèles macro-économiques se sont situées dans cette logique. Ainsi, un taux de rentabilité du capital s'ajoute aux autres déterminants de l'investissement, évoqués supra, dans les modèles DMS (cf. INSEE (1978) pour DMS1 et (1987) pour DMS4), Propage (cf. INSEE (1982)), Copain (cf. DP (1981)) et dans les premières versions du modèle Métric (cf. INSEE (1978) et (1981)). Dans Copain, l'investissement dépendait également du taux de base bancaire, une telle influence directe d'un taux d'intérêt sur l'investissement étant suffisamment rare dans les modèles macro-économiques pour qu'elle mérite d'être soulignée. Pour Métric, le terme de rentabilité n'influencait pas la cible de long terme de l'investissement, mais uniquement la dynamique de court terme, cette dernière dépendant également d'une variable exogène représentant le rationnement sur le marché du crédit.

Dans le modèle Micro-DMS, la rentabilité du capital fixe est également ajoutée aux autres variables influençant l'investissement (cf. J. L. Brillet (1994)).

De tels indicateurs de rentabilité du capital figurent bien dans les cibles d'investissement des modèles Amadeus et Mosaïque. Dans le modèle BdF, la prise en compte des effets de la rentabilité sur l'investissement est un peu différente, puisqu'elle intervient au niveau du mécanisme d'ajustement à la cible et non au niveau de la cible elle-même (comme dans les premières versions de Métric) : on suppose ainsi que les rationnements de crédits modifient le calendrier de réalisation des investissements sans en affecter le volume à long terme. Que la prise en compte des effets de la rentabilité sur l'investissement intervienne au niveau de la cible d'investissement ou bien au niveau de l'ajustement à cette cible, elle contribue à rendre moins favorables les politiques de hausses

¹⁴A partir de l'équation comptable : $\dot{K} = \frac{I}{K_{-1}} - \frac{D}{K_{-1}}$

¹⁵Dans Hermès, le coefficient de capital optimal fournit directement la cible d'investissement, puisque l'investissement correspond au capital de la dernière génération.

¹⁶L'hypothèse de constance au cours du temps de la part des entreprises rationnées dans leur accès au crédit est certes fragile. D'autre part, dans la mesure où la variable pertinente serait une variable d'autofinancement des seules entreprises rationnées, les estimations de l'équation d'investissement sont susceptibles d'être biaisées.

des salaires, puisque celles-ci ont un impact négatif direct sur la rentabilité des entreprises (cf. la partie sur les propriétés variantielles des modèles dans ce même dossier).

I.A 2.4 \ L'ajustement de l'emploi et de l'investissement à leur cible de long terme

Les variations du volume de chacun des deux facteurs ont bien sûr un coût (d'embauche ou de licenciement par exemple pour les effectifs, et d'installation pour de nouveaux équipements). Mais tout écart du volume de chaque facteur à son niveau désiré implique également un coût spécifique, de sur-dimensionnement ou d'utilisation intensive. Du fait de ces coûts, les entreprises n'adaptent que progressivement les effectifs et le stock de capital au niveau désiré, c'est à dire à leur cible de long terme.

Dans le passé, les modèles macro-économiques renaient généralement un modèle d'ajustement partiel, pour représenter la dynamique de court terme des facteurs, à l'exception de Propage qui, pour l'emploi, avait adopté un modèle de correction d'erreur (cf. INSEE (1982)). Parfois, l'inertie inscrite dans le modèle d'ajustement dépendait d'autres variables, comme les difficultés de trésorerie des entreprises dans l'ajustement de l'emploi industriel pour certaines versions antérieures du modèle Métric (cf. INSEE (1981)). Dans Micro-DMS, le choix retenu est également celui d'un modèle d'ajustement partiel (cf. J. L. Brillet (1994)).

Dans les cinq modèles ici considérés, l'emploi s'ajuste à sa cible (calculée comme il a été indiqué plus haute) selon un modèle d'ajustement partiel, pour Amadeus, Métric et Mosaïque, ou un modèle à correction d'erreurs (MCE) pour BdF et Hermès. A court terme, l'emploi augmentera donc moins vite que *l'output* lorsque la demande tend à accélérer, et à l'inverse diminuera moins vite (ou augmentera plus rapidement) que l'output lorsque celui-ci tend à décélérer. La productivité apparente du travail présente de ce fait un profil pro-cyclique ("*cycle de productivité*"), qui (toutes choses égales par ailleurs) tend à diminuer (augmenter) le coût de production unitaire en période d'accélération (de décélération) de l'activité.

Il y a entre les modèles des différences de champ sur les variables d'emploi modélisées : ainsi, c'est l'emploi total (i.e. salariés + non salariés) qui est modélisé dans les cinq modèles, mais si l'emploi non salarié est exogène pour Amadeus et BdF, en revanche, il fait l'objet d'une détermination économétrique dans Mosaïque, Hermès, et Métric.

Si dans Amadeus, Métric, Hermès et BdF, ce sont les effectifs qui sont modélisés, à l'inverse Mosaïque raisonne en nombre d'heures travaillées (cf. OFCE (1993)). D'autre part, l'indicateur d'output retenu pour le calcul des productivités diffère d'un modèle à l'autre : valeur ajoutée pour l'ensemble des branches modélisées dans Amadeus, BdF, et Métric, ainsi que pour les branches "abritées" dans Mosaïque, et production pour tous les secteurs dans Hermès et pour l'industrie manufacturière dans Mosaïque.

L'investissement s'ajuste également à sa cible de long terme selon un mécanisme d'ajustement partiel pour Amadeus, Hermès et Mosaïque ou un modèle à correction d'erreurs pour BdF et Métric. Dans Mosaïque, enfin, si les fondements théoriques sont bien ceux qui ont été exposés, l'investissement est modélisé de manière davantage *ad hoc* sous la forme d'un taux d'investissement (et non d'un taux d'accumulation comme dans Amadeus, BdF, et Métric) qui dépend des taux de croissance passés de la valeur ajoutée ou de la production, d'un lissage des valeurs présentes et passées d'un taux de profit, et d'un trend décroissant (cf. annexe).

On retrouve pour l'investissement les mêmes différences de nomenclature en termes de branches ou secteurs d'activité. D'autre part, si les modèles BdF, Hermès, et Mosaïque distinguent l'investissement en matériel et l'investissement en bâtiments (l'investissement en bâtiments étant supposé dépendre de l'investissement en matériel), c'est l'investissement total (i.e. matériel + bâtiments) qui est modélisé dans Amadeus et Métric.

¹⁷ Pour Hermès, on calcule les effectifs désirés en ajoutant à l'emploi optimal pour la dernière génération de capital l'emploi à associer aux générations précédentes, et l'ajustement est ensuite de type MCE (cf. Assouline et Epaulard (1993))

I.A 3 \ Les propriétés des modèles

La façon dont les équations rendent compte du passé a été éprouvée avec des simulations dynamiques et statiques des équations d'investissement et d'emploi des différents modèles (graphiques n°1 et 2). On peut d'autre part comparer d'un modèle à l'autre les délais moyens d'ajustement ainsi que les croissances tendancielle des productivités des facteurs (I.A 3.1), et comparer les réactions de ces diverses spécifications d'emploi et d'investissement à un même choc de demande (I.A 3.2).

I.A 3.1 \ Productivités tendancielle et délais moyens d'ajustement

On compare dans un premier temps les productivités tendancielle des facteurs qui figurent dans les cinq modèles (tableau 1) et les délais moyens d'ajustement de l'emploi et du taux d'accumulation à leur cible (tableau 2). Le principe de calcul du délai moyen d'ajustement (DMA) est exposé en encadré n°1.

La croissance de la productivité de l'agrégat constitué par plusieurs secteurs a été évaluée comme la moyenne des croissances de la productivité dans les secteurs, pondérées par l'output du secteur^{1°}. Les DMA pour les agrégats de secteurs ont été obtenus selon le même processus.

^{1°} En toute rigueur, il faudrait ajouter un terme correctif (effet de structure) reflétant l'impact conjugué des déformations structurelles de l'emploi et de l'écart initial de productivité (en niveau) entre les secteurs. Sur le champ étudié (branches marchandes non agricoles), l'effet de structure a une influence négligeable.

Encadré n°1 : calcul du délai moyen d'ajustement (DMA) d'une variable y_t suite à un choc entrevenu sur une variable x_t .

Remarque : ce cas général inclut le cas où x_t est la cible de y_t : on parle alors de l'ajustement d'une variable à sa cible.

On suppose que la relation qui lie y_t à x_t peut s'écrire $y_t = \Psi(L)x_t$, où Ψ est un polynôme ou une fraction rationnelle de l'opérateur retard L .

Le cas le plus simple est celui où Ψ est un polynôme de degré fini de L : $\Psi(L) = \sum_{i=0}^p a_i \cdot L^i$. Un choc entrevenu de +1 sur x à la date 0 a alors l'effet a_0 sur y à la date 0, $a_0 + a_1$ à la date 1, et $\sum_{i=0}^p a_i$ pour tout t tel que $t \geq p$.

Le délai moyen d'ajustement est une moyenne des dates auxquelles ont lieu les ajustements, ces dates étant pondérées par la part de l'ajustement total qui peut lui être imputée :

$$DMA = \frac{\sum_{i=0}^p i \cdot a_i}{\sum_{i=0}^p a_i} = \frac{\Psi'(1)}{\Psi(1)}$$

On notera que le calcul du DMA n'a de sens que si tous les a_i sont positifs : dans le cas contraire, le DMA pourrait fort bien être négatif.

La formule $DMA = \frac{\Psi'(1)}{\Psi(1)}$ reste valable dans des situations plus générales, où Ψ n'est pas un polynôme (de degré fini) de l'opérateur retard L . En particulier, si Ψ est une fraction rationnelle de l'opérateur retard L , la liaison entre y et x peut s'écrire : $[1 - \phi(L)]y_t = \theta(L)x_t$, où θ et ϕ sont des polynômes (de degré fini) de l'opérateur retard L (avec $\phi(0) = 0$ sans perte de généralité). Le calcul du DMA peut alors s'opérer de la manière suivante :

$$\Psi(L) = \frac{\theta(L)}{1 - \phi(L)}, \text{ donc : } \Psi'(L) = \frac{[1 - \phi(L)] \cdot \theta'(L) + \phi'(L) \cdot \theta(L)}{[1 - \phi(L)]^2}$$

d'où l'on tire : $DMA = \frac{\theta'(1)}{\theta(1)} + \frac{\phi'(1)}{1 - \phi(1)}$ (on évite ainsi d'avoir à calculer la somme d'une infinité de termes). Le

retard moyen s'interprète alors comme étant la somme de deux retards : l'un dû aux retards échelonnés (polynôme θ) et l'autre aux termes auto-régressifs (polynôme ϕ).

Application : le modèle de correction d'erreur (MCE).

Celui-ci peut s'écrire : $y_t - y_{t-1} = \lambda \cdot (y_t^* - y_{t-1}^*) + \mu \cdot (y_{t-1}^* - y_{t-1})$, c'est à dire :

$$[1 - (1 - \mu)L]y_t = [\lambda - (\lambda - \mu)L]y_t^*$$

On a donc $\phi(L) = (1 - \mu)L$ et $\theta(L) = \lambda - (\lambda - \mu)L$

$$d'où DMA = \frac{\theta'(1)}{\theta(1)} + \frac{\phi'(1)}{1 - \phi(1)} = \frac{\mu - \lambda}{\mu} + \frac{1 - \mu}{\mu} = \frac{1 - \lambda}{\mu}$$

Tableau n°2 : Croissance tendancielle annuelle de la productivité des facteurs (en %)

	AMADEUS		MOSAIQUE		METRIC		BDF		HERMES
	travail	capital	travail	capital	travail	capital	travail	capital	productivité globale-
Industrie manufacturière (U04-U06)	2,6	non ident.	2,6	0 par hyp.		-	2,5	-	2,4
- biens intermédiaires (U04)	-	-	-			-	-	-	3,0
- biens d'équipement (U05)	-	-	-		-	-	-	-	2,0
- biens de conso. (U06)	-	-	-		-	-	-	-	2,4
Autres branches marchandes non agricoles	1,8	non ident.	1,8	0 par hyp.	-	-	0,4	-	non-identifié
- IAA (U02)	-	-	1,7		-	-	-	-	-
- énergie (U03)	-	-	2,7		-	-	-	-	-
- Bâtiment (U07)	-	-	2,5		-	-	-	-	-
- Commerce (U08)	-	-	1,7		-	-	-	-	-
- Transports (U09)	-	-	1,7		-	-	-	-	-
- Services marchands (U10-13)	-	-	1,7		-	-	-	-	-
Total	2,0	non ident.	2,0	0 par hyp.	2,7	-1,7	0,9	1,2	non-identifié

Remarques : les écarts entre ces diverses évaluations s'expliquent principalement par les différences suivantes :

- Pour ce qui est de la mesure de la productivité du travail, il s'agit d'une productivité horaire pour Mosaïque et BDF, et d'une productivité par individu pour les autres modèles. Sur la période 1970-1993, la durée hebdomadaire du travail a diminué en moyenne de 0,65% par an dans l'industrie manufacturière et de 0,75% par an dans les autres branches.

- Compte tenu du fait que la part des consommations intermédiaires dans la production tend à augmenter, les modèles où la productivité est évaluée par rapport à la production (thermes, et Mosaïque pour l'industrie) présentent, toutes choses égales par ailleurs, une croissance tendancielle de la productivité plus forte de 0,3 à 0,4 point par an que les modèles où la productivité est évaluée par rapport à la valeur ajoutée.

Tableau n°3 : Délais moyens d'ajustement de l'emploi et de l'investissement (en années)

	AMADEUS		MOSAIQUE		METRIC		BDF		HERMES	
	<i>N</i> ¹⁹	<i>I</i>	<i>L</i> ²⁰	<i>I_{mat}</i>	<i>N</i>	<i>I</i>	<i>N</i>	<i>I_{mat}</i>	<i>L</i>	<i>I_{mat}</i>
Industrie manufacturière (U04-U06)	1,9	0,7	1,4	1,3	-	-	0,5 - 1,2	-	1,8	3,1
- biens intermédiaires (U04)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	4,0
- biens d'équipement (U05)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	3,6
- biens de conso. (U06)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	1,6
Autres branches marchandes non agricoles	0,7	3,3	2,2	1,4	-	-	2,6	-	1,9	0,5
- IAA (U02)	-	-	2,5	-	-	-	-	-	1,3	1,6
- énergie (U03)	-	-	4,9	-	-	-	-	-	4,0	
- Bâtiment (U07)	-	-	2,6	-	-	-	-	-	2,1	0,5
- Commerce (U08)	-	-	1,7	-	-	-	-	-	1,4	0,7
- Transports (U09)	-	-	2,0	-	-	-	-	-	3,4	
- Services marchands (U10-13)	-	-	2,0	-	-	-	-	-	1,4	0,7
Total	0,9	2,8	2,1	1,4	1,6	3,2	1,2	0,7	1,9	1,5

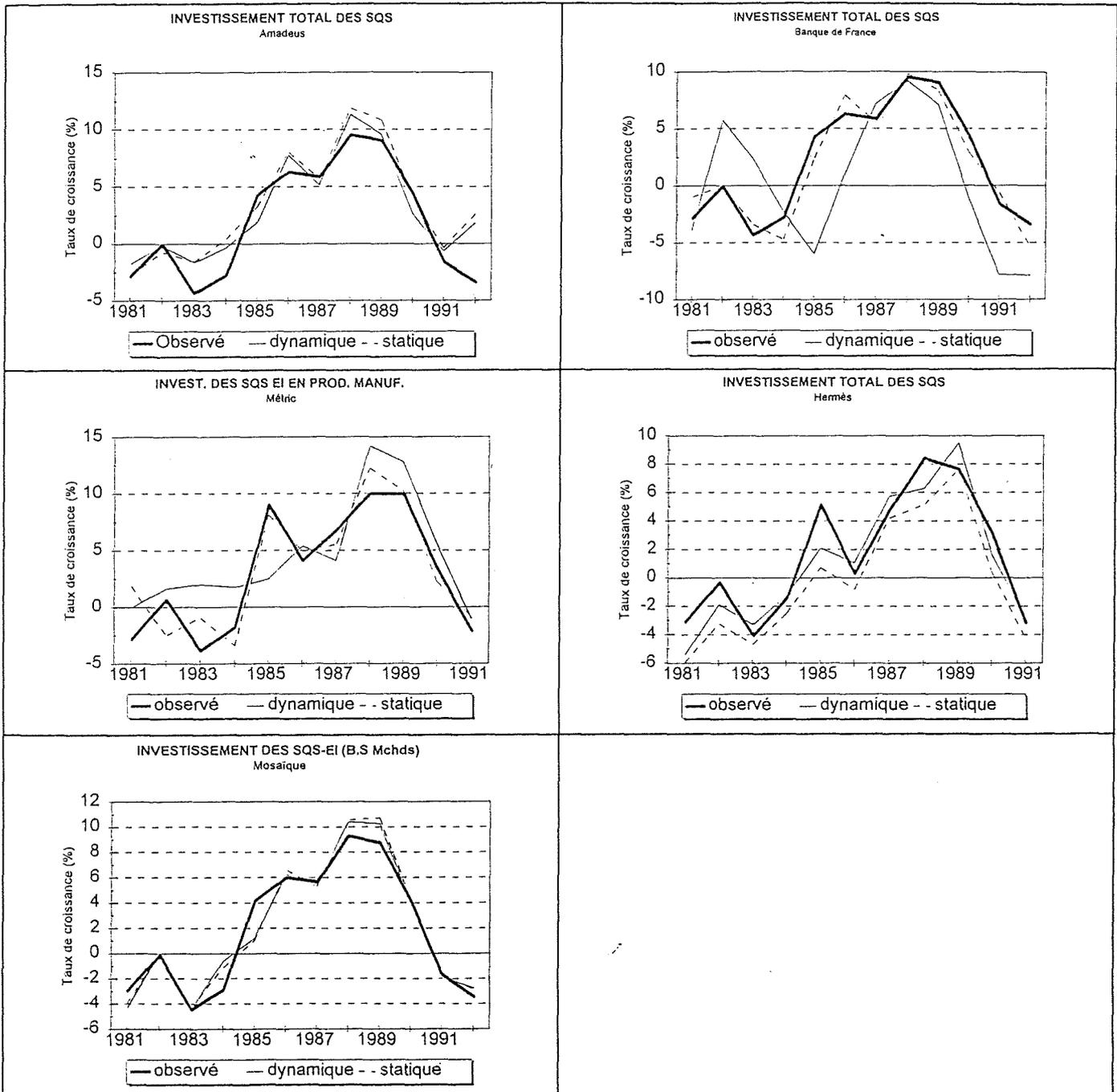
NB: pour HERMES, la désagrégation est en principe la suivante:

- "Biens de consommation" = U02 + U06
- "Services marchands" = U08 + U10 à U13

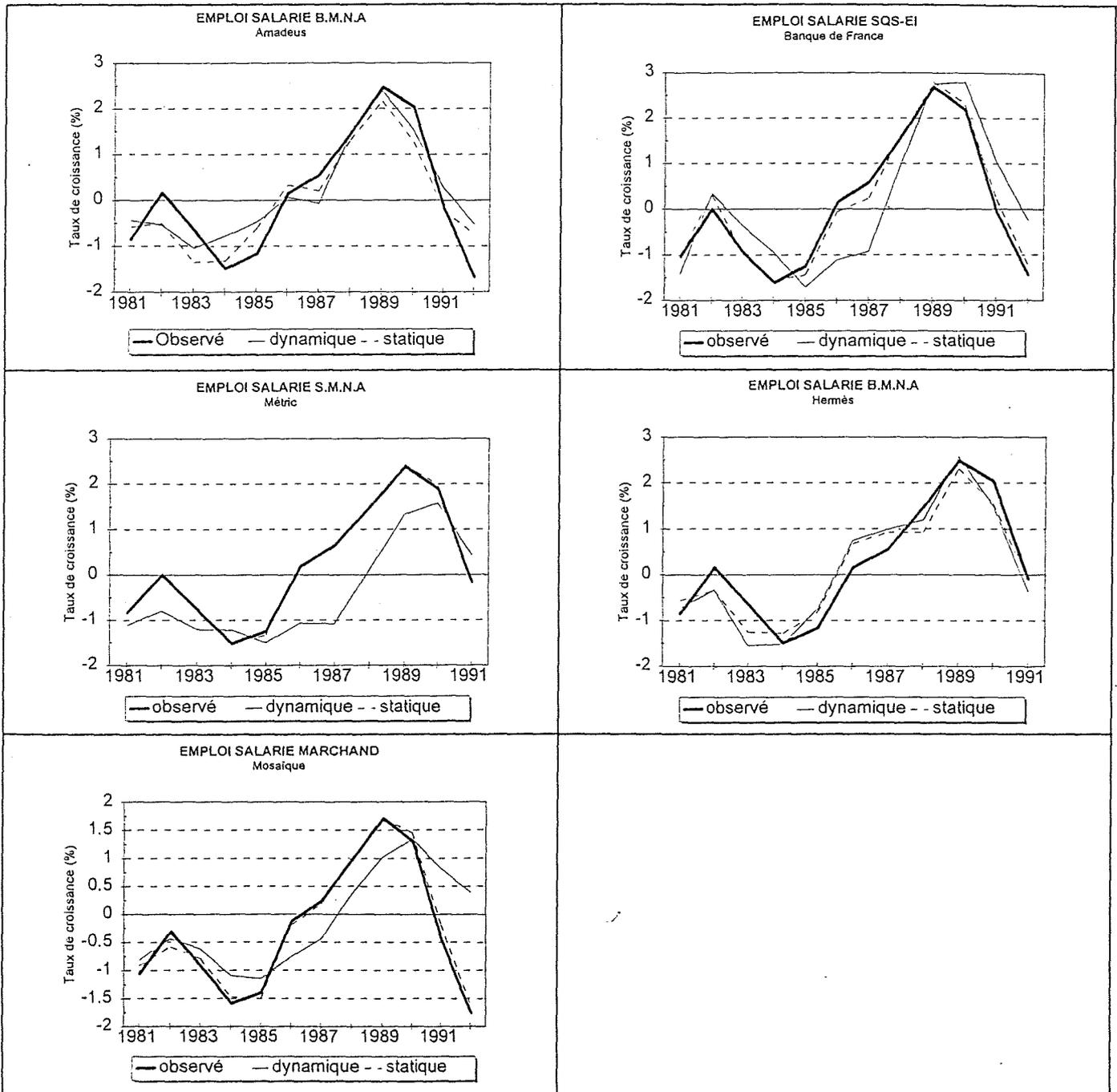
¹⁹ *N* : effectifs

²⁰ *L* : nombre d'heures

SIMULATIONS DYNAMIQUES ET STATIQUES DES EQUATIONS D'INVESTISSEMENT



SIMULATIONS DYNAMIQUES ET STATIQUES DES EQUATIONS D'EMPLOI



I.A 3.2 \ Effets variantiels d'un accroissement maintenu de 1% des débouchés

Pour chaque modèle, l'ensemble constitué des équations d'emploi et d'investissement a également été soumis à un choc de demande²¹ : on a regardé les effets variantiels d'un accroissement de 1% du niveau de la demande pour toutes les années de 1986 à 1995.

Tous les modèles supposant une élasticité de long terme unitaire de l'emploi par rapport aux débouchés, l'emploi est dans tous les modèles à terme en hausse de 1% par rapport à son niveau du compte de référence. La notion de long terme n'a toutefois pas le même sens d'un modèle à l'autre : si, au bout de dix ans, l'écart au compte central sur l'emploi est rigoureusement égal à 1% pour Métric, BdF, et Amadeus, la cible de long terme n'est en revanche atteinte que plus tardivement pour Mosaïque (l'équation fait intervenir des retards sur quinze ans) et beaucoup plus tardivement encore pour Hermès, où il faut attendre que toutes les générations d'équipements aient été renouvelées pour que l'ajustement soit achevé. Les modèles étudiés se distinguent donc par le délai nécessaire pour rejoindre la cible de long terme et par la vitesse d'ajustement de l'emploi à cette cible : l'ajustement est relativement rapide pour les modèles BdF et Amadeus, plus lent pour Metric, et surtout pour Mosaïque et Hermès.

Tous les modèles étudiés, excepté Mosaïque, reposent sur l'hypothèse d'une élasticité de long terme égale à un pour le stock de capital par rapport aux débouchés, ce qui implique une élasticité égale à 1 pour l'investissement par rapport aux débouchés à long terme. Cependant, il apparaît à l'examen des résultats de la variante qu'une durée nettement supérieure à dix ans est en général nécessaire pour que le capital s'ajuste à sa (nouvelle) cible : à l'horizon de dix ans, le supplément de demande reste en effet satisfait pour une partie non négligeable par une élévation du taux d'utilisation des capacités de production (cf. tableau n°4). L'ajustement est rapide pour Métric, plus lent pour Amadeus et Hermès.

Dans Mosaïque, les équations d'investissement sont spécifiées, non pas en taux d'accumulation, mais en taux d'investissement (par rapport à la production ou par rapport à la valeur ajoutée selon les cas). Au bout de dix ans, l'investissement s'est entièrement ajusté à sa nouvelle cible (le calcul de l'accélérateur ne fait en effet jamais intervenir de retards sur dix ans ou plus), et l'investissement est donc en hausse de 1% par rapport à son niveau du compte de référence.

A court terme, le surcroît de demande (1%) se partage comptablement en un surcroît de capital, un surcroît de taux d'utilisation, et éventuellement (pour les modèles où la productivité potentielle du capital est endogène, c'est-à-dire Métric, Hermès et BdF) un surcroît de productivité potentielle du capital (cf tableau n°4). En général, le surcroît de demande est satisfait essentiellement par une élévation du taux d'utilisation à court terme et par une élévation du stock de capital à long terme. Le modèle Bdf a la particularité de présenter un surajustement à court terme du stock de capital par rapport à sa cible de long terme.

²¹ Ces variantes sont réalisées sur les seules équations d'investissement, d'emploi, et de taux d'utilisation des capacités de production (le cas échéant), et non sur l'ensemble du modèle.

Tableau n°4 : Partage de l'accroissement de l'output entre accroissement du stock de capital, accroissement de la productivité potentielle du capital, et accroissement du taux d'utilisation des capacités de production dans le choc de demande (cas de l'industrie manufacturière)

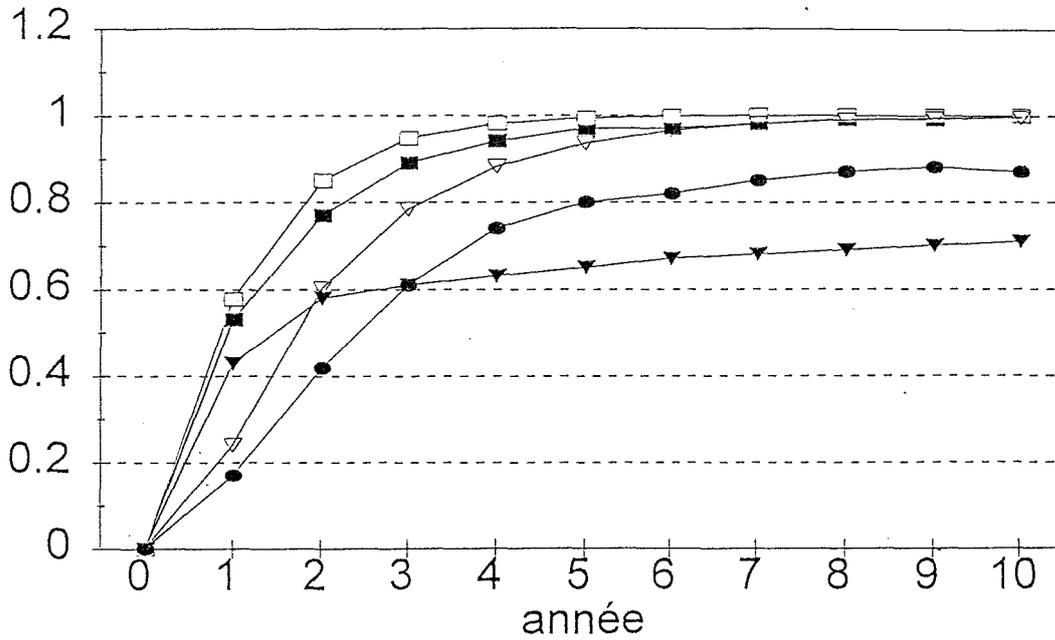
Les chiffres sont en écart (en %) au compte de référence

Année :	AMADEUS			MOSAIQUE			METRIC			HERMES			BDF ²²		
	K	TU	Π	K	TU	Π	K	TU	Π	K	TU	Π	K	TU	Π
1 an	0,01	0,99	0,00	0,06	0,94	0,00	0,16	1,07	-0,23	0,02	0,94	0,06	0,51	0,97	-0,48
2 ans	0,11	0,89	0,00	0,21	0,79	0,00	0,40	0,96	-0,36	0,05	0,91	0,05	0,88	0,83	-0,71
3 ans	0,20	0,80	0,00	0,36	0,64	0,00	0,56	0,65	-0,21	0,09	0,88	0,03	1,09	0,70	-0,79
4 ans	0,27	0,73	0,00	0,46	0,54	0,00	0,66	0,47	-0,13	0,13	0,83	0,04	1,19	0,61	-0,80
5 ans	0,34	0,66	0,00	0,52	0,48	0,00	0,75	0,33	-0,08	0,17	0,79	0,04	1,30	0,56	-0,86
6 ans	0,39	0,61	0,00	0,56	0,44	0,00	0,82	0,23	-0,05	0,22	0,74	0,04	1,41	0,53	-0,94
7 ans	0,45	0,55	0,00	0,59	0,41	0,00	0,86	0,16	-0,02	0,27	0,69	0,04	1,51	0,49	-1,00
8 ans	0,50	0,50	0,00	0,63	0,36	0,00	0,90	0,11	-0,01	0,32	0,58	0,10	1,61	0,46	-1,07
9 ans	0,55	0,45	0,00	0,66	0,33	0,00	0,92	0,09	-0,01	0,37	0,53	0,10	1,69	0,42	-1,11
10 ans	0,60	0,40	0,00	0,70	0,30	0,00	0,94	0,07	-0,01	0,43	0,48	0,09	1,78	0,40	-1,18

²² Concernant le modèle de la Banque de France, ces chiffres ne concernent que le seul capital matériel. Sur l'ensemble du capital (matériel et bâtiment), l'accroissement du capital serait environ deux fois plus faible, la différence se reportant sur la productivité potentielle afin que les trois colonnes respectent bien la contrainte comptable d'une somme nulle.

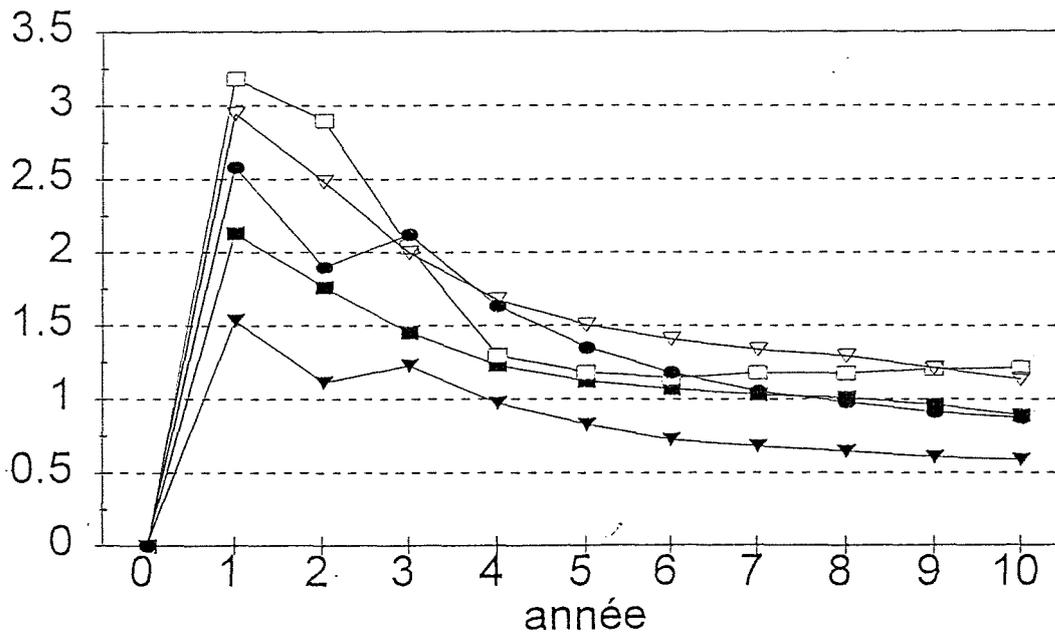
CHOC DE DEMANDE SUR LE BLOC D'OFFRE : ECARTS EN % AU COMPTE DE REFERENCE

EMPLOI : ECARTS AU COMPTE CENTRAL (%)



■ amadeus □ bdf ▼ hermes
 ▽ metric ● mosaïque

INVEST. : ECARTS AU COMPTE CENTRAL (%)



■ amadeus □ bdf ▼ hermes
 ▽ metric ● mosaïque

I.B \ LES EQUATIONS DES CINQ MODELES

I.B 1 \ Les équations de stocks (total des stocks pour la Banque de France, biens de consommation pour HERMES, biens manufacturés pour les autres modèles)

I.B 1.1 \ Amadeus

$$\Delta S = 0,214 \Delta Y + 0,089 \Delta Y_{-1}$$

Période d'estimation : 1971 - 1990

R2 = 0,82

DW = 1,6

I.B 1.2 \ Banque de France

$$\begin{aligned} \Delta \text{Log } S = & -0,004 + 0,357 \Delta \text{Log } S_{-1} - 0,169 \Delta \text{Log } \text{DHS} \\ & + 0,676 \Delta \text{Log } \text{DHSa}_{-1} + 0,148 \Delta \text{Log } \text{PVA} \\ & + 0,001 \text{TR}_1 + 0,202 \text{PROD} + \alpha \Delta \text{PROFITa}_{-4} + \beta \Delta \text{DETFFPa} \\ & - 0,001 \Delta \text{FONDER} - 0,013 \text{ID812} - 0,007 \text{MU842} \end{aligned}$$

Période d'estimation : 1972:1 - 1989:4

R2 = 0,792

SEE = 0,003746

DW = 2,27

I.B 1.3 \ Hermès

$$\Delta S = 0,333 \Delta S_{-1} + 0,160 \text{DHS} + \text{indicatrices (1976,1979,1981,1986)}$$

Période d'estimation : 1971 - 1992 ?

R2 = 0,75

SEE = 1.88

I.B 1.4 \ Métric

$$\begin{aligned} \Delta \text{Log } S = & 0,590 \Delta \text{Log } S_{-1} \\ & - 0,268 (\Delta \text{Log } \text{DHCI} - \Delta \text{Log } \text{DHCI}_{-1}) + 0,30 (\Delta \text{Log } \text{CI} - \Delta \text{Log } \text{CI}_{-1}) \\ & + 0,342 \Delta \text{Log } \text{CI}_{-1} - 0,21 \Delta \text{Log } \text{DHCI}_{-1} \\ & - 0,061 \text{Log } S_{-2} + 0,064 \text{Log } \text{DHCI}_{-2} - 0,00017 \text{temps70} - 0,065 \Delta \text{TR} \\ & + \text{indicatrices} \end{aligned}$$

I.B 1.5 \ Mosaïque

$$\Delta S = 21,43 + 0,408 \Delta S_{-1} + 0,593 \Delta \text{DHS}_1 + 1,02 \text{DHS}_{II} [(\text{pci} - \text{pp})_1]$$

Période d'estimation : 1971:2 - 1988:4

R2 = 0,712

SEE = 2,42 milliards de francs 1980

DW = 1,98

I.B 2 \ Demandes de facteurs

I.B 2.1 \ Obtention du modèle canonique

Sous les hypothèses de rendements d'échelle constants, de complémentarité *ex ante* et *ex post* des facteurs de production, et de croissance à taux constant de la productivité tendancielle du travail, l'emploi désiré s'exprime en fonction de l'output par la relation $L^* = \alpha \cdot \exp(-\beta \cdot t) \cdot Y$.

Si l'emploi s'ajuste à sa cible par un modèle à correction d'erreurs²³ :

$$\log(L_t / L_{t-1}) = \lambda \cdot \log(L_t^* / L_{t-1}^*) + \mu \cdot \log(L_{t-1}^* / L_{t-1})$$

alors en combinant les deux relations précédentes, on obtient :

$$\log(L_t / L_{t-1}) = \lambda \cdot \log(Y_t / Y_{t-1}) + \mu \cdot \log(Y_{t-1} / L_{t-1}) - \mu \cdot \beta \cdot t + c^{ste}$$

Sous les hypothèses de rendements d'échelle constants, de complémentarité *ex ante* et *ex post* des facteurs de production, le stock de capital désiré s'exprime en fonction de l'output par la relation $K_t^* = \pi_t^K \cdot Y_t^*$, où π_t^K est la productivité potentielle (i.e. pour une valeur "normale" du taux d'utilisation des capacités de production) du capital. On supposera que cette dernière est constante, et que les entreprises se donnent une cible U^* de taux d'utilisation des capacités de production correspondant à un degré "normal" d'utilisation des capacités.

$$\text{Notons } \dot{K}^* = (K^* - K_{-1}) / K_{-1}, \text{ et } \dot{U}^* = (U^* - U) / U.$$

$$\text{On a alors la relation : } \dot{K}^* = \dot{Y} - \dot{U}^*.$$

$$\text{Or } \dot{K} = (1 - \delta) \cdot K_{-1} + I, \text{ ce qui implique } \dot{K} = -\delta + (I / K_{-1}).$$

On peut par conséquent écrire : $I^* / K_{-1} = \delta + \dot{Y}^a - \dot{U}^*$, relation qui exprime la cible d'investissement pour les entreprises non rationnées dans leur accès au crédit. En supposant que la cible pour les entreprises rationnées s'écrit sous la forme $\frac{I^*}{K_{-1}} = a \cdot TPRO + b$, où TPRO est un indicateur de profitabilité, et en supposant que la proportion d'entreprises rationnées est constante au cours du temps, on obtient une cible globale : $I^* / K_{-1} = \alpha (\dot{Y}^a - \dot{U}^*) + \beta \cdot TPRO + C^{te}$.

I.B 2.2 \ Amadeus

1. Emploi

L'ajustement à la cible est censé s'effectuer par un modèle d'ajustement partiel et une rupture de tendance a été introduite en 1980 pour l'industrie manufacturière. En notant N les effectifs, Y la Valeur Ajoutée, et $t80$ la variable indicatrice qui vaut 1 avant 1980 et 0 après, les équations estimées sont :

$$\log(N / N_{-1}) = \alpha \cdot \log(Y / N_{-1}) + \beta - \gamma \cdot t - \delta \cdot t80 \text{ pour l'industrie manufacturière, et}$$

$$\log(N / N_{-1}) = \alpha \cdot \log(Y / N_{-1}) + \beta - \gamma \cdot t \text{ pour le reste des branches marchandes non agricoles.}$$

2. Investissement

Dans les branches marchandes non manufacturières non agricoles, l'accélérateur n'est pas corrigé des tensions sur les capacités de production, faute de série de taux d'utilisation pertinente sur ce champ. Les équations pour l'industrie manufacturière et pour les autres branches marchandes non agricoles s'écrivent donc respectivement

²³ Si $\lambda = \mu$, alors ce modèle à correction d'erreur devient équivalent à un modèle d'ajustement partiel.

$$\frac{I}{K_{-1}} = c_0 + c_1 \cdot \frac{I_{-1}}{K_{-2}} + c_2 \cdot \left[\dot{Y} - \frac{\bar{U} - U}{U} \right] + c_3 \cdot TPRO$$

$$\text{et } \frac{I}{K_{-1}} = c_0 + c_1 \cdot \frac{I_{-1}}{K_{-2}} + c_2 \cdot \dot{Y} + c_3 \cdot TPRO.$$

I.B 2.3 \ BdF

1. Investissement

Dans l'industrie manufacturière, la cible de taux d'accumulation s'écrit $\frac{I^*}{K_{-1}} = [\dot{Y}^a + a \cdot \dot{U}^* + b \cdot DUE + d]$, où DUE est la durée hebdomadaire d'utilisation des équipements. \dot{Y}^a est la somme d'un lissage des taux de croissance passés de la valeur ajoutée et d'un lissage des taux de déclassements, et la variation désirée du taux d'utilisation (resp. de la durée d'utilisation des équipements) est supposée égale à une fraction de l'écart initial entre taux d'utilisation effectif et taux d'utilisation désiré (resp. entre durée d'utilisation effective et durée d'utilisation désirée). L'ajustement du taux d'accumulation à sa cible de long terme est supposé s'effectuer selon un mécanisme de correction d'erreur qui fait intervenir les taux d'intérêt.

2. Emploi dans l'industrie manufacturière

La cible de productivité du travail prend en compte non seulement les effets du progrès technique autonome et du progrès technique incorporé aux équipements, mais aussi les taux d'utilisation des capacités de production ainsi que la durée du travail :

$$\log\left(\frac{Y}{N}\right) = a' + (\gamma_2 + \alpha_2) \cdot t - v_2 \cdot AGE + b' \cdot \log(1 - U) + c' \cdot DUT,$$

où DUT est la durée du travail. L'ajustement à la cible est ici aussi du type "modèle de correction d'erreur".

3. Taux d'utilisation des capacités de production

L'équation théorique de taux d'utilisation des capacités, que l'on peut réécrire de manière simple comme une équation de productivité potentielle du capital, relie le taux d'utilisation avec embauche à la productivité du capital et à un trend temporel : $u = q - k - \alpha_1 \cdot due - \gamma_1 \cdot t - v_1 \cdot (t - AGE) + c^{te}$, où les variables en minuscules dénotent des logarithmes.

A l'estimation, les coefficients de q et de k n'ont pas été contraints à l'unité, et il s'est avéré d'autre part que les coefficients de AGE et de due n'étaient pas significativement différents de zéro; ces deux variables ont donc été retirées de l'équation. Par ailleurs, pour prendre en compte la possibilité d'un comportement de réponse "conjoncturel" de la part des chefs d'entreprise à la question sur l'augmentation possible de la production avec embauche dans les enquêtes de conjoncture, deux variables explicatives *proxy* du cycle conjoncturel ont été rajoutées, qui ressortent significativement : la *variation* de la durée d'utilisation des équipements, et les variations de stocks.

I.B 2.4 \ Hermès

1. Industrie manufacturière

La capacité de production associée à la dernière génération de capital s'écrit, en notant I l'investissement, E_{marg} les consommations intermédiaires en énergie sur cette dernière génération d'équipements, et N_{marg} les travailleurs affectés à la dernière génération d'équipements :

$$CAP_{marg}^a = q_0 \cdot e^{g \cdot t} \cdot \left[\partial \cdot I^{-\rho} + (1 - \delta) \cdot E_{marg}^{-\rho} \right]^{\frac{\alpha}{\rho}} \cdot N_{marg}^{1-\alpha}$$

Le coefficient g reflète le progrès technique incorporé aux équipements. La minimisation des coûts sous contrainte de débouchés fournit les valeurs optimales des coefficients de capital, d'énergie, et de travail associés à la dernière génération d'équipements (w , c , et e sont respectivement le coût salarial horaire, le prix des consommations intermédiaires en énergie, et le coût d'usage du capital) :

$$\frac{I^*}{CAP_{marg}^a} = c_i \cdot \exp(-g \cdot t) \cdot \left(\frac{w}{c}\right)^{1-\alpha} \left[1 + b \cdot \left(\frac{e}{c}\right)^{1-\sigma}\right]^{\frac{\alpha}{1-\sigma}-1},$$

$$\frac{E_{marg}^*}{CAP_{marg}^a} = c_e \cdot \exp(-g \cdot t) \cdot \left(\frac{w}{e}\right)^{1-\alpha} \left[b + \left(\frac{c}{e}\right)^{1-\sigma}\right]^{\frac{\alpha}{1-\sigma}-1}$$

$$\frac{N_{marg}^*}{CAP_{marg}^a} = c_l \cdot \exp(-g \cdot t) \cdot \left(\frac{c}{w}\right)^\alpha \left[1 + b \cdot \left(\frac{e}{c}\right)^{1-\sigma}\right]^{\frac{\alpha}{1-\sigma}-1}$$

L'ajustement à cette cible de long terme est un ajustement partiel pour l'investissement. Pour l'emploi et pour l'énergie, on calcule tout d'abord les quantités désirées en ajoutant aux valeurs optimales pour la dernière génération de capital l'emploi et l'énergie à associer aux générations précédentes (cf. Assouline et Epaulard (1993)). L'ajustement est ensuite de type ECM.

2. Autres branches

Pour les autres branches, les spécifications des équations de demandes de facteurs sont plus sommaires.

Dans les services (U10 à U13) et le BGCA (U07), la fonction de production sous-jacente est de type *putty-putty* : la formulation retenue pour l'investissement en équipements, formulée en taux d'accumulation, fait intervenir la croissance de la production (accélérateur), et la croissance du coût relatif du capital et du travail; l'ajustement se fait par un modèle à correction d'erreur :

$$\text{Equation de l'investissement en matériel : } \Phi(L) \left[\frac{I_t}{K_{t-1}} - \delta \right] = \Phi(1) \left[\Psi(L) \dot{Q}_t + \Pi(L) \Delta \log(w_t / c_t) \right] + c^{te}$$

L'emploi dans ces deux branches a une spécification analogue et s'y ajuste également suivant une forme de correction d'erreur. Enfin, l'investissement en bâtiments s'ajuste à une cible de long terme déterminée par l'investissement en équipements : le taux d'accumulation en bâtiment dépend du taux d'accumulation de l'année précédente, de l'accélérateur (taux de croissance de la production), et du taux d'accumulation en matériel.

Enfin, dans les branches agriculture (U01), énergie (U03), et transports (U09), l'investissement en bâtiments est traité comme exogène

I.B 2.5 \ Métric

I. Emploi

Cible d'emploi :

$\dot{N}^d = \dot{Y}^a + (1-\theta) \cdot \sigma \cdot (c/w) - \gamma_L \cdot [1-\sigma \cdot (1-\theta)] - \gamma_K \cdot \sigma \cdot (1-\theta)$, où les termes en γ sont les taux de progrès technique, c/w le coût relatif des facteurs, et σ l'élasticité de substitution, et θ la part du coût salarial dans le coût total.

L'ajustement s'opère selon un mécanisme de correction d'erreur de degré 3.

2. Investissement

Le taux d'accumulation désiré dépend de la croissance anticipée de la production, d'un trend de progrès technique autonome, et du coût relatif des facteurs (ce terme n'étant pas significatif) :

$$\left[\frac{I^d}{K_{-1}} - \delta \right] = \dot{Y}^a - \theta \cdot \sigma \cdot (c/w) - \gamma_K \cdot (1 - \sigma) - \theta \cdot \sigma \cdot \gamma_L$$

(les notations sont identiques à celles utilisées pour l'emploi).

Le coût d'usage du capital prend en compte le prix de l'investissement, le taux de déclassement, le taux d'intérêt et l'inflation anticipée, selon la formule standard $c = p_{inv} \cdot (\partial + r - \dot{p}_{inv}^a)$, où c est le coût d'usage du capital, δ le taux de déclassement par année, r un taux d'intérêt nominal annuel de long terme, et \dot{p}_{inv}^a la croissance anticipée du prix de l'investissement (estimée par le prix du PIB marchand lissé).

3. Productivité potentielle du capital

L'équation estimée peut être réécrite sous la forme :

$$\log(\pi^K) = a \cdot \log(\pi_{-1}^K) + [\log(Y/K) - a \cdot \log(Y_{-1}/K_{-1})] - b \cdot t - c \cdot \dot{Y}$$

I.B 2.6 \ Mosaïque

1. Emploi

La cible de productivité du travail est linéaire et s'écrit donc $Q/L^* = \alpha \cdot t + \beta$ pour l'industrie manufacturière (en notant Q la production) et $Y/L^* = \alpha \cdot t + \beta$ pour les branches abritées. L'emploi s'ajuste à sa cible selon un mécanisme d'ajustement partiel ou un modèle de correction d'erreur (selon les branches).

2. Investissement en matériel et investissement en bâtiments

L'investissement modélisé est l'investissement des branches, en matériel d'une part et en bâtiments d'autre part, GEN exclues (l'investissement des GEN est exogène).

Les équations, spécifiées en taux d'investissement, s'écrivent :

$$I_{mat} / Q = a + \sum_i b_i \cdot \frac{Q_{-i} - (1 - \delta) \cdot Q_{-i-1}}{Q_{-i-1}} + \sum_i c_i \cdot \frac{AUTOFI_{-i}}{Q_{-i}} + d \cdot \frac{100}{50 + t} \text{ (industrie manufacturière)}$$

$$\text{et } I_{mat} / Y = a + \sum_i b_i \cdot \frac{Y_{-i} - (1 - \delta) \cdot Y_{-i-1}}{Y_{-i-1}} + \sum_i c_i \cdot \frac{AUTOFI_{-i}}{Y_{-i}} + d \cdot \frac{100}{50 + t} \text{ (autres branches)}$$

où I_{mat} est l'investissement en matériel, AUTOFI l'auto-financement, et δ le taux de dépréciation du stock de capital.

Quant à l'investissement en bâtiments, mesuré en taux d'investissement (par rapport à la production ou par rapport à la valeur ajoutée), il est supposé dépendre de l'investissement en matériel, de l'output anticipé (lissage des valeurs passées de l'output), et d'un taux d'intérêt réel long (pour l'industrie manufacturière seulement) :

$$\frac{I^{bat}}{Q} = a + b \cdot r + \sum_i c_i \cdot \frac{Q_{-i} - Q_{-i-1}}{Q_{-i-1}} + \sum_i d_i \cdot \frac{I_{-i}^{bat}}{Q_{-i}} \text{ (industrie manufacturière)}$$

$$\frac{I^{bat}}{Y} = a + \sum_i c_i \cdot \frac{Y_{-i} - Y_{-i-1}}{Y_{-i-1}} + \sum_i d_i \cdot \frac{I_{-i}^{bat}}{Y_{-i}} \text{ (branches abritées)}$$

où I^{bat} est l'investissement en bâtiment et r un taux obligataire réel.

Notations :

AGE	: âge moyen des équipements
AUTOFI	: auto-financement
CAP	: capacités de production
CI	: consommations intermédiaires
δ	: taux de déclassement du capital
DETFP	: ratio dettes sur fonds propres
DHCI	: demande hors stocks hors CI
DHS	: demande hors stocks
DHS _a , DHS _I et DHS _{II}	: lissages de DHS
DUE	: durée hebdomadaire d'utilisation des équipements
DUT	: durée du travail
E	: consommations intermédiaires en énergie
FONDER	: fonds de roulement
I	: investissement en capital productif
K	: capital productif
L	: nombre d'heures travaillées
N	: effectifs
π	: productivité potentielle
pci	: prix des CI
(pci - pp) _I	: lissage sur cinq période : 0,0 ; 0,05 ; 0,15 ; 0,0 - 0,2
pp	: prix de production
PROD	: productivité horaire
PROFIT	: taux de profit des SQS
Q	: production
S	: Stocks
TPRO	: taux de profit
TR	: taux d'intérêt réel
U	: taux d'utilisation des capacités de production
Y	: output au sens large (valeur ajoutée ou production)

Tableau n°5 : Caractéristiques des équations de stocks

	AMADEUS		BANQUE DE FRANCE		HERMES		METRIC		MOSAÏQUE	
Variation de stocks										
modélisée: -nombre d'équation	2		1		5		5		4	
- produits	Manufacturier Autres		Total		Agriculture Energie Biens de consommation Biens d'équipement Biens intermédiaires BTP		IAA Energie Manufacturier BTP Services marchands (Agriculture : exogène)		Agriculture Energie Manufacturier BTP	
<i>Equation principale</i>										
- Stocks	manufacturiers		totaux		biens de consommation		manufacturiers		manufacturiers	
<i>Variable expliquée</i>	S annuelles		Log S		S annuelles		Log S trimestrielles		S trimestrielles	
<i>Variables explicatives</i>										
- constante			x		x				x	
- endogène retardée			x		x		x		x	
- variation de la demande courante	production		DHS (tampon : -)		DHS		DHS hors CI (tampon) ; CI			
- idem retardée	production						idem			
- idem lissée			DHS						DHS	
- idem lissée retardée			effet spéculatif		dummies		dummies		effet spéculatif	
- autres variables			croissance de productivité				taux d'intérêt réel			
			taux de profit							
			dette / fonds propre							
			taux d'intérêt réel (+)							
			crédit							
			dummies							
Impact d'une hausse durable de l demande hors stocks sur le niveau des stocks	CT	1 21	1	-0,17%	1	Manuf. 47	1	-0,27%	1	10
	LT	1 30		0,79%	1	79		1,05%	1	25
<i>Autres équations :</i>										
<i>Variables spécifiques</i>							Energie : effet spéculatif		Agriculture et IAA :	
									production et exportations	
							BTP : effet tampon		BTP : effet tampon	

I.C \ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- D. ALLARD et alii (1988) : "Le modèle METRIC", *Economie et Prévision*, n° 85.
- P. ARTUS, M. DELEAU, P. MALGRANGE (1984) : "Modélisation macro-économique quantitative", *Economica*;
- M. ASSOULINE (1993) : "L'insertion de propriétés d'offre dans les modèles macroéconométriques". *Thèse de Doctorat*, Université de Paris I ;
- M. ASSOULINE, A. EPAULARD (1993) : "HERMES : A Macrosectoral Model for the French Economy", in DONNI - VALETTE - ZAGAME (eds) "*HERMES : Harmonized Econometric Research for Modelling Economic Systems*", North-Holland, Amsterdam;
- BLINDER A. et MACCINI L. (1990) : "The resurgence of inventory research : what have we learned ?", *NBER Working Paper* n° 3408.
- J.L. BRILLET (1994) : "Le modèle MICRO-DMS", *Insee-Méthodes*, n°44, 144 p.;
- J.L. BRILLET (1994) : Modélisation Econométrique : Principes et Techniques", *Economica*.
- G. CETTE M. FLEURBAEY, D. SZPIRO (1990) : "Questions sur la baisse de la productivité du capital dans l'industrie manufacturière", *Economie et Statistique*, n° 237-238;
- G. CETTE (1992) : "Les principaux éléments du bloc d'offre du modèle macroéconomique réel de la Banque de France", *Document de travail Banque de France* n° 1992-2 ;
- G. CETTE, D. SZPIRO (1990) : "L'influence de l'investissement sur la productivité via le progrès technique", *Economie et Statistique*, n° 237-238;
- COURBIS R. (1973) : "Le comportement d'auto-financement des entreprises et le modèle FIFI", *Annales de l'INSEE*, n°12-13, pp. 3-28;
- B. DORMONT (1994) : "Quelle est l'influence du coût du travail sur l'emploi ?", *Revue Economique*, Vol. 45, n°3, pp. 399-414;
- M. FLEURBAEY, P. JOIY (1990) : "La reprise de la productivité à la fin des années quatre-vingt n'est-elle qu'apparente ?", *Economie et Statistique*, n° 237-238;
- GREGOIR S. et LAROQUE G. (1992) : "La place des stocks dans les fluctuations conjoncturelles", *Annales d'Economie et de Statistique* n° 028.
- P.Y. HENIN (1981) : "Macrodynamique : Fluctuations et Croissance", *Economica*;
- J. HENRY, V. LEROUX, P.A. MUET (1988) : "Coût relatif capital-travail et substitution : existe-t-il encore un lien ?", *Observations et Diagnostics Economiques*, n° 24 ;
- INSEE (1975) : "Le modèle physico-financier de projection à moyen terme (FIFI)", *Les Collections de l'INSEE, Série C*, n° 37-38;
- INSEE (1978) : "DMS : Modèle dynamique multi-sectoriel", *Les Collections de l'INSEE, Série C*, n° 64-65;
- INSEE (1981) : "METRIC : Une modélisation de l'économie française", 532 pages;
- INSEE (1982) : "Propage : Modèle détaillé de l'appareil productif français", *Les Collections de l'INSEE, Série C*, n° 103;
- INSEE (1987) : "DMS-4 : Modèle dynamique multi-sectoriel", *Les Collections de l'INSEE, Série C*, n° 139;
- INSEE, Banque de France, Direction de la Prévision (1993) : "Présentation des propriétés des principaux modèles macroéconomiques du Service Public", *INSEE, Document de travail* n° G9313 ;
- LOVELL M. (1961) : "Manufacturers' Inventories, Sales Expectations, and the Acceleration Principle", *Econometrica*, Vol. 29, n°3 pp. 293-314.
- S. MABILE (1990) : "La productivité en France de 1970 à 1989 : une approche sectorielle", *Economie et Statistique*, n° 237-238;
- F. MAUREL (1990) : "Dynamique de l'emploi et tendance de la productivité dans les années quatre-vingt", *Economie et Statistique*, n° 237-238;
- OFCE (1993) : "le modèle MOSAIQUE", *Document de travail* ;
- D. TADDEI, S. CUEVA et X. TIMBEAU (1991) : "Capacité de production et équilibre statique de sous-emploi en courte-moyenne période : l'impact des politiques de temps de travail", *Revue Economique*, pages 31-54 ;
- P. ZAGAME (1987) : "L'expérience française de modélisation macro-économétrique : bilan et perspectives", *Revue d'Economie Politique*, n° 5, pages 485-528 ;

**II \ LA BOUCLE PRIX-SALAIRES
ET LA DETERMINATION DU
CHOMAGE**

II.A \ LA BOUCLE PRIX-SALAIRES

Sous le terme générique de "boucle prix-salaires" on regroupe traditionnellement l'ensemble des équations de prix et de salaires des modèles macroéconométriques. Celles-ci constituent en effet une boucle fortement interdépendante puisque l'évolution des salaires dépend directement de celle des prix à la consommation et que les prix à la production dépendent des coûts, dont les salaires constituent un élément déterminant. Les retards de l'ajustement des prix et des salaires, conjugués aux délais de réaction de l'évolution des volumes (réaction du commerce extérieur à l'inflation intérieure, délais d'ajustement de l'investissement et du stock de capital à une variation de la profitabilité), entraînent qu'à très court terme, la boucle prix-salaires est pratiquement déconnectée de la détermination de l'équilibre réel. A cet horizon, les modèles macroéconométriques peuvent être considérés comme dichotomiques, l'équilibre réel étant déterminé indépendamment de celui des prix.

Mais à plus long terme, la boucle prix-salaires influence de manière déterminante la croissance en volume. En effet, l'inflation détermine l'évolution de la compétitivité (l'absence d'endogénéisation des taux de change renforce l'importance de cette variable dans les modèles appliqués) et donc la croissance. Par ailleurs, l'équation de salaires fait jouer un rôle fondamental au chômage (ou à la tension du marché du travail) qui devient, compte tenu de l'imperfection des ajustements de prix à la production, le déterminant principal du partage salaires-profits à long terme. En conséquence, le déséquilibre de ce partage ne peut être corrigé que par une variation du chômage dont on peut alors dire qu'il est déterminé, à long terme et après bouclage, par les équations de prix et de salaires. Inflation et croissance sont donc interdépendants à long terme. Il en résulte des propriétés fondamentales en cas de choc :

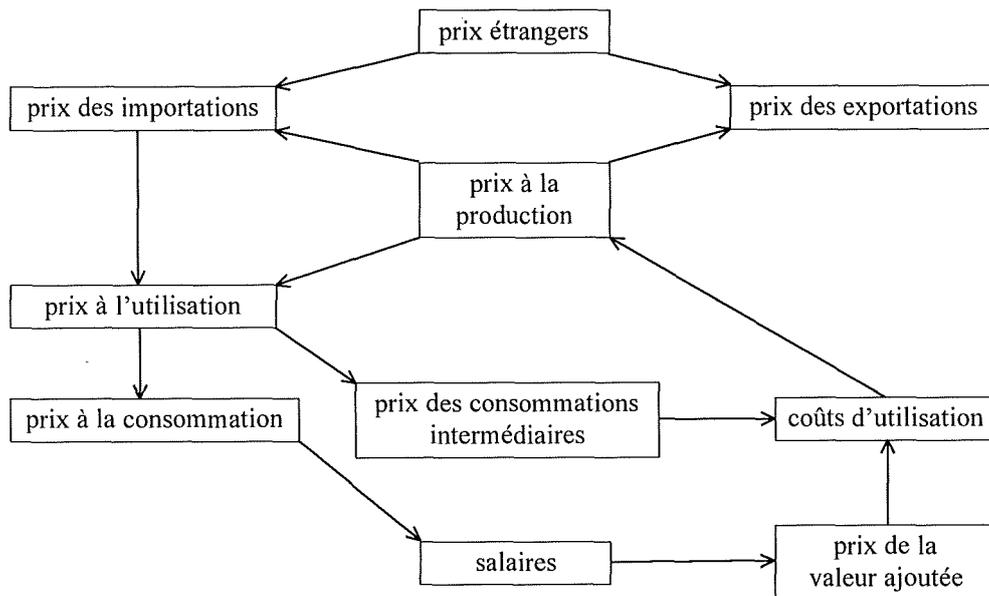
- à partir d'une situation équilibrée, une augmentation de la demande entraînera ainsi une hausse de l'inflation, qui détériorera progressivement la croissance, si bien qu'après une phase de baisse, le chômage aura tendance à retourner à son niveau initial ;
- de même un choc sur l'offre de travail aura des effets sur l'inflation qui viendront contrarier, à long terme, l'effet initial sur le chômage ;
- un choc sur le partage salaires-profits (après un choc pétrolier ou du fait d'une modification de la fiscalité, par exemple) entraînera également des changements du taux de chômage et de l'inflation qui réagiront à long terme en sens inverse du choc initial.

Associée aux mécanismes de détermination de l'équilibre en volume, la boucle prix-salaires constitue ainsi le principal canal de stabilisation des modèles à long terme.

Pour analyser les propriétés intrinsèques des boucles prix-salaires des différents modèles, on présentera ci-dessous, outre les principales équations des modèles, plusieurs variantes effectuées, de manière isolée, sur le seul bloc prix-salaires (chocs sur les salaires, sur le taux de chômage, sur le taux de change) (§3). Par ailleurs, une comparaison des "taux de chômage qui n'accélèrent pas l'inflation" (NAIRU) calculés à partir d'une simplification des équations de la boucle prix salaires de chaque modèle, a été réalisée (§4). Elle montre une grande convergence des estimations issues des différents modèles.

En pratique, les boucles prix-salaires comportent un grand nombre d'équations. L'analyse détaillée de ces boucles serait à la fois complexe et fastidieuse. Leur structure générale est retracée dans le schéma ci-dessous.

La boucle prix-salaires



D'une manière générale, les modèles supposent que les hausses de salaires sont répercutées par les entreprises sur les prix de manière à ce que le partage salaires-profits se rétablisse à long terme. Les prix à la production sont fonction des prix de la valeur ajoutée et des consommations intermédiaires. Les prix à l'exportation et à l'importation sont influencés par les prix étrangers et les prix à la production, et ils ont eux-mêmes un impact sur les prix intérieurs. A partir des prix de production ou de valeur ajoutée et du prix des importations, sont modélisés les différents prix des emplois (prix des consommations intermédiaires, prix de la FBCF et prix de la consommation des ménages). Enfin les salaires sont indexés sur les prix à la consommation et dépendent du taux de chômage.

On présentera d'abord les équations de prix de production ou de valeur ajoutée (§1) puis les équations de salaires (§2).

II.A 1 \ Les équations de prix

Dans certains modèles (Amadeus et Banque de France) l'équation de comportement de prix des entreprises est relative aux prix de valeur ajoutée, les prix de production étant déterminés de manière comptable alors que dans les autres modèles (Hermès, Métrix et Mosaïque), les équations de comportement concernent les prix de production, les prix de valeur ajoutée étant déterminés par les équations comptables.

La fixation des prix par les entreprises est supposée résulter du comportement des firmes en situation de concurrence monopolistique : la forme générale de l'équation est celle d'un ajustement, la plupart du temps par un modèle à correction d'erreur, du prix effectif au prix désiré, lui-même déterminé par l'application d'un taux de marge désiré au coût unitaire de production. Les modèles diffèrent alors par la spécification du taux de marge désiré et parfois par la vitesse d'ajustement qui peuvent être modulés par différentes variables spécifiques. Les modèles ne différencient en général pas les effets des hausses de coûts suivant leur origine — hausse du coût des consommations intermédiaires, hausse du taux de salaire ou baisse de la productivité — contrairement à ce que suggéraient Loué et Morin [1986]⁽²⁴⁾. Les équations les plus générales sont donc de la forme :

$$P^* = (1 + \text{TXMARGE}^*) \times \text{COUT}$$

$$P/P_{-1} = \left(P^*/P_{-1}^* \right)^a \times \left(P_{-1}^*/P_{-1} \right)^b$$

où P est le prix modélisé, P* le prix désiré et COUT la variable de coût unitaire pertinente.

²⁴ C'est cependant le cas dans METRIC pour le prix de production des services marchands pour lequel la répercussion des salaires, de la productivité, du coût des consommations intermédiaires se fait selon des vitesses d'ajustement différentes.

- AMADEUS

Dans chacune des branches, le prix de valeur ajoutée est modélisé sous la forme d'un ajustement à un prix désiré. Celui-ci résulte de l'application au coût salarial unitaire d'un taux de marge désiré fonction du taux d'endettement des SQS-EI et du taux d'utilisation des capacités de production (TU). L'équation de prix tient ainsi compte de l'écart entre situation financière réelle et désirée par les entreprises, dans la lignée des modèles plus anciens comme DMS, avec le taux de profit, ou Copain où intervenait l'écart par rapport à une norme d'endettement. Ainsi l'endettement des entreprises exerce une force de rappel à long terme sur les tensions inflationnistes, *via* le prix de la valeur ajoutée.

Tableau n°6 : **Elasticités des prix de la valeur ajoutée – AMADEUS**

	Court terme	Long terme	Délai moyen
Industrie			1,7 années
Coût salarial unitaire	0,373	1	
Endettement	0,0735	0,197	
Taux d'utilisation	0,231	0,619	
Hors industrie			1 année
Coût salarial unitaire	0,644	1	
Endettement	0,220	0,341	

- Banque de France

Dans le modèle de la Banque de France, c'est le prix de la valeur ajoutée non agricole qui est modélisé suivant un schéma mettant l'accent à long terme sur les coûts salariaux unitaires et les prix d'importation, ainsi que sur les marges de capacité de production. Les prix désirés résultent de la combinaison du comportement traditionnel de mark-up et d'une recherche de compétitivité (qui accentue la sensibilité des prix intérieurs au taux de change). Les coûts unitaires considérés sont les coûts unitaires d'exploitation et le taux de marge désiré dépend des marges de capacité avec embauche.

La dynamique de court terme résulte d'un modèle à correction d'erreur dans lequel interviennent, outre le terme de rappel, les variations des coûts unitaires et de la productivité horaire, des marges de capacité et du prix de l'énergie importée, qui affectent le taux de marge à court terme.

Tableau n°7 : **Elasticités du prix de la valeur ajoutée non agricole – BANQUE DE FRANCE**

	Court terme	Long terme	Délai moyen
Coût salarial unitaire	0,416	0,814	5,0 trimestres
Prix des importations	0	0,200	
Marges de capacité*	- 0,089*	- 0,402*	
Prix de l'énergie	- 0,234	0	

* semi-élasticités

- HERNIES

Pour chacune des neuf branches distinguées dans le modèle, les prix de production sont modélisés par l'application d'un taux de marge désiré sur le coût unitaire de production, qui comprend les coûts salariaux et la valeur des consommations intermédiaires. Le taux de marge désiré dépend, dans les branches industrielles, du taux d'utilisation des capacités de production.

Tableau n°8 : **Elasticités des prix de production- HERMES-FRANCE**

	Court terme	Long terme
BTP		
Coût salarial unitaire	0,912	1
Biens de consommation		
Coût salarial unitaire	0,235	1
Biens d'équipement		
Coût salarial unitaire	0,700	1
Taux d'utilisation*	0,140*	0,140*
Services-Commerces		
Coût salarial unitaire	0,821	1
Biens Intermédiaires		
Coût salarial unitaire	0,684	1
Taux d'utilisation*	0,728*	0,728*

* semi-élasticités

• METRIC

Le prix de la production manufacturière destinée au marché intérieur dérive de l'application d'un taux de marge constant aux coûts unitaires totaux de production. L'ajustement partiel est modulé par la pression de la demande intérieure hors stocks. La constante est réduite de 0,5 % par trimestre de 1982 à 1985.

Tableau n°9 : **Elasticités du prix de la production manufacturière-METRIC**

	Court terme	Long terme	Délai moyen
Coût salarial unitaire	0,789	1,0	2,3 trimestres
Demande intérieure hors stocks	0,176	0,0	

• MOSAÏQUE

Ici aussi, la formalisation du prix de production, pour chacun des produits, repose sur l'ajustement retardé du prix effectif à un prix désiré, correspondant à l'application d'un taux de marge désiré constant aux coûts unitaires de production. Le coût unitaire de production rapporte à la production en volume l'ensemble des coûts d'exploitation : la masse salariale y compris cotisations sociales employeurs, les impôts liés à la production, les subventions d'exploitation et les consommations intermédiaires. Pour tous les produits, l'ajustement du prix effectif au prix désiré se fait selon un mécanisme à correction d'erreur.

La modélisation est plus sophistiquée dans l'industrie manufacturière pour laquelle le taux de marge désiré dépend de l'effort d'investissement. De plus, pour cette branche, la formation des marges est influencée par les tensions entre l'offre et la demande : la vitesse d'ajustement varie avec les marges de capacité disponibles (MACAE).

Enfin, pour le BTP, les commerces et les services, le taux de marge désiré est une fonction décroissante des prix. La vitesse d'ajustement du prix des services est en outre fonction d'une variable exogène représentant le niveau de libéralisation des prix.

Tableau n°10 : **Elasticités des prix de production – MOSAÏQUE**

	Court terme	Long terme	Délai moyen
Agriculture-IAA Coût unitaire	0,566	1	6,8 trimestres
Energie Coût unitaire Compétitivité	0,760 0,022	1 0,029	0,9 trimestre
Industrie manufacturière Coût unitaire Investissement	0,711*	1	1,2 trimestre *
BTP Coût unitaire	0,818	1	0,7 trimestre
Commerces Coût unitaire	0,410	1	1,1 trimestre
Services Coût unitaire Endettement	0,579 0,220	1 0,341	3,2 trimestres

* délai calculé lorsque MACAE = 16% : il vaut 2.4 trimestres lorsque MACAE = 25%

II.A 2 \ Les équations de salaire

La modélisation du taux de salaire repose en général sur une équation de Phillips augmentée, avec une indexation progressive sur le prix à la consommation et un effet négatif du chômage. Le modèle de la Banque de France intègre néanmoins une contrainte explicite d'équilibre de la part salariale à long terme, fonction du taux de chômage.

La forme générale des équations de salaire est, abstraction faite des variables spécifiques :

$$\dot{W} = \sum_{i=0}^k a_i \dot{PC}_i + b \text{IND}(\text{TCHO}) + c$$

où \dot{W} est le taux de croissance du salaire modélisé, \dot{PC}_i le taux de croissance du prix de la consommation retardé de i périodes, k le nombre de retards et $\text{IND}(\text{TCHO})$ l'indicateur de déséquilibre du marché du travail (taux de chômage, logarithme du niveau ou du taux de chômage ou logarithme du rapport des demandes aux offres d'emplois non satisfaites).

La nature des salaires modélisés est la même : salaire horaire et non salaire moyen par tête. Pourtant dans Amadeus, le taux de salaire horaire dépend de la durée du travail, avec compensation salariale parfaite, ce qui équivaut à un salaire par tête. De plus dans le modèle de la Banque de France et dans Metric, la modélisation se fait au niveau agrégé des salaires versés par les SQS-EI, alors que pour les autres modèles, c'est une modélisation par branche qui a été choisie.

L'indexation des salaires sur les prix est unitaire à long terme dans presque tous les modèles (sauf Amadeus). Pour la Banque de France, elle repose sur un ajustement en niveau du taux de salaire sur les prix à long terme. Seul Metric retient une modification du degré d'indexation consécutive à 1983, conformément aux conclusions de Ralle et Toujas-Bernate [1990] tirées d'estimations réalisées sur la période 1970-1988. Cependant la plupart des modèles introduisent dans leurs relations de Phillips des variables indicatrices permettant de prendre en compte une certaine désindexation temporaire à partir de juillet 1982, conformément aux observations de Blanchard et Sevestre [1989] sur des données tirées des Conventions collectives signées au plan national pour huit branches au cours de la période 1970-1988. Le modèle de la Banque de France rend compte du ralentissement du taux de salaire nominal à partir de 1983 par une rupture de constante, qui capte le

processus de désinflation. Dès lors, celui-ci apparaît " expliqué " par un changement de régime dont la nature exacte n'est pas explicitée.

Tableau n°11 : **Caractéristiques des équations de salaires**

	Indexation <i>1 trimestre</i>	Indexation <i>1 an</i>	Indexation <i>long terme</i>	Effet Phillips*
AMADEUS				Log(TCHO)
Industrie manuf.	–	0,699	0,891	– 0,028
Autres	–	0,624	0,959	– 0,037
BANQUE DE FRANCE				TCHO-TCHO ₋₁
Ens. des branches	0,271	1	1	– 0,025
HERMES				TCHO
Agriculture	–	1	1	– 1,166
BTP	–	1	1	– 0,532
Biens de consommation	–	1	1	– 0,497
Energie	–	1	1	– 1,455
Biens d'équipement	–	0,802	1	– 0,582
Commerce et Services	–	0,837	1	– 0,589
Biens intermédiaires	–	0,631	1	– 0,621
Transports et Télécom	–	0,717	1	– 0,524
METRIC				Log(TCHA)
Ensemble des branches	0,401	1	1	– 0,0206
MOSAÏQUE				Log(DEFM/OEFM)
Agriculture-IAA	0,41		1	– 0,0268
Energie	0,38		1	– 0,0196
Industrie manufacturière	0,33		1	– 0,0148
BTP	0		1	– 0,0200
Commerces	0		1	– 0,0112
Services	0,45		1	– 0,0132

* L'effet Phillips, ramené en annuel pour les équations trimestrielles, est ici mesuré par le coefficient de l'indicateur de chômage dans l'équation de salaire – cet indicateur est un logarithme pour tous les modèles sauf HERMES où c'est le niveau même du chômage qui intervient ; pour le modèle de la Banque de France il s'agit de l'effet à court terme de la variation du taux de chômage.

L'effet Phillips est représenté par le taux de chômage global (Amadeus et Hermès) ou le taux de chômage des hommes adultes, dont les variations seraient plus liées à la situation du marché du travail que celles du taux de chômage global (Métric). Seul Mosaïque utilise le logarithme du ratio du nombre de demandeurs d'emplois en fin de mois au nombre d'offres d'emplois non satisfaites. Dans le modèle de la Banque de France, le taux de chômage des hommes adultes intervient aussi bien en différence qu'en niveau.

Un indicateur de la flexibilité du marché du travail peut être obtenu à partir des coefficients des équations de formation des salaires : le rapport de l'élasticité du taux de salaire aux prix et de la semi-élasticité du taux de salaire au taux de chômage fournit une mesure de la rigidité du salaire réel, lequel sera d'autant moins flexible que les salaires sont plus élastiques aux prix et moins sensibles au niveau du chômage (COE [1985], Klau et Mittelstadt [1986], Turner *et alii* [1993]).

Vers des équations de salaires plus complexes

La relation de Phillips est souvent modulée de façon marginale pour tenir compte de l'évolution des comportements salariaux, en introduisant des variables spécifiques :

- le taux de croissance du pouvoir d'achat du SMIC et des fonctionnaires (Mosaïque),
- le coup de pouce sur le SMIC (Métric),

- des variables indicatrices correspondant au premier trimestre 1982 (passage de la durée hebdomadaire légale du travail de 40 à 39 heures) et à l'année 1983 (plan d'ajustement).

En revanche, aucun des modèles ne fait intervenir de termes de cotisations sociales. Contrairement aux conclusions des travaux de Cotis et Loufir [1990] ou de Collard et Hénin [1993] qui supposent que les charges patronales de cotisations sociales n'augmentent pas le coût salarial à long terme, les modèles français partent du principe que les négociations salariales ne remettent pas en cause le partage des cotisations sociales entre employeurs et salariés. D'autre part, les modèles sont fondés sur le principe d'un ajustement du taux de croissance du pouvoir d'achat des salaires en fonction du chômage sans référence à un niveau particulier, optimal ou non, des salaires. Le partage salaires-profit se déforme donc au gré des rapports de force sur le marché du travail et c'est le bouclage macroéconomique qui se charge, par l'intermédiaire d'une variation adéquate du chômage, de le ramener à l'équilibre s'il s'en écarte trop.

Seul le modèle de la Banque de France intègre un effet de rappel direct de la part salariale en niveau :

$$\begin{aligned} \dot{W} = & 0,271 \dot{P} + 0,417 \dot{P}_{-1} + 0,202 \dot{P}_{-2} - 0,006408 \Delta TCHA + 0,147 \left(\dot{\pi} + \dot{\pi}_{-1} \right) \\ & - 0,03 \left(\dot{P}M - \dot{P}X \right) - 0,09 \log \left(\frac{W_{-2}}{P_{-2} \pi_{-2}} \right) - 0,001343 TCHA_{-2} - 0,09 \Delta TRD832 \end{aligned}$$

Les conséquences de ces spécifications

La spécification des équations de prix et de salaires (en niveau ou en taux) joue un rôle important pour les propriétés des boucles prix-salaires, comme le soulignent Loué et Morin [1986]. Les conséquences de ces choix sont que :

- à l'exception du modèle de la Banque de France, les salariés n'ont pas de norme de pouvoir d'achat ;
- à long terme, pour tous les modèles sauf Amadeus et le modèle de la Banque de France, les salaires et les prix ne tendent à croître au même taux que pour une valeur déterminée du taux de chômage, à savoir le NAIRU (voir §4) qui ne dépend que de la productivité et des paramètres de la boucle prix-salaires ; en revanche pour Amadeus, comme pour le modèle de la Banque de France, le système converge vers un taux d'inflation limite constant et un taux de salaire réel constant.

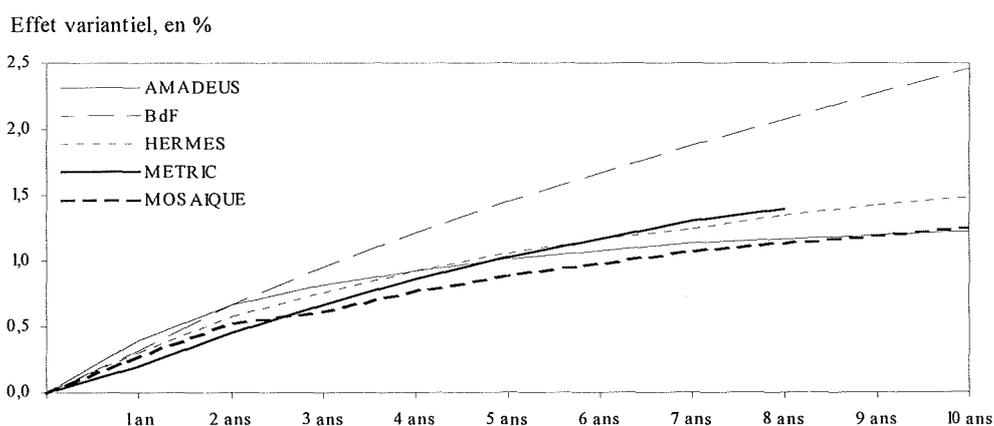
II.A 3 \ Simulations de la boucle prix-salaires

La boucle prix-salaires de chacun des modèles a été simulée isolément afin de mettre en évidence les mécanismes variantiels essentiels. Les chocs retenus sont les suivants :

- augmentation *ex ante* du taux de salaire horaire des SQS-EI de 1%,
- augmentation de 1 point du taux de chômage,
- appréciation du franc de 10% contre toutes les monnaies.

II.A 3.1 \ Hausse de 1% du taux de salaire horaire

Effet sur le prix de la consommation d'une hausse de 1% *ex ante* des salaires



Dans le modèle Amadeus, les effets inflationnistes sont plus forts à court terme, mais se modèrent plus nettement par la suite. L'explication en est la suivante : à court terme, la répercussion de la hausse des coûts unitaires est plus forte dans Amadeus que dans les autres modèles ; à long terme, les entreprises se désendentent grâce à l'inflation, aussi éprouvent-elles moins le besoin de répercuter les hausses de coût unitaire sur leurs prix de marge.

Dans le bloc prix du modèle de la Banque de France les effets inflationnistes ne s'atténuent pas à long terme, contrairement aux autres modèles. Le choc exogène sur le taux de salaire déforme la part salariale qui revient difficilement à une situation d'équilibre du seul fait des enchaînements de la boucle prix-salaires.

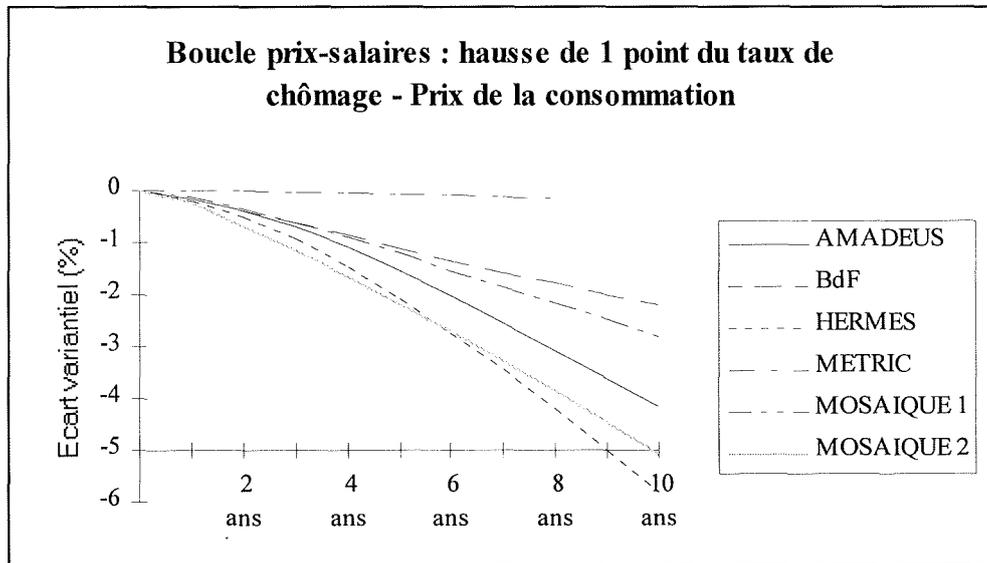
II.A 3.2 \ Hausse de 1 point du taux de chômage

Une hausse du taux de chômage équivaut à un choc entretenu sur le taux de croissance du taux de salaire. Cette variante se distingue aussi de la précédente par la plus ou moins grande sensibilité des salaires au taux de chômage.

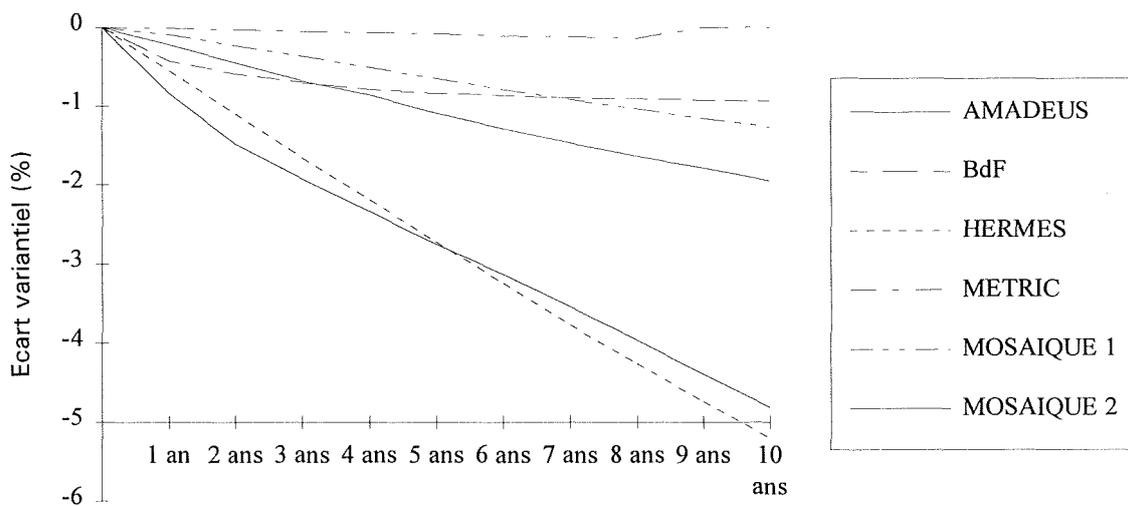
Le salaire réel, mais aussi le prix à la consommation, sont davantage affectés dans Hermès (pour lequel c'est le taux de chômage en niveau qui exerce une force de rappel sur le taux de croissance des salaires nominaux) que dans les autres modèles dans lesquels l'effet Phillips est modélisé *via* le logarithme du taux de chômage.

Le modèle Mosaïque se distingue des autres modèles par le fait que le taux de croissance des salaires réels est fonction du logarithme du ratio demandes d'emplois non satisfaites en fin de mois I offres d'emplois non satisfaites en fin de mois. L'effet d'une augmentation du taux de chômage de 1% sera radicalement différent suivant que cette augmentation provient d'une augmentation de la population active (Mosaïque 1 sur les graphiques suivants) ou d'une augmentation de l'emploi salarié (Mosaïque 2). La première variante est environ 2 fois plus inflationniste que la première.

Dans le cas du modèle de la Banque de France, la modification du niveau du chômage se répercute sur le niveau du salaire réel qui retrouve un niveau d'équilibre à long terme.



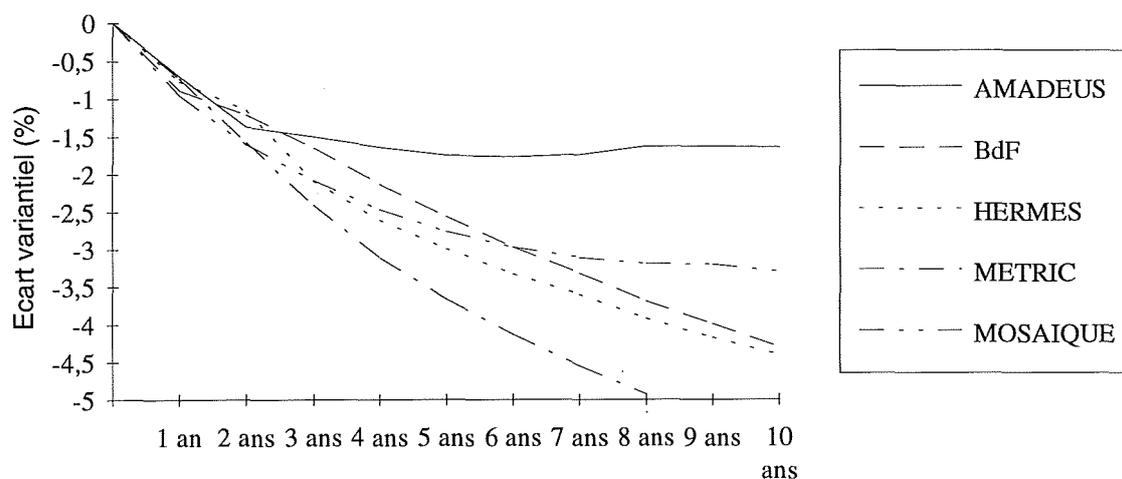
Boucle prix-salaires : hausse de 1 point du taux de chômage - Taux de salaire réel



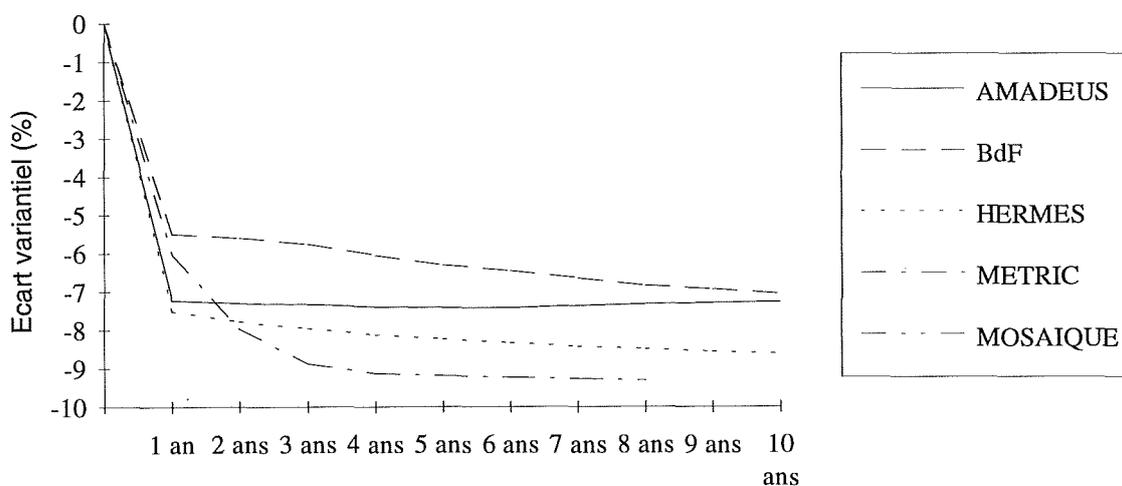
II.A 3.3 \ Appréciation de 10% du franc

Cette variante fait apparaître des comportements assez différenciés de diffusion des chocs affectant les prix extérieurs. Les modèles Métrix et Amadeus se tiennent aux extrêmes de l'éventail des résultats : à long terme, le prix à la consommation diminue de 5% pour le premier et de seulement 1.6% pour le second. La raison en est que le prix des imports réagit davantage à l'appréciation du Franc dans le modèle Métrix (-10% contre -7,3% pour Amadeus), ce qui entraîne une désinflation plus marquée pour l'ensemble des prix.

Boucle prix-salaires : appréciation du franc de 10% - Prix de la consommation



Boucle prix-salaires : appréciation du franc de 10% - Prix des importations



II.A 4 \ Le NAIRU dans les modèles macroéconomiques français

La maturation en cours des années 1993 et 1994 de la reprise économique américaine a suscité la crainte d'un dérapage de l'inflation et, le 4 février 1994, une hausse préventive des taux d'intérêt par la Réserve Fédérale Américaine (la Fed). L'existence d'un risque inflationniste à court terme et, partant, l'opportunité de la réaction de la Fed, n'ont cependant pas été admis par l'ensemble des commentateurs. Les arguments avancés pour nier l'imminence du risque inflationniste sont nombreux et divers, mais le niveau du NAIRU américain est sans conteste l'un des éléments importants de la controverse : certains estimaient qu'avec un taux de chômage inférieur à 6 % et un NAIRU estimé à 6 %, l'inflation devait, par définition du NAIRU (Non Accelerating Inflation Rate of Unemployment, ou taux de chômage qui n'accélère pas l'inflation⁽²⁵⁾), augmenter ; d'autres au contraire considéraient que le NAIRU était inférieur à 6 %, valant plutôt 5,5 %, voire 5 %.

Une telle précision est bien sûr quelque peu illusoire, mais témoigne de l'importance que revêt le concept de NAIRU dans l'analyse conjoncturelle américaine et du consensus qui entoure en définitive l'estimation de sa valeur. En France, à l'inverse, le concept reste peu utilisé dans l'analyse conjoncturelle.

La comparaison des modèles macroéconométriques français était l'occasion de faire le point sur le niveau du NAIRU français. On verra que malgré des différences d'approche importantes, les évaluations quantitatives convergent assez nettement.

II.A 4.1 \ Le NAIRU : un concept théoriquement pertinent dans le cadre des modèles macroéconomiques keynésiens... sous certaines conditions

Le concept de NAIRU, dont l'origine remonte à Friedman [1968] et Phelps [1967], résulte du remplacement de la traditionnelle courbe de Phillips par une courbe de Phillips " augmentée ". Alors que la courbe de Phillips conduit à un dilemme inflation-chômage, la prise en compte des anticipations d'inflation dans la formation des salaires conduit à un résultat beaucoup moins favorable : il existe un seul taux de chômage, le NAIRU, *indépendant du niveau de l'inflation*, compatible avec la stabilité de l'inflation ; lorsque les anticipations des agents se forment de manière adaptative et que l'indexation prix-salaires est totale, comme le postulent les modèles étudiés ici (exception faite d'Amadeus), alors l'inflation augmente lorsque le taux de chômage est inférieur à ce NAIRU.

On peut illustrer ces idées à partir de la formulation suivante :

$$\dot{W} = \dot{P}^a - b f(U) + c \quad (1)$$

$$P = W - \pi - m \quad (2)$$

avec :

W	taux de salaire
P	niveau des prix
π	productivité du travail en niveau
U	taux de chômage
\dot{P}^a	taux de croissance anticipé des prix
\dot{Z}	taux de croissance de la variable Z
b et c sont des paramètres (b>0)	

La première équation est une courbe de Phillips augmentée, typique des modèles macroéconomiques keynésiens français⁽²⁶⁾. La formation exacte des anticipations, comme celle de la fonction f n'a pas besoin d'être explicitée pour le moment⁽²⁷⁾. La deuxième équation décrit le comportement de prix des producteurs, supposé

²⁵ " NAIRU " est le terme généralement utilisé, mais il est impropre : il désigne en effet le taux de chômage qui n'accélère pas le niveau des prix et non l'inflation. Autrement dit, il s'agit du taux de chômage qui ne fait pas varier l'inflation.

²⁶ En fait, on verra par la suite que le modèle de la Banque de France et AMADEUS ne reprennent pas exactement ce schéma, même si cette différence pourrait être facilement gommée dans le cas du modèle AMADEUS.

²⁷ Dans les modèles étudiés, on a $f(U) = U$ ou $f(U) = \text{Log}(U)$.

se déduire d'un mark-up constant des coûts salariaux : la modélisation des prix obéit à ce type de schéma dans tous les modèles sous revue.

La différenciation de l'équation (2) donne alors :

$$\dot{P} = \dot{W} - \dot{\pi} \quad (3)$$

La substitution dans (3) de l'expression de \dot{W} donnée par (1) fournit la dynamique des prix :

$$\dot{P} = P^a - b f(U) + c - \dot{\pi} \quad (4)$$

En régime d'inflation stabilisée, l'inflation anticipée doit clairement, sous des conditions très générales, être égale à l'inflation constatée, si bien qu'un tel régime n'est compatible qu'avec un seul taux de chômage

$$U^* = f^{-1} \left(\frac{c - \dot{\pi}}{b} \right)$$

Afin d'illustrer de la manière la plus simple le cas des anticipations adaptatives, il suffit d'explorer le cas où $\dot{P}^a = P_{-1}$. Retenir des formulations plus complexes ne modifierait en rien le résultat final.

En substituant \dot{P}_{-1} à \dot{P}^a dans la relation (3), on obtient :

$$\dot{P} - \dot{P}_{-1} = -b (f(U) - f(U^*)) \quad (5)$$

La fonction f ayant été supposée strictement croissante, il apparaît clairement que l'inflation augmente lorsque U est inférieur à U^* et qu'elle diminue lorsque U est supérieur à U^* (28).

On notera que les équations de prix ne jouent aucun rôle dans la formulation du NAIRU qui est entièrement déterminé par la courbe de Phillips augmentée et la croissance de la productivité.

Lorsqu'on cherche à calculer le NAIRU à partir des équations économétriques issues de modèles macro-économiques français, une première complication survient. En effet, le prix qui compte pour les salariés (équation 1) est le prix à la consommation, tandis que le prix qui importe pour les producteurs est le prix de valeur ajoutée.

Les équations (1) et (2) doivent donc se réécrire, en notant les prix à la consommation PC et les prix à la valeur ajoutée P :

$$\dot{W} = PC^a - b f(U) + c \quad (6)$$

$$\dot{P} = \dot{W} - \dot{\pi} \quad (7)$$

Si on appelle pim le prix des importations, λ la part (en valeur) des importations dans la demande intérieure et τ le taux de TVA, on peut écrire :

$$\dot{PC} = \lambda \dot{pim} + (1 - \lambda) \dot{P} + \frac{\Delta\tau}{1 + \tau_{-1}} \quad (8)$$

Toujours en retenant la formule plus simple d'anticipations adaptatives, c'est-à-dire en supposant que $\dot{PC}^a = \dot{PC}_{-1}$, on en déduit l'expression de l'accélération :

²⁸ Car la fonction f est strictement croissante.

$$\dot{P} - \dot{P}_{-1} = b f(U^*) + \lambda \left(\dot{P}_{-1} - \dot{pim}_{-1} \right) + \frac{\Delta\tau}{1 + \tau_{-1}} \quad (9)$$

Il apparaît sur cette expression que l'accélération des prix n'est plus déterminée uniquement par l'écart du taux de chômage au "NAIRU" calculé précédemment. Il y a en effet autant de NAIRU que de valeurs des termes de l'échange, $\dot{P}_{-1} - \dot{pim}_{-1}$ (comme de variations de taux de TVA) : lorsque l'inflation importée augmente, le pouvoir d'achat des salariés commence par baisser, ce qui suscite à son tour une hausse compensatoire des salaires. Cette hausse de salaires se transmet alors aux prix de valeur ajoutée, occasionnant l'accélération de l'inflation.

Compte-tenu des fluctuations importantes qu'ont pu connaître par le passé les termes de l'échange (en raison en particulier des chocs et contre-chocs pétroliers), l'impact de ceux-ci sur l'évaluation du NAIRU peut ainsi être très important. Il existe en pratique deux méthodes pour évaluer un NAIRU.

La première consiste à considérer les termes de l'échange et les taux de TVA comme exogènes : dans ces conditions, on peut définir un NAIRU, dit NAIRU de court terme, égal à :

$$U^* + f^{-1} \left[\frac{\lambda}{b} \left(\dot{P}_{-1} - \dot{pim}_{-1} \right) + \frac{\Delta\tau}{1 + \tau_{-1}} \right]$$

Une telle solution pose en fait une multitude de problèmes. Tout d'abord, elle implique de prendre en compte l'ensemble des facteurs, ignorés jusqu'à présent dans l'analyse, qui influent sur l'inflation à court terme : variation des taux de TVA, des taux des cotisations sociales, écart du taux de marge à son niveau désiré, et résidus. Ensuite, l'exogénéité de $\dot{P} - \dot{pim}$ paraît discutable, même à court terme : elle dépend du processus inflationniste lui-même. En outre, à une date donnée, le NAIRU dépend clairement de l'horizon considéré, compte tenu des fluctuations que peut connaître à court terme le taux de change réel, et donc $\dot{P} - \dot{pim}$. Le NAIRU peut ainsi être différent selon qu'il est calculé à un horizon annuel ou trimestriel. Enfin, le NAIRU, dans sa version originelle, est un concept d'équilibre : pour Friedman [1968], le NAIRU est le taux de chômage qui résulte de l'équilibre Walrasien. Ce n'est clairement plus le cas lorsqu'on définit un NAIRU de court terme.

La deuxième solution qui permet de circonvenir tous ces inconvénients consiste à se placer directement à long terme : à cet horizon, les taux de TVA sont constants, et on observe que sur longue période les prix des concurrents évoluent comme les prix intérieurs, et donc $\Delta\tau = 0$ et $\dot{P} - \dot{pim} = 0$.

Dans ces conditions, on a donc :

$$\dot{P} - \dot{P}_{-1} = -b (f(U) - f(U^*)) \quad (10)$$

La formule (10) est la même que la formule (4) : cette expression est identique à celle qui a été calculée en économie fermée.

n Une deuxième complication intervient lorsque, comme dans le modèle de la Banque de France, la courbe de Phillips est abandonnée au profit d'un modèle dans lequel la négociation salariale porte sur le niveau des salaires et non pas sur leur taux de croissance.

Dans ce cas, le taux de chômage continue bien sûr d'exercer une influence significative sur les salaires réels, en modulant le pouvoir relatif de négociation des employeurs et des salariés. Enfin, dans la mesure où les salariés cherchent à obtenir le salaire maximal tout en préservant leur emploi, les déterminants de la demande de travail des entreprises, au premier rang desquels figure la productivité, se retrouvent naturellement dans l'expression des salaires.

Ce genre de modèle conduit donc à une équation de salaires du type :

$$W = p^a - b U + c + \pi \quad (11)$$

Combinée à une équation de prix :

$$p = W - \pi + m \quad (12)$$

On obtient alors

$$p - p^a = -b U + c + m \quad (13)$$

Ce type de modèle conduit donc, dans le cas général, à la réapparition d'un dilemme inflation-chômage, et à l'absence de NAIRU (de long terme). Ainsi, dans le cas – purement illustratif – où $P^a = P_{-1}$, on obtient :

$$\Delta P = -b U + c + m \quad (14)$$

Il est cependant possible, dans certains cas, que le système considéré comporte un NAIRU. Ainsi, toujours à titre illustratif, si $P^a = (1 - \lambda)P + 2\lambda P_{-1} - \lambda P_{-2}$, l'équation (13) se réécrit :

$$\lambda \Delta^2 p = -b U + c + m \quad (15)$$

Dans ces conditions, on voit que la stabilité de l'inflation ne peut être réalisée qu'à un seul taux de chômage $U^* = (c + m) / b$. De manière plus générale, on peut montrer qu'une telle représentation de la boucle prix-salaires admet un NAIRU à la condition que les équations de prix et de salaires présentent la propriété dite "d'homogénéité dynamique" : dans le cas par exemple de l'équation de salaire (11), cette propriété stipule que si $p^a = \sum_{i=0}^{\infty} a_i p_{-i}$ (29), il faut que $\sum_{i=0}^{\infty} a_i = 1$ (condition dite "d'homogénéité statique") et $\sum_{i=1}^{\infty} i \times a_i = 0$ (30). Cette propriété a une interprétation économique simple : elle signifie que lorsque l'inflation est stabilisée, les agents ne commettent plus d'erreur d'anticipation. Ce n'est donc que si les agents sont myopes qu'existe la possibilité d'un dilemme inflation-chômage.

Une telle propriété est donc imposée (et, semble-t-il, empiriquement vérifiée) dans les modèles britanniques (Fisher et Henry [1991]), pour lesquels il existe donc un NAIRU. Une telle propriété ne sera pas systématiquement vérifiée sur d'autres types de données. En outre, même si c'est le cas, un autre problème surgit : le NAIRU de long terme dépend cette fois d'un certain nombre de paramètres structurels qu'il convient de prendre en compte. On a ainsi vu que le taux de marge devenait un déterminant du NAIRU alors que ce n'était pas le cas à partir de l'équation de Phillips traditionnelle. Un certain nombre d'autres facteurs (taux de cotisations sociales employeurs, taux de TVA, taux de cotisations sociales, etc...) qui, comme le taux de marge, sont supposés constants à long terme, mais qui, sur la période de vingt années environ sur laquelle sont estimés les modèles, ont beaucoup varié, doivent ainsi être pris en compte dans le calcul du NAIRU(32).

29 La plupart des équations de salaire en niveau s'inscrivent en fait sous la forme de mécanismes à correction d'erreur :

$$\dot{W} = \sum_{i=1}^k b_i \dot{W}_{-i} + \sum_{j=1}^l c_j \dot{p}_{-j} - m \log(W_{-1}/p_{-1}) + \text{autres termes}$$

soit, en appelant L l'opérateur retard :

$$B(L)W = C(L)p + \text{autres termes}$$

$B(L)$ est en général inversible. Une condition nécessaire, et en pratique suffisante, pour qu'il le soit est que $m \neq 0$; il convient par ailleurs de noter que, dans l'équation de Phillips traditionnelle, $m = 0$ et $B(L)$ n'est pas inversible (il admet 1 comme racine). Dans le cas qui nous intéresse ici, où $B(L)$ est inversible, on a :

$$W = \frac{C(L)}{B(L)}p + \text{autres termes}$$

en notant $A(L) = \frac{C(L)}{B(L)}$, on a donc

$$W = \sum_{i=0}^{\infty} a_i p_{-i} + \text{autres termes,}$$

et par identification, on en déduit

$$p^a = \sum_{i=0}^{\infty} a_i p_{-i}$$

30 Autrement dit $A'(1) = 0$

31 Dans le cas général, Laurent et Legendre [1987] ont par ailleurs montré que l'absence d'homogénéité dynamique pouvait résulter du comportement rationnel des agents confrontés à des coûts d'ajustement.

32 Une autre différence apparaît ici : le NAIRU ainsi calculé ne dépend plus du taux de croissance de la productivité ; certains modèles conduisent à remplacer le terme de productivité de l'équation (11) par une tendance temporelle, qui enregistre la hausse exogène au taux de réservation ; dans ce cas, le NAIRU dépend à nouveau de la productivité, mais cette fois par le biais de son niveau et non de sa croissance.

Enfin, comme avec la modélisation traditionnelle, le taux de change réel constitue empiriquement un des déterminants importants du NAIRU, mais, contrairement à la modélisation traditionnelle, c'est son niveau, et non sa croissance, qui intervient. Or, le taux de change réel peut sans difficulté être considéré comme stationnaire en taux de croissance, mais sûrement pas en niveau. Le taux de change réel n'ayant donc pas de valeur de long terme, il y aurait autant de NAIRU que de taux de change réels admissibles.

Les modélisateurs britanniques ont estimé, à partir des équations du modèle, la relation entre la balance courante d'une part et le taux de change et le taux de chômage d'autre part ; puis, à partir d'une cible, définie de manière exogène, ils ont déduit une relation entre les seuls taux de change et de chômage. Formellement, on a :

$$U = f(\underset{-}{tcr}, Z_u)$$

$$BC = g(\underset{-}{tcr}, \underset{+}{U}, Z_{bc})$$

La première relation constitue le "NAIRU" issu de la boucle prix-salaires (tcr est le taux de change réel, et Z_u l'ensemble des autres facteurs, supposés fixes, qui affectent ce NAIRU), tandis que la seconde décrit la formation de la balance courante en fonction du taux de change réel, du taux de chômage, et d'autres facteurs exogènes (comme la demande étrangère).

L'intersection de ces deux relations fournit alors pour un niveau donné de la cible BC^* , un NAIRU de long terme, $U = h(BC^*, Z_u, Z_{bc})$ dont la fragilité est extrême, en liaison par exemple avec les incertitudes sur l'évolution de la demande étrangère à long terme. En outre, ce NAIRU n'est pas véritablement défini de manière unique, puisqu'il dépend du niveau nécessairement en partie arbitraire de la cible à retenir pour la balance courante.

II.A 4.2 \ Le NAIRU : un concept qui n'existe que dans trois des cinq modèles macroéconomiques, sous des formes différentes

Sur les cinq modèles macroéconomiques étudiés, deux ne comportent pas de NAIRU, mais recouvrent un dilemme inflation-chômage. Il s'agit tout d'abord du modèle Amadeus, dans lequel l'équation de salaire (cf *infra*) ne présente pas d'indexation unitaire des salaires sur les prix : celle-ci vaut en effet 0,94 (= 0,65 + 0,29).

Afin de permettre malgré tout la comparaison avec les autres modèles, on s'est néanmoins livré à l'exercice qui consiste à réestimer les équations de salaire d'Amadeus, en imposant simplement l'indexation unitaire sur les prix, puis de calculer le NAIRU correspondant, qui vaut 6,7 %.

De même, le modèle de la Banque de France ne présente pas de NAIRU, puisque l'équation de salaire se présente sous la forme d'un mécanisme à correction d'erreur, tandis que la condition d'homogénéité dynamique n'est pas vérifiée. En effet, on a dans ce cas $[A'(1) = 1 - (0,271 + 0,417 + 0,202)] / 0,09 = 1,20 \neq 0$ ³³

Les trois autres modèles présentent en revanche la traditionnelle courbe de Phillips augmentée. Il est donc *a priori* possible de calculer un NAIRU dans ces trois modèles. Un certain nombre de conventions doivent néanmoins être adoptées, concernant les variables supplémentaires qui figurent dans les équations de Métric et de Mosaïque. En effet, dans ces deux équations figurent des variables qui ont la dimension d'un salaire réel : le pouvoir d'achat des fonctionnaires et du SMIC réel dans Mosaïque et les coups de pouce sur le SMIC dans Métric.

A long terme, on peut supposer que le salaire réel des fonctionnaires croît comme le salaire réel du secteur privé : si cette égalité n'était pas vérifiée, on assisterait à des transferts d'offre de main d'oeuvre entre le secteur privé et le secteur public, exclus par définition sur un sentier de croissance équilibrée.

³³ Il est en effet facile de montrer que si le modèle s'écrit :

$$C(L)\dot{W} = D(L)p - m \log(\dot{W}_{-k} / p_{-k})$$

alors $A'(1) = -(D(1) + C(1)) / m$

De même, on supposera que le pouvoir d'achat du SMIC croît comme celui de l'ensemble des salaires. Comme le pouvoir d'achat du SMIC n'est revalorisé automatiquement que pour un montant égal à la moitié du pouvoir d'achat du taux de salaire horaire ouvrier, une telle hypothèse impose donc que les " coups de pouce sur le SMIC " soient égaux à la moitié du pouvoir d'achat de l'ensemble des salaires.

Enfin, une hypothèse doit être faite sur le taux de croissance de long terme de la productivité. Dans un premier temps, la valeur de 2,2 % par an, correspondant à la moyenne entre 1974 et 1992 (c'est-à-dire sur les deux derniers cycles) sur l'ensemble du secteur marchand⁽³⁴⁾, a été retenue. La sensibilité du NAIRU à cette valeur sera cependant testée, en traçant, pour chaque modèle, l'évolution du NAIRU en fonction de la productivité.

Avec ces hypothèses, on obtient les valeurs suivantes du NAIRU :

Hermès : $TCHO^* = 6,7 \%$

Métric : $TCHA^* = 3,2 \%$

Mosaïque : $\frac{DEFM^*}{OEFM^*} = 20,8$

Les trois NAIRU ainsi obtenus portent sur trois variables différentes, puisque chaque modèle retient dans ses équations de salaires un indicateur différent de tensions sur le marché du travail. La comparaison entre ces NAIRU paraît donc *a priori* difficile. Dans la mesure où la courbe de Beveridge, c'est-à-dire le lien entre demandes d'emploi non satisfaites et offres d'emplois non satisfaites n'est pas stable en France depuis 20 ans, tout passage du NAIRU de Mosaïque à un NAIRU exprimé en terme de taux de chômage est nécessairement audacieux.

Le modèle Mosaïque comporte cependant une relation de passage implicite de l'indicateur de tensions retenu au taux de chômage global. L'usage de cette relation conduit à estimer le NAIRU suivant : $TCHO^* = 7,9\%$.

Dans le cas du modèle Métric, un tel passage est pratiquement impossible, car le taux de chômage global et le taux de chômage des hommes adultes n'entretiennent pas de relation stable à long terme, que ce soit dans les faits ou que ce soit, fonctionnellement, dans le modèle, à moins d'hypothèses très spécifiques sur les évolutions de la population active et sur la part des effectifs industriels dans le total des effectifs⁽³⁵⁾.

Compte-tenu du fait que, sur le passé, il n'y a d'ailleurs pas eu de relation stable entre le taux de chômage des hommes adultes et le taux de chômage global⁽³⁶⁾ il n'existe pas de solution véritablement satisfaisante à ce problème. A titre purement illustratif, le NAIRU estimé en reportant l'écart moyen⁽³⁷⁾ entre taux de chômage global et taux de chômage des hommes adultes sur la période 1972-1990 (période d'estimation de la plupart des modèles étudiés), vaudrait $TCHO = 6,3\%$.

Il faut cependant bien se garder d'utiliser ces indicateurs pour les comparer au taux de chômage d'une année quelconque : un même niveau de taux de chômage peut très bien correspondre à des taux de chômage des hommes adultes différents et de ce fait avoir, selon Métric, des conséquences inflationnistes différentes ; le même raisonnement s'applique bien évidemment à Mosaïque en ce qui concerne le rapport des demandes aux offres d'emploi.

Il faut enfin rappeler que les NAIRU ainsi estimés l'ont été avec une croissance de la productivité du travail égale à 2,2 %. Une croissance plus faible (respectivement plus forte) de cette productivité du travail conduirait, toutes choses égales par ailleurs à accroître (respectivement diminuer) ces NAIRU . Ainsi, avec une

³⁴ Dans la mesure où la consommation non marchande des ménages est négligeable et où les prix *sin*• lesquels s'indexent les salaires sont les prix de consommation, la cohérence impose de calculer la productivité sur le secteur marchand.

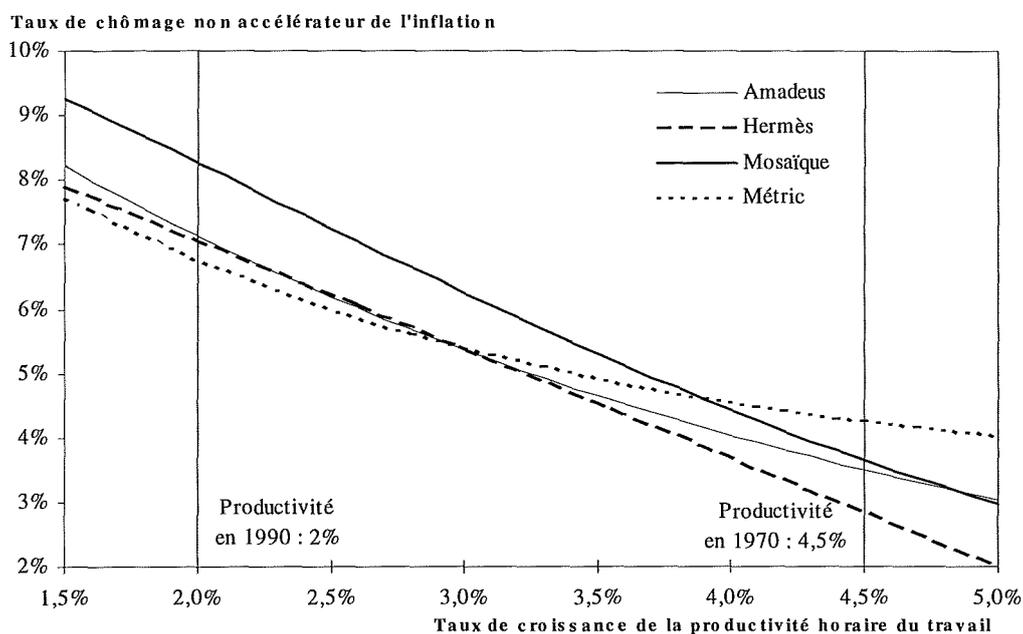
³⁵ Ce qui ne pose pas de problème particulier dans le fonctionnement concret du modèle, dans la mesure où le taux de chômage global n'a d'effet sur l'activité, dans le modèle, qu'au travers de l'indemnisation du chômage.

³⁶ Ce qui justifie d'ailleurs que l'un ou l'autre puisse être préféré par les modélisateurs.

³⁷ Cet écart est relativement constant depuis 1970. En outre une telle hypothèse est cohérente avec l'idée, implicite à l'utilisation du taux de chômage des hommes adultes dans une équation de salaires, que seuls les hommes adultes pèsent dans les négociations salariales.

croissance de la productivité de l'ordre de 4,5% au début des années 1970, le NAIRU retracé par les modèles serait plus faible de 3 points en moyenne (cf graphique ci-dessous).

Le NAIRU et la productivité



II.A 4.3 \ Le NAIRU : un concept qui varie selon les modèles macroéconomiques français... et qui est sans doute appelé à évoluer dans les années qui viennent

L'examen des NAIRU des principaux modèles macroéconomiques français d'inspiration néo-keynésienne permet de constater que, lorsque le NAIRU peut être dérivé des équations de prix et de salaires incluses dans ces modèles, les NAIRU estimés semblent converger vers une valeur comprise entre 6 et 8 %. Ce consensus est cependant fragile. D'une part en effet, à chaque modèle ou presque correspond un concept différent de NAIRU (taux de chômage pour Hermès et Amadeus, taux de chômage des hommes adultes pour Métric, rapport des demandes aux offres d'emploi non satisfaites pour Mosaïque). De ce fait, la comparaison des NAIRU entre modèles a nécessité de définir certaines *clés de passage* qui, approximativement valides sur la période historique, n'ont a priori aucune raison de le rester à l'avenir.

Cette constatation explique sans doute qu'au contraire des économistes américains, les économistes français fassent un usage très modéré du concept de NAIRU. Elle renvoie clairement aussi à la difficulté de prendre en compte la montée sensible qu'a connue le chômage en France depuis vingt ans, alors qu'aux Etats-Unis le taux de chômage fluctue autour d'un niveau moyen à peu près constant. Ainsi aux Etats-Unis, est-il possible de relier les évolutions cycliques de l'inflation aux évolutions, elles aussi cycliques, du taux de chômage.

II.A 4.4 \ Annexe : les équations de salaire des différents modèles

Certains modèles, à savoir Amadeus, Hermès, Mosaïque, ne comportent que des équations de salaire sectorielles ; celles-ci ont été agrégées en pondérant les coefficients par les masses salariales. Pour simplifier la présentation, on a volontairement omis de mettre les variables dummy dans les équations. Dans le modèle Amadeus, \dot{W} est un taux de salaire horaire qui dépend de la durée du travail, avec compensation salariale parfaite : ceci équivaut à un salaire par tête. On notera enfin que tous les pourcentages ont été supprimés¹⁵.

- AMADEUS : estimation sur la période 1972-1990 — Equation annuelle

Le champ est l'ensemble des secteurs marchands.

$$\dot{W} = 0,6460 \dot{P} + 0,2932 \dot{P}_{-1} - 0,03470 \log(\text{TCHO}) - 0,064549$$

- Banque de France : estimation sur la période 1970-1 à 1992 — Equation trimestrielle (valeur après 1983)

Le champ est celui des SQS-EI.

$$\begin{aligned} \dot{W} = & 0,271 \dot{P} + 0,417 \dot{P}_{-1} + 0,202 \dot{P}_{-2} - 0,6408 \Delta \text{TCHA} + 0,147 (\dot{\pi} + \dot{\pi}_{-1}) \\ & - 0,03 (\dot{P}M - \dot{P}X) - 0,09 \log\left(\frac{\dot{W}_{-2}}{P_{-2} \pi_{-2}}\right) - 0,1343 \text{TCHA}_{-2} - 0,07336 \end{aligned}$$

- HERMES : estimation sur la période 1972-1990 — Equation annuelle

Le champ est l'ensemble des secteurs marchands.

$$\dot{W} = 0,842 \dot{P} + 0,158 \dot{P}_{-1} - 0,5935 \text{TCHO} + 0,061979$$

- METRIC : estimation sur la période 1970-1 à 1990-4 — Equation trimestrielle

Le champ est celui des SQS-EI non financières. L'équation prend une forme légèrement différente avant ou après 1982.3: ceci est la formulation après 1982.3.

$$\dot{W} = 0,40 \dot{P}_{-1} + 0,36 \dot{P}_{-2} + 0,24 \dot{P}_{-3} - 0,00516 \log(\text{TCHA}) + 0,15 \text{SMICR} + 0,0017 (\text{TRIM}_1 + \text{TRIM}_2) - 0,01306$$

- MOSAIQUE : estimation sur la période 1971-1 à 1989-4 — Equation trimestrielle

Le champ est l'ensemble des secteurs marchands.

$$\begin{aligned} \dot{W} = & 0,30 \dot{P} + 0,35 \dot{P}_{-1} + 0,19 \dot{P}_{-2} + 0,08 \dot{P}_{-3} + 0,08 \dot{P}_{-4} + 0,026 \text{SMICR} \\ & + 0,081 \text{FONCT} + 0,008 \text{FONCT}_{-1} - 0,004 \log \frac{\text{DEFM}}{\text{OEFM}} + 0,0170 \end{aligned}$$

où :

SMICR	coup de pouce sur le smic dans METRIC (supplément à 50% du pouvoir d'achat du salaire horaire)
SMICR, FONCT	pouvoir d'achat du SMIC ou du salaire des fonctionnaires dans MOSAIQUE
DEFM, OEFM	demandes d'emploi, offres d'emploi non-satisfaites en fin de mois

¹⁵ \dot{W} , \dot{P} , $\dot{\pi}$, $\dot{P}M$ et $\dot{P}X$ désignent des logarithmes de la forme $\log(x/x_{-1})$

TCHA	taux de chômage des hommes adultes en ratio simple (DEFM adultes)/POPACT
TRIM ₁ + TRIM ₂	indicateur du 1er semestre
PM, PX	prix des imports et des exports

II.A 4.5 \ Annexe : les équations du prix de la valeur ajoutée

• AMADEUS

$$PVA^* = CSU \times (1 + TXMARG^*) = CSU \times (c \times ENDET^d \times TU^e)$$

où PVA* est le prix désiré de la valeur ajoutée (PVA est le prix effectif), CSU le coût salarial unitaire, net des subventions mais y compris les impôts liés à la production, TXMARG* le taux de marge désiré, ENDET le taux d'endettement des SQS-EI et TU le taux d'utilisation des capacités de production. Pour la branche non-manufacturière, la variable TU ne figure pas, faute d'indicateur de tensions sur les capacités de production.

Pour la branche industrielle, l'ajustement retenu est un ajustement partiel. C'est un modèle à correction d'erreur pour la branche non industrielle.

A noter que dans Amadeus, le bouclage du modèle est assuré par une variable qui répartit l'écart en valeur entre les Ressources et les Emplois sur les différents prix des emplois. Il en résulte des difficultés à agir sur la spirale inflationniste.

• Banque de France

$$\log\left(\frac{PVA}{PVA_{-1}}\right) = 0,416 \log\left(\frac{CUE}{CUE_{-1}}\right) + 0,214 \log\left(\frac{PRODH}{PRODH_{-1}}\right) - 0,089 \Delta MACAE - (0,234 \Delta PE + 0,145 \Delta PE_{-1}) \\ - 0,079 \log\left(\frac{PVA_{-1}}{CUE_{-1}}\right) - 0,018 \log\left(\frac{PVA_{-1}}{PM_{-1}}\right) - 0,039 MACAE_{-1} - 0,016 DU_{82.3}$$

CUE	coûts unitaires d'exploitation
MACAE	marges de capacité avec embauche
PRODH	productivité horaire
PE	prix de l'énergie importée

• HERMES

Les équations sont de la forme :

$$P^* = (a + b TU) \times CSU$$

• METRIC

L'équation du prix de la production manufacturière est de la forme :

$$\log\left(\frac{P}{P_{-1}}\right) = 0,789 \log\left(\frac{CU}{CU_{-1}}\right) + 0,176 \log\left(\frac{DHS}{DHS_{-1}}\right) - 0,092 \log\left(\frac{P_{-1}}{CU_{-1}}\right) - 0,025 (DU_{82.3} - DU_{83.1}) - 0,005 (\text{post}_{82.3} - \text{post}_{85.2}) + 0,014$$

P	prix de la production manufacturière destinée au marché intérieur
CU	coûts unitaires totaux de production
DHS	demande intérieure hors stocks

• MOSAIQUE

Dans l'industrie manufacturière, le prix désiré et le mécanisme d'ajustement deviennent :

$$P^* = (1+m) \times \text{COUT} + a \frac{I}{Q}$$

$$\frac{P}{P_{-1}} = \left(\frac{P^*}{P_{-1}}\right)^{a_0+a_1 \text{ MACAE}} \left(\frac{P_{-1}^*}{P_{-1}}\right)^b$$

I	investissement en valeur de la branche
Q	production
MACAE	marges de capacité disponibles dans l'industrie.

II.B \ LA DETERMINATION DU CHOMAGE

Comptablement, le nombre de chômeurs correspond à l'écart entre le nombre des actifs et l'emploi total. En fait, sur le passé, l'information disponible concerne bien sûr le nombre de chômeurs (C) et l'emploi total (E), la population active (L) étant reconstituée par les comptes nationaux en additionnant ces deux composantes :

$$L = E + C \quad (16)$$

Les équations de chômage usuellement retenues dans les modèles macro-économiques inversent cette relation comptable et déterminent le nombre des chômeurs (ou la variation de ce nombre) par différence entre la population active (ou sa variation) et l'emploi total (ou sa variation) :

$$C = L - E \quad (17)$$

L'emploi total (E) est déterminé de façon explicite par d'autres équations du modèle (voir la section I.B.2. de ce document de travail, où sont décrites les demandes de facteurs). La population active (L) est définie, comptablement, par le produit de la population en âge de travailler (POP) par le taux d'activité (TA) de cette même population :

$$L = POP \cdot TA \quad (18)$$

La population en âge de travailler (POP) est une variable démographique gérée, de façon exogène au modèle, par les démographes. Son évolution à moyen terme peut être prévue assez précisément par l'application de lois de mortalité aux différentes générations de la population déjà née. Pour le taux d'activité (TA), l'approche est plus complexe. En effet, l'observation du marché du travail révèle une sensibilité des taux d'activité à la situation du marché du travail, et plus précisément au niveau du chômage et au dynamisme de l'emploi. Ce phénomène de flexion conjoncturelle des taux d'activité, parfois appelé effet " du chômeur découragé ", diffère selon les catégories d'emplois (qualifiés, non qualifiés...), d'actifs (selon le sexe et l'âge...) et les zones géographiques. Thélot [1975] a ainsi montré que, à certains moments et dans le cas de régions particulières, la création d'emplois nouveaux pouvait s'accompagner d'une montée du chômage en suscitant une offre de travail en surnombre.

Les spécifications de la flexion des taux d'activité liées aux fluctuations économiques sont issues, en France, des travaux de Salais [1971], et de Eymard-Duvernay et Salais [1975], qui s'inspirent eux-mêmes partiellement de ceux de Dernburg [1964] et Strand [1966]. Ces derniers formalisaient, sur l'économie américaine, la sensibilité des taux d'activité par sexe et par âge au taux de chômage. Il est usuellement admis que ces phénomènes de flexion des taux d'activité sont les plus forts pour les jeunes (il s'agit alors plus précisément d'un comportement d'arbitrage entre activité et prolongement de la scolarité), pour les femmes et pour les actifs âgés. Dans le cas de la France, les divers travaux engagés sur ces questions ont mis en valeur l'extrême difficulté et le manque de robustesse d'une modélisation approfondie (par sexe et âge) des phénomènes de flexion des taux d'activité (voir par exemple Bloch, Hénin, Marchand, Meunier et Thélot [1986]). Aussi, dans la pratique, la modélisation du chômage s'inspire bien de l'approche proposée dans les travaux évoqués précédemment, moyennant quelques simplifications. On suppose en général que l'évolution de la population active (ΔL) est une fonction linéaire simple de l'évolution de la population active dite " tendancielle " (ΔL^*) et de l'emploi total (ΔE) :

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta L^* + (1 - \beta) \cdot \Delta E, \text{ avec } 0 \leq \alpha, \beta \leq 1 \quad (19)$$

La flexion des taux d'activité est nulle (les taux d'activité sont indifférents à la situation observée sur le marché du travail) si $\alpha = \beta = 1$. Ils sont ici maximum si $\alpha = \beta = 0$ ⁽¹⁾. En combinant cette dernière relation (19) avec la précédente relation (17), on obtient alors la relation explicitant la variation du nombre de chômeurs :

$$\Delta C = \alpha \cdot \Delta L^* - \beta \cdot \Delta E \quad (20)$$

¹ Si l'on exclut les cas assez extrêmes correspondant à l'exemple fourni par Thélot [1975] cité plus haut, où une création d'emploi amène une offre de travail supérieure (on a alors $\beta < 0$) et aboutit donc à une augmentation du nombre de chômeurs.

La population active "tendancielle" (ΔL^*) est obtenue, hors modèle, en appliquant à la population en âge de travailler (POP) un taux d'activité "tendanciel" (TA^*) :

$$L^* = POP \cdot TA^* \quad (21)$$

La détermination du taux d'activité tendanciel (TA^*) repose sur des choix inévitablement normatifs. Elle suppose de distinguer, au sein des variations des taux d'activité, deux composantes :

- la première, "structurelle", correspond à des évolutions des modes de vie et des aspirations de la population en âge de travailler, indépendamment du déséquilibre observé sur le marché du travail. Par exemple, l'aspiration croissante des femmes à être actives relève sans doute pour une bonne part d'une évolution culturelle de l'ensemble de la société française ;
- la seconde, "conjoncturelle", correspond aux effets, précédemment évoqués, de flexion conjoncturelle des taux d'activité. Par exemple, l'allongement des périodes de scolarité des jeunes et leur entrée plus tardive sur le marché du travail est sans doute en partie liée à l'importance de leur taux de chômage (Gautié [1994]).

Cependant, une telle distinction entre les composantes "structurelle" et "conjoncturelle" des évolutions du taux d'activité est un exercice particulièrement délicat lorsque le déséquilibre constaté sur le marché du travail augmente presque continûment sur une longue période, comme c'est le cas en France depuis le premier choc pétrolier. On peut même s'interroger sur la signification de cette distinction en dehors d'un contexte d'une évolution cyclique du taux de chômage autour d'un niveau à peu près stable sur le long terme... Quoiqu'il en soit, cette distinction est opérée dans tous les modèles considérés, le taux d'activité "structurel" de la population en âge de travailler, éventuellement décomposé par sexe et âge, correspondant à un lissage plus ou moins sophistiqué du taux d'activité observé.

Les écarts des effets de flexion des taux d'activité selon le sexe et l'âge de la population active sont indirectement pris en compte en distinguant les créations d'emplois selon les secteurs ou les types d'emplois (E_i), aidés et non aidés en particulier :

$$\Delta C = \alpha \cdot \Delta L^* - \sum_i \beta_i \Delta E_i, \text{ avec } 0 < \alpha, \beta_i < 1 \quad (22)$$

Ainsi, les résultats d'estimations usuels montrent que la flexion du taux d'activité moyen serait plus importante dans le cas d'emplois de service que d'emplois industriels. Cet écart est généralement interprété comme résultant du fait que les emplois de service sont plus féminisés que les emplois industriels.

Tant dans les modèles anciens⁽²⁾ que dans les cinq modèles ici étudiés, la modélisation du chômage correspond à la précédente relation (22). Les équations de nos cinq modèles sont finalement très voisines. Les différences entre les modèles sont essentiellement techniques et concernent les aspects suivants :

- i* Le champ considéré qui peut être l'ensemble des actifs (Amadeus, Banque de France, Hermès, ou Mosaïque) ou les seuls hommes adultes (Métric). La restriction aux seuls hommes adultes trouve une justification dans le fait que les effets de Phillips paraissent davantage en rapport avec le déséquilibre observé sur le marché du travail pour cette seule catégorie d'actifs que pour l'ensemble des actifs. Aussi, l'estimation de l'équation de salaire est-elle plus robuste quand le taux de chômage des seuls hommes adultes y est introduit. Cependant, outre l'avantage intrinsèque de pouvoir déterminer le nombre global de chômeurs, la modélisation du chômage sur l'ensemble des actifs permet une meilleure liaison avec les prestations chômage versées par les Administrations Publiques.
- ii* Le choix de la variable de chômage qui est soit le chômage au sens du BIT (Amadeus, Hermès, Métric), soit les demandes d'emplois en fin de mois recensées par l'ANPE (Mosaïque, Banque de France).
- iii* La décomposition sectorielle plus ou moins fine des emplois créés. Ainsi, Métric considère l'ensemble des emplois créés, sans distinction sectorielle, Amadeus, Banque de France et Mosaïque distinguent les créations d'emplois dans l'industrie et le tertiaire, et Hermès ajoute à cette dernière distinction celle des

² Voir INSEE [1975] pour Fiji, INSEE [1982] pour Propage, INSEE [1978] pour Dms1 et [1987] pour Dms4, DP [1981] pour Copain, ou encore INSEE [1978] et [1981] pour Métric.

créations d'emplois agricoles. On vérifie bien (tableau 7) que les phénomènes de flexion conjoncturelle des taux d'activité sont moins importants pour les créations d'emplois industriels que tertiaires.

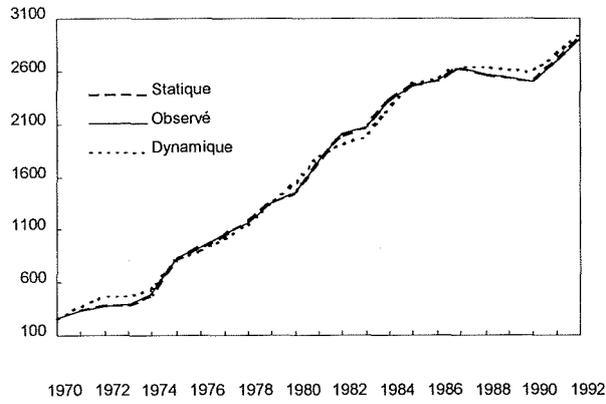
iv La prise en compte plus ou moins explicite des dispositifs de la politique de l'emploi ayant un effet direct sur le chômage. A cet égard, Mosaïque se distingue nettement des autres modèles, puisque pas moins de six dispositifs sont distingués, les coefficients de quatre d'entre eux étant estimés et ceux des deux derniers étant contraints. Les simulations montrent que la prise en compte explicite de la politique de l'emploi améliore un peu la qualité des estimations en permettant notamment une meilleure prise en compte de certains mouvements de court terme du chômage. A l'exception de Mosaïque, la politique de l'emploi n'est pas prise en compte de façon explicite dans l'analyse.

Tableau n°12 : Les équations de chômage

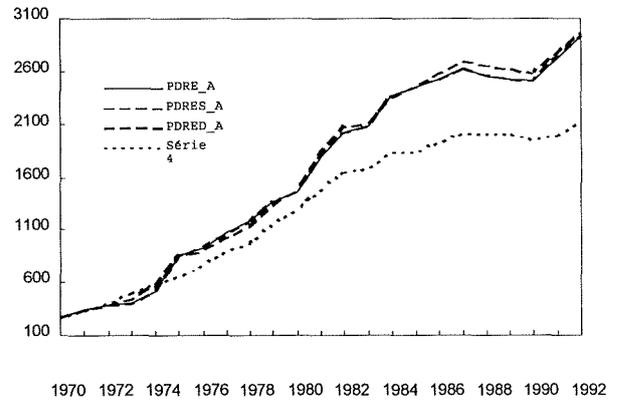
	AMADEUS	BANQUE DE FRANCE	HERMES	METRIC	MOSAIQUE
Variable endogène <i>en variation dans les équations</i>	Chômage BIT	DEFM	Chômage BIT	Taux de chômage hommes adultes BIT	DEFM
Source de la population active potentielle	INSEE	INSEE	Taux d'activité moyen constant	Non explicitement prise en compte	OFCE
Définitions de l'emploi		Emploi salarié Tertiaire hors CES	Emploi total Industrie=industrie+ énergie+BTP Tertiaire=autres secteurs	Emploi total	Emploi total Industrie=agriculture+ industrie+énergie+BTP hors emplois aidés Tertiaire=autres secteurs hors emplois aidés
Période d'estimation	Annuelle 1971-1991	Trimestrielle	Annuelle 1971-1992	Trimestrielle 1970-1988	Trimestrielle 1970-1990
Variables explicatives (en variation dans les équations)					
Emploi total				$-9,4 \cdot 10^{-5}$ (6,4)	
Population active potentielle	0,52 (4,0)	0,86	0,54 (2,5)		0,66 (3,4)
Emploi agricole			-2,25 (-2,8)		
Emploi industriel	-0,76 (-4,1)	-0,53	-0,83 (-5,5)		-0,71 (-5,5)
Emploi tertiaire	-0,61 (-3,3)	-0,45	-0,63 (-3,9)		-0,45 (-3,3)
Emplois aidés sect. marchand					-0,68 (-6,2)
Emplois exonérés de Cot. Soc.					-0,59 (-6,1)
Emplois aidés sect. non-marchand		-1			-0,42 (-2,2)
Stages jeunes					-0,81 (-3,1)
Stages adultes					-1
Préretraites					-1
Taux de chom. hom. ad. 1 retard				0,89 (9,4)	
Taux de chom. hom. ad. 2 retard				-0,42 (4,9)	
Constante				0,055 (6,3)	
<i>rho (AR1)</i>					0,53 (4,9)
<i>R2</i>	0,75			0,85	0,88
<i>DW</i>	1,16			1,78	1,76
<i>SEE</i>				0,048	18

Simulations rétrospectives du chômage

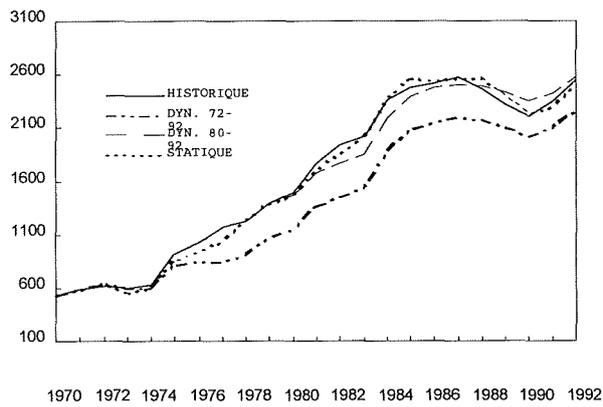
MOSAÏQUE



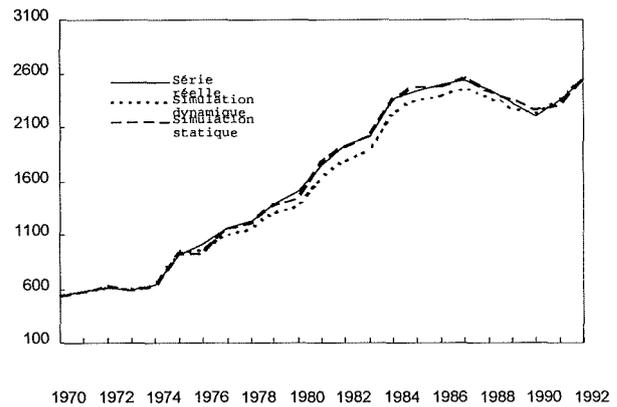
BANQUE DE FRANCE



AMADEUS



HERMES



II.C \ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDO A., BRAYTON F. [1994] : " Prices, wages, and employment in the US economy: a traditional model and tests of some alternatives ", NBER.
- BLANCHARD P., SEVESTRE P. [1989] : " L'indexation des salaires : quelle rupture en 1982 ? ", *Economie et Prévision*, pp. 67-75.
- BLOCH L., HENIN P. Y., MARCHAND O., MEUNIER F. et THELOT C. [1986] : " Analyse macro-économique des taux d'activité et flexion conjoncturelle ", *Economie appliquée*, Tome XXXIX, n°4.
- COE D.T. [1985] " Salaires nominaux, taux de chômage non inflationniste et flexibilité des salaires ", *Revue économique de l'OCDE*, n°5.
- COTIS J.-Ph., LOUFIR A. [1990] " Formation des salaires, chômage d'équilibre et incidence des cotisations sur le coût du travail ", *Economie et Prévision*, pp. 144-164.
- COTIS J.-Ph., MIHOUBI F. [1990] " L'hystérésis du taux de chômage en Europe ", *Economie et Prévision*, 92-93, pp. 127-144.
- COLLARD F., HENIN P.Y. [1993] " Au-delà de la courbe de Phillips : une évaluation de la dynamique salariale ", in La persistance du chômage (chapitre V, pp. 159-182), *Economica*.
- DENBURG T. [1964] : " Cyclical Variation in Civilian Labor Force Participation ", *Review of Economics and Statistics*, novembre.
- EYMARD-DUVERNAY F., SALAIS R. [1975] : " Une analyse des liens entre l'emploi et le chômage ", *Economie et Statistique*, n°69, juillet-août.
- FRANZ W., GORDON R. J. [1993] " German and American wage and price dynamics: Differences and common themes ", *European Economic Review*, 37, pp. 719-762.
- GAUTIE J. [1994] : " Le chômage des jeunes en France : un problème de formation ? ", *Futuribles*, n°186, avril.
- KLAUF F., MITTELSTADT A. [1986] : " Flexibilité du marché du travail ", *Revue économique de l'OCDE*, n°6.
- LOUE J.F., MORIN P. [1986] : " La boucle prix-salaires des modèles de l'économie française — Structure et robustesse ", *Revue Economique*, n°6, pp. 1067-1091.
- LAYARD R., NICKELL S., JACKMAN R. [1991] : Unemployment, Macroeconomic Performance and the Labour Market, *Oxford University Press*.
- MINCZELES A., SICSIK P. [1987] : " Analyse de la désinflation en France ", *mimeo, Banque de France*.
- MORIN P. [1988] : " Une analyse du processus de désinflation ", *Economie et Prévision*, n°82, pp. 3-71.
- RALLE P., TOUJAS-BERNATE J. [1990] : " Indexation des salaires : la rupture de 1983 ", *Economie et Prévision*, pp. 187-194.
- SALAIS R. [1971] : " Sensibilité de l'activité par âge et par sexe aux variations du chômage ", *Annales de l'INSEE*, n°8, septembre-décembre.
- SARGAN J. D. [1964] : " Wages and Prices in the United Kingdom: a Study in Econometric Methodology ", *Econometric Analysis for National Economic Planning, Colston Papers*, Vol. 16, ed. by P.E. Hart, A. Mills and J.K. Whitaker, Butherworth (London).
- STRAND K. [1966] : " Hidden Unemployment 1953-1962 : a Quantitative Analysis by Age and Sex ", *American Economic Review*, mars.
- THELOT C. [1975] : " Le fonctionnement du marché de l'emploi : l'exemple des pays de la Loire ", *Economie et Statistique*, n° 69, juillet-août.
- TURNER D., RICHARDSON P., RAUFFET S. [1993] : " Le rôle des rigidités réelles et nominales dans l'ajustement macro-économique : une étude comparative des économies des pays du G3 ", *Revue Economique de l'OCDE*, n°21, pp.95-145.

III LA DEMANDE DES MÉNAGES

Consommation privée et investissement-logement

La demande des ménages joue un rôle essentiel dans la détermination de l'équilibre macroéconomique. Elle constitue en effet la composante la plus importante de la demande finale, et se situe au coeur du bouclage keynésien entre Demande, Offre et Revenus.

Un tel agrégat recouvre un ensemble très hétérogène de dépenses, orientées vers des produits disparates et décidées par des agents aux motivations extrêmement variées. En pratique, les modèles macroéconomiques retiennent une approche globale de la demande des ménages qui s'appuie sur les variables explicatives les plus robustes. Une distinction est néanmoins introduite entre deux comportements importants :

- la consommation proprement dite, au sein de laquelle certains modèles font la distinction entre consommation de biens durables et consommation de biens fongibles ;
- et les acquisitions de logements neufs (et le gros entretien des logements anciens) qui obéissent davantage à une logique d'investissement.

Dans une perspective keynésienne, ces deux comportements dépendent crucialement du revenu des ménages. Ils constituent donc l'élément central du mécanisme de multiplicateur, et le canal essentiel des effets de la politique budgétaire. De plus, l'investissement-logement conditionne assez largement l'activité du secteur du BTP, dont le faible contenu en importations et le fort contenu en emplois font une cible privilégiée des politiques de soutien de l'activité. Il est par ailleurs une des composantes de la demande privée en France pour lesquelles les effets des taux d'intérêt sont les plus aisés à mettre en évidence économétriquement.

Les fondements microéconomiques de la consommation et de l'investissement-logement insistent davantage sur la notion de richesse intertemporelle que de revenu courant. Les spécifications se sont donc progressivement éloignées de l'approche keynésienne originelle pour tenter de prendre en compte cet aspect intertemporel et le rôle des anticipations. En pratique néanmoins, la robustesse des effets à court terme du revenu courant (et non pas permanent) des ménages sur leur demande n'est guère contestée par l'économétrie, mais ils transitent par une dynamique beaucoup plus riche (processus autorégressif, modèles à correction d'erreur) synthétisant l'influence de tous les revenus passés, et l'adjonction de variables permettant une approximation des anticipations de revenus futurs. Il faut noter cependant que depuis quelques temps les déterminants traditionnels du comportement de consommation et du comportement d'investissement-logement des ménages ne suffisent plus à décrire de manière satisfaisante leurs évolutions récentes.

III.A \ LA CONSOMMATION DES MENAGES

III.A 1 \ Revenu et inflation sont les déterminants de base des équations de consommation des modèles.

Les modèles macroéconométriques d'inspiration keynésienne font jouer au revenu un rôle central dans la détermination de la consommation des ménages. Pour autant, la fonction de consommation qui figure aujourd'hui dans ces modèles n'a qu'un lien de parenté très lointain avec la fonction de consommation keynésienne originelle, selon laquelle la consommation (C) était une fonction affine du revenu (R) :

$$C_t = a + b R_t \text{ avec } a > 0 \text{ et } 0 < b < 1$$

Tout d'abord, l'ajustement de la consommation au revenu se fait aujourd'hui dans les modèles de manière dynamique. Cette évolution correspond d'une part à l'évolution de l'économétrie appliquée, avec l'apparition des modèles à retards échelonnés, à ajustement partiel et, plus récemment, à correction d'erreur. Elle correspond d'autre part à l'émergence des théories du cycle de vie et du revenu permanent, qui conduisent à faire dépendre la consommation des ménages de leur revenu anticipé sur l'ensemble du cycle de vie : dans les modèles néo-keynésiens, ce revenu anticipé est supposé correctement représenté par un lissage des revenus passés. On notera à cet égard que cette approche est incompatible avec le résultat obtenu par Hall (1978) sous la double hypothèse de la théorie du revenu permanent *et de la rationalité des anticipations*. Dans ces conditions,

la croissance de la consommation ne peut pas être prévue à l'aide des évolutions passées du revenu (ni d'ailleurs de toute autre variable passée)³.

Cette évolution, tant empirique que théorique, a conduit à retenir dans les modèles macroéconométriques français une indexation unitaire à long terme de la consommation sur le revenu. Cette propriété est en effet une prédiction de la théorie du cycle de vie, vérifiée par les données dès lors que l'on impose une dynamique suffisamment longue.

Par ailleurs, les équations ne se déclinent pas en niveau, mais en logarithme ou en taux de consommation : la variable expliquée est alors $\log(C_t)$ ou pour le seul modèle Mosaïque la propension moyenne à consommer C_t / R_t . Compte tenu de la tendance croissante du revenu et de la consommation, cette transformation est en effet nécessaire pour rendre les résidus homoscédastiques ; elle conduit à déterminer directement un taux d'épargne de long terme à partir de l'équation de consommation.

Ensuite, l'inflation est progressivement apparue comme un déterminant robuste et indispensable des fonctions de consommation des modèles. Deux effets s'opposent traditionnellement : l'effet de fuite devant la monnaie et l'effet d'encaisses réelles. Le premier de ces effets, présent dans les premières versions de Métric (cf Métric (1981)), invoque un comportement "spéculatif" de la part des ménages qui les conduit à anticiper leurs achats en phase d'accélération de l'inflation.

Selon le deuxième effet, de sens opposé au précédent, les ménages souhaitent maintenir un certain volant d'encaisses liquides à titre d'épargne de précaution ou à des fins de transactions. Dans ces conditions, l'inflation nécessite de dégager une épargne afin de maintenir le pouvoir d'achat de ces encaisses liquides. Une telle épargne est donc d'autant plus forte que l'inflation est élevée. Une autre interprétation possible est de considérer cet effet comme un effet de richesse pur : en érodant la valeur réelle des actifs peu ou pas indexés sur les prix, l'inflation diminue la richesse réelle détenue par les ménages, et partant, leur consommation

Aujourd'hui seul le deuxième effet apparaît dans les équations de consommation des modèles : la hausse du taux d'épargne au cours des années soixante-dix et la baisse du taux d'épargne au cours des années quatre-vingt ont coïncidé avec les mouvements de même sens et de forte ampleur de l'inflation.

L'équation de consommation de base des modèles macroéconométriques français s'écrit donc :

$$\Delta \log C_t = \sum_{i=1}^k a_i \Delta \log C_{t-i} + \sum_{i=0}^l b_i \Delta \log R_{t-i} - c \log(C_{t-1} / R_{t-1}) + d + \sum_{i=0}^m e_i \Delta \log p_{t-i}$$

III.A 2 \ Les modèles se distinguent selon la variable de revenu retenue...

Au-delà de ces variables communes à l'ensemble des modèles, ceux-ci se distinguent sur un certain nombre de points moins importants qui constituent autant d'effets plus contestés. Tout d'abord, certains modèles tiennent compte de l'hétérogénéité des comportements des ménages selon l'origine de leurs revenus. Ainsi, on peut considérer qu'un entrepreneur individuel devra consacrer une partie de son revenu à des dépenses liées à son activité productive, ces dépenses ne pouvant alors être considérées comme une consommation proprement dite.

³ On objectera que ce résultat ne tient plus si, comme dans les modèles keynésiens, l'on intègre dans l'ensemble d'information (c'est-à-dire ici dans les variables explicatives) la croissance du revenu contemporain, puisque dans le modèle de Hall, la croissance de la consommation dépend des seules innovations (au sens statistique) du revenu et que celles-ci peuvent être calculées, si le processus suivi par le revenu est par exemple autorégressif, à partir des valeurs courantes et passées du revenu. Cette interprétation est erronée à double titre : d'une part, comme la croissance du revenu est fortement et positivement autocorrélée, l'innovation du revenu dépend négativement des revenus passés, alors que les revenus passés apparaissent positivement dans les fonctions de consommation des modèles keynésiens ; d'autre part, même si elle était exacte, elle interdirait toute utilisation en prévision des fonctions de consommation.

En fait, Métric retient implicitement une propension à consommer les revenus différente de 1 : en modélisant séparément la consommation de biens durables, dont l'élasticité au revenu est supérieure à 1, et la consommation de biens non durables, dont l'élasticité au revenu est contrainte à 1, le modèle Métric conduit à retenir une élasticité supérieure à 1 de la consommation totale des ménages, bien éloignée de la conception originelle des modèles keynésiens.

Dans le cas des modèles Amadeus et Hermès, les modélisateurs ont par conséquent d'emblée pris en compte ce qui relève de l'activité productive des ménages et des entreprises individuelles. Pour Amadeus, le revenu disponible brut est diminué d'une fraction (estimée économétriquement à 37,4 %) du revenu disponible des entreprises individuelles et de l'excédent brut d'exploitation des ménages (au sens strict). Pour Hermès, le revenu disponible brut est amputé de la formation brute de capital fixe des entreprises individuelles. Ainsi, avec ces deux spécifications, l'intégralité du revenu n'est pas disponible pour la consommation.

III.A 3 \ ... et par la présence de variables explicatives particulières à certains modèles

Un certain nombre de variables figurent par ailleurs dans certains modèles mais sont absentes des autres, soit en raison de leur statut théorique discutable, soit par manque de robustesse économétrique.

Ainsi, certains modèles considèrent que la décision par les ménages d'investir dans leur logement n'est pas indépendante de leur décision de consommation. En conséquence, la variable modélisée n'est pas alors véritablement la consommation, mais la consommation à laquelle on ajoute une part, estimée économétriquement, de l'investissement-logement.

D'autres modèles intègrent les effets du chômage. Il convient à cet égard de bien distinguer la forme sous laquelle le taux de chômage apparaît dans la cible de long terme du taux d'épargne. Un taux de chômage *en niveau* doit être relié à l'espérance des revenus futurs anticipés ; plus il est élevé, plus la probabilité d'être au chômage s'accroît et plus l'espérance de revenu diminue. Les ménages augmentent donc leur taux d'épargne en prévision de revenus futurs *moins élevés*. Un taux de chômage *en variation* ou en taux de croissance est au contraire un indicateur de l'incertitude qui pèse sur l'avenir, et doit donc être relié à la variance des revenus futurs anticipés. Plus l'accroissement du chômage est fort, et plus l'incertitude est élevée. Les ménages augmentent donc leur épargne de précaution en prévision de revenus plus *variables*.

Enfin, certains modèles intègrent parmi leurs variables explicatives les crédits de trésorerie octroyés par les banques aux ménages, rapportés à leur revenu disponible : une telle modélisation suppose que ces crédits sont essentiellement déterminés par l'offre de crédit des banques, si bien que le sens de la causalité est supposé aller des crédits vers la consommation et non l'inverse.

Un certain nombre de variables que l'on s'attend à trouver dans des spécifications empiriques de la fonction de consommation sont en revanche absentes des modèles. Il s'agit tout d'abord des taux d'intérêt qui ne paraissent pas avoir été, sur les vingt dernières années, un déterminant significatif de la consommation des ménages. Il est aujourd'hui encore difficile de dire si ce résultat trouve son origine dans une certaine insensibilité structurelle de la consommation en France vis-à-vis du taux d'intérêt, attestant par exemple que les effets de substitution et de richesse se compensent, ou s'il n'était que la conséquence d'un système financier très réglementé jusqu'au milieu des années quatre-vingt. Il s'agit ensuite de la richesse des ménages (qui n'est pris en compte que très partiellement par le biais de l'inflation) ; au-delà de la difficulté à gérer une telle variable dans un modèle, cette absence peut être imputée au manque de robustesse économétrique de cet effet, mais aussi vraisemblablement à l'imperfection de la mesure de cette richesse.

III.A 4 \ Principales propriétés des équations et analyse des variations du taux d'épargne

Les principales élasticités des diverses équations sont rapportées dans le tableau ci-dessous. Il y apparaît que pour l'ensemble des modèles l'élasticité à l'horizon d'un an de la consommation au revenu est de l'ordre de 0,4 - 0,5, quelle que soit la définition retenue pour la variable de revenu. Le modèle de la Banque de France donne l'élasticité la plus basse (0,36) et Mosaïque la plus élevée (0,50). En ce qui concerne l'effet de l'inflation, les résultats sont relativement homogènes pour le court terme (de l'ordre de -0,3), mais beaucoup plus dispersés en ce qui concerne l'impact de long terme. Le modèle de la Banque de France donne une élasticité de l'ordre de

⁵ Pour quelques tests de causalités, voir Siesic (1988).

- 0,6 alors que l'équation du modèle Hermès en donne une mesure presque trois fois plus importante (-1,6). Les autres estimations donnent des résultats plutôt proches de - 1.

Tableau n^o 13 : **Elasticités revenu et prix de la consommation des ménages**

	Revenu réel		Inflation	
	court terme (1 an)	long terme	court terme (1 an)	long terme
AMADEUS	0,48	1	- 0,40	- 1,02
Banque de France	0,36	1	-0,23	- 0,56
HERMES	0,45	1	- 0,34	- 1,60
METRIC biens fongibles	0,38	1	- 0,25	-1,08
MOSAIQUE	0,50	1	-0,32	-0,83

En ce qui concerne les termes spécifiques de chaque équation, aucune confrontation directe des estimations n'est naturellement possible. Pour essayer de comparer néanmoins ces équations dans un cadre unifié, une décomposition en contributions de la variation du taux d'épargne peut être réalisée. Cette décomposition ne peut pourtant se faire ni de façon exhaustive⁶, ni de façon exacte. Cependant, les résultats obtenus sont suffisamment riches d'information pour être rapportés ici.

Plus précisément, il est possible d'analyser la façon dont ces équations rendent compte de l'évolution du taux d'épargne sur la période 1980 - 1992⁷. Cette période se caractérise par une forte baisse du taux d'épargne des ménages, qui passe de 18% en 1981 à **10,8%** en 1987. Depuis cette date, on peut observer une remontée du taux d'épargne, celui-ci étant revenu à 13,9% en 1992.

Pour les modèles Amadeus, Banque de France et Mosaïque, la baisse du taux d'épargne de 1983 à 1987 s'explique par le ralentissement de l'inflation et, hormis les années 1985 et 1986, par le ralentissement (voire la baisse) du pouvoir d'achat du revenu. En 1988 et 1989, avec le ralentissement de la désinflation et la progression du revenu réel, le taux d'épargne augmente de plus d'un demi-point par an.

Pourtant, depuis 1990, le maintien d'une telle progression reste largement inexplicé par ces modèles. En dépit d'une contribution négative de l'inflation (même si elle est devenue moins importante) et d'une faible contribution (Amadeus) voire d'une contribution négative (Banque de France et Mosaïque) du revenu, le taux d'épargne continue d'augmenter de façon significative. Pour l'équation du modèle de la Banque de France, ce phénomène s'explique en partie par la contraction des crédits de trésorerie accordés aux ménages, venue diminuer la consommation et contribuer à maintenir le taux d'épargne à des niveaux élevés. Une telle interprétation reste néanmoins débattue, dans la mesure où rien ne permet à ce stade de déterminer si la baisse des crédits à la consommation résulte d'un comportement spécifique d'offre de crédit de la part des intermédiaires financiers, ou n'est que le reflet de la baisse de la consommation elle-même.

L'équation du modèle Hermès fait elle aussi apparaître des contributions déterminantes du revenu et de l'inflation à l'évolution du taux d'épargne. Leur importance est néanmoins affectée par les termes supplémentaires qui figurent dans cette équation, au nombre desquels le taux de croissance du nombre de chômeurs joue le rôle le plus important. Ainsi, aux périodes de baisse ou simplement de ralentissement de la progression du nombre de chômeurs correspondent des contributions à la baisse du taux d'épargne. Au contraire, lorsque cette progression s'accélère, les contributions deviennent positives, ce qui apparaît clairement en 1991 et 1992. Cette équation fait donc jouer de façon importante un comportement d'épargne de précaution liée à l'évolution du marché du travail, ce qui n'est pas le cas des autres spécifications.

Néanmoins, il reste qu'à des titres divers ces quatre équations laissent apparaître de fortes contributions de variables d'écart en fin de période, et laissent donc l'évolution du taux d'épargne en partie inexplicée sur la période récente.

⁶ Pour des raisons techniques, essentiellement dues à la présence d'un terme de stock de biens durables, la décomposition en contributions de l'équation du modèle Métric n'a pas été possible. Pour les autres modèles, la méthode de calcul est présentée en annexe.

⁷ Les graphiques sont reportés en annexe.

III.B \ L'INVESTISSEMENT - LOGEMENT DES MENAGES

L'investissement-logement constitue un poste spécifique de la dépense des ménages. Il s'agit en effet de biens coûteux, achetés une seule fois par la majorité des ménages dans leur cycle de vie. Cette particularité nécessite alors une modélisation spécifique du comportement d'investissement-logement, qui ne peut être assimilé à une simple consommation.

Le comportement d'investissement des ménages en logements fait l'objet d'une équation dans les modèles Amadeus, Banque de France, et Mosaïque. En revanche, les difficultés de modélisation et les mauvaises performances des équations traditionnelles depuis le début des années quatre-vingt-dix ont conduit à exogénéiser cette variable dans les versions actuelles des modèles Hermès et Métric.

III.B 1 \ Revenu réel des ménages, prix relatif du logement et taux d'intérêt réel constituent les déterminants des équations d'investissement-logement.

Le comportement d'investissement-logement peut être envisagé de deux manières légèrement différentes. Elles conduisent toutes deux à dégager le revenu réel, le prix relatif du logement et le taux d'intérêt réel comme déterminants de l'investissement.

- Pour un propriétaire-occupant, la décision d'investir est d'abord liée aux services que le logement lui procure. Le comportement d'investissement-logement peut alors être modélisé comme un bien de consommation courante à la lumière de la théorie standard du consommateur. La demande en services du logement de la part d'un ménage dépend de son revenu, du prix relatif du logement, et de variables susceptibles d'avoir une influence sur les paramètres de sa fonction d'utilité (caractéristiques socio-démographiques, satisfaction de devenir propriétaire). Par ailleurs, le poids de l'investissement vis-à-vis du revenu courant des ménages rend généralement nécessaire le recours à l'emprunt pour financer la dépense. Une contrainte de solvabilité financière pèse donc clairement sur la décision d'investir. Le taux d'intérêt réel constitue alors un déterminant important de l'investissement en logement.

- Pour un propriétaire-bailleur, le logement apparaît comme un actif qui entre dans la composition de son patrimoine. La décision d'investir s'intègre donc dans un choix plus large d'équilibre de portefeuille, où le ménage répartit sa richesse entre divers actifs en fonction de leurs rendements anticipés. En toute rigueur, l'investissement logement dépend donc d'une variable de richesse des ménages ainsi que du rendement de l'immobilier et de celui des divers actifs susceptibles de le concurrencer⁸. En pratique, la richesse des ménages est évaluée par une variable de revenu dont la dynamique est suffisamment riche pour représenter correctement le revenu permanent. Le rendement de l'immobilier n'est pas explicitement utilisé dans les équations, mais le coût du capital, qui intègre le prix relatif du logement et le taux d'intérêt réel comme coût d'opportunité, exerce une influence négative.

Au niveau agrégé, le niveau désiré par les ménages en services du logement est donc proportionnel au stock de capital logement désiré, et dans les trois modèles étudiés, celui-ci apparaît ainsi comme une fonction du revenu des ménages, du nombre d'individus, du prix relatif du logement, du taux d'intérêt réel, ainsi que de variables socio-démographiques susceptibles de rendre compte de déformations structurelles des préférences. Compte tenu de la virtuelle multiplicité de tels effets socio-démographiques, ceux-ci ne sont pas retenus dans la spécification de l'équation du modèle Mosaïque, et leur prise en compte se fait de manière très implicite dans Amadeus et BdF, en n'imposant pas une élasticité unitaire du stock de capital désiré par rapport à la population (à l'inverse de Mosaïque).

⁸ ainsi que les risques qui y sont associés, si ceux-ci sont variables au cours du temps...

III.B 2 \ Les estimations sont néanmoins compliquées par l'inégale qualité des données et les difficultés attachées à la prise en compte des politiques d'aide au logement

L'investissement en logements des ménages comprend les logements neufs et les dépenses de gros entretien, le petit entretien étant considéré comme de la consommation finale. En comptabilité nationale, il est ventilé entre dépenses en produits du BTP et dépenses en services des notaires, des agents immobiliers et autres intermédiaires. Les modèles BdF et Mosaïque décrivent le total. Dans Mosaïque, la ventilation entre les deux produits est réalisée à l'aide d'une clé de partage exogène. Dans Amadeus l'équation de comportement concerne l'investissement en produits du BTP ; les dépenses en services sont décrites plus sommairement.

La qualité de l'information statistique relative au logement est néanmoins assez inégale. Les principales sources utilisées (Enquête Annuelle d'Entreprises, Comptabilité Nationale, Crédits au logement, Enquête Budget des ménages) ne sont en effet pas toutes construites selon la même optique. Elles correspondent à la diversité des intervenants sur ce marché.

Les séries fournies par les Comptes Nationaux et les Comptes de Patrimoine sur le stock de logements sont sensiblement différentes. En pratique, les trois modèles construisent le stock de capital-logement des ménages selon la même méthode (dite d'inventaire permanent) : le stock de capital de l'année courante est obtenu en appliquant au stock de capital de l'année précédente un taux de déclassement supposé constant au cours du temps et en ajoutant au résultat obtenu l'investissement logement de l'année courante. Ils retiennent en revanche des taux de déclassement annuel différents (1,68 % pour Amadeus, 1,8 % pour BdF et 1,14 % pour Mosaïque) et des valeurs d'amorçage distinctes, si bien que les séries de stock des trois modèles ne sont pas identiques.

Le prix de l'investissement-logement ne reflète qu'imparfaitement le prix de l'ensemble des transactions. Il est en effet calculé sur la base des transactions enregistrées à la chambre des notaires, et à partir d'un relevé «à dire d'experts» effectué par la Direction Générale des Impôts dans les villes de plus de 10 000 habitants à des fins de contrôle fiscal.

A ces difficultés s'ajoutent celles dues à la complexité des mécanismes d'aides au logement. On peut penser que les achats de logements dépendent des politiques incitatives menées par les pouvoirs publics pour soutenir l'activité du BTP, même si celles-ci présentent sans doute des déperditions liées aux effets d'aubaine⁹. De telles politiques ont toujours été menées au cours de ces vingt dernières années, selon des modalités d'application extrêmement variées, avec plus ou moins d'intensité : à la fin des années 70, au plus fort des politiques d'aide au logement, plus d'une acquisition sur deux voyait ainsi son coût réduit de façon substantielle, par des prêts à taux bonifiés, par la défiscalisation des charges de remboursement, etc...

Là encore, compte tenu de la diversité des modalités d'action retenues par les Pouvoirs Publics et compte tenu de la complexité des mesures prises, c'est la définition de variables pertinentes qui pose problème. De fait, seul le modèle BdF prend indirectement en compte une telle action de l'Etat pour soutenir les acquisitions de logements, en faisant figurer dans la cible de capital-logement une variable qui mesure le volume total des crédits à l'habitat (prêts aidés par les pouvoirs publics et prêts non aidés) : toute augmentation par l'Etat de son offre de prêts aidés se traduira au sein du modèle BdF par une hausse de l'investissement-logement. Comme dans l'équation de consommation cependant, une telle spécification suppose que cette variable retrace une évolution spécifique de l'offre de crédit, et ne se résume pas à la contrepartie directe de la demande de crédit pour financer l'investissement, ce qui renverserait la causalité.

⁹ Lorsque les ménages peuvent acquérir des logements en souscrivant des prêts à taux d'intérêt bonifiés par l'Etat, un grand nombre d'entre eux bénéficient de subventions alors qu'ils avaient de toute façon l'intention d'acquérir les mêmes logements. Pour ces ménages, le prêt bonifié se substitue à un prêt "classique", sans que le montant d'investissement augmente. Il s'agit là de ce que l'on appelle un effet d'aubaine.

III.B 3 \ Principales propriétés des équations

Dans le modèle Mosaïque, l'élasticité à long terme du patrimoine logement des ménages et de leur investissement-logement aux revenus sont un peu supérieures à l'unité (1,12) et le délai moyen d'ajustement est long, environ onze années, ce qui est cohérent avec le fait qu'une longue phase d'épargne est nécessaire avant l'achat d'un logement. Les élasticités revenus de court terme de l'investissement logement sont de 2 à 2,5 la première année. Une hausse de 1 point des taux d'intérêt réduit le niveau de l'investissement de 5,3 % à long terme.

Dans le modèle Amadeus, l'élasticité de l'investissement au revenu est unitaire et la semi-élasticité au taux d'intérêt réel est un peu moins forte (-2,1 à long terme). Le délai moyen d'ajustement est plus long que dans Mosaïque : environ 18 années. Les résultats de ces deux modèles diffèrent assez nettement de ceux obtenus par d'autres modèles - Mimosa, Silène ou micro-DMS - où l'élasticité-revenu à long terme est nettement inférieure à l'unité.

Dans le modèle de la Banque de France, l'élasticité de long terme du capital au revenu est de 0,49; cette élasticité n'est sans doute toutefois pas comparable à celle des autres modèles, dans la mesure où une hausse du revenu est susceptible de jouer ici sur le capital-logement des ménages tant de manière directe, que de manière indirecte par le biais des crédits à l'habitat¹⁰. L'élasticité au taux d'intérêt réel de - 0,6 ; l'élasticité aux crédits à l'habitat de 0,33. Le délai moyen d'ajustement est de 7 ans environ.

Tableau n°14 : Tableau récapitulatif
(l'élasticité ou la semi-élasticité de long-terme du stock de capital est indiquée)

	AMADEUS	BDF	MOSAIQUE
Variable modélisée :	log du taux d'accum.	taux d'accumulation	taux d'accumulation
Variables explicatives			
revenu réel	1	0,49	1,12
taux d'intérêt réel	-2,1	-0,6	-5,3
prix relatif	- 0,73	-	- 0,87
autres variables	taux de croissance de l'emploi	crédits à l'habitat, créances des ménages	
Délai moyen d'ajustement	environ 18 ans	environ 7 ans	environ 11 ans

¹⁰ les crédits à l'habitat sont constitués en partie des prêts d'épargne-logement, dont le montant est déterminé par l'effort préalable d'épargne de l'accédant à la propriété.

III.C \ LES EQUATIONS DES CINQ MODELES

III.C 1 \ Consommation des ménages

La plupart des équations de consommation retenues par les modélisateurs sont fondées sur un modèle à correction d'erreur, suivant l'approche introduite par Hendry (Davidson-Hendry-Srba-Yeo [1978]) qui généralise la théorie du revenu permanent et le modèle du cycle de vie. La liaison entre consommation, revenu et inflation figure comme relation de long terme dans les spécifications log-linéaires à correction d'erreur des modèles Amadeus, Banque de France, Hermès, et dans l'équation de consommation de biens fongibles du modèle Métric. Elle impose une élasticité unitaire à long terme de la consommation au revenu. D'autres variables moins traditionnelles sont ajoutées dans la dynamique de court terme. L'équation de Mosaïque modélise directement la propension moyenne à consommer (C/R), ce qui permet de déduire facilement le taux d'épargne.

III.C 1.1 \ AMADEUS

La spécification modélise la consommation marchande réelle des ménages. Elle est de type log-linéaire par rapport à l'ensemble des variables d'intérêt, et ne retient comme variables explicatives qu'une variable de revenu et le déflateur de la consommation marchande. Ce modèle est le seul à ne retenir aucune variable supplémentaire.

$$\Delta \ln C = 0,486. \Delta \ln R - 0,396. \pi + 0,00555 - 0,385. [\ln C(-1) - \ln R(-1)]$$

avec

$$C = C_m / P_{cm}$$

$$R = (R_{db} - 0,374. (E_{beM} + R_{dbEI})) / P_{cm}$$

$$\pi = \Delta \ln P_{cm}$$

- C_m* : Consommation finale des ménages et entreprises individuelles en biens et services marchands, en valeur.
- E_{beM}* : Excédent brut d'exploitation des ménages hors entreprises individuelles, en valeur.
- R_{db}* : Revenu disponible brut des ménages et entreprises individuelles, en valeur.
- R_{dbEI}* : Revenu disponible brut des entreprises individuelles en valeurs.
- P_{cm}* : Déflateur de la consommation marchande des ménages et entreprises individuelles

III.C 1.2 \ BANQUE de FRANCE

C'est ici la consommation finale réelle des ménages, augmentée d'une fraction (estimée économétriquement à 0,345) de l'investissement-logement réel des ménages qui est modélisée. La spécification est log-linéaire par rapport au revenu disponible réel et au déflateur de la consommation finale des ménages, et elle est semi-logarithmique par rapport aux variations des encours de trésorerie accordés aux ménages exprimées en part du revenu disponible. Cette dernière variable n'intervient qu'à court terme.

Les spécificités de cette équation tiennent donc à la fois à la présence d'un effet d'arbitrage entre consommation finale et investissement, et à un effet des crédits de trésorerie dont peuvent disposer les ménages pour leur consommation".

$$\Delta \ln C = 0,186. \Delta \ln R - 0,012 + 0,472. \Delta TRES(-1)/R(-1) - 0,066. \Delta TRES(-2)/R(-2) - 0,358. \pi - 0,16. [\ln C - \ln R]_{-1}$$

avec

$$C = C_f / P_{cm} + 0,345. IL$$

¹¹ On définit un revenu corrigé (*R**) par une part (*e*) de la variation de l'encours des crédits de trésorerie des particuliers ($\Delta TRES$), soit :

$$R^* = R + e \Delta TRES$$

Au premier ordre, on a :

$$\ln R^* = \ln R + e \frac{\Delta TRES}{R},$$

d'où l'écriture de cette équation, et les contraintes introduites sur les coefficients pour identifier *e*.

$$R = Rdb / Pcm$$

$$\pi = 0,5 \cdot \sum_j (0,5)^j \cdot \Delta \ln Pcm(-j)$$

- Cf* : Consommation finale des ménages et entreprises individuelles en ensemble des biens et services, en valeur.
- IL* : Formation brute de capital fixe des ménages hors entreprises individuelles en biens et services marchands, en volume.
- Rdb* : Revenu disponible brut des ménages et entreprises individuelles, en valeur.
- Pcm* : Déflateur de la consommation marchande des ménages et entreprises individuelles
- ΔTRES* : Variation de l'encours des crédits de trésorerie accordés aux ménages, divisée par le déflateur de la consommation marchande des ménages et entreprises individuelles.

III.C 1.3 \ HERMES

L'équation retenue modélise la consommation par tête des ménages résidents. Celle-ci dépend à court terme d'une variable de revenu réel par tête, de l'inflation, et du taux de croissance du nombre de chômeurs (au sens du BIT).

Outre le fait d'être spécifiée en des grandeurs par tête, cette équation retient une variable de revenu définie de manière originale : il s'agit en effet du revenu disponible des ménages auquel est retranchée la formation brute de capital fixe des entrepreneurs individuels.

Toutes les variables d'intérêt sont spécifiées sous forme logarithmique, à l'exclusion de la variable de chômage, qui intervient en taux de croissance.

$$\Delta \ln(C/Pop) = 0,448 \cdot \Delta \ln(R/Pop) - 0,342 \cdot \pi - 0,014 - 0,079 \cdot \Delta U/U(-1) - 0,209 \cdot [\ln(C/Pop) - \ln(R/Pop)]_{-1}$$

avec

$$R = (Rdb - FbcfEI) / Pcm$$

$$\pi = \Delta \ln Pcm$$

$$C = Cf / Pcm$$

- Cf* : Consommation finale des ménages et entreprises individuelles en ensemble des biens et services, en valeur.
- FbcfEI* : Formation brute de capital fixe des entreprises individuelles, en valeur.
- Rdb* : Revenu disponible brut des ménages et entreprises individuelles, en valeur.
- Pcm* : Déflateur de la consommation marchande des ménages et entreprises individuelles
- Pop* : Population totale.
- U* : Chômeurs au sens du B.I.T.

III.C 1.4 \ METRIC

Le modèle METRIC présente la particularité de distinguer la consommation de biens fongibles de la consommation de biens durables. Cette dernière est en effet davantage modélisée comme un investissement, qui permet d'accroître le stock de biens durables des ménages.

L'équation de consommation de biens fongibles est relativement standard. Elle a pour variables explicatives le revenu disponible réel des ménages et le taux d'inflation du déflateur de la consommation marchande. Elle repose sur une spécification log-linéaire, qui comprend un terme autorégressif et un terme de correction d'erreur qui assure une élasticité unitaire à long terme de la consommation de ce type de biens au revenu disponible.

$$\Delta \ln F = -0,569 \cdot \Delta \ln F(-1) + 0,129 \cdot \Delta \ln R + 0,297 \cdot \Delta \ln R(-1) - 0,081 \cdot \pi_4 - 0,002 - 0,075 \cdot [\ln F(-2) - \ln R(-2)]$$

La consommation de biens durables est modélisée comme la variation du stock détenus par les ménages. L'équation est donc écrite comme une équation traditionnelle de taux d'accumulation, sous une forme à correction d'erreur, dont la relation de long terme relie le stock de biens durables au revenu disponible avec une élasticité supérieure à 1. Le prix relatif des biens durables par rapport à la consommation marchande totale à un impact négatif de court terme, tout comme le taux de chômage des hommes adultes qui intervient en taux de croissance (motif de précaution).

$$\Delta \ln K = 0,387 \cdot \Delta \ln K(-1) + 0,023 \cdot \Delta \ln R(-1) - 0,027 \cdot \Delta \ln (Pd/Pcm) - 0,014 \cdot \Delta \ln U_A - 0,077 - 0,017 \cdot \ln K(-1) + 0,029 \cdot \ln R(-1)$$

avec l'expression de "l'investissement" en biens durables : $D = K - 0,98 \cdot K(-1)$

Enfin, pour retrouver la consommation marchande des ménages, il faut encore ajouter la consommation des résidents à l'étranger, et retrancher la consommation des non-résidents en France.

$$C = F + D - 0,02 \cdot K(-1) + M - X$$

Ces deux derniers termes sont simplement modélisés comme des équations d'exports et d'imports. La consommation réelle des résidents à l'étranger dépend ainsi du total de la consommation marchande et d'un terme de prix relatif faisant intervenir le déflateur de la consommation marchande et une moyenne pondérée des prix étrangers.

$$\Delta \ln M = -0,834 \cdot \ln M(-1) + 0,945 \cdot \ln C(-1) - 4,24 - 0,398 \cdot [\ln P^*(-4) - \ln P(-4)]$$

La consommation réelle des non-résidents en France dépend pour sa part de la demande mondiale de produits manufacturés (qui constitue ici une approximation d'une variable de revenu étranger) et d'un terme analogue de prix relatif.

$$\ln X = (1 - 0,487) \cdot \ln X(-1) + 0,487 \cdot \ln DEMON(-1) + 2,875 + 0,204 \cdot [\ln P^* - \ln Pcm]$$

avec

$$C = Cm / Pcm$$

$$R = Rdb / Pcm$$

$$\pi_4 = Pcm / Pcm(-4) - 1$$

$$P = Pcm$$

Cm	:	Consommation finale des ménages et entreprises individuelles en biens et services marchands, en valeur.
D	:	Consommation de biens durables, en volume.
$DEMON$:	Demande mondiale de produits manufacturés adressée à la France, en volume.
F	:	Consommation de biens fongibles, en volume.
K	:	Stock de biens durables, en volume.
M	:	Consommation finale dans le reste du monde des ménages résidents, en volume.
Rdb	:	Revenu disponible brut des ménages et entreprises individuelles, en valeur.
P^*	:	Moyenne pondérée des prix étrangers
Pcm	:	Déflateur de la consommation marchande des ménages et entreprises individuelles
Pd	:	Déflateur de la consommation de biens durables.
U_A	:	Taux de chômage des hommes adultes
X	:	Consommation finale sur le territoire économique des ménages non-résidents, en volume.

III.C 1.5 \ MOSAÏQUE

L'équation de ce modèle est spécifiée en taux de consommation (rapport de la consommation marchande réelle des ménages au revenu disponible brut réel). C'est donc la seule de ce groupe à ne pas être spécifiée de façon log-linéaire.

Elle retient comme variables explicatives, un lissage des taux de croissance passés du revenu disponible, un lissage des taux de croissance passés du déflateur de la consommation marchande, le taux de croissance du taux de chômage (défini à partir des "demandes d'emplois en fin de mois") et la part de l'investissement-logement dans le revenu disponible.

En raison de son écriture, cette équation est la seule à ne pas être spécifiée à élasticités constantes. On retrouve, comme dans le cas de la Banque de France, un arbitrage des dépenses entre consommation (ici, la consommation marchande) et investissement-logement. Enfin, c'est aussi une équation, avec celle du modèle HERMES, où l'on rencontre une influence transitoire du chômage sur la consommation, retraçant un comportement de constitution d'une épargne de précaution.

$$C/R = 0,442.C(-1)/R - 2,640.LR - 1,86.\pi + 0,533 - 0,190.IL/R - 0,035.\Delta \ln TCHO$$

avec	$C = C_m / P_{cm}$
	$R = R_{db} / P_{cm}$
	$\pi = 0,1.\sum_i (0,9)^i . \Delta \ln P_{cm}(-i)$
	$LR = 0,1.\sum_i (0,9)^i . \Delta \ln R(-i)$
C_m	: Consommation finale des ménages et entreprises individuelles en biens et services marchands, en valeur.
IL	: Formation brute de capital fixe des ménages hors entreprises individuelles en biens et services marchands, en volume.
R_{db}	: Revenu disponible brut des ménages et entreprises individuelles, en valeur.
P_{cm}	: Déflateur de la consommation marchande des ménages et entreprises individuelles
$TCHO$: Taux de chômage, défini à partir des "demandes d'emplois fin de mois".

III.C 2 \ Investissement - logement

Dans les trois modèles Amadeus, BdF et Mosaïque, l'estimation porte directement sur le montant en volume de l'investissement-logement tel qu'il ressort de la comptabilité nationale (en francs 1980). Cette pratique diffère d'approches plus sophistiquées (Métric (1981)) où l'on expliquait d'abord le nombre des mises en chantier.

Selon le modèle de base, le stock de capital désiré par tête dépend positivement du pouvoir d'achat du revenu (par tête). Cette spécification permet d'imposer une élasticité unitaire à la population. On sépare parfois l'effet du pouvoir d'achat du revenu calculé par rapport au prix à la consommation et l'effet des prix relatifs. Enfin le capital dépend négativement du taux d'intérêt réel. En supposant des élasticités - ou semi-élasticités pour le taux d'intérêt - constantes, la cible de stock de logement s'écrit alors :

$$K^* / POP = C^{te} . (R/POP)^\alpha . (P_i/P_c)^{-\beta} . \exp(\gamma(i - p^*))$$

K , stock de capital	P_{cm} , prix de la consommation
K^* , stock de capital désiré	i , taux d'intérêt nominal
POP , population	π^* , taux d'inflation anticipé
R , revenu des ménages	I , investissement-logement
P_i , prix de l'investissement	

L'ajustement du capital logement effectif à la cible de long terme est ensuite décrit par la dynamique d'un modèle à correction d'erreur ou d'ajustement partiel.

1. AMADEUS

Dans le modèle AMADEUS, c'est de manière *ad hoc* le logarithme du taux d'accumulation - et non le taux d'accumulation - qui est modélisé. Un indicateur de confiance des ménages en l'avenir (le taux de croissance de l'emploi) modélise les revenus anticipés.

$$\text{Log}(I/K_{-1}) = -1,1 - 1,5 \text{Log}(K_{-1}) + 1,5 \text{Log}(R/p_c) - 0,031 (i - \pi^*) + 2,9 \text{Log}(N/N_{-1}) - 1,1 \text{Log}(p_i/p_c)$$

2. Banque de France

Dans le modèle BdF, le logarithme du stock de capital-logement s'ajuste à sa cible selon un mécanisme proche d'un modèle à correction d'erreurs de degré 1; la dynamique y est complétée par la prise en compte d'une influence transitoire des créances détenues par les ménages.

$$\begin{aligned} \Delta \text{Log} K = & 0,172 - 0,00271 \Delta^2 \text{Log}(CRE/p_i) - 0,017 \Delta(i - \pi^*) + 0,0095 \Delta \text{Log}(R) + 0,0058 \Delta \text{Log}(CH/p_i) \\ & - 0,0359 \text{Log}(K_{-1}) + 0,0175 \text{Log}(R_{-1}) - 0,0217 \cdot (i - \pi^*)_{-1} + 0,0119 \text{Log}(CH_{-1}/p_{c-1}) \end{aligned}$$

CH : crédits à l'habitat

CRE : total des créances des ménages

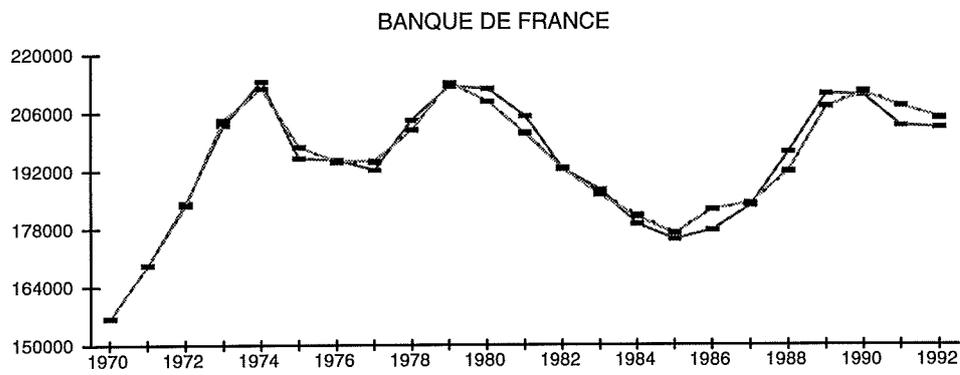
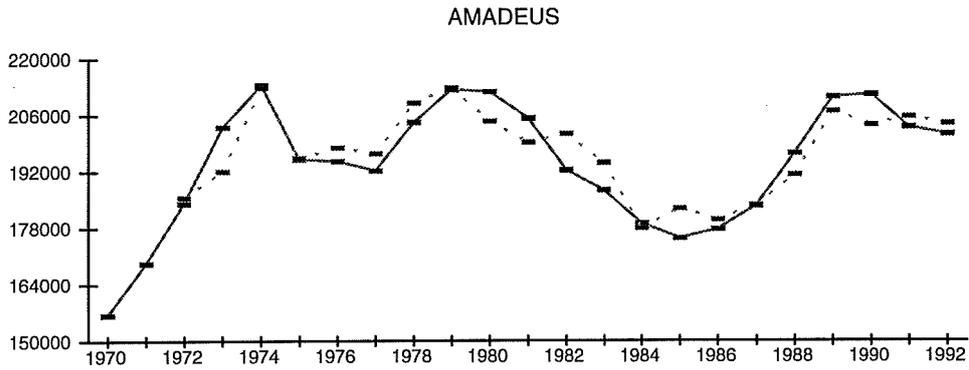
3. MOSAIQUE

Dans le modèle Mosaïque, l'ajustement porte non pas sur le logarithme du stock de capital mais sur le taux d'accumulation, et s'opère par un modèle d'ajustement partiel, avec l'ajout d'un terme de stock retardé.

$$I/K_{-1} = 0,431 I_{-1}/K_{-2} + 0,101 - 0,013 [\text{Log}(K_{-1}/POP) - 1,12 \text{Log}(R/POP) - 0,87 \text{Log}(p_c/p_i) + 0,053 (i - \pi^*)]$$

L'éventuelle modélisation des variations du stock de logements mis sur le marché mais qui n'ont pas encore été écoulés (et qui sont donc détenus par les entreprises) modifie sensiblement la dynamique d'offre. Dans le modèle Mosaïque l'effet tampon de ce stock est substantiel, ce qui réduit nettement l'impact à court terme de la hausse du revenu sur la production effective en produits du BTP : du fait de la modélisation retenue pour les stocks des entreprises en produit du BTP, une telle reprise tend en effet à se traduire d'abord par un déstockage de la part des entreprises au profit des ménages.

Investissement en logements des ménages simulations dynamiques



— = observé

- - - - - = simulation dynamique

III.D \ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLARD P. [1992] "La modélisation de la consommation des ménages en France", *Revue d'Economie Politique*, n°1 02, vol. 5, septembre-octobre.
- BLOCH L, MAUREL F. [1991]. "Consommation-revenu permanent : un regard d'économètre", *Economie et Prévision*, n°99.
- ASSOULINE M., EPAULARD A. [1993] "HERMES : A Macrosectoral Model for the French Economy", in *Donni E., Valette P., Zagamé P. (eds). "HERMES : Harmonised Econometric Research for Modelling Economic Systems"*, North-Holland, Amsterdam.
- Banque de France-INSEE - DP [1 993] "Présentation des propriétés des principaux modèles macroéconométriques du Service Public : AMADEUS (INSEE), BANQUE DE FRANCE, METRIC (DP)" Document composé par les trois équipes de modélisation concernées, *Document de travail du Département des Etudes Economiques d'Ensemble (INSEE)*, n° G9313, septembre 1993.
- DAVIDSON J.E., HENDRY D.F., SRBA F., YEO S. [1980] "Econometric Modelling of the Aggregate Time Series Relationship between Consumer's Expenditure and Income in the United Kingdom", *The Economic Journal*, n°88.
- DEATON A. [1992] "Understanding Consumption", *Oxford University Press*.
- GUBIAN A., CORNILLEAU G., MATHIEU C., VERGANZONES M.A. [1992] "Mosaïque : la nouvelle version du modèle OFCE trimestriel", *Observations et diagnostics économiques - Revue de l'OFCE*, n°40, avril.
- HALL R. E. [1978]. "The Stochastic Implications of the Life Cycle Permanent Income Hypothesis, Theory and Evidence", *Journal of Political Economy*, vol 96, n°2.
- METRIC [1981]. "Une modélisation de l'économie française", *INSEE*
- MINCZELES A. ET SICSIC P. [1988]. "Incidence de la désinflation et des plus-values sur les variations de richesses et la consommation des ménages", *Cahiers Economiques et Monétaires n° 29*.
- Sicsic P. [1988]. "Analyse économétrique de l'influence des crédits de trésorerie aux particuliers sur la consommation des ménages", *Note Banque de France-SEER 88-4*.

**IV \ LE COMMERCE EXTERIEUR DE
PRODUITS MANUFACTURES**

La modélisation et les estimations des blocs du commerce extérieur en produits manufacturés font l'objet d'un assez large consensus en France. Une illustration de ce consensus a déjà été fournie par les travaux d'un groupe de travail macro-économique qui a réuni l'INSEE et la Direction de la Prévision et dont les missions ont été de comparer les spécifications des modèles DMS, Métric et Propage : dans le cas du commerce extérieur (voir Davanne *et al.*, 1986), l'attention s'est concentrée exclusivement sur la comparaison des élasticités, les spécifications étant identiques au-delà des différences entre secteurs et périodicités. Tous les modèles partagent en effet des fondements théoriques "néo-keynésiens", où les échanges sont contraints par la demande, les biens sont imparfaitement substituables, et où la fixation des prix repose sur un arbitrage des exportateurs entre maintien de la compétitivité et préservation des marges. Ces différents points seront analysés avant de présenter les spécifications des équations des modèles que nous étudions, pour les volumes puis pour les prix.

IV.A \ FONDEMENTS ECONOMIQUES DES SPECIFICATIONS ECONOMETRIQUES DES EQUATIONS DE VOLUME DES ECHANGES INTERNATIONAUX

La modélisation économétrique des échanges internationaux repose essentiellement sur les fondements du comportement de demande, et se trouve de ce fait souvent qualifiée de "néo-keynésienne". Selon ce schéma d'analyse, le consommateur soumis à une contrainte de revenu cherche à maximiser son utilité en consommant deux types de biens imparfaitement substituables : les biens produits localement et les produits importés. Sous des conditions propres au cadre théorique auquel on se réfère, on dérive de ce programme d'optimisation une fonction de demande de biens importés qui dépendra du revenu réel du consommateur et des prix relatifs des importations par rapport aux prix des produits locaux.

Même si les fondements théoriques n'ont pas toujours été aussi clairement explicités, c'est cette vision qui est partagée par la plupart des modèles français (FIFI (1969), DMS (1978), Métric base 1970 (1981) et Copain (1981) pour ne citer qu'eux). Seules les élasticités présentent des différences significatives. L'élasticité de la demande est parfois contrainte à l'unité, conduisant de ce fait à une spécification en part de marché comme dans le modèle Icare base 1980 (1988). L'élasticité par rapport aux prix ou à la compétitivité fait l'objet d'encore plus d'attention, nourrissant même ce qu'on a appelé le "pessimisme des élasticités". En effet, dès 1950, Orcutt d'une part et Machlup d'autre part ont analysé les nombreuses raisons qui biaisent vers le bas les estimations empiriques d'élasticités-prix du commerce extérieur. Or une faible valeur de ces élasticités conduit, dans les modèles macro-économiques, à un non-respect du théorème des élasticités critiques (ou condition de Marshall-Lerner), c'est-à-dire à un impact insuffisant du rétablissement de la compétitivité sur la balance commerciale lors de variantes de dévaluation. Cette critique est à l'origine de travaux assez techniques¹³, visant à mettre en évidence les "véritables" élasticités relatives aux échanges extérieurs. En France, ce "pessimisme" a été particulièrement ressenti dans les années quatre-vingt lorsque les économètres ont constaté avec dépit que les nouvelles estimations conduisaient à des élasticités-prix plus faibles que dans les années soixante-dix. Ce constat a fortement mobilisé le groupe de travail INSEE-DP évoqué plus haut (cf. Davanne *et al.*, 1986). L'analyse des équations du commerce extérieur se conclura donc par un exposé de la condition de Marshall-Lerner et par l'évaluation de son respect dans les modèles étudiés ici.

Dans le cadre d'un modèle à deux pays, disons la France et le reste du monde, les exportations de la France ne seront que les importations du reste du monde, ainsi celles-ci pourront être traitées de façon

¹²On rappelle au contraire que toute une école de pensée est plutôt allé chercher une explication du commerce international exclusivement dans des différences de conditions d'offre, que ce soit du fait de l'immobilité relative du capital (Ricardo), ou du fait de différences dans les dotations initiales de facteurs (Heckscher-Ohlin).

Travaux incluant la recherche et l'examen de séries statistiques et de pondérations appropriées (l'observation des échanges extérieurs mobilise facilement plusieurs systèmes de comptabilité nationale dont les incohérences sont ainsi mises en évidence) ainsi qu'une recherche économétrique allant de l'introduction de tendances déterministes (explicitement dans la relation ou implicitement par "détrendage" préalable de certaines variables) à la sélection de spécifications (en niveau, en différences premières, processus d'ajustement partiel ou à correction d'erreur...).

symétrique. Autrement dit, les exportations françaises devraient dépendre d'un terme de revenu du reste du monde et du prix relatif des exportations par rapport aux prix étrangers.

De cette référence théorique, l'économètre retient que les variables essentielles à introduire dans ses spécifications seront le revenu réel - auquel il substituera plus volontiers une variable de demande - et un terme de compétitivité. Mais ce faisant, on introduit souvent une dissymétrie entre la spécification des importations et celles des exportations. En effet, pour les importations, on dispose en comptabilité nationale de la notion de demande intérieure, notion pour laquelle il n'existe pas directement d'équivalent pour le reste du monde.

Cette difficulté statistique a amené les économètres à introduire la notion de "demande mondiale". Celle-ci peut être définie à partir d'un modèle à trois zones : imaginons que la France commerce avec deux pays, les Etats-Unis (USA) et le reste du monde (R). Les exportations de la France ($X_F(t)$) se décomposent alors comme la somme de ses exportations à destination de chacun de ces "pays" :

$$X_F(t) = X_{F,USA}(t) + X_{F,R}(t)$$

En appelant "marché" les volumes d'importations de chacun des pays étrangers ($M_{USA}(t)$ et $M_R(t)$ dans notre exemple), et en introduisant les parts de marché de la France sur chacun des marchés américain ($X_{F,USA}(t)/M_{USA}(t)$) et du reste du monde ($X_{F,R}(t)/M_R(t)$), l'égalité ci-dessus se décompose comptablement en :

$$X_F(t) = [X_{F,USA}(t)/M_{USA}(t)] * M_{USA}(t) + [X_{F,R}(t)/M_R(t)] * M_R(t)$$

Ainsi, les exportations de la France apparaissent comme la somme des importations de l'ensemble des autres pays, pondérées par les parts détenues par la France sur chacun de ces marchés.

On définit la notion de "demande mondiale" adressée à la France (notée $D_F(t)$ ci-dessous) en prenant, non pas les parts de marché à chaque date comme ci-dessus, mais en les fixant conventionnellement à la valeur d'une année de base, par exemple 1985. Ainsi a-t-on :

$$D_F(t) = [X_{F,USA}(85)/M_{USA}(85)] * M_{USA}(t) + [X_{F,R}(85)/M_R(85)] * M_R(t)$$

Autrement dit, la demande mondiale coïncide avec les exportations de l'année de base. Pour les autres années, elle donne le volume d'exportations qui aurait été atteint si les parts de marché de l'année de base avaient été conservées. Des exportations supérieures à la demande mondiale signifient donc des gains en moyenne de parts de marché par rapport à l'année de base, alors que des exportations inférieures à la demande mondiale signifient au contraire des pertes de parts de marché par rapport à cette année de base.

Cette approche statistique d'une mesure de la demande étrangère permet de présenter autrement les équations d'exportation, conformément à un modèle de parts de marchés¹⁴. Ainsi, en conformité avec une élasticité unitaire par rapport à une demande ainsi définie, les exportations évoluent au rythme des importations des autres pays en conservant, toutes choses égales par ailleurs, les parts de marché. Un raisonnement comparable peut s'appliquer aux importations et conduit à définir les contenus en importations des composantes de la demande française¹⁵ qui ne sont pas différents des parts de marché établies par composante de demande. Les évolutions de parts de marché sont, quant à elles, expliquées essentiellement par les termes de compétitivité des équations. Comme le suggère la théorie de la demande que nous avons esquissée plus haut, cette compétitivité est tout d'abord considérée comme une compétitivité-prix.

Pourtant, en substituant une demande mondiale basée sur les importations des pays-clients, et non sur leur demande intérieure, on modifie non-seulement ce qu'on mesure à travers l'élasticité-demande, mais on biaise également la mesure des effets de compétitivité, en sous-estimant sur les marchés tiers l'importance des producteurs locaux face aux autres fournisseurs étrangers (voir Gubian et Muet, 1989). A la suite de ces travaux, on trouvera dans le modèle Mosaïque une demande du reste du monde définie, pour les principaux pays, par une pondération des demandes intérieures, et non par ce que nous appelons ici une demande mondiale. Ceci conduit

¹⁴ Pour un exemple concret d'une telle spécification, voir *Icare base 1980 (1988)*, et pour une dérivation complète de ce genre de modèles, voir *Loué (1990)*.

¹⁵ Pour un exemple concret d'une telle spécification, se reporter encore à *Icare base 1980 (1988)*.

à faire apparaître dans ce modèle, à la fois une élasticité à la demande et, dans une moindre mesure, une élasticité-prix supérieures à celles qu'estiment les autres modèles (voir le détail ci-dessous) ¹⁶.

Enfin, les équations économétriques du commerce extérieur prennent également souvent en compte des effets de tensions, mesurés généralement par les taux d'utilisation des capacités de production. En ce qui concerne les importations, le terme de tension est supposé rendre compte du fait que les pressions exercées par la demande peuvent entraîner un recours plus important aux produits importés; à court terme, l'élasticité à la demande peut se révéler supérieure à celle calculée à partir d'un simple modèle de demande. Dans ce cas, on attend donc un effet positif des tensions sur les volumes importés. En ce qui concerne les exportations, il faut supposer que la pression de la demande intérieure, quand elle élève le taux d'utilisation des équipements, conduit les producteurs résidents à se détourner en partie de leurs débouchés extérieurs, afin de servir de façon prioritaire la demande locale. Dans ce cas, l'effet des tensions sur les volumes exportés doit être négatif.

Aussi bien pour les importations que pour les exportations, les tensions font référence aux conséquences de la saturation de l'offre intérieure sur les volumes échangés. Leur prise en compte, qui nous fait sortir du strict modèle de demande que nous prenions en référence jusqu'à présent, a été réalisée empiriquement dans de nombreux modèles déjà anciens (FIFI, DMS, Métric base 1970, Copain,...) ou plus récents (Icare base 1980...) ¹⁷. Néanmoins de telles spécifications, mélangeant des effets d'offre et des effets de demande, peuvent se justifier de façon plus satisfaisante si on se réfère à un modèle théorique d'équilibre à prix fixes, avec rationnement par les quantités (voir Catinat, 1987, et les références citées dans cet article). D'autres travaux plus ambitieux envisageant des déséquilibres dans le cadre d'une formation simultanée des prix et des quantités (cf. notamment Artus, 1986) n'ont pas débouché sur le renouvellement des spécifications au sein des modèles macro-économiques empiriques à la différence de la théorie de la croissance endogène qui a fourni des justifications à l'introduction de facteurs de compétitivité hors-prix.

En effet, en plus de la compétitivité-prix, certaines spécifications ont essayé d'introduire des effets de compétitivité hors-prix (Amadeus, cf. Erkel-Rousse, 1993). Si on considère que les produits échangés internationalement sont des substituts imparfaits, un même produit peut non seulement être vendu à des prix différents, mais la compétitivité peut même s'exercer sur d'autres arguments que les prix. Une catégorie d'arguments que l'on ne peut négliger relève des capacités d'offre ou plus largement de l'accumulation du capital, celui-ci pouvant être directement le capital productif ou encore un capital de connaissances, une spécialisation...

Parce que les modèles sous revue partagent l'essentiel des fondements théoriques qui viennent d'être énoncés, il en résulte des spécifications et des résultats d'estimation assez comparables en terme d'évaluation des principales élasticité de long terme et de performance des équations. Des nuances non négligeables apparaissent néanmoins, notamment dans l'introduction d'éventuels effets d'offre, ou dans l'appréciation de l'ampleur des effets de compétitivité-prix.

¹⁶ On trouvera dans l'article de Gubian et Muet une fonction d'exportation à destination de la CEE estimée, d'une part à partir des demandes intérieures pondérées, et d'autre part à partir des importations pondérées. A chaque fois, les indicateurs de compétitivités correspondants sont utilisés. Dans le premier cas, l'élasticité à la demande est de l'ordre de 1,8 et l'élasticité prix supérieure à 1 (entre 1,1 et 1,6 selon les spécifications). En revanche, dans le deuxième cas, l'élasticité à la demande serait spontanément inférieure à 1 (0,8), ainsi que l'élasticité-prix (0,2 voire 0,7 en contraignant à 1 l'élasticité de la demande).

¹⁷ Certaines exceptions ont cependant existé, notamment en ce qui concerne les importations ; c'est le cas du modèle Star (1974).

IV.B \ COMPARAISON DES DIFFÉRENTES SPECIFICATIONS ECONOMETRIQUES DES EQUATIONS DE VOLUME

La spécification de base commune à l'ensemble des modèles repose donc sur deux déterminants traditionnels, le volume de la demande (intérieure pour les importations, mondiale adressée à la France pour les exportations) en produits manufacturés et la compétitivité-prix des producteurs. Il faut y ajouter en général un terme de pénétration tendancielle. Celui-ci peut rendre compte du mouvement de libéralisation des échanges, de la concurrence accrue liée à l'apparition de nouveaux compétiteurs, ou encore de l'approfondissement de la spécialisation des échanges.

Cette spécification est néanmoins enrichie d'effets d'offre dans les modèles Hermès, Mosaïque et surtout Amadeus. Hermès et Mosaïque font ainsi intervenir un terme de tensions conjoncturelles en France dans leurs équations d'importation. Amadeus, pour sa part, introduit les situations de l'offre en France et à l'étranger comme des déterminants significatifs des échanges de biens manufacturés. Les tensions conjoncturelles sur les capacités de production sont là aussi décrites par les taux d'utilisation des capacités de production en France et à l'étranger. Enfin les évolutions structurelles sont intégrées par un terme de compétitivité hors-prix, mesurée par l'âge du capital en France et à l'étranger, qui permet de rendre compte des efforts respectifs d'investissement. L'introduction de ces variables de compétitivité hors-prix permet d'obtenir pour le modèle Amadeus un trend de pénétration tendancielle plus faible dans l'équation d'importation, et fait disparaître ce terme dans l'équation d'exportation.

Spécification des équations

	AMADEUS	BDF	HERMES	METRIC	MOSAIQUE
Volume d'importation	Niveau	MCE	Niveau	MCE	Niveau
Volume d'exportation	Niveau	MCE	Niveau	Niveau	Niveau

IV.B 1 \ Importations de produits manufacturés

Les spécifications des modèles de la Banque de France et de la Direction de la Prévision sont très proches et n'incluent aucun terme d'offre, si ce n'est un terme de pénétration tendancielle. C'est dans les deux cas une modélisation avec un terme à correction d'erreur qui a été retenue. Seul l'indicateur de compétitivité-prix diffère, puisque l'équation de Métric intègre un prix à l'importation corrigé du prix des matières premières importées, et que celle de la BdF utilise un terme de compétitivité lissée sur quatre trimestres.

Amadeus, Hermès et Mosaïque retiennent tous trois une spécification en niveau, où apparaît un terme de taux d'utilisation des capacités. La compétitivité-prix intervenant dans l'équation de Mosaïque est corrigée de sa tendance après lissage sur 6 trimestres. L'équation d'Amadeus est plus riche en effets d'offre puisqu'elle inclut aussi les âges du capital en France et à l'étranger. Enfin, cette dernière équation a aussi la particularité de faire intervenir une tendance concave d'ouverture des frontières. Celle-ci apparaît d'ailleurs plus faible que dans les autres équations (voir tableau), ce qui peut confirmer le rôle positif de l'introduction de variables de compétitivité hors-prix.

A long terme, les équations font apparaître des comportements assez similaires :

- l'élasticité à long terme de la demande est contrainte à l'unité dans tous les modèles sauf Hermès ;
- les élasticité-prix de long terme sont de l'ordre de $-0,7/-0,8$, sauf pour le modèle Amadeus où l'effet compétitivité-prix est plus fort (proche de l'unité) ;
- le coefficient des tensions conjoncturelles est quasiment identique (0,7) pour Amadeus et Mosaïque, mais beaucoup plus faible (0,06) pour Hermès.

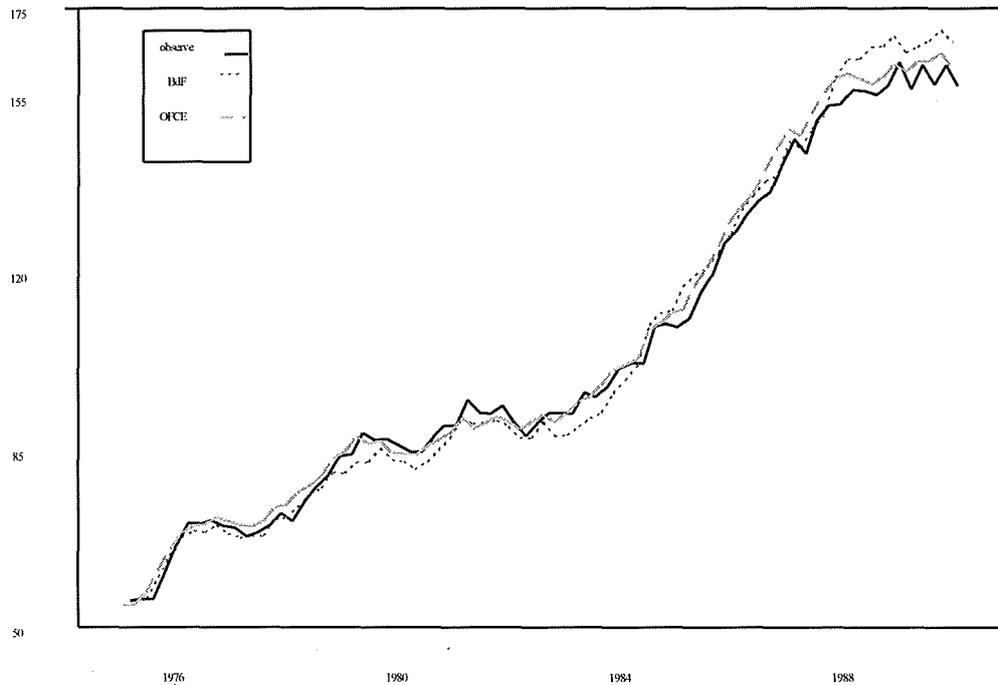
En revanche, les valeurs des élasticités de court terme attestent de dynamiques sensiblement différentes selon les équations. Notamment, l'équation de Métric implique un surajustement des importations à la demande intérieure (élasticité de l'ordre de 1,3), qui n'est pas présent dans les autres modèles.

Equation d'importation

	AMADEUS	BDF	HERMES	METRIC	MOSAIQUE
élasticité demande					
- à 1 trimestre		0,68		1,3	
- à 1 an	1	0,81		1,13	1
- à long terme		1	1,33	1	
élasticité prix					
- à 1 trimestre		-0,25		-0,19	
- à 1 an	-0,29	-0,56	-0,22	-0,48	-0,73
- à long terme	-0,94	-0,83	-0,56	-0,71	
âge du capital français	0,18				
âge du capital étranger	-0,35				
tensions conjoncturelles	0,74		0,06		0,68
Pénétration tendancielle (en % par an)	décroissant 2 en 1990	2,7	2,9	3,1	3,5



ajustements réalisés avec des données trimestrielles



IV.B 2 \ Exportations de produits manufacturés

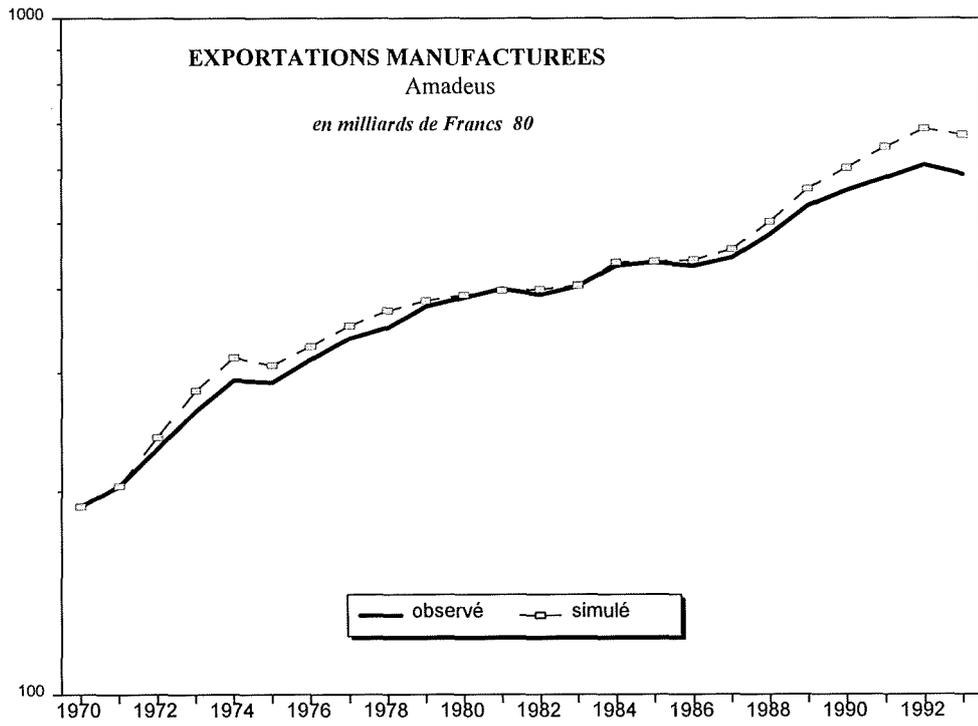
Les spécifications sont analogues pour les équations d'exportation et d'importation, sauf dans Métric où une estimation en niveau est retenue pour les exportations contre une MCE pour les importations. Les élasticité demande sont contraintes à l'unité à long terme pour Amadeus, Métric et BdF. En revanche cette contrainte n'a pu être imposée dans l'équation du modèle Mosaïque, où l'élasticité est estimée à 1,6. Cette différence notable tient à la particularité de la demande mondiale utilisée dans le modèle Mosaïque. Celle-ci en effet n'est pas construite comme une pondération des importations des partenaires commerciaux, mais à partir des demandes intérieures de ces mêmes pays (voir Gubian et Muet (1989) ou la note n°5 de cette partie).

Equation d'exportation

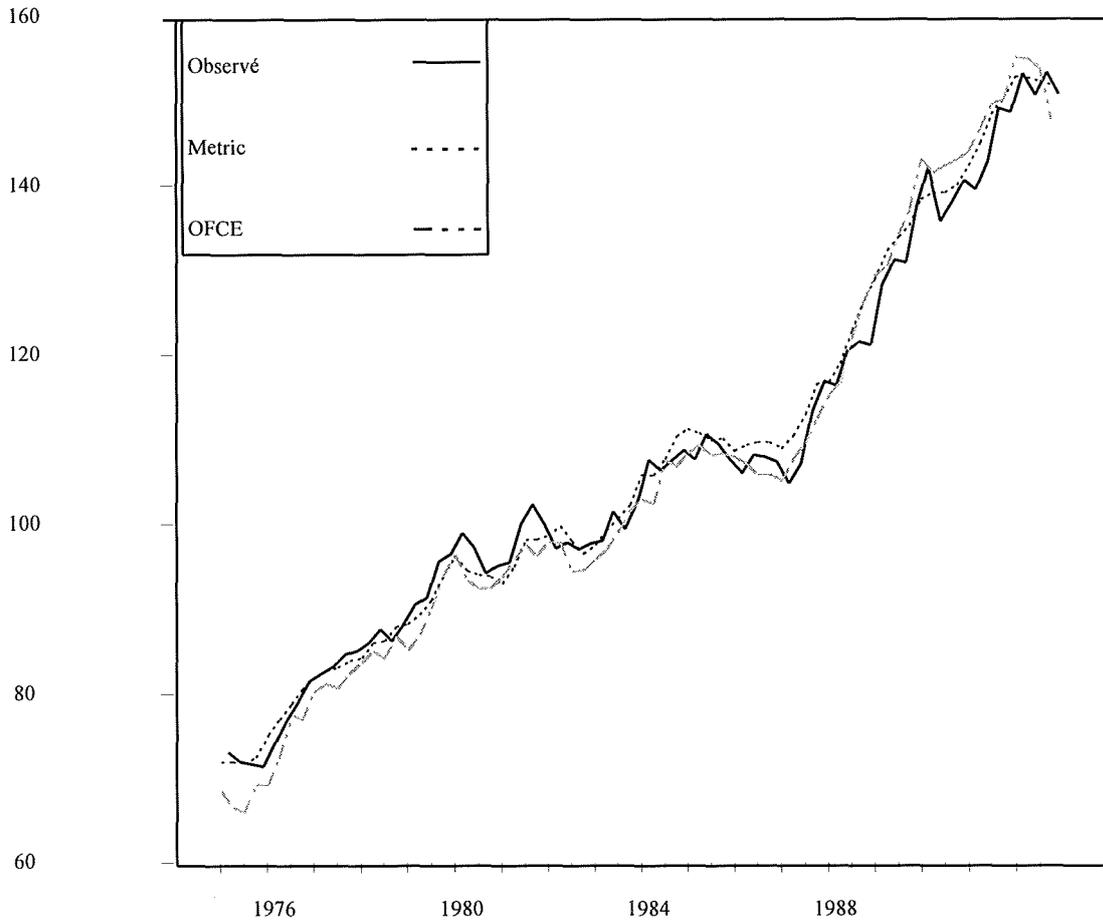
	AMADEUS	BDF	HERMES	METRIC	MOSAIQUE
élasticité demande					
- à 1 trimestre		0,48		0,638	
- à 1 an	1	0,63		0,91	1,6
- à long terme		1	0,96	1	
élasticité-prix					
- à 1 trimestre		0,25		0,18	
- à 1 an	0,44	0,40		0,35	0,9
- à long terme	1,06	0,32	0,56	0,71	
âge du capital français	- 0,46				
âge du capital étranger	0,46				
rapport des TUC	-0,37		-0,08		
Pénétration tendancielle (en % par an)		-1,5	-0,7	-1,1	-1,4

L'estimation des élasticité-prix est beaucoup plus dispersée que pour les équations d'importation. Amadeus fournit de nouveau la valeur la plus élevée (légèrement supérieure à l'unité) et l'équation de la BdF fait apparaître une élasticité-prix sensiblement inférieure à celle des autres modèles.

Enfin l'équation du modèle Amadeus met aussi en évidence des effets d'offre par un terme de tensions conjoncturelles relatives, le rapport des taux d'utilisation des capacités de production, et par un terme de compétitivité hors-prix, l'âge relatif du capital en France par rapport à celui des autres pays. Comme dans l'équation d'importation, la présence de ces deux termes permet de diminuer le coefficient du trend et l'annule même ici, alors qu'il est de l'ordre de 1 % par an dans les autres. équations.



ajustements réalisés avec des données trimestrielles



IV.C \ FONDEMENTS ECONOMIQUES DES SPECIFICATIONS ECONOMETRIQUES DES EQUATIONS DE PRIX DES ECHANGES INTERNATIONAUX

Pour dériver une spécification des équations de prix du commerce international, on peut, comme dans le cas des volumes, se situer dans le cadre d'un modèle à deux pays : la France et le reste du monde. Ceci conduit naturellement à faire appel à la théorie de la concurrence monopolistique, et même plus précisément ici, à la théorie du duopole. Mais il faut en outre supposer qu'il y a une différenciation du bien "produit manufacturé", afin de justifier un écart de prix entre le produit local et le produit étranger. De manière souvent implicite, c'est ce cadre qui a été retenu par la plupart des modèles antérieurs en France (voir par exemple DMS (1978) ou Métric base 1970 (1981)).

Dans ce cadre, le reste du monde adresse à la France une demande de produits manufacturés qui dépend du prix des produits français à l'exportation (noté P_x) et du prix pratiqué dans le reste du monde (que nous appellerons le "prix étranger", et que nous noterons P_{et}). La détermination optimale du prix d'exportation peut alors être trouvée à partir de la solution de Cournot : les exportateurs français, en supposant qu'ils connaissent la forme de la fonction de demande (notée D) qui leur est adressée, cherchent à maximiser leur profit π à prix étranger donné.

$$\pi(P_x, P_{et}) = P_x * D(P_x, P_{et}) - C[D(P_x, P_{et})]$$

La solution de ce programme conduit alors à une fonction faisant dépendre au moins implicitement les prix d'exportation français du prix étranger.

$$D(P_x, P_{et}) + P_x * D_1(P_x, P_{et}) - C'[D(P_x, P_{et})] * D_1(P_x, P_{et}) = 0 \quad 18$$

En ne résolvant ce problème que partiellement, on fera dépendre le prix d'exportation, non seulement du prix étranger, mais aussi du coût marginal local de production ($C'[\cdot]$). Dans la pratique, ce coût marginal n'est pas observé, et sera identifié selon les modèles au coût unitaire de production (Métric) ou à un prix de production (Amadeus, BdF et Mosaïque). Cette dernière solution est la plus facile à mettre en oeuvre puisqu'elle n'exige pas un cadre comptable exhaustif ; c'est pourquoi elle est la plus généralement adoptée maintenant comme par le passé (cf DMS ou Métric base 1970).

En ce qui concerne la forme fonctionnelle de cette relation, tous les modèles que nous étudions ici retiennent, comme leurs prédécesseurs, une spécification à élasticités constantes. Ce choix conduit alors à se poser le problème de la vraisemblance d'une élasticité unitaire des prix d'exportation (au moins à long terme) face à un choc sur l'ensemble des déterminants, prix (ou coût) intérieur et prix étranger. En effet, sans cette propriété, un choc uniforme sur l'ensemble de ces variables conduirait à un sur-ajustement, ou au contraire à un sous-ajustement systématique des prix d'exportation \hat{P}_x . Autrement dit, il y aurait des pertes, ou au contraire des gains systématiques de compétitivité de la part des exportateurs, face à ce type de choc.

Par ailleurs, si l'hypothèse d'indexation unitaire est au contraire retenue, on peut présenter le mécanisme de formation des prix d'exportation d'une façon plus directe. Supposons en effet que les exportateurs fixent leur prix par application d'un taux de marge (noté M) sur le prix (ou le coût) de production (noté P). On a alors :

$$P_x = M * P$$

soit, en logarithmes : (1) $\ln P_x = \ln P + m$

Or, si on retient la spécification à élasticités constantes, telles que la somme des élasticités soit égale à 1, on aura aussi :

¹⁸ Nous notons ici f_1 la dérivée partielle première de la fonction f par rapport à son i ème argument. En dehors de la position d'équilibre, la solution en P_x de cette équation donne la fonction de réponse du prix d'exportation à un niveau donné du prix étranger.

¹⁹ C'était par exemple le cas dans DMS (1978) où les désajustements ont ainsi fait l'objet d'une analyse sectorielle.

$$(2) \quad \ln P_x = a * \ln P + (1 - a) * \ln P_{et} \quad 20$$

ou encore :

$$(3) \quad \ln P_x = \ln P + (1 - a) * \text{Log}(P_{et} / P)$$

En rapprochant l'équation (3) de l'équation (2), il apparaît que la spécification à élasticités constantes (2) peut s'interpréter comme une équation de taux de marge, dans laquelle ce dernier est modélisé comme une fonction de la compétitivité : toutes choses égales par ailleurs, les gains de compétitivité permettent aux exportateurs d'accroître leur marge à l'exportation, alors que les pertes de compétitivité dégradent cette marge. La réaction des prix d'exportation vis à vis de la compétitivité caractérise donc un comportement de marge.

Enfin, l'écriture de l'équation (2) révèle encore le partage de l'influence du prix intérieur et du prix étranger sur la détermination du prix d'exportation. Les cas extrêmes sont définis pour $a = 1$, si le prix d'exportation ne dépend que du prix intérieur et au contraire, pour $a = 0$, si le prix d'exportation n'est fonction que du prix étranger.

A partir du modèle à deux pays auquel nous nous référons, le prix d'importation de la France n'est rien d'autre que le prix d'exportation du reste du monde. Donc, conceptuellement, la détermination de ce prix devrait se faire de façon exactement symétrique. Pourtant, comme pour les équations de volume, la difficulté de procéder ainsi provient d'un problème statistique qui tient à la façon de définir facilement un prix (ou un coût) de production du reste du monde. En pratique²¹, on considère donc que les producteurs du reste du monde offrent son produit au prix d'exportation, et que le prix d'importation (noté P_m) résulte du partage du marché local entre les producteurs locaux et ces fournisseurs étrangers, soit :

$$(4) \quad \ln P_m = b * \ln P + (1 - b) * \ln P_{et}$$

Comme pour l'équation (2), cette écriture révèle encore comment se partage l'influence du prix intérieur et du prix étranger sur la détermination du prix d'importation. Pour $b = 1$, le prix d'importation ne dépend que du prix intérieur. Au contraire, pour $b = 0$, le prix d'exportation est intégralement indexé sur le prix étranger.

On peut encore factoriser l'équation (4) en :

$$(5) \quad \ln P_m = \ln P_{et} + b * \text{Log}(P / P_{et})$$

On remarque bien que cette équation n'est pas le symétrique pour le reste du monde de l'équation (3) pour la France. Ici, le reste du monde n'adopte pas un comportement de marge par rapport à son prix de production, mais par rapport à son prix moyen d'exportation. Elle traduit donc la façon dont son comportement sur le marché français se distingue de son comportement moyen.

Jusqu'à présent, nous avons introduit trois prix différents pour le même produit en ce qui concerne la France (P , P_x et P_m), mais un seul pour ce qui concerne le reste du monde (P_{et}). Cela tient au fait évoqué ci-dessus que, pour des raisons statistiques, on ne retient pour le reste du monde que son prix d'exportation. Le problème de la mesure de celui-ci se pose néanmoins. En effet, la France n'est pas confrontée à un prix étranger unique, mais à plusieurs, dont l'importance varie selon que l'on considère le problème à l'importation ou à l'exportation.

En pratique, les prix étrangers seront appréhendés à partir de moyennes pondérées, pour lesquelles il faut faire un choix de pondérations. A l'importation, elles doivent naturellement retracer la façon dont les fournisseurs étrangers se partagent le marché intérieur. A l'exportation, elles doivent au moins retracer la structure géographique de nos exportations (pondération simple), mais il est également souhaitable qu'elles retracent la structure concurrentielle que nous rencontrons sur chacun de ces marchés (double pondération).

En effet, si par exemple les exportateurs français rencontrent naturellement leurs concurrents britanniques en Grande-Bretagne, ils peuvent également les rencontrer sur les marchés allemand, italien,

²⁰ Si on ne retient qu'une relation en taux de croissance, il convient de différencier cette équation, ainsi que les autres équations présentées ici.

²¹ Et selon une solution récurrente dans les modèles nationaux.

espagnol, etc... Au total, le poids concurrentiel de la Grande-Bretagne pour la France doit donc intégrer, non-seulement l'orientation géographique de nos débouchés extérieurs, mais également l'importance qu'a la Grande-Bretagne sur chacun de ces marchés.

Au total, que l'on retienne un système de pondération double ou simple à l'exportation, cette méthode conduit à définir un indicateur de prix étranger à l'exportation différent de celui construit à l'importation. Mais dans tous les cas, on ne disposera pas d'un équivalent du prix (ou du coût) intérieur pour le reste du monde analogue à celui dont on dispose pour la France (P).

IV.D \ COMPARAISON DES DIFFERENTES SPECIFICATIONS ECONOMETRIQUES DES EQUATIONS DE PRIX

Les équations de prix du commerce manufacturier utilisent donc toutes un indicateur de prix étranger et de prix domestique comme déterminants principaux. Les variables représentatives du comportement de marge diffèrent néanmoins selon les modèles : Hermès, Mosaïque, Bdf et Amadeus pour son équation de prix d'exportation, retiennent le prix de production, alors que l'équation de prix d'importation d'Amadeus utilise le prix de la demande intérieure et que les équations de Métric font apparaître les coûts unitaires de production. Toutes les équations contraignent la somme des deux élasticités à l'unité (indexation unitaire).

Les équations de Métric présentent aussi la singularité d'intégrer des effets de court terme de la demande (intérieure satisfaite par le marché intérieur pour les prix d'importation, et demande mondiale adressée à la France pour les prix d'exportation). Ces effets sont faibles mais significatifs (élasticité de l'ordre de 0,1) et disparaissent après 4 trimestres environ pour les prix d'exportation, et 11 trimestres environ pour les prix d'importation.

Spécification des équations

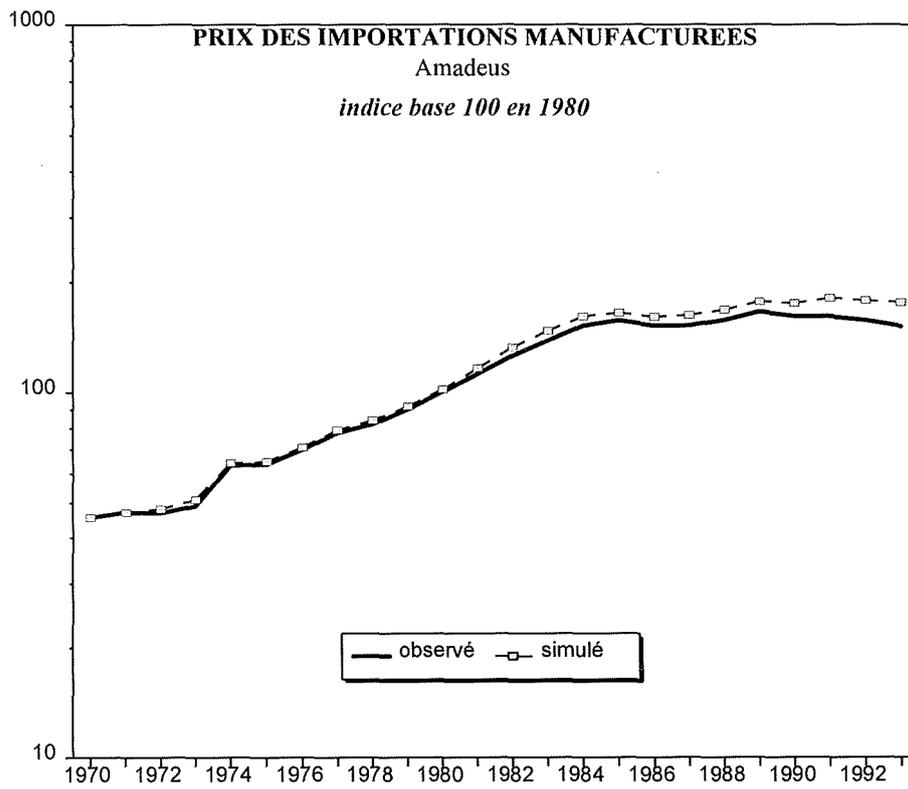
	AMADEUS	BDF	HERMES	METRIC	MOSAIQUE
Prix d'importation	Taux de croissance	MCE	Niveau	MCE	Niveau
Prix d'exportation	Taux de croissance	MCE	Niveau	Niveau	Niveau

IV.D 1 \ Prix d'importation de produits manufacturés

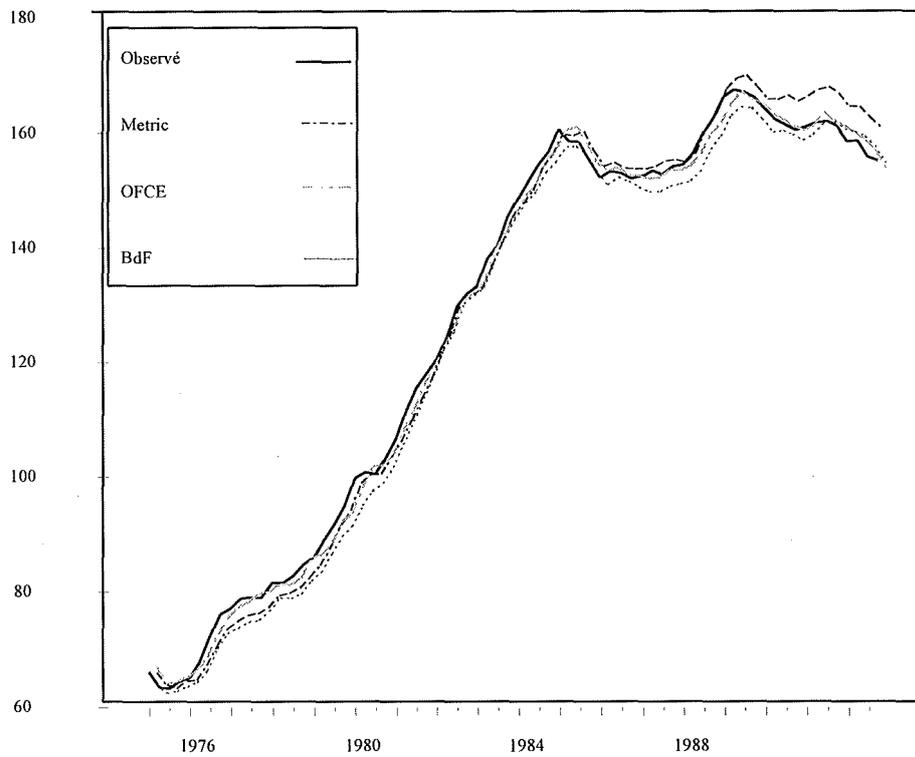
Pour Amadeus, Métric et Mosaïque, les estimations font plutôt apparaître un comportement de marges des concurrents étrangers, où l'impact des prix français serait d'environ 1/3. En revanche, l'équation du modèle de la Bdf obtient un partage quasiment équilibré entre comportement de marge et de compétitivité.

Equation de prix d'importation

	AMADEUS	BDF	HERMES	METRIC	MOSAIQUE
élasticité prix étrangers (exprimés en francs)					
- à 1 trimestre				0,47	
- à 1 an	0,70	0,52	0,70	0,53	0,6
- à long terme				0,73	
élasticité prix domestiques					
- à 1 trimestre		0,76		0,83	
- à 1 an	0,30	0,65	0,3	0,69	0,4
- à long terme		0,48		0,27	
élasticité demande					
- à 1 trimestre				0,16	
- à 1 an				0,12	
- à long terme				0	
trend (en % par an)		-0,4			- 0,78



ajustements réalisés avec des données trimestrielles



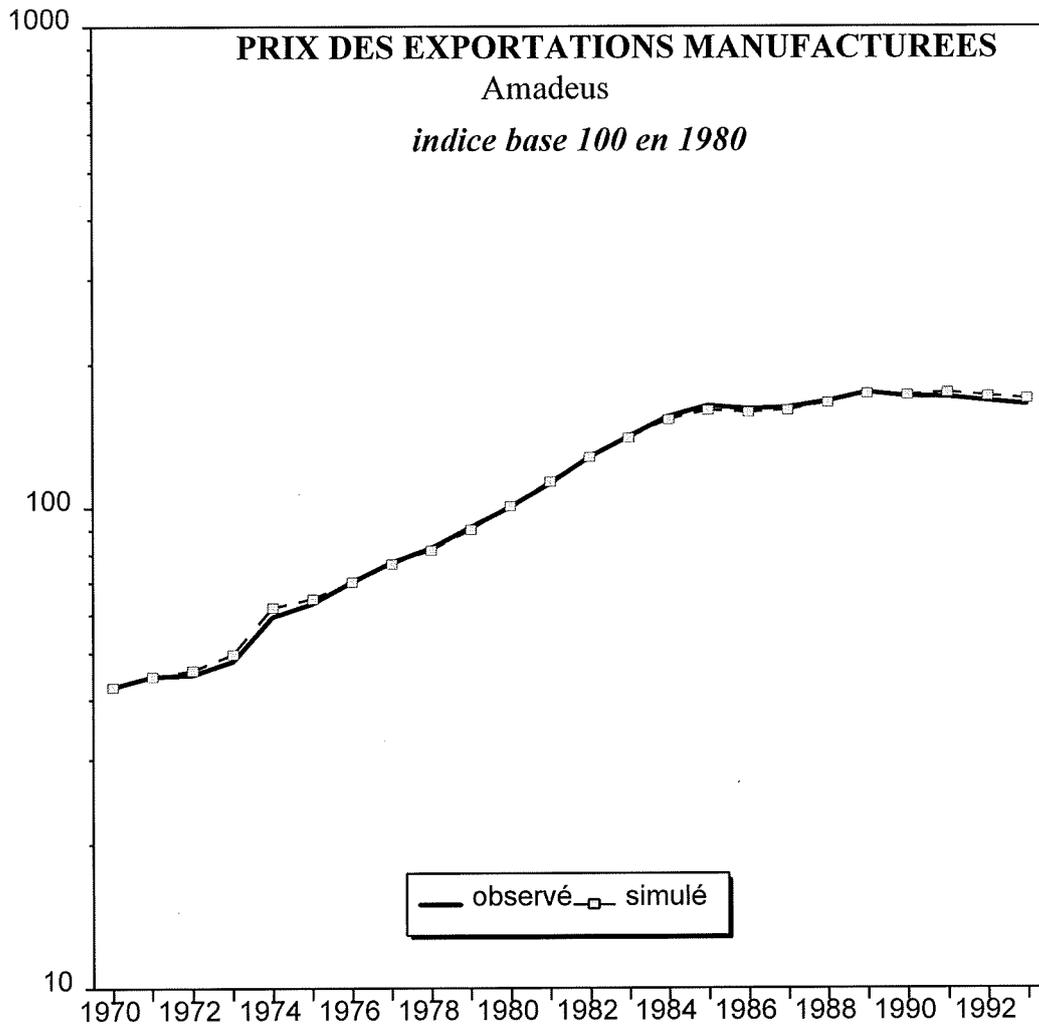
IV.D 2 \ Prix d'exportation de produits manufacturés

D'après les estimations des modèles, la formation des prix d'exportation serait relativement plus marquée par l'évolution des prix domestiques que par celle des prix étrangers, bien que, sur ce point, l'équation de BdF soit là encore plus nuancée. Il faut noter que la dynamique de court terme de l'équation de BdF et de celle de Métric sont opposées, puisque le partage a tendance à se rééquilibrer à long terme pour Métric alors qu'il s'inverse pour BdF.

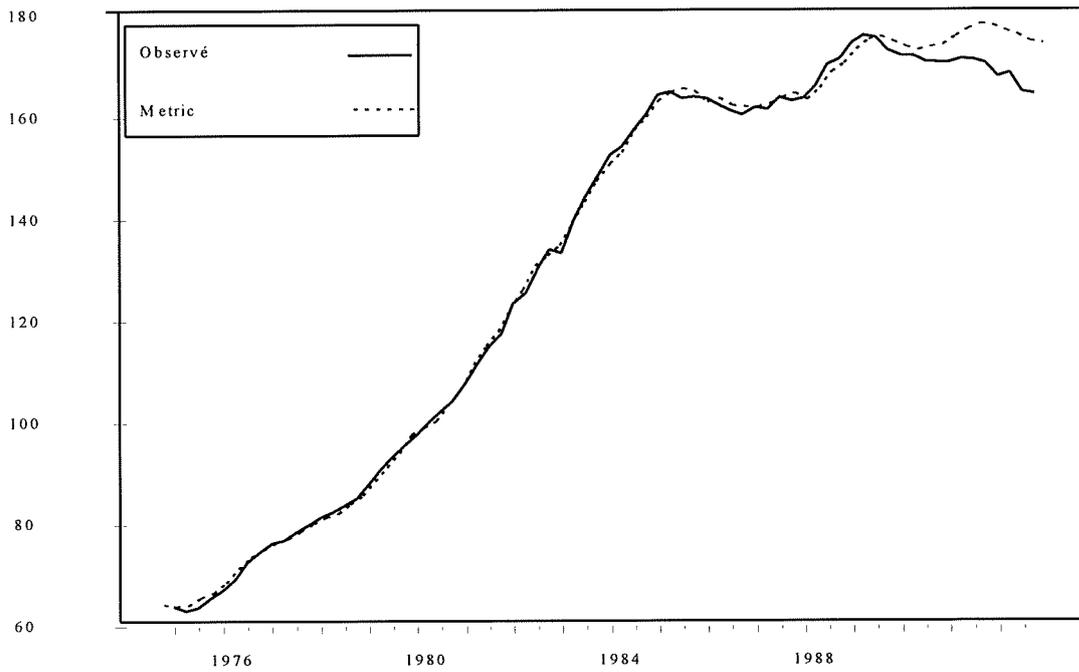
Equation de prix d'exportation

	AMADEUS	BDF	HERMES	METRIC	MOSAIQUE
élasticité prix étrangers (exprimés en francs)					
- à 1 trimestre		0,30		0,28	
- à 1 an	0,33	0,33	0,22	0,32	0,3
- à long terme		0,44	0,27	0,36	
élasticité prix domestiques					
- à 1 trimestre		0,68		0,48	
- à 1 an	0,33	0,65	0,65	0,55	0,7
- à long terme	0,66	0,56	0,73	0,64	
élasticité demande					
- à 1 trimestre				0,14	
- à 1 an				0,08	
- à long terme				0	
trend (en % par an)					- 0,15

Pour tous les modèles, les performances dynamiques des équations de prix à l'exportation sont mauvaises sur la fin de la période. Les simulations divergent en effet des valeurs observées, comme en atteste par exemple le graphique ci-dessous pour le modèle Métric. L'introduction d'un trend dans l'équation de Mosaïque ne permet donc pas ici d'améliorer la qualité des simulations.



ajustement réalisé avec des données trimestrielles



IV.E \ LA CONDITION DE MARSHALL-LERNER

On s'intéresse ici à l'effet sur le solde commercial en produits manufacturés d'une dévaluation du franc, hors bouclage macro-économique. Ce solde étant mesuré en valeur, il fait intervenir simultanément les prix et les volumes, à l'importation comme à l'exportation. A partir des équations de prix, qui indiquent comment réagissent les prix d'importation et d'exportation à ce changement de parité, et en les rapprochant des équations de volume, qui indiquent comment réagissent les volumes à ces changements de prix, on peut énoncer la condition sous laquelle une dévaluation conduit, toutes choses égales par ailleurs, à une amélioration du solde commercial (condition dite "de Marshall-Lerner" ou encore théorème des élasticités critiques). Autrement dit, les effets positifs des gains de compétitivité sur les volumes l'emportent sur les effets négatifs associés à la dégradation des termes de l'échange.

Ainsi, après une dévaluation, l'effet à long terme sur le solde manufacturier sera positif, à la condition suivante (le taux de couverture en valeur est par simplification pris égal à l'unité) :

$$S = \varepsilon_{px} + (1 - \varepsilon_{px}) \cdot \varepsilon_x - \varepsilon_{pm} \cdot (1 - \varepsilon_m) > 0$$

avec

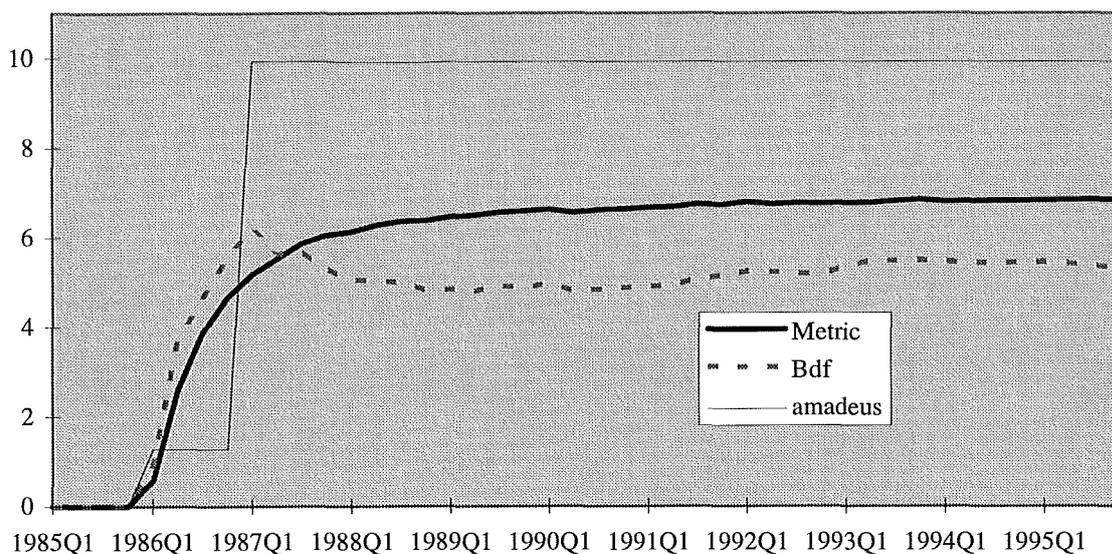
- ε_{px} : élasticité du prix des exportations au prix des concurrents étrangers
- ε_{pm} : élasticité du prix des importations au prix des concurrents étrangers
- ε_x : élasticité-prix (compétitivité) des exportations ($\varepsilon_x > 0$)
- $-\varepsilon_m$: élasticité-prix (compétitivité) des importations ($\varepsilon_m > 0$)

Pour tous les modèles, cette condition est vérifiée.

	AMADEUS	BDF	HERMES	METRIC	MOSAIQUE
S	1,0	0,53	0,37	0,60	0,77

Le graphique suivant représente l'impact d'une dépréciation du franc de 10% sur le taux de couverture en valeur. Il a été obtenu en simulant uniquement le bloc d'équations du commerce manufacturier, sans bouclage sur le reste du modèle.

Taux de couverture en valeur (écarts en % au compte central)



L'effet de long terme est plus important pour le bloc du modèle Amadeus. Une dépréciation du change de 10% implique en effet une amélioration du taux de couverture de près de 10%, alors que la variation reste au

voisinage de 6% pour Metric et le modèle de la Banque de France. Ces écarts coïncident avec les valeurs de S calculées plus haut. Ils reflètent simplement la plus grande force des effets de compétitivité-prix dans le modèle Amadeus, puisque les élasticités de long terme y sont proches de l'unité alors qu'elles sont de l'ordre de 0,7/0,8 pour Metric et le modèle de la Banque de France.

En ce qui concerne la dynamique de court terme, la courbe en J paraît inexistante pour tous les modèles, en dépit d'une élasticité des prix d'import aux prix étrangers de l'ordre de 0,5 à court terme. Certes, la périodicité annuelle du modèle Amadeus lui interdit de mettre en évidence une éventuelle dégradation du taux de couverture à court terme. Mais les deux modèles trimestriels ne font pas non plus apparaître de dégradation dans les premiers trimestres. Les effets de la dévaluation sur le taux de couverture apparaissent ainsi largement semblables pour les blocs de Metric et de la Banque de France.

IV.F \ CONCLUSION

Au total, les différents modèles présentent des blocs du commerce extérieur en produits manufacturés dont les comportements sont globalement identiques :

- certains modèles imposent une élasticité unitaire à long terme de la demande sur les volumes d'exportation et d'importation. Dans le modèle Hermès, cette élasticité non-contrainte est estimée à 1,33 dans l'équation d'importation et à 0,96 dans l'équation d'exportation. Dans le modèle Mosaïque, une définition spécifique de la demande étrangère, basée sur les demandes intérieures, et non sur les importations, fait apparaître une élasticité de 1,6 dans l'équation d'exportation ;

- les élasticités-prix des exportations à long terme sont de l'ordre de -0,6/-0,8 ; les estimations pour l'élasticité-prix des importations sont plus dispersées, puisqu'elles sont comprises entre 0,3 pour le modèle de la Banque de France et 1,06 pour Amadeus. Ce dernier modèle retient en général les élasticités-prix les plus fortes (proches de l'unité), ce qui pourrait résulter de la présence de termes de compétitivité hors-prix dans les équations ;

- le degré de répercussion des variations de change dans les prix d'exportation est d'environ 40% pour tous les modèles ; il est de plus de 60 % pour les prix d'importation, sauf pour l'équation du modèle de la Banque de France où comportements de marge et de compétitivité sont quasiment équilibrés ;

- la condition de Marshall-Lerner est satisfaite par tous les modèles, mais en raison de la force des effets de compétitivité-prix du modèle Amadeus, l'effet de long terme sur la balance commerciale d'une dépréciation du change de 10 % y est plus important que dans les autres modèles (amélioration de 10 % du taux de couverture en valeur contre environ 6 %) ; en ce qui concerne la dynamique de court terme, la simulation des seuls blocs commerce extérieur des modèles ne permet pas de mettre en évidence une courbe en J marquée, en dépit d'une élasticité des prix d'importation aux prix étrangers de l'ordre de 0,5 à court terme.

IV.G \ LES EQUATIONS

Equations de volume d'importations de produits manufacturés

METRIC

$$\log(M / M_{-1}) = -0,87 + 1,3 \cdot \log(DI / DI_{-1}) - 0,188 \cdot \log(\text{compitc} / \text{compitc}_{-1}) + 0,0044 \cdot t - 0,5 \cdot I_{75:3} \\ - 0,56 \cdot \log(M_{-1} / DI_{-1}) - 0,398 \cdot \log(\text{compitc}_{-1})$$

AMADEUS

$$\log(M / DI) = 0,046 - 0,29 \cdot \log(\text{compit}) - 0,65 \cdot \log(\text{compit}_{-1}) + 0,18 \cdot \text{ageK}_{-1} - 0,35 \cdot \text{ageK}_{-1}^* \\ + 0,74 \cdot TUC - 0,032 \cdot \frac{1600}{t + 40}$$

BdF

$$\log(M / M_{-1}) = 0,07 + 0,68 \cdot \log(DI / DI_{-1}) - 0,246 \cdot \log(\text{compitl} / \text{compitl}_{-1}) + 0,0024 \cdot t_{-1} \\ - 0,35 \cdot \log(M_{-1} / DI_{-1}) - 0,29 \cdot \log(\text{compitl}_{-1})$$

MOSAIQUE

$$\log(M / DI) = -3,67 - 0,73 \cdot \log(\text{compitl}) + 0,68 \cdot TUC + 0,87 \cdot 10^{-2} \cdot t$$

HERMES

- *biens de consommation*

$$\log(M) = 9,31 + 0,208 \cdot \log(DI) - 0,14 \cdot \log(\text{compit}) + 0,14 \cdot \log\left(\frac{1}{1 + TUC}\right) + 0,027 \cdot t$$

- *biens d'équipement*

$$\log(M) = 9,22 + 1,07 \cdot \log(DI) - 0,89 \cdot \log(\text{compitf}) + 0,01 \cdot \log\left(\frac{1}{1 + TUK}\right) + 0,033 \cdot t$$

- *biens intermédiaires*

$$\log(M) = 9,48 + 0,85 \cdot \log(DI) - 0,51 \cdot \log(\text{compitl}) + 0,07 \cdot \log\left(\frac{1}{1 + TUQ}\right) + 0,024 \cdot t$$

M	volume d'importations de produits manufacturés
DI	demande intérieure en produits manufacturés
compit	compétitivité prix calculée comme le rapport du prix des importations manufacturées au prix de la production destinée au marché intérieur (Amadeus, Metric), ou au prix de la production industrielle (BdF, Mosaique)
compitc	compétitivité prix corrigée du prix d'import des matières premières (Metric)
compitl	compétitivité prix lissée sur 4 trimestres (BdF), ou corrigée de sa tendance et lissée sur 6 trimestres (Mosaique)
ageK et ageK*	âge du capital français et étranger
TUC	Taux d'utilisation des capacités de production dans l'industrie

Equations de volume d'exportations de produits manufacturés

METRIC

$$\log(X) = 2,77 + 0,74 \cdot \log(X_{-1}) + 0,64 \cdot \log(DM) - 0,114 \cdot \log(DM_{-1}) - 0,266 \cdot \log(DM_{-2}) \\ + 0,18 \cdot \log(compet) - 0,0007 \cdot t$$

AMADEUS

$$\log(X / DM) = 13,27 + 0,44 \cdot \log(compet) + 0,62 \cdot \log(compet_{-1}) - 0,46 \cdot ageK_{-1} + 0,46 \cdot ageK_{-1}^* - 0,37 \cdot \frac{TUC}{TUC^*}$$

BdF

$$\log(X / X_{-1}) = 0,48 \cdot \log(DM / DM_{-1}) + 0,249 \cdot \log(compet / compet_{-1}) + 0,207 \cdot \log(compet_{-1} / compet_{-2}) \\ + 2,72 - 0,041 \cdot (I_{90;2} - I_{90;1}) - 0,0007 \cdot t - 0,208 \cdot \log(X_{-1} / DM_{-1}) + 0,068 \cdot \log(compet_{-1})$$

MOSAIQUE

$$\log(X / DM) = 3,87 + \log(compet) + 0,34 \cdot 10^{-2} \cdot t$$

HERMES

- *biens de consommation*

$$\log(X) = 11,65 + 0,72 \cdot \log(DM) + 0,53 \cdot \log(compet)$$

- *biens d'équipement*

$$\log(X) = 13,80 + 1,17 \cdot \log(DM) + 0,80 \cdot \log(compet) - 0,14 \cdot \log \left(\frac{1}{1 - TUC \cdot \left(\frac{Q - X}{Q} \right)} \right) - 0,016 \cdot t$$

- *biens intermédiaires*

$$\log(X) = 11,83 + 0,87 \cdot \log(DM) + 0,17 \cdot \log(compet) - 0,08 \cdot \log \left(\frac{1}{1 - TUC \cdot \left(\frac{Q - X}{Q} \right)} \right)$$

X

volume d'exportations de produits manufacturés

DM

demande mondiale en produits manufacturés adressée à la France

compet

compétitivité prix calculée comme le rapport du prix des exportations des principaux concurrents sur le prix des exportations français

ageK et ageK*

âge du capital français et étranger

TUC et TUC*

Taux d'utilisation des capacités de production dans l'industrie en France et à l'étranger

Equations de prix d'importations de produits manufacturés

METRIC

$$\log(P_m / P_{m-1}) = 0,68 + 0,47 \cdot \log(P^* / P_{-1}^*) + 0,82 \cdot \log(Cu / Cu_{-1}) + 0,16 \cdot \log(DI / DI_{-1}) - 0,009 \cdot I_{80:2-85:2} - 0,18 \cdot \log(P_{m-1} / Cu_{-1}) + 0,13 \cdot \log(P_{-1}^* / Cu_{-1})$$

AMADEUS

$$\log(P_m / P_{m-1}) = 0,30 \cdot \log(P_{di} / P_{di-1}) + 0,70 \cdot \log(P^* / P_{-1}^*)$$

BdF

$$\log(P_m / P_{m-1}) = 0,01 + 0,52 \cdot \log(P^* / P_{-1}^*) + 0,77 \cdot \log(P_{va} / P_{va-1}) - 0,0003 \cdot t - 0,31 \cdot \log(P_{m-1} / P_{va-1}) + 0,16 \cdot \log(P_{-1}^* / P_{va-1})$$

MOSAIQUE

$$\log(P_m) = 0,40 \cdot \log(P) + 0,60 \cdot \log(P^*) - 1,95 \cdot 10^{-3} \cdot t - 0,38$$

HERMES

- *biens de consommation*

$$\log(P_m) = 0,3 \cdot \log(P) + 0,7 \cdot \log(P^*) - 0,009 \cdot t + 0,76$$

- *biens d'équipement*

$$\log(P_m) = 0,3 \cdot \log(P) + 0,7 \cdot \log(P^*) - 0,019 \cdot t + 1,54$$

- *biens intermédiaires*

$$\log(P_m) = 0,3 \cdot \log(P) + 0,7 \cdot \log(P^*) - 0,09$$

<i>P_m</i>	prix d'importations de produits manufacturés
<i>P[*]</i>	prix en francs des concurrents étrangers
<i>Cu</i>	coûts unitaires de production dans la branche manufacturière (Metric)
<i>P_{di}</i>	prix de la demande intérieure (Amadeus)
<i>P_{va}</i>	prix de la valeur ajoutée brute marchande (BdF)
<i>P</i>	prix de production (Mosaïque)
<i>DI</i>	demande intérieure satisfaite par le marché intérieur (Metric)

*Equations de prix d'exportations de produits manufacturés***METRIC**

$$\log(P_x / P_{x_{-1}}) = 0,79 + 0,28 \cdot \log(P^* / P_{-1}^*) + 0,48 \cdot \log(Cu / Cu_{-1}) + 0,14 \cdot \log(DM / DM_{-1}) \\ - 0,012 \cdot I_{80:2-85:2} - 0,39 \cdot \log(P_{x_{-1}} / Cu_{-1}) + 0,14 \cdot \log(P_{-1}^* / Cu_{-1})$$

AMADEUS

$$\log(P_x / P_{x_{-1}}) = 0,66 \cdot \log(P / P_{-1}) + 0,34 \cdot \log(P^* / P_{-1}^*)$$

BdF

$$\log(P_x / P_{x_{-1}}) = -0,001 + 0,30 \cdot \log(P^* / P_{-1}^*) + 0,68 \cdot \log(Pva / Pva_{-1}) \\ - 0,17 \cdot \log(Pm_{-1} / Pva_{-1}) + 0,075 \cdot \log(P_{-1}^* / Pva_{-1})$$

MOSAIQUE

$$\log(P_x) = 0,66 \cdot [0,7 \cdot \log(P) + 0,3 \cdot \log(P_{-1})] + 0,34 \cdot [0,7 \cdot \log(P^*) + 0,3 \cdot \log(P_{-1}^*)] \\ - 3,75 \cdot 10^{-4} \cdot t - 0,24$$

HERMES

- *biens de consommation*

$$\log(P_x) = 0,63 \cdot \log(P) + 0,37 \cdot \log(P^*)$$

- *biens d'équipement*

$$\log(P_x) = 0,23 \cdot \log(P_{x_{-1}}) + 0,77 \cdot [0,74 \cdot \log(P) + 0,26 \cdot \log(P^*)] + 0,004 \cdot t - 0,28$$

- *biens intermédiaires*

$$\log(P_x) = 0,91 \cdot \log(P) + 0,09 \cdot \log(P^*)$$

<i>P_x</i>	prix d'exportations de produits manufacturés
<i>P[*]</i>	prix en francs des concurrents étrangers
<i>Cu</i>	coûts unitaires de production dans la branche manufacturière (Metric)
<i>Pva</i>	prix de la valeur ajoutée brute marchande (BdF)
<i>P</i>	prix de production dans l'industrie (Amadeus, Mosaïque)
<i>DM</i>	demande mondiale en produits manufacturés adressée à la France

IV.H \ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARTUS P.: "Comment fonctionne le marché des exportations ?", *Annales d'Economie et de Statistique*, n° 2, 1986, pp. 3-36.
- CATINAT M.: "Fondement micro-économique par le déséquilibre des équations d'importation et d'exportation", *Annales de l'INSEE*, n°55/56, Juillet-Décembre 1984, p. 153-181
- G. CORNILLEAU, A. GUBIAN, C. MATHIEU, M.-A. VEGANZONES : Mosaïque : "La nouvelle version du modèle OFCE trimestriel." . *Observations et diagnostics économiques - REVUE DE L'OFCE*, n° 40, Avril 1992, p 141-200
- DAVANNE O., DEBONNEUIL M., LE GALLO F. ET JUVANON Y.: "Groupe de travail macroéconomique sur le commerce extérieur", *Note INSEE*, 1986.
- GUBIAN A. ET MUET P.-A. : "Dégradation des échanges industriels et compétitivité-prix: une analyse économétrique des performances françaises à l'exportation en trois grandes zones". *Observations et diagnostics économiques - REVUE DE L'OFCE*, n° 27, Avril 1989, p. 91-118
- LOUE J.-F. : "Un modèle dynamique et cohérent du commerce international des produits manufacturés"- *Economie et Prévision*, n° 94/95, 1990, p.45-62
- MACHLUP F. : "Elasticity pessimism in international trade", *Economia Internazionale*, Février 1950.
- ORCUTT G. : "Measurement of price elasticities in international trade", *Review of Economics and Statistics*, Mai 1950.

DEUX I E M E P A R T I E

V \ L E S P R O P R I É T É S V A R I A N T I E L L E S D E S M O D È L E S

PREAMBULE

L'analyse des grands modèles macro-économiques peut se faire en comparant les spécifications adoptées pour chacun des comportements, ou au moins pour les principaux d'entre eux. Il reste difficile d'en déduire sans plus de travaux les différences de réaction des modèles considérés dans leur ensemble à un choc exogène ou de politique économique. En effet, le système d'équations que constitue chaque modèle est suffisamment important pour qu'il ne soit pas possible, en règle générale, de dégager a priori l'incidence d'une multitude d'écarts dans les spécifications de comportements des divers agents. On se propose donc, dans cet article, d'examiner les réponses des principaux modèles macro-économiques français de grande taille à des chocs simples. Les chocs étudiés n'ont pas la prétention de représenter de façon réaliste des mesures de politiques économiques ou des changements de l'environnement international de la France. Une telle étude supposerait alors de mettre en oeuvre, en général, simultanément plusieurs chocs de manière à prendre en compte la complexité des phénomènes étudiés. A titre d'exemple, s'il est intéressant de décrire les effets induits d'une hausse des dépenses publiques, le faire sans étudier simultanément les modalités de son financement ou le policy-mix induit serait irréaliste. En conséquence, les réponses des modèles présentées ici ne permettent pas d'obtenir des résultats qui puissent être directement utiles soit au débat de politique économique soit à l'analyse conjoncturelle.

L'objectif visé reste cependant de comparer les modèles dans leur mode opératoire courant, c'est à dire lorsqu'ils sont utilisés avec toutes leurs équations, pour simuler les évolutions de l'économie française. Pour cela, on introduit un choc exogène à une date donnée et on s'intéresse à la réponse présumée de l'économie française donnée par le modèle. C'est ce qui est couramment appelé une variante analytique. La présentation d'une variante consiste à comparer le résultat d'une simulation après avoir introduit le choc avec une simulation sans le choc. Cette dernière simulation, qui représente la situation de référence, est appelée compte central et peut, sur le passé, être constituée des données historiques. Si le modèle est simulé sur des dates futures, elle peut de même correspondre à une projection de l'économie.

Comme les modèles présentent des réponses empruntes de faibles non-linéarités, les résultats de variantes ne sont, en général, que très modestement influencés par le choix du compte central utilisé. Cela signifie qu'un choc dont l'ampleur serait multipliée par deux aurait un impact approximativement doublé. Cependant, afin de rester dans le domaine de linéarité du modèle et obtenir des réponses qui soient influencées au minimum par le compte central, on conseille souvent d'effectuer des variantes avec des chocs de faible ampleur (dont l'impact sur l'économie est bien inférieur aux fluctuations passées de l'activité) et, si possible, sur des dates futures où les comptes centraux correspondent souvent à des évolutions tendanciennes de l'économie. Il demeure que la réponse à certains chocs est affectée par une structure économique en évolution permanente. Ainsi, compte tenu de l'ouverture croissante des économies, un choc de demande se diffusera davantage aujourd'hui sur les partenaires et aura un impact amoindri sur l'économie nationale. La date du choc peut ainsi avoir son importance. Dans un souci d'homogénéité, les variantes qui sont ici présentées ont toutes été élaborées à partir des données historiques (dans la mesure où celles-ci existent) et sur la période 1986-1995.

Un modèle macro-économétrique n'est pas un simple empilement d'équations bien que l'on puisse parfois en avoir une telle perception à la lecture d'une présentation de modèle comme celle proposée dans le présent dossier. Les propriétés d'ensemble sont en fait extrêmement contrôlées par les concepteurs mêmes des modèles. Une réestimation ou une modification d'un modèle s'accompagne toujours d'un travail de vérification des propriétés « variantielles ». On s'attache ainsi à ce que le modèle reproduise des dynamiques de court et de moyen terme de l'économie qui semblent suffisamment représentatives et robustes. On évite en particulier que le modèle ne décrive de façon spontanée des oscillations sans justifications empiriques ou théoriques ; les variantes traduisent ainsi le passage de l'économie d'un état à un autre, en rythme d'évolution ou en niveau.

Dans les modèles, des forces de rappel viennent modérer les effets immédiats des chocs sur l'économie. Ainsi, lors d'un choc positif sur la demande, ces modèles keynésiens décrivent, à travers les mécanismes accélérateurs et multiplicateurs, un effet encore plus fort sur la demande, mais les résultats sont ensuite modérés par une dégradation du commerce extérieur (plus d'importations et moins d'exportations), soit directement du fait de l'accélération de la demande intérieure, soit indirectement du fait de pertes de compétitivité prix suite à une accélération de l'inflation interne. De même, une amélioration de la situation sur le marché du travail

conduit généralement à une progression des revenus et par la suite de l'activité. Mais dans le même temps, les salaires sont revus à la hausse (effet Phillips), ce qui améliore les revenus mais surtout accélère l'inflation et donc, à nouveau, dégrade le commerce extérieur et la rentabilité des entreprises et par la suite l'investissement et l'emploi. La dynamique des effets des chocs et des forces de rappel étant variée, les résultats à court et à moyen terme d'une variante peuvent être fort différents. C'est pourquoi, il est important dans l'étude d'un modèle, de bien distinguer les effets variantiels de court et de moyen terme. Dans le présent travail de comparaison, on a cherché à disposer du recul nécessaire (ici 10 années) pour approcher les effets de moyen-long terme.

De plus, pour rendre comparables les variantes, on suppose que, dans tous les modèles, les taux de change nominaux sont fixes ainsi que tous les taux d'intérêt nominaux. On ne suppose donc pas de réaction des marchés ou de la Banque centrale au choc introduit et cela, quelle que soit l'évolution induite de l'inflation. En conséquence, ce sont les taux d'intérêt réels qui évoluent en fonction de l'évolution des prix. En particulier, des prix évoluant plus vite dans le compte variantiel impliquent aussi des taux d'intérêt réels plus faibles. Enfin, les variables de politique économique telles que les taux d'imposition et les taux de cotisations sociales sont supposées fixes. Ainsi, les déficits publics s'aggravent ou se redressent, par rapport au compte central, au gré des chocs envisagés. **Tous ces éléments indiquent à nouveau que les variantes étudiées dans cet article n'ont toutes qu'un caractère uniquement analytique et ne peuvent servir que dans ce cadre strict de comparaison des propriétés des modèles.**

On présentera successivement les réponses des modèles à différents chocs entretenus. La première variante étudiée est un choc dit « de demande » : on augmente les dépenses des administrations publiques de un point de *Pib*. Le deuxième choc analysé est souvent considéré comme un choc d'offre et consiste à augmenter les cotisations sociales employeurs d'un montant correspondant à 1% de la masse salariale privée. On présente ensuite, de manière plus rapide, la réponse des modèles à une hausse de 1% des salaires privés. Cette variante correspond à la combinaison des deux variantes précédentes. C'est à la fois une variante de demande du fait de la hausse initiale du revenu des ménages et une variante d'offre du fait de la hausse du coût du travail induite par la hausse des salaires. D'autres chocs sont encore étudiés : une appréciation de 10%, en terme nominal, du franc vis-à-vis de toutes les autres monnaies, une hausse de 1% de la demande mondiale adressée à la France sans modification des prix étrangers. Cette variante s'apparente aussi à une variante de demande et sera donc aussi traitée de manière relativement brève.

Comme indiqué plus haut, ces variantes servent à décrire les mécanismes à l'oeuvre dans les modèles, et à quantifier les effets, mais elles devraient être combinées entre elles pour décrire de façon réaliste les phénomènes étudiés. De ce point de vue, toutes les variantes présentées font abstraction de certaines réactions des agents (publics ou privés, nationaux ou étrangers), par exemple aux variations des soldes publics et extérieurs, notamment au travers des taux d'intérêt nominaux (supposés fixes dans tous ces exercices). De même, l'extérieur n'est supposé réagir aux chocs introduits sur l'économie française qu'au niveau des variations de compétitivité susceptibles de l'affecter de façon interne.

On pourra noter, dans ces travaux, une forte convergence des modèles dans la description des effets sur le *Pib*. C'est d'ailleurs aussi le *Pib* qui est en général une des variables les mieux prévues par les conjoncturistes et prévisionnistes (voir Borowski et alii (1991)¹). Ces résultats rapprochés des modèles en terme d'activité se retrouvent aussi dans le message de ces derniers sur l'emploi et le chômage². En revanche, si on regarde de manière plus fine les résultats des modèles, la convergence est beaucoup moins nette. Ainsi, le partage entre croissance interne et croissance externe ne fait pas l'unanimité, de même que les résultats sur la consommation et l'investissement. Enfin, les modèles délivrent des messages généralement convergents mais parfois contradictoires sur les comportements de prix.

¹ Borowski D., Bouthevillain C., Doz C., Malgrange P., Morin P. (1991), « Vingt ans de prévisions macro-économiques : une évaluation sur données françaises. », *Economie et Prévision*, n°99, pp. 43-65.

² Certaines études récentes menés à l'aide de ces modèles se distinguent cependant par une prise en compte d'effets plus contrastés sur l'emploi et le chômage.

V.A \ VARIANTE "HAUSSE DE L'INVESTISSEMENT DES ADMINISTRATIONS PUBLIQUES"

La hausse des dépenses publiques est une variante traditionnelle d'analyse des propriétés des modèles néo-keynésiens. Dans le cas présent, l'investissement en volume des administrations publiques est augmenté d'un montant équivalent à un point de *Pib* marchand à partir de 1986, cette hausse étant maintenue pendant 10 ans. Les modèles macro-économiques keynésiens traditionnels ne savent pas faire la distinction entre les implications respectives d'une hausse de la consommation publique et de l'investissement public. On n'a pas en particulier, d'effets d'offre spécifiques lorsque l'on augmente l'investissement public. C'est pourquoi, une telle variante peut être assimilée à un choc de demande.

L'accroissement est calibré de manière à respecter la structure des dépenses d'investissement public lors du choc initial, en 1986: les parts respectives des produits manufacturés et du BTP (Bâtiment-Travaux Publics) sont d'environ 20 et 80% cette année-là. De ce fait, cette variante est intermédiaire entre l'une, moins expansionniste, consistant en une hausse de dépenses publiques entièrement consacrée à des produits manufacturés, qui ont un contenu en importation plus élevé que les produits du BTP, et l'autre, plus expansionniste, où le surcroît d'investissement serait exclusivement affecté à des produits du BTP. Etant donné le degré d'ouverture de l'économie française, la ventilation des dépenses publiques influence de manière non négligeable le multiplicateur, ce dernier étant logiquement d'autant moins fort que le contenu en importations de la mesure de relance sera élevé.

La question du financement de l'augmentation des dépenses publiques est ici tout simplement ignorée. Les répercussions de l'augmentation de l'endettement public ne sont pas traitées dans cette variante, aussi bien en ce qui concerne des variables financières comme les taux d'intérêt ou les taux de change ou bien encore les comportements des agents.

Les résultats de la variante sont relativement proches, en termes d'activité, dans les quatre modèles comparés (Amadeus, BdF, Métric et Mosaïque). Par contre, les modèles donnent des résultats différents en ce qui concerne l'inflation, notamment à court terme.

V.A 1 \ Une relance de la demande à court terme

L'accroissement des dépenses publiques stimule d'abord directement la production, puis l'investissement des entreprises par l'effet accélérateur. L'augmentation de la production entraîne une hausse de l'emploi et une baisse du chômage. L'augmentation des tensions sur le marché du travail induit une accélération des salaires. Emplois et salaires concourent à l'augmentation des revenus des ménages, et donc à celle de la consommation. C'est dans Métric que l'effet de relance de l'activité est le plus fort, notamment en terme d'investissement des entreprises : celui-ci est durablement plus élevé de 4%. Au contraire, dans Amadeus et Mosaïque, la relance de l'investissement n'est pas durable et celui-ci devient même inférieur à son niveau du compte de référence.

Les spécificités de réaction des composantes de la demande vont induire des différences marginales de comportement des modèles, au moins à court et moyen terme. Ainsi, on peut citer le modèle Amadeus dans lequel l'investissement logement des ménages³ réagit fortement la première année car l'équation décrivant ce comportement inclut un terme de variation de l'emploi. En effet, les effectifs, du fait du supplément de demande, augmentent fortement dès la première année (au moins dans ce modèle et BdF) pour rester ensuite relativement stable. Ainsi, l'investissement des ménages est-il poussé à la hausse du seul fait de l'évolution de l'emploi, indépendamment de l'effet revenus. Cet effet est maximum la première année, aussi l'investissement logement revient-il vers le niveau du compte central les années suivantes. En conséquence, Amadeus est le seul modèle pour lequel le *Pib* est, en variante, le plus élevé la première année (pour les autres modèles l'effet sur le *Pib* est maximum la deuxième année).

³ L'investissement-logement des ménages est endogène dans Amadeus, ce qui n'est pas le cas de tous les modèles.

Les tensions inflationnistes induites par l'augmentation des dépenses publiques résultent de plusieurs effets. Le premier, qui concourt plutôt à la baisse des prix, est lié aux gains de productivité, au moins à court terme, suite au supplément d'activité. Compte tenu des coûts et des délais nécessaires pour procéder à l'embauche (ou au licenciement) de salariés, l'adaptation de l'emploi s'opérera de manière progressive au cours du temps. La hausse de l'emploi étant à court terme moins forte que la hausse de la demande, la productivité du travail augmentera temporairement au dessus de son niveau du compte de référence (cela correspond à ce que l'on appelle communément le « cycle de productivité »).

Deux autres effets jouent cependant à la hausse des prix. Il s'agit de l'accélération des salaires (correspondant aux effets Phillips) et du surcroît de demande qui se traduit, en particulier, par une utilisation plus intensive des capacités de production. A moyen terme, ces deux derniers effets l'emportent sur le premier pour les quatre modèles et les prix sont donc plus élevés que dans le compte central. Amadeus et Mosaïque sont les deux modèles où la hausse des prix est la plus forte (2,3% à l'horizon de 10 ans), Métric celui où elle est la plus réduite. A court terme cependant, le premier effet désinflationniste l'emporte pour Métric et Mosaïque. Ainsi, les prix à la consommation sont inférieurs d'environ 0,1% au niveau de référence, les deux premières années dans Mosaïque, les quatre premières années dans Métric. Tandis que ce sont les deux effets inflationnistes qui prédominent, même à cet horizon, dans Amadeus et dans le modèle de la Banque de France.

En ce qui concerne l'évolution des salaires réels, trois modèles (Amadeus, Métric et Mosaïque) décrivent une progression continue, tant que le chômage est inférieur à son niveau de référence. Au contraire, selon le modèle BdF, les salaires réels se stabilisent dès la deuxième année à un niveau nettement plus élevé que dans les autres modèles. Ce résultat est dû au fait que la principale équation de salaire de ce modèle est la seule à faire figurer un terme de productivité du travail. La hausse transitoire, déjà évoquée, de la productivité vient accélérer, les deux premières années, la croissance des salaires réels. Au terme du cycle de productivité, cet effet disparaît et les évolutions des salaires deviennent plus conformes à celles des autres modèles.

V.A 2 \ Une réduction du multiplicateur à moyen terme

La hausse de la demande entraîne, à court terme, celle des importations. A moyen terme les importations continuent à croître du fait de la dégradation de la compétitivité-prix. Les exportations sont aussi diminuées. Toutefois, les gains de productivité repoussent le début de la dégradation des exportations à la quatrième année dans Mosaïque et à la cinquième dans Métric. Cette dégradation du commerce extérieur, en volume, réduit progressivement l'effet favorable de la hausse des dépenses publiques. La dégradation du solde extérieur est de l'ordre de 0,3 point de *Pib* dans Mosaïque.

Alors que la mesure de relance représente ex ante 1 point de *Pib*, le supplément de déficit public est plus limité ex post du fait des rentrées fiscales résultant de l'amélioration de l'activité et de l'emploi. Il varie de 0,3 point dans Mosaïque à 0,5 dans le modèle BdF.

Les effets multiplicateurs de *Pib* sont relativement proches dans les quatre modèles considérés. Le surcroît de croissance est maximum en début de période (près de 1,4 points dans trois des modèles et 1,2 pour le modèle de la BdF), et s'atténue au cours des années suivantes (0,5 à 0,8 au bout de 10 ans). Cependant, l'augmentation des dépenses publiques entraîne un accroissement de l'activité plus marqué la première année dans le modèle Amadeus, où l'investissement privé (ménages et entreprises) réagit très rapidement, suivi d'une atténuation régulière de l'effet expansionniste. Métric et Mosaïque font apparaître une courbe en cloche : l'effet expansionniste maximum a lieu la deuxième année, en raison du délai de réaction de l'investissement privé.

Sur l'ensemble de la période, c'est dans Métric que l'effet est le plus favorable sur la croissance économique (le multiplicateur ne devient inférieur à 1 qu'à partir de 8 ans). Au bout de 10 ans, le multiplicateur le plus faible des modèles comparés est celui de Mosaïque : 0,5. A terme cependant, dans tous les modèles où l'on peut mettre en évidence un NAIRU (Mosaïque, Métric, voire Amadeus), le multiplicateur doit être nul : on constate ainsi que le long terme des modèles macroéconomiques excède 10 ans.

En résumé, dans tous les modèles considérés, il apparaît donc une relative convergence du multiplicateur du *Pib* au choc de demande, qui serait légèrement supérieur à l'unité sur le court terme, mais

beaucoup plus faible à moyen terme. En conséquence de cette proximité, les relations « dépense publique nette » ↔ « emploi ou chômage » sont également assez proches. Les différences entre les modèles sont plus marquées pour d'autres multiplicateurs, en particulier ceux des prix et de l'investissement. Par ailleurs, les écarts sensibles sur les prix et les volumes du commerce extérieur se compensent pour une grande part et on constate une forte convergence des impacts sur le solde des biens et services.

Variante dépenses publiques	+ 1 point de Pib marchand de dépenses publiques									
	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
<i>Pib marchand</i>										
Amadeus	1.40	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.70	0.70
BdF	1.19	1.17	0.86	0.84	0.89	0.86	0.81	0.78	0.78	0.79
Métric	1.00	1.40	1.30	1.20	1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.80
Mosaïque	1.20	1.40	1.30	1.10	0.90	0.70	0.60	0.60	0.60	0.50
<i>Importation</i>										
Amadeus	2.00	1.40	1.30	1.30	1.20	1.30	1.40	1.40	1.40	1.40
BdF	2.65	3.24	1.79	1.37	1.76	1.92	1.78	1.75	1.81	1.88
Métric	1.40	1.60	1.20	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10
Mosaïque	1.90	2.00	1.70	1.30	0.90	0.80	0.80	1.00	1.00	1.10
<i>Consommation</i>										
Amadeus	0.20	0.20	0.30	0.40	0.40	0.50	0.70	0.70	0.80	0.80
BdF	0.18	0.45	0.54	0.57	0.61	0.64	0.65	0.64	0.64	0.65
Métric	0.10	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.50
Mosaïque	0.20	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60	0.60
<i>Fbcf Sqs-ei</i>										
Amadeus	3.50	2.00	1.40	1.00	0.60	0.40	0.20	-0.20	-0.40	-0.40
BdF	4.66	4.16	1.76	0.60	0.97	1.07	0.92	0.81	0.93	1.00
Métric	5.30	5.70	5.40	5.00	4.80	4.60	4.40	4.10	3.90	3.80
Mosaïque	2.80	3.30	2.60	1.20	-0.30	-1.30	-1.70	-1.80	-1.50	-1.20
<i>Exportation</i>										
Amadeus	-0.10	-0.10	-0.20	-0.30	-0.40	-0.60	-0.70	-0.80	-1.00	-1.10
BdF	0.07	0.03	-0.06	-0.10	-0.10	-0.11	-0.11	-0.10	-0.11	-0.11
Métric	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	-0.10	-0.10	-0.20	-0.20	-0.30
Mosaïque	0.10	0.10	0.00	-0.10	-0.30	-0.50	-0.70	-0.90	-1.10	-1.30
<i>Prix à la consommation</i>										
Amadeus	0.00	0.40	0.50	0.80	1.10	1.30	1.60	1.80	2.10	2.30
BdF	0.08	0.34	0.57	0.73	0.84	0.92	0.98	1.03	1.06	1.08
Métric	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	0.00	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60
Mosaïque	-0.10	-0.10	0.00	0.30	0.60	0.90	1.30	1.70	2.00	2.30
<i>Salaires, en pouvoir d'achat</i>										
Amadeus	0.10	0.10	0.30	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.70	0.80
BdF	0.62	1.11	1.08	1.02	1.03	1.00	0.98	0.96	0.96	0.95
Métric	0.00	0.10	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.60	0.70
Mosaïque	0.20	0.40	0.60	0.80	0.90	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50
<i>Emploi salarié (en milliers)</i>										
Amadeus	94.60	113.50	116.10	116.60	113.50	111.70	109.00	99.20	93.90	91.30
BdF										
Métric	26.40	94.70	127.40	138.50	139.80	133.40	123.80	114.40	104.70	97.30
Mosaïque	42.60	97.10	129.20	144.70	143.90	132.00	115.70	99.00	89.00	79.00
<i>Chômage (en milliers)</i>										
Amadeus	-65.30	-79.50	-81.40	-81.10	-77.70	-74.40	-70.30	-61.80	-55.90	-51.60
BdF	-31.78	-56.19	-55.28	-54.03	-54.15	-51.67	-49.73	-50.24	-52.61	-54.70
Métric										
Mosaïque	-33.90	-74.70	-98.30	-109.30	-108.50	-99.80	-88.50	-77.20	-70.30	-63.30

Solde public (en mrd de FF)

Amadeus	-22.40	-25.60	-29.90	-35.70	-40.30	-40.80	-48.60	-56.30	-64.70	-73.20
BdF										
Métric										
Mosaïque	-24.30	-14.80	-15.10	-17.30	-21.80	-26.50	-32.60	-39.20	-41.20	-43.10

Solde public (en points de PIB)

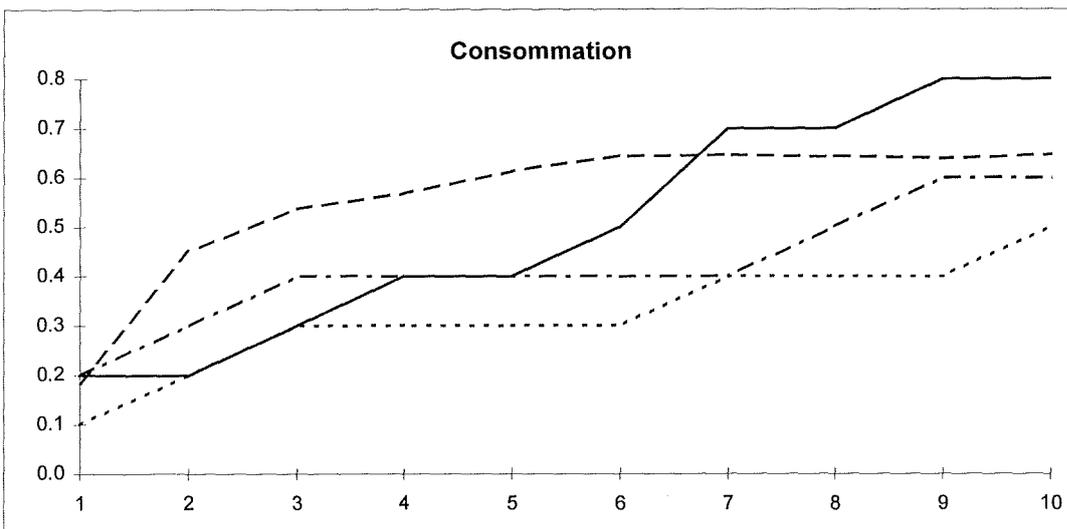
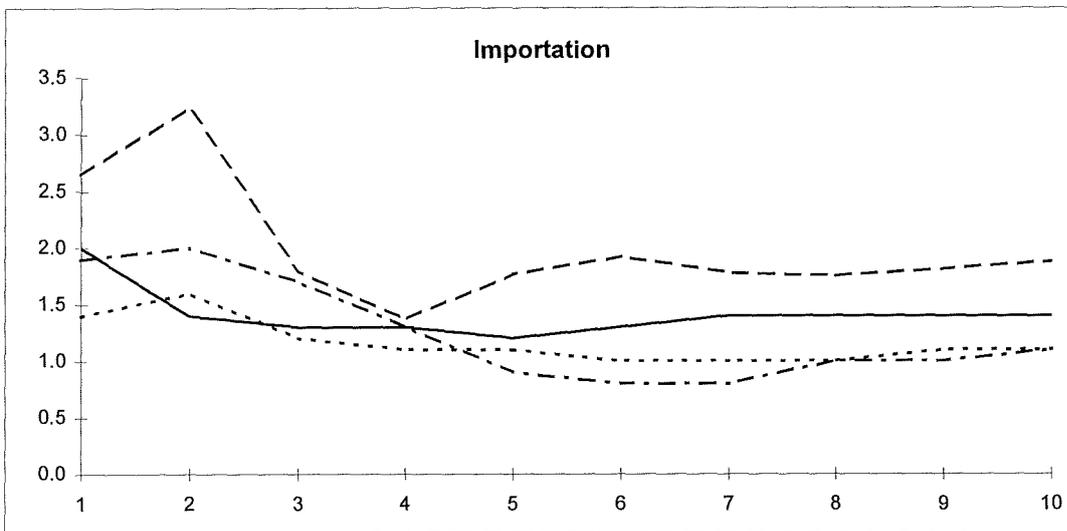
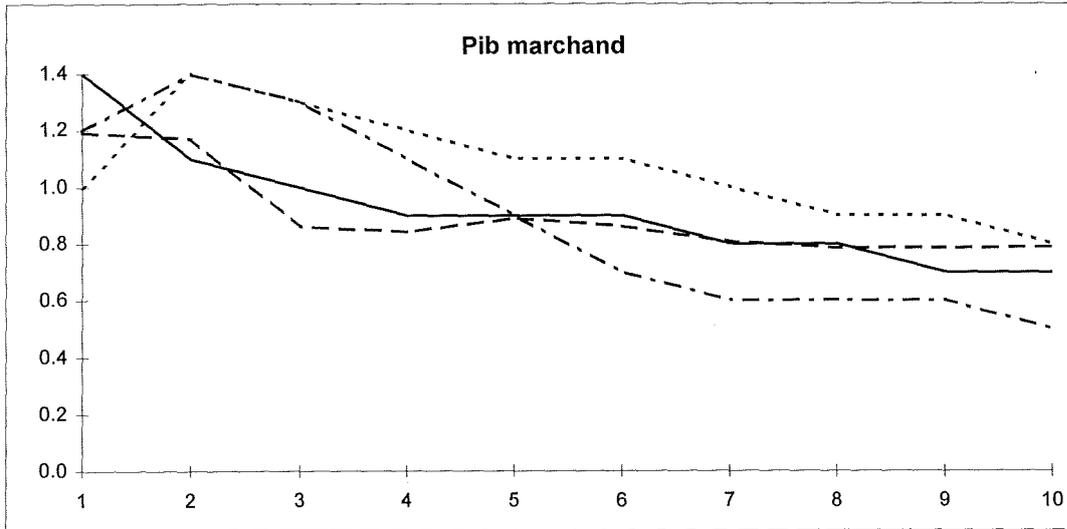
Amadeus										
BdF	-0.42	-0.29	-0.39	-0.51	-0.54	-0.59	-0.65	-0.68	-0.70	-0.73
Métric										
Mosaïque	-0.50	-0.30	-0.20	-0.30	-0.30	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40

Solde biens et services (en mrd de FF)

Amadeus	-22.70	-16.80	-16.80	-19.50	-20.80	-22.90	-25.50	-25.60	-28.00	-31.70
BdF										
Métric	-16.00	-18.60	-14.90	-16.70	-17.20	-16.70	-17.70	-18.90	-21.00	-23.90
Mosaïque	-19.80	-22.10	-20.70	-18.70	-15.10	-14.40	-15.70	-18.10	-22.70	-27.30

Solde extérieur (en points de PIB)

Amadeus										
BdF										
Métric										
Mosaïque	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.30	-0.30	-0.40



— Amadeus - - - BdF ····· Métric - · - · Mosaïque

V.B \ VARIANTE "SUPPLEMENT DE COTISATIONS SOCIALES EMPLOYEURS"

On analyse ici les réactions des différents modèles à une hausse des cotisations sociales employeurs. Afin de faciliter la comparaison avec la variante de salaires présentée dans cette note, qui est aussi une variante modifiant les coûts supportés par les entreprises, le choc a été calibré de manière identique : il s'agit d'un accroissement *ex ante* des cotisations sociales employeurs d'un montant équivalent à 1% de la masse salariale des secteurs marchands pour les années allant de 1986 à 1995.

Dans une telle variante, on ignore cependant les écarts de réaction des agents économiques à une modification de tel ou tel type de prélèvement. La nature même du relèvement (quel risque cherche-t-on à financer ?) est ignorée. De plus, elle se place dans un cadre d'hypothèses volontairement simplistes, qui présentent l'avantage d'être identiques pour les cinq modèles, ce qui facilite la comparaison de leurs réactions. On suppose ainsi une absence de flexibilité spontanée du salaire net au relèvement des taux de cotisations sociales employeurs. Il est donc considéré que les salariés ne perçoivent pas ce relèvement comme un revenu différé, ce qui représente bien sûr un cas extrême.

Cette variante suppose également une absence de réaction de la part des administrations publiques face au supplément de recettes qu'elles enregistrent *ex ante*. La variante a donc pour effet de réduire, *ex ante*, le besoin de financement des Administrations Publiques. Or, dans la réalité économique, si un tel relèvement était envisagé, ce serait bien évidemment dans le souci d'un objectif de solde des finances publiques ou d'endettement ; aussi, il faudrait, dans une logique économique (et non comme ici purement instrumentale), comparer les effets de ce relèvement à ceux d'une autre modification *ex ante* des dépenses ou des recettes publiques.

V.B 1 \ Les effets économiques attendus

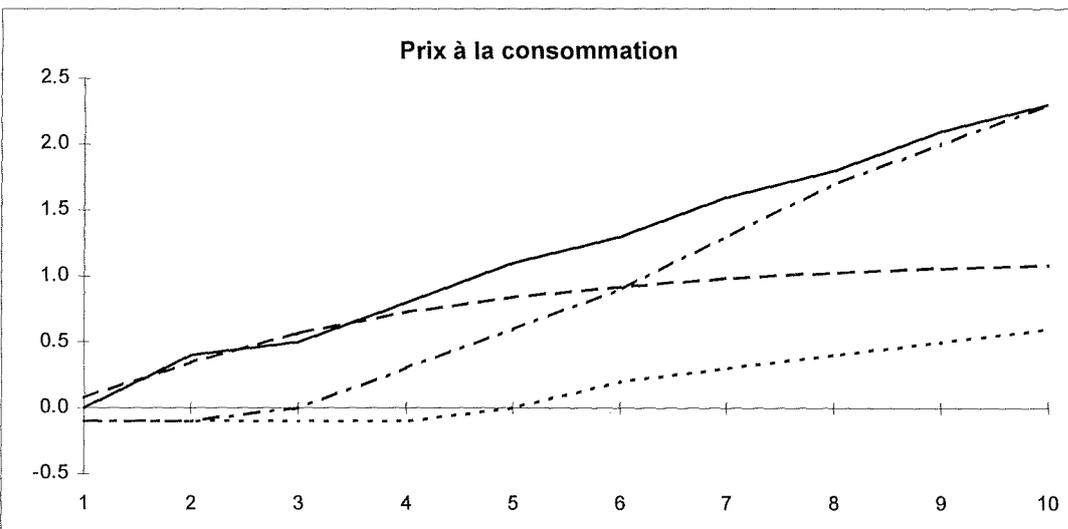
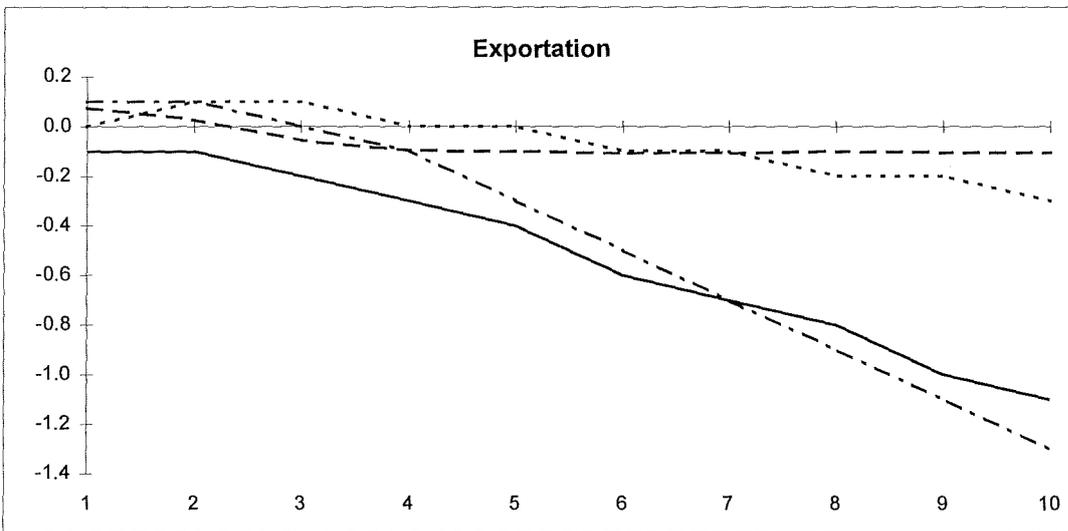
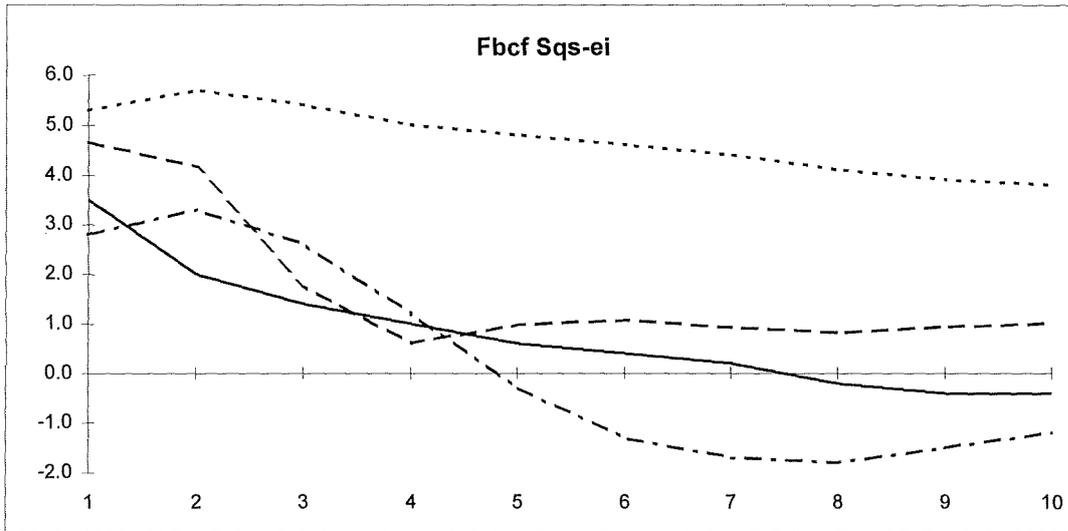
V.B 1.1 \ Les effets sur les prix et les salaires

La hausse des cotisations sociales employeurs a pour effet direct et immédiat d'accroître les coûts salariaux supportés par les entreprises. Les entreprises peuvent alors opter pour l'un ou l'autre des deux comportements polaires. Soit elles répercutent intégralement dans les prix qu'elles pratiquent les hausses de coûts salariaux qu'elles subissent, soit elles maintiennent inchangés leurs prix en répercutant ce choc sur leurs marges. En pratique, les entreprises auront un comportement de marge intermédiaire entre ces deux extrêmes. On peut supposer que le degré d'indexation des prix sur les coûts est fonction de la pression concurrentielle qui s'exerce sur les entreprises.

On trouve généralement, à l'aide de l'économétrie, que la pression concurrentielle est plus forte à l'exportation que sur le marché intérieur, les modèles français considèrent ainsi que les exportateurs français ne répercutent à terme qu'environ les 2/3 des hausses de coûts qu'ils subissent⁴, alors que l'indexation serait unitaire ou quasi-unitaire sur le marché intérieur. De la même façon, la formation des prix à l'importation par les producteurs étrangers sur le marché français répond à une logique identique. Les modèles français évaluent à environ 0,4 l'élasticité du prix des importations aux prix à la production français.

Lors d'une hausse des coûts de production localisée uniquement en France, les prix à l'importation augmenteraient donc moins que les prix à l'exportation et que les prix à la valeur ajoutée. Comme les consommations intermédiaires sont en partie importées, la hausse des prix à la consommation et à l'investissement devrait aussi être moindre que celle des prix à la valeur ajoutée.

⁴ Cette proportion est estimée économétriquement (cf chapitre précédent sur les spécifications des principaux comportements).



— Amadeus - - - BdF ····· Métric - · - · Mosaïque

Les entreprises peuvent d'autre part ne répercuter les hausses de coûts dans leurs prix qu'après un certain délai; ainsi, l'impact inflationniste, à court terme, de la hausse des cotisations sociales employeurs sera fonction à la fois du degré et de la vitesse d'indexation des prix sur les coûts salariaux.

Enfin, les hausses de prix à la consommation vont elles-mêmes entraîner des hausses de salaires nominaux : une indexation unitaire ou quasi-unitaire⁶ des salaires sur les prix à la consommation est présente dans tous les modèles étudiés, et s'explique par divers mécanismes d'ordre institutionnel (organisation des négociations salariales, garantie de maintien du pouvoir d'achat sur le SMIC,...) ou économique (pouvoir d'oligopole des syndicats). L'indexation salariale et le comportement de marge des entreprises alimentent la boucle prix-salaire : à terme, la hausse nominale des salaires et des prix sera largement supérieure au choc initial. Mais les ajustements des prix et des salaires nécessitent quelque délai (1 à 2 ans en moyenne), ce qui vient freiner l'impact inflationniste de la variante.

V.B 1.2 \ Les effets sur les volumes et sur les demandes de facteurs

La hausse des prix et des salaires va se répercuter sur la demande interne (consommation, investissement) et externe (exportations) :

- l'inflation joue sur la consommation des ménages soit par un effet de fuite devant la monnaie (les ménages, lorsque l'inflation est forte, consomment davantage aujourd'hui parce qu'ils anticipent une poursuite de l'inflation) soit par un effet d'encaisses réelles (les ménages réduisent leur consommation lorsque les encaisses qu'ils détiennent se déprécient). Dans tous les modèles étudiés, l'effet d'encaisses réelles domine l'effet de fuite devant la monnaie, et l'inflation pèse donc négativement sur la consommation. D'autre part, les salaires nominaux ne suivant les prix qu'avec retard, il devrait résulter de la hausse des prix, au moins transitoirement, une baisse des salaires réels susceptible de dégrader davantage la consommation des ménages⁷.
- la dégradation de la situation financière des entreprises, si limitée soit-elle compte tenu de l'indexation des prix sur les coûts, entraînera une dégradation de l'investissement des entreprises si celui-ci est influencé par les profits ou par l'auto-financement.
- la hausse des prix intérieurs, plus forte que celle des prix à l'importation, et la hausse des prix à l'exportation, plus forte que celle des prix de référence étrangers⁸, impliquent des pertes de compétitivité-prix à la fois sur les marchés étrangers et sur le marché intérieur ; il en résulte une contraction de nos exportations, et éventuellement une augmentation de nos importations (si cet effet n'est pas entièrement contrecarré par la baisse de la demande intérieure)⁹. L'ampleur de ces effets sur nos échanges avec l'extérieur dépend bien entendu des élasticités-prix des importations et des exportations ; dans les modèles étudiés, ces élasticités sont généralement comprises entre -0,7 et -1,0.

Ces mécanismes impliquent donc, par rapport au compte de référence, une contraction de la demande adressée aux entreprises qui se traduit par un abaissement du niveau de l'emploi et une hausse du chômage. La baisse de l'emploi accentue la contraction de la masse salariale versée aux ménages et de leur revenu disponible brut (en termes de pouvoir d'achat), ce qui dégrade davantage la consommation (mécanisme du multiplicateur keynésien). L'adaptation de l'emploi étant cependant progressive, le mécanisme du multiplicateur keynésien ne fera sentir pleinement ses effets qu'au bout de quelques trimestres.

Dans la mesure où les demandes de facteurs dépendent de leur coût relatif, la dégradation de l'emploi devrait en outre être accentuée par l'élévation du coût relatif du travail par rapport à celui du capital au-dessus de son niveau du compte de référence. De tels effets ne sont cependant pas présents dans les modèles dont les variantes sont ici présentées.

⁵ La modification des prix est en effet elle-même coûteuse si elle doit se reproduire trop souvent : modification des étiquettes, impression d'un nouveau catalogue, etc... Il y a là tout un ensemble de coûts que l'on a coutume de regrouper sous le terme générique de "menu costs".

⁶ Indexation de seulement 0,9 dans le cas du modèle Amadeus.

⁷ Cette baisse des salaires réels devrait aussi provoquer une baisse de l'investissement en logement des ménages (par rapport au compte de référence).

⁸ Les taux de change sont supposés exogènes

⁹ Le solde en volume de nos échanges commerciaux avec l'extérieur devrait se dégrader (sauf si la baisse de la demande intérieure aboutissait à une forte réduction du volume des importations) ; mais le solde en valeur peut a priori s'améliorer ou se dégrader, selon que les gains de termes de l'échange contrebalancent ou non la dégradation du solde en volume.

A moyen terme deux mécanismes rééquilibrants viennent cependant limiter la dégradation de l'activité et freiner la hausse des prix. Le ralentissement économique provoque une réduction des tensions sur les capacités de production; la hausse des salaires nominaux est modérée par la hausse du chômage (effet Phillips). Les prix sont néanmoins durablement plus élevés que dans le compte de référence (car les coûts unitaires nominaux sont plus élevés), et l'activité est durablement dégradée, en raison de la baisse de la demande tant externe (pertes de compétitivité-prix) qu'interne. L'accroissement du chômage provoque une dégradation durable des salaires réels (effets Phillips)

Le taux de marge des entreprises peut, à moyen terme, être supérieur ou inférieur à son niveau du compte de référence, selon que la modération des salaires induite par l'accroissement du chômage domine, ou ne domine pas, la sous-indexation des prix sur les coûts. Par le biais des effets Phillips et de l'indexation des prix sur les coûts, les entreprises transfèrent implicitement à d'autres agents tout ou partie de la charge financière que représente l'accroissement *ex ante* des cotisations sociales employeurs.

Par rapport au compte de référence, le besoin de financement des Administrations Publiques est réduit, mais d'un montant moindre que le transfert opéré *ex ante* des entreprises vers les administrations, les autres recettes de ces dernières subissant l'impact négatif de la dégradation durable de l'activité économique.

V.B 2 \ Des réactions différenciées selon les modèles

D'un point de vue qualitatif, les mécanismes qui viennent d'être décrits se retrouvent dans tous les modèles analysés. La première année, l'impact sur les prix de consommation et sur les salaires nominaux du choc sur les cotisations sociales employeurs est à peu près le même dans les trois modèles (+0.3 point pour les prix de consommation et +0.2 point pour les salaires nominaux par tête). Les exportations réagissent de manière analogue à court terme (dégradation de 0.1 point la première année).

La consommation et l'investissement, en revanche, sont initialement plus dégradés dans les modèles Amadeus et Mosaïque que dans le modèle BdF en raison d'un effet d'encaisses réelles plus marqué ou d'une sensibilité plus forte de l'investissement à la rentabilité. Ces différences sont ensuite amplifiées par les effets du multiplicateur keynésien et de l'accélérateur. C'est ainsi pour Mosaïque et surtout pour Amadeus que la dégradation de l'activité économique est la plus forte (-0.2 point pour Mosaïque et -0.3 point Amadeus à 1 an contre -0.05 point pour BdF sur la partie marchande du *Pib* la première année).

Les années suivantes, la croissance des prix et des salaires nominaux est modérée dans Amadeus du fait d'une dégradation plus marquée de l'activité (ce qui implique une diminution plus importante des tensions sur les capacités de production et un accroissement plus fort du chômage) et par une inertie plus grande de la boucle prix-salaires que dans les autres modèles¹⁰. Au bout de dix ans, l'écart au compte de référence sur les prix et les salaires nominaux semble se stabiliser dans Amadeus et Mosaïque ; cette stabilisation n'est pas encore opérée dans le modèle BdF. L'activité économique est durablement dégradée dans les quatre modèles d'environ 0,5 point (sur la partie marchande du *Pib*). La diminution de l'emploi et la hausse du chômage sont respectivement de 80 000 et 50 000 environ pour Amadeus et Mosaïque, les chiffres étant plus faibles pour le modèle BdF (seulement 30 000 chômeurs en plus).

Le modèle Mosaïque se caractérise par des élasticités des prix du commerce extérieur aux prix intérieurs un peu plus importantes (à l'exception de BdF pour les prix à l'importation). Compte tenu de l'évolution des prix, les pertes de compétitivité-prix des producteurs nationaux sont, dans Mosaïque, plus fortes à l'exportation et à l'inverse moins fortes à l'importation que dans les autres modèles. La dégradation de l'activité s'y opère donc par une baisse plus forte des exportations (-0.8 point au bout de dix ans contre -0.3 point dans Amadeus, BdF) et un non-retour des importations à leur niveau du compte de référence (à la différence de BdF).

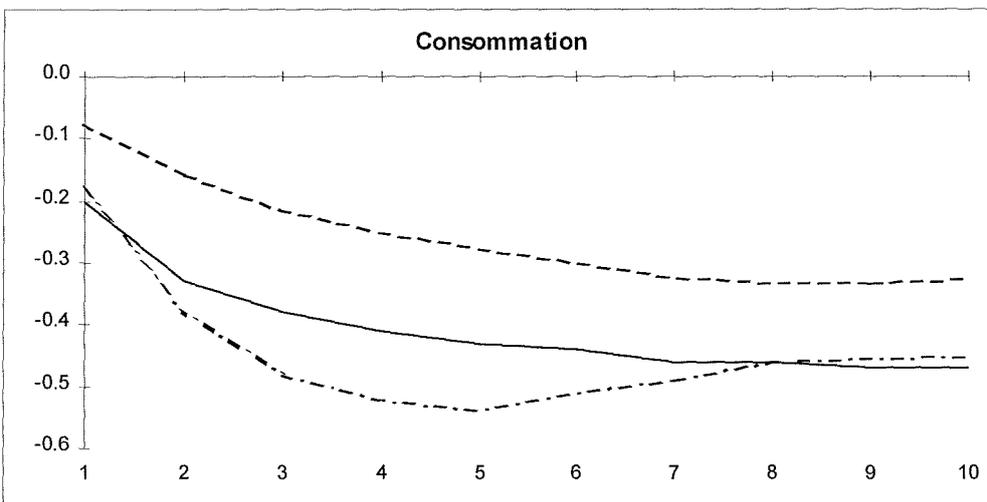
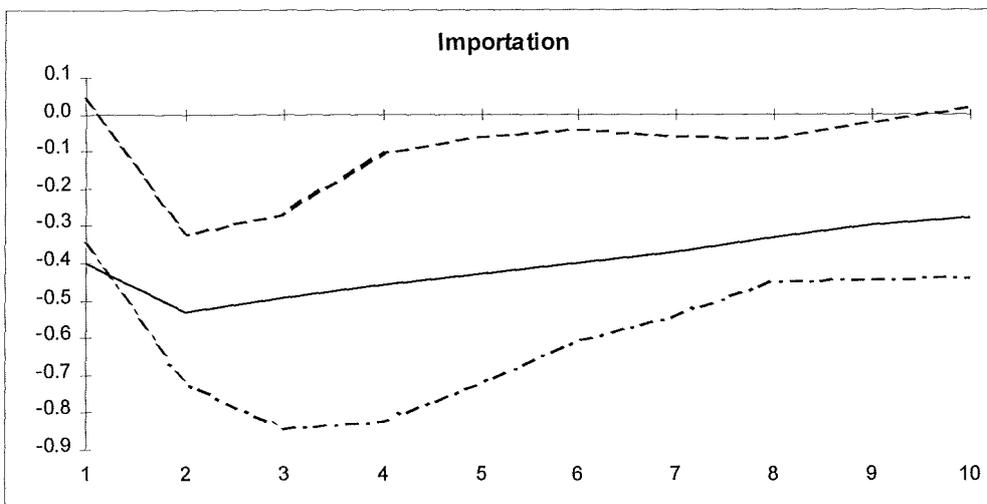
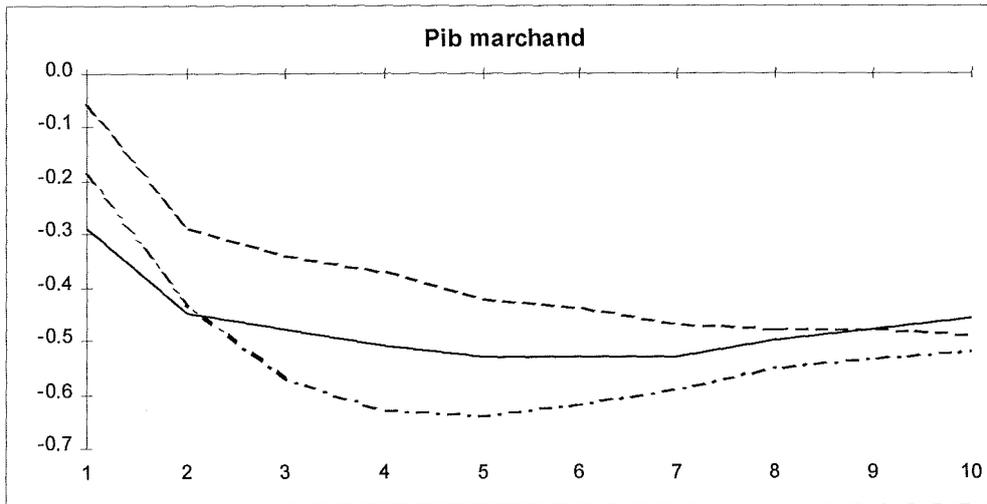
Le taux de marge, enfin, est durablement inférieur à son niveau du compte de référence dans le modèle BdF, alors qu'il tend à rejoindre son niveau du compte de référence dans Amadeus et Mosaïque : dans ces deux modèles, l'importance des effets Phillips concourt à un rétablissement progressif de la rentabilité des entreprises.

¹⁰ Indexation non unitaire des salaires sur les prix à la consommation et des prix de demande sur les prix d'offre.

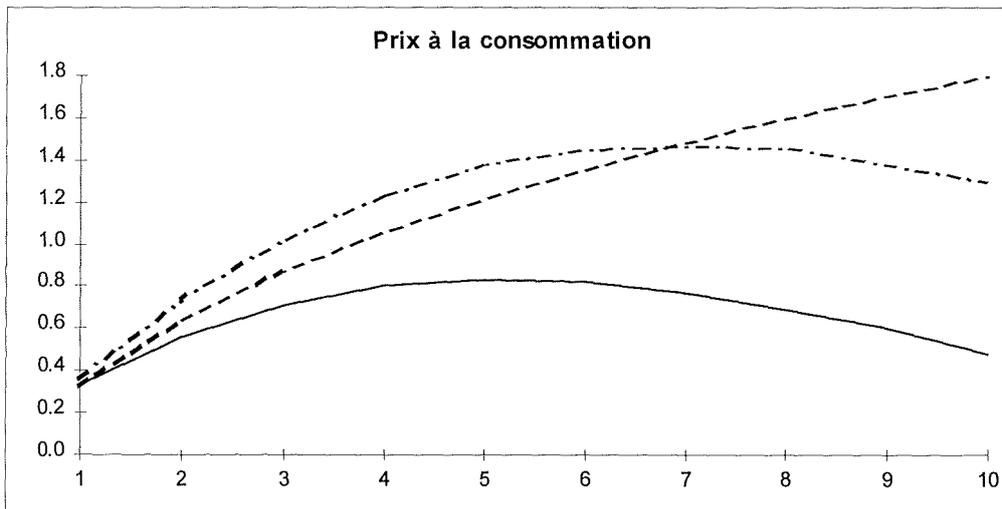
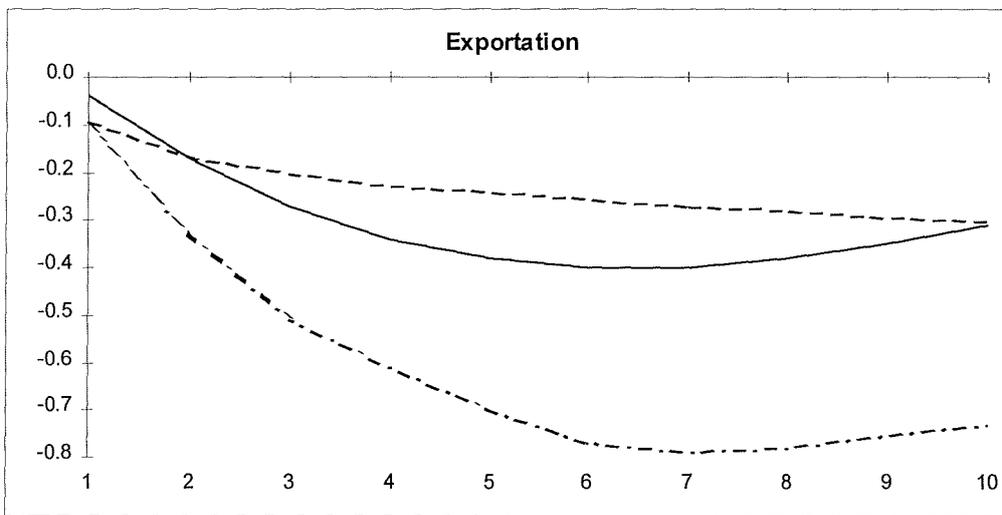
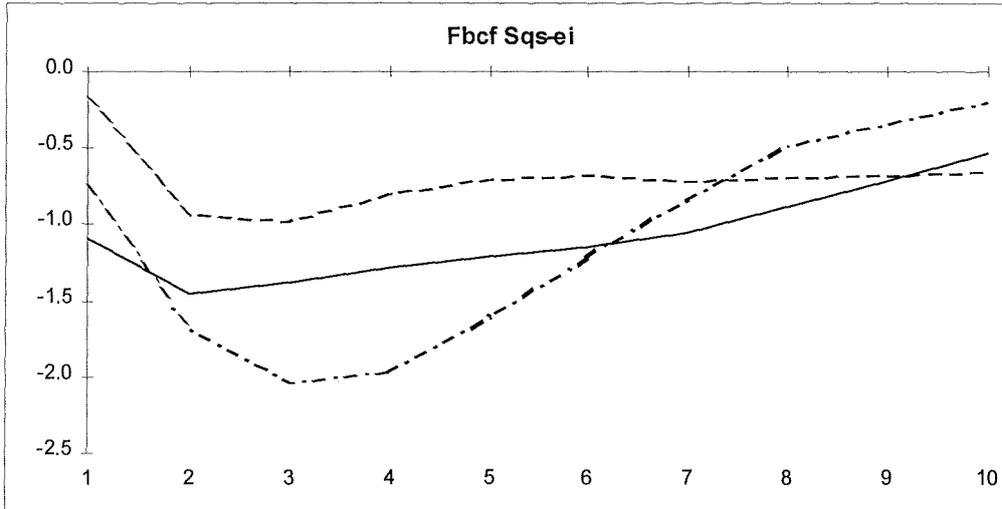
En résumé, il ressort pour le choc d'offre ici considéré le même constat de convergence entre les modèles. Les multiplicateurs de PIB sont finalement très proches, ainsi que ceux de consommation, d'emploi et de chômage. Ici encore, les multiplicateurs de prix et d'investissement sont, par contre, assez différents. Comme cela a déjà été évoqué, les demandes de facteurs ne sont pas directement touchées par la modification des prix relatifs dans les modèles étudiés, aussi la description des effets d'offre peut-elle apparaître relativement incomplète.

Variante "supplément de cotisations sociales employeurs"
+ 1 point de masse salariale (secteurs marchands) de cotisations supplémentaires

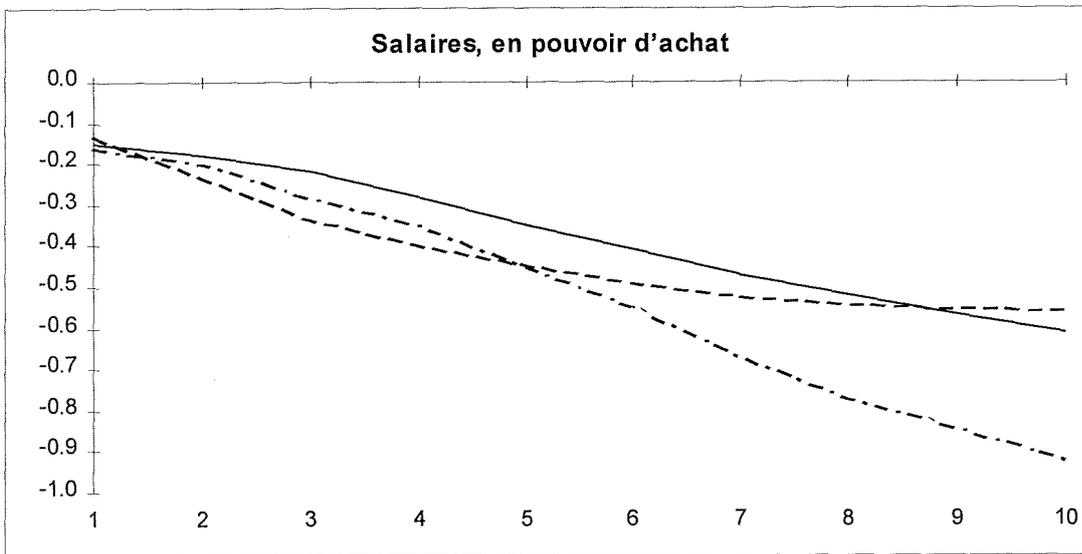
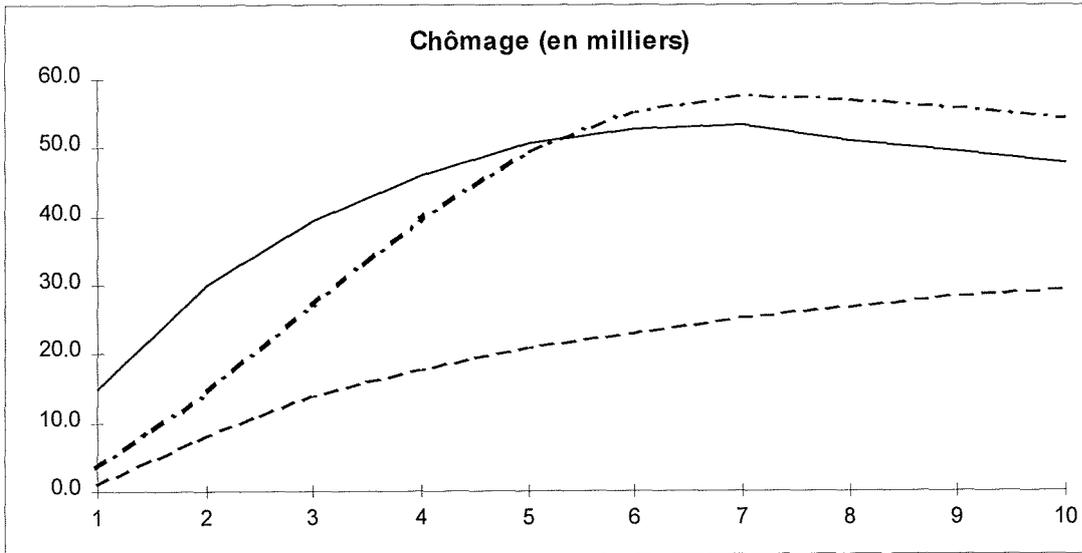
	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
<i>Pib marchand</i>										
Amadeus	-0.29	-0.45	-0.48	-0.51	-0.53	-0.53	-0.53	-0.50	-0.48	-0.46
BdF	-0.06	-0.29	-0.34	-0.37	-0.42	-0.44	-0.47	-0.48	-0.48	-0.49
Mosaïque	-0.19	-0.43	-0.57	-0.63	-0.64	-0.62	-0.59	-0.55	-0.54	-0.52
<i>Importation</i>										
Amadeus	-0.40	-0.53	-0.49	-0.46	-0.43	-0.40	-0.37	-0.33	-0.30	-0.28
BdF	0.04	-0.32	-0.27	-0.10	-0.06	-0.04	-0.06	-0.06	-0.02	0.02
Mosaïque	-0.35	-0.72	-0.84	-0.82	-0.72	-0.61	-0.54	-0.45	-0.45	-0.44
<i>Consommation</i>										
Amadeus	-0.20	-0.33	-0.38	-0.41	-0.43	-0.44	-0.46	-0.46	-0.47	-0.47
BdF	-0.07	-0.16	-0.22	-0.25	-0.28	-0.30	-0.32	-0.33	-0.33	-0.33
Mosaïque	-0.18	-0.38	-0.48	-0.52	-0.54	-0.51	-0.49	-0.46	-0.46	-0.45
<i>Fbcf Sqs-ei</i>										
Amadeus	-1.09	-1.46	-1.38	-1.29	-1.21	-1.15	-1.05	-0.89	-0.72	-0.53
BdF	-0.18	-0.94	-0.98	-0.80	-0.71	-0.68	-0.72	-0.69	-0.68	-0.65
Mosaïque	-0.75	-1.68	-2.04	-1.97	-1.62	-1.22	-0.84	-0.48	-0.34	-0.20
<i>Exportation</i>										
Amadeus	-0.04	-0.17	-0.27	-0.34	-0.38	-0.40	-0.40	-0.38	-0.35	-0.31
BdF	-0.09	-0.17	-0.20	-0.23	-0.24	-0.26	-0.27	-0.28	-0.29	-0.30
Mosaïque	-0.10	-0.33	-0.51	-0.61	-0.70	-0.77	-0.79	-0.78	-0.76	-0.73
<i>Prix à la consommation</i>										
Amadeus	0.33	0.56	0.71	0.80	0.83	0.82	0.77	0.69	0.60	0.48
BdF	0.32	0.64	0.87	1.06	1.22	1.35	1.48	1.60	1.71	1.80
Mosaïque	0.36	0.73	1.02	1.23	1.38	1.45	1.47	1.46	1.38	1.30
<i>Salaires, en pouvoir d'achat</i>										
Amadeus	-0.15	-0.18	-0.22	-0.28	-0.35	-0.41	-0.47	-0.52	-0.57	-0.61
BdF	-0.13	-0.23	-0.34	-0.40	-0.45	-0.49	-0.52	-0.54	-0.55	-0.56
Mosaïque	-0.16	-0.20	-0.28	-0.35	-0.45	-0.55	-0.67	-0.77	-0.85	-0.92
<i>Emploi total (en milliers)</i>										
Amadeus	-24.40	-48.70	-63.00	-73.30	-80.40	-83.40	-83.90	-80.40	-77.70	-75.30
BdF										
Mosaïque	-5.20	-21.40	-41.20	-60.60	-76.10	-85.00	-89.40	-89.10	-87.50	-85.90
<i>Chômage (en milliers)</i>										
Amadeus	15.00	30.10	39.20	46.00	50.70	52.80	53.20	51.10	49.40	47.90
BdF	1.20	8.26	14.11	17.87	21.06	23.13	25.34	26.91	28.41	29.56
Mosaïque	3.45	14.14	27.05	39.60	49.54	55.20	57.70	57.20	55.90	54.60



Amadeus
 BdF
 Mosaïque



Amadeus
 BdF
 Mosaïque



Amadeus
 BdF
 Mosaïque

V.C \ VARIANTE "HAUSSE DES SALAIRES"

On analyse ici les réactions des différents modèles à un accroissement de 1% *ex ante* des salaires nominaux des secteurs marchands pour les années allant de 1986 à 1995¹¹.

V.C 1 \ Les effets économiques attendus

V.C 1.1 \ Les effets immédiats sur les prix et sur la consommation

Par rapport à la variante "cotisations sociales employeurs", la variante étudiée ici se traduit par le même accroissement *ex ante* des coûts salariaux supportés par les entreprises (1% de la masse salariale des secteurs marchands dans les deux cas) ; elle tendra donc à avoir spontanément les mêmes effets inflationnistes *ex ante* à très court terme. Ces effets inflationnistes jouent dans le sens d'une diminution de la demande interne (consommation - via l'effet d'encaisses réelles-, et investissement - du fait de la dégradation de la profitabilité), et externe (exportations - par les pertes de compétitivité-prix). Comme cela avait déjà été signalé dans le cadre de l'analyse de la variante précédente, les modèles étudiés n'intègrent pas d'effets d'offre consécutifs à la modification du prix relatif des facteurs susceptibles d'entraîner une substitution de capital par rapport au travail.

Par rapport à la variante "cotisations sociales employeurs", il y a ainsi une différence majeure : le transfert s'opère non plus des entreprises vers les administrations, mais des entreprises vers les ménages qui bénéficient tout de suite d'un accroissement de leur pouvoir d'achat (puisque les salaires sont plus élevés *ex ante*), ce qui joue dans le sens d'une hausse (ou d'une moindre baisse) de la consommation et de l'investissement-logement. La demande est donc (au moins à court terme) plus élevée que dans le cas de la variante "cotisations sociales employeurs", et les tensions engendrées sur les capacités de production se traduisent dès les premières années par une inflation encore plus vive.

A court terme, par rapport au compte de référence, le *Pib* peut être plus élevé ou moins élevé, selon que le supplément de consommation et d'investissement en logement induit par l'accroissement du pouvoir d'achat des ménages est plus important ou moins important que les effets négatifs sur l'activité induits par la hausse des prix. Toutefois, même dans le cas où le *Pib* est initialement supérieur à son niveau du compte de référence, la dégradation de la compétitivité-prix à l'exportation et la moindre rentabilité financière des entreprises, conduisent assez rapidement l'écart au compte de référence (sur le *Pib*) à être durablement négatif.

V.C 1.2 \ Les effets rééquilibrants à moyen terme

Dans la variante "cotisations sociales employeurs", à long terme, la baisse de l'activité (par rapport au compte de référence) concourrait, via les effets Phillips d'une part et la réduction des tensions sur les capacités de production d'autre part, à stabiliser les prix et les salaires (en écart au compte de référence). Dans la présente variante, ces deux effets jouent plus tardivement et de manière plus modérée. A terme, comme dans la variante "cotisations sociales employeurs", les prix et les salaires sont durablement plus élevés que dans le compte de référence et le *Pib* est durablement réduit. Par rapport à la variante précédente, les prix sont, à moyen terme, plus élevés et le *Pib* moins dégradé.

Compte tenu de la sensibilité des recettes des Administrations Publiques à l'activité économique, et du fait que, dans les modèles étudiés, les salaires dans le secteur public sont indexés sur ceux du secteur privé, le besoin de financement de celles-ci est durablement plus élevé que dans le compte de référence bien que le coût *ex ante* soit nul pour ces dernières.

Enfin, l'indexation des prix d'exportation étant incomplète, le taux de marge des entreprises est dégradé, sauf si des effets Phillips forts viennent finalement freiner sensiblement la croissance des salaires nominaux.

¹¹ Dans la variante "cotisations sociales employeurs" le choc *ex ante* sur les cotisations sociales employeurs avait été fixé également à 1% de la masse salariale des secteurs marchands, de manière à faciliter la comparaison avec la variante "salaires".

Comme dans la variante « cotisations sociales employeurs », par le biais de l'indexation des prix sur les coûts de production et par celui des effets Phillips, les entreprises transfèrent à d'autres agents, de manière implicite, tout ou partie de la charge que représente l'accroissement *ex ante* des salaires.

V.C 2 \ Des réactions différenciées selon les modèles

Les prix et les salaires nominaux réagissent initialement de manière quantitativement voisine dans les quatre modèles : la première année, les salaires nominaux et les prix à la consommation sont supérieurs à ceux du compte de référence d'environ 1,2 points et 0,4 point respectivement. Les effets récessifs de la variante, induits par des prix plus élevés, jouent dès la première année :

- la réaction de la consommation à l'accroissement des revenus salariaux des ménages est limitée par la vigueur de l'effet d'encaisses réelles (la première année, l'écart de la consommation au compte de référence est inférieur à 0.1 point pour les quatre modèles) ;
- compte tenu de la faible réaction de la consommation et de la dégradation de la profitabilité des entreprises, l'investissement a plutôt tendance à être inférieur au compte de référence. Celui-ci est ainsi inférieur à son niveau du compte de référence dès la deuxième année pour les modèles BdF et Métric, et dès la première année pour Amadeus et Mosaïque ;
- les exportations se dégradent rapidement du fait des pertes de compétitivité.

Au total, la partie marchande du *Pib* passe très vite en dessous de son niveau du compte de référence, la troisième année pour le modèle BdF, la seconde année pour le modèle Métric, et même dès la première année pour Amadeus et Mosaïque.

Progressivement, compte tenu des délais et des degrés d'indexation des prix sur les salaires (et vice-versa), et compte tenu de la réduction des tensions sur les capacités de production et de l'accroissement du chômage, dans les modèles Amadeus, Métric et Mosaïque, les prix et les salaires se stabilisent à un écart (au compte de référence) compris entre 2,1 et 3,0 points pour les salaires nominaux et entre 1,2 et 2,1 points pour les prix à la consommation. In fine, on observe donc tout de même un gain de pouvoir d'achat du salaire par tête compris entre 0,4 et 0,8 point.

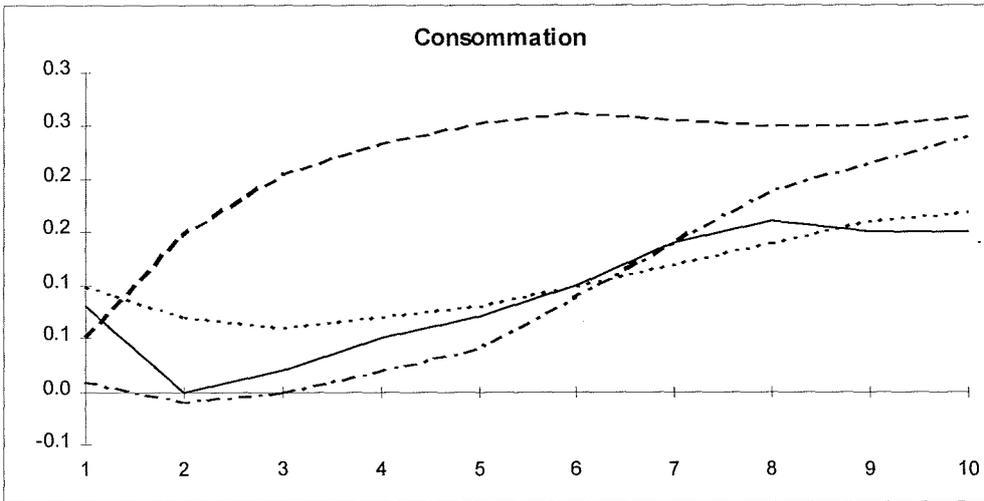
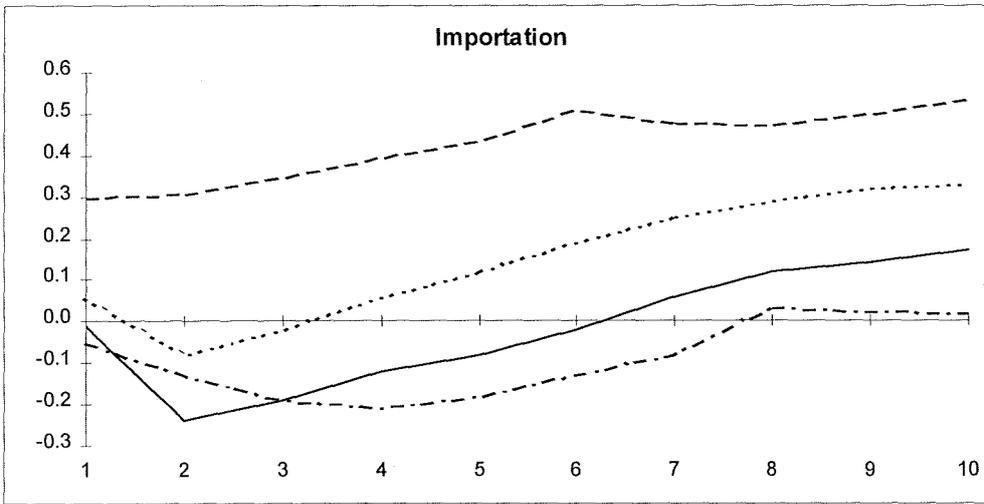
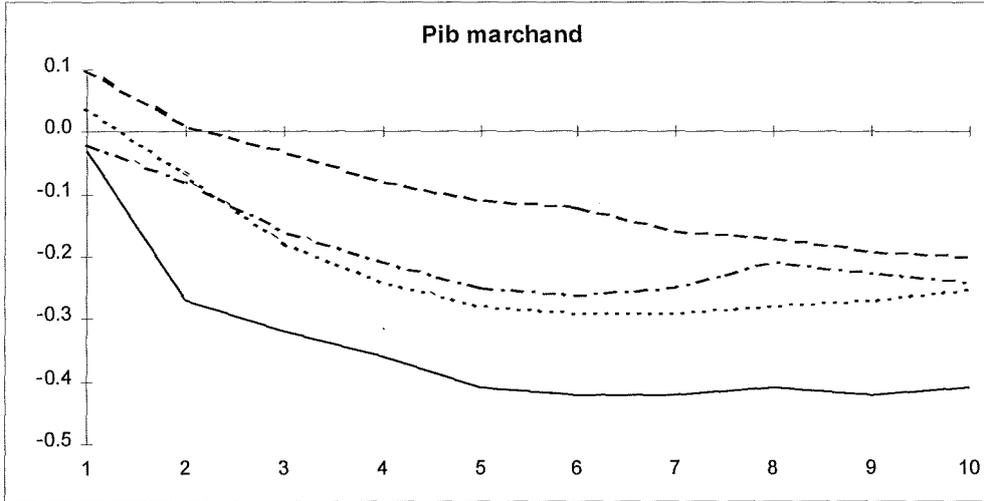
À terme, la partie marchande du *Pib* est dégradée dans les quatre modèles d'environ 0,2 à 0,3 point dans Métric, BdF et Mosaïque, davantage dans Amadeus. En effet, dans ce modèle, l'investissement est plus déprimé que dans les autres modèles (-1,2 points d'écart au compte de référence au lieu de -0,5 point) et les exportations subissent l'impact défavorable du vieillissement du stock de capital induit par le ralentissement de l'investissement.

Par ailleurs, dans tous ces modèles, la partie marchande du *Pib*, la consommation, les prix et les salaires nominaux sont, comme on s'y attendait, systématiquement plus élevés que dans la variante "cotisations sociales employeurs". Par rapport à cette dernière, les écarts sur la partie marchande du *Pib* sont, à terme, importants pour Mosaïque et BdF (environ 0,3 point), plus réduits pour Amadeus (environ 0,1 point).

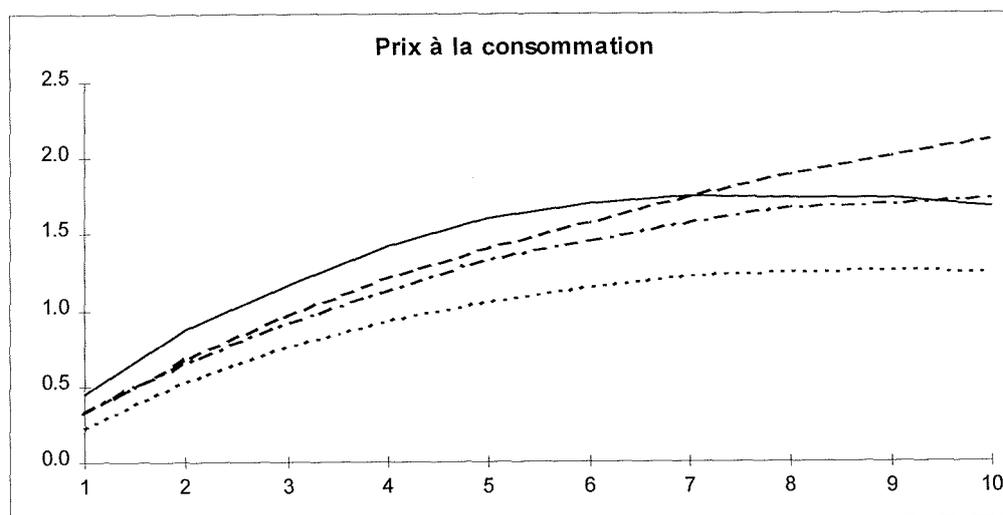
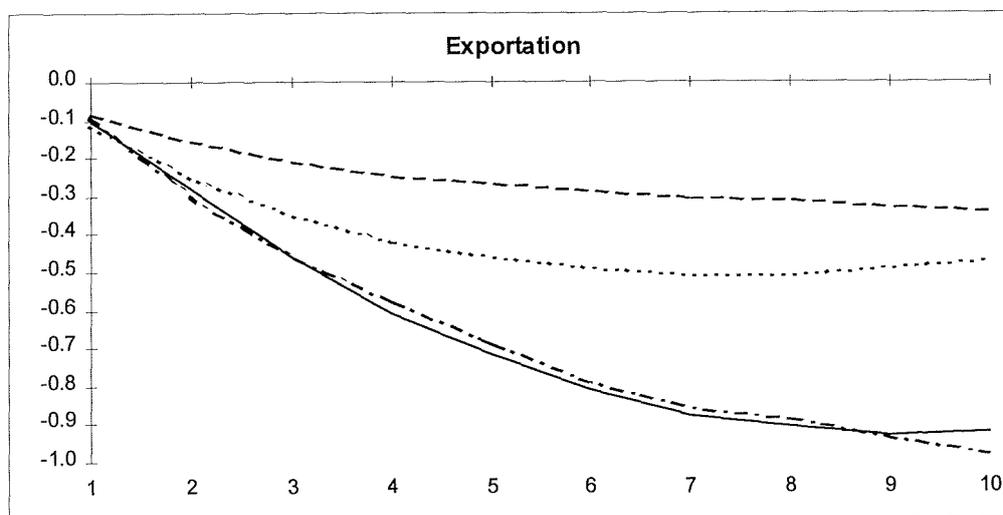
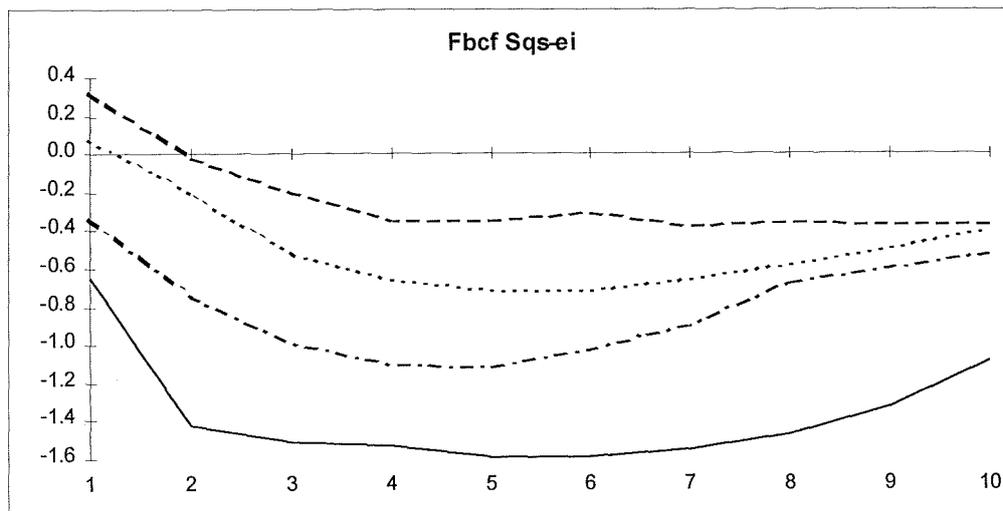
Variante salaire

+ 1% sur les salaires du secteur marchand

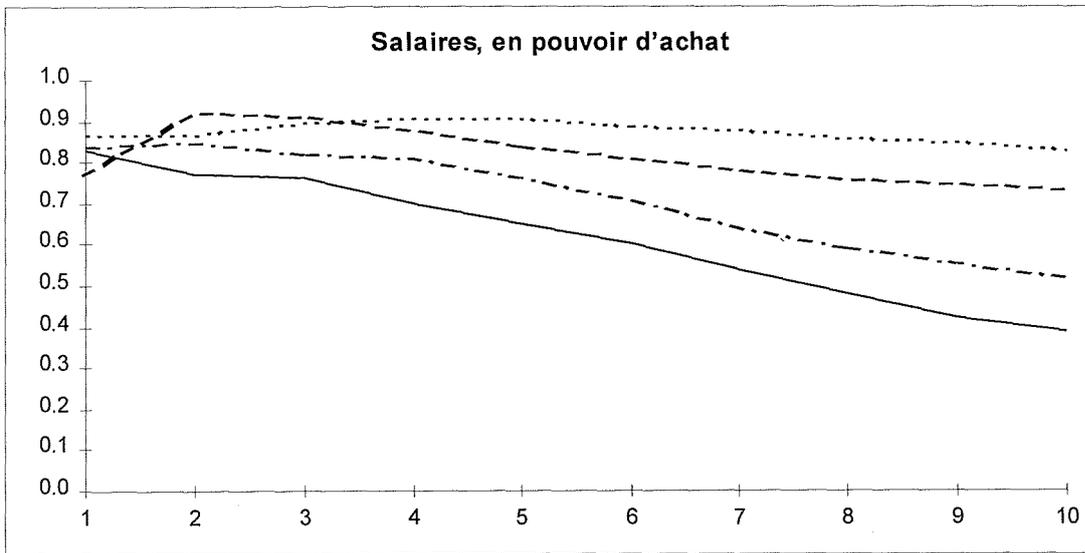
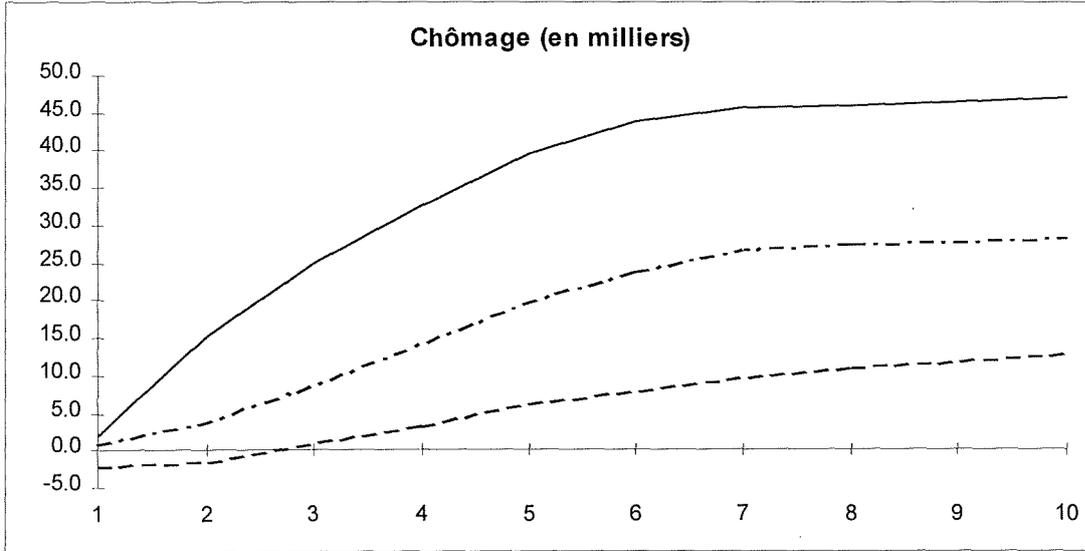
	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
<i>Pib marchand</i>										
Amadeus	-0.03	-0.27	-0.32	-0.36	-0.41	-0.42	-0.42	-0.41	-0.42	-0.41
BdF	0.10	0.01	-0.03	-0.08	-0.11	-0.12	-0.16	-0.17	-0.19	-0.20
Métric	0.04	-0.07	-0.18	-0.24	-0.28	-0.29	-0.29	-0.28	-0.27	-0.25
Mosaïque	-0.02	-0.08	-0.16	-0.21	-0.25	-0.26	-0.25	-0.21	-0.23	-0.24
<i>Importation</i>										
Amadeus	-0.01	-0.24	-0.19	-0.12	-0.08	-0.02	0.06	0.12	0.14	0.17
BdF	0.30	0.31	0.35	0.40	0.43	0.51	0.48	0.47	0.50	0.54
Métric	0.06	-0.08	-0.02	0.06	0.12	0.19	0.25	0.29	0.32	0.33
Mosaïque	-0.05	-0.13	-0.19	-0.21	-0.18	-0.13	-0.08	0.03	0.03	0.02
<i>Consommation</i>										
Amadeus	0.08	0.00	0.02	0.05	0.07	0.10	0.14	0.16	0.15	0.15
BdF	0.05	0.15	0.20	0.23	0.25	0.26	0.26	0.25	0.25	0.26
Métric	0.10	0.07	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17
Mosaïque	0.01	-0.01	0.00	0.02	0.04	0.09	0.14	0.19	0.22	0.24
<i>Fbcf Sqs-ei</i>										
Amadeus	-0.65	-1.43	-1.51	-1.53	-1.59	-1.59	-1.55	-1.47	-1.33	-1.09
BdF	0.32	-0.02	-0.20	-0.35	-0.35	-0.30	-0.37	-0.36	-0.37	-0.37
Métric	0.08	-0.20	-0.52	-0.66	-0.72	-0.72	-0.66	-0.58	-0.49	-0.40
Mosaïque	-0.34	-0.75	-0.99	-1.10	-1.11	-1.03	-0.90	-0.68	-0.60	-0.52
<i>Exportation</i>										
Amadeus	-0.10	-0.28	-0.46	-0.61	-0.72	-0.81	-0.88	-0.91	-0.93	-0.92
BdF	-0.08	-0.16	-0.21	-0.25	-0.27	-0.29	-0.30	-0.31	-0.33	-0.34
Métric	-0.11	-0.25	-0.35	-0.42	-0.46	-0.49	-0.51	-0.51	-0.49	-0.47
Mosaïque	-0.09	-0.30	-0.46	-0.58	-0.69	-0.79	-0.86	-0.89	-0.94	-0.98
<i>Prix à la consommation</i>										
Amadeus	0.45	0.87	1.16	1.42	1.60	1.70	1.75	1.73	1.73	1.67
BdF	0.33	0.68	0.97	1.21	1.41	1.58	1.75	1.89	2.02	2.12
Métric	0.23	0.53	0.76	0.93	1.06	1.15	1.22	1.25	1.26	1.25
Mosaïque	0.34	0.65	0.92	1.13	1.33	1.46	1.58	1.67	1.70	1.73
<i>Salaires, en pouvoir d'achat</i>										
Amadeus	0.83	0.77	0.76	0.70	0.65	0.60	0.54	0.48	0.42	0.39
BdF	0.77	0.92	0.92	0.88	0.84	0.81	0.78	0.76	0.75	0.74
Métric	0.87	0.87	0.90	0.91	0.91	0.89	0.88	0.86	0.85	0.83
Mosaïque	0.84	0.85	0.82	0.81	0.76	0.71	0.64	0.59	0.56	0.52
<i>Emploi total (en milliers)</i>										
Amadeus	-2.90	-24.30	-39.10	-50.50	-61.00	-66.90	-69.70	-69.60	-70.40	-70.90
BdF										
Métric	0.85	-3.37	-15.82	-29.13	-40.38	-48.46	-53.08	-55.25	-55.77	-54.82
Mosaïque	-1.50	-6.20	-13.40	-21.70	-29.50	-34.80	-38.80	-39.60	-39.85	-40.10
<i>Chômage (en milliers)</i>										
Amadeus	1.90	15.30	24.90	32.60	39.60	43.80	45.80	45.90	46.60	47.00
BdF	-2.01	-1.40	0.77	3.37	6.10	7.75	9.78	10.89	11.88	12.85
Métric										
Mosaïque	1.00	3.90	8.60	14.30	19.90	23.90	26.90	27.60	27.95	28.30



— Amadeus - - - BdF Méric - . - . - Mosaïque



— Amadeus - - - BdF Métric - . - . - Mosaïque



— Amadeus - - - BdF Métric - - - Mosaïque

V.D \ VARIANTE "APPRECIATION DU FRANC"

Pour cet exercice, on effectue une appréciation du Franc français de 10% contre toutes les autres devises. Dans nos modèles où tous les prix étrangers sont exprimés en devises étrangères et les prix nationaux en francs, ce changement de parité a pour effet ex-ante (c'est à dire avant tout bouclage macro-économique) de faire baisser de 9,1% (soit 10/1,1) les prix étrangers exprimés en francs, et de relever de 10% les prix français exprimés en devises étrangères.

V.D 1 \ Les effets initiaux de l'appréciation du franc

Du choc initial, qui entraîne une perte de compétitivité-prix des produits français tant à l'exportation qu'à l'importation, on attend des pertes de parts de marché à l'exportation et sur le marché intérieur, qui conduiront à une dégradation du taux de couverture (en volume) et à une baisse de l'activité.

L'ampleur du choc ex ante sera affaiblie ex post par le fait que les prix en francs ne resteront pas à leurs niveaux initiaux car, si les prix étrangers sont exogènes, et leur baisse de 9,1% (exprimés en francs) immédiatement et définitivement acquise, les prix nationaux vont s'ajuster en fonction des écarts de compétitivité induits. Compte tenu des comportements de marge des producteurs nationaux et étrangers, déjà évoqués lors des précédentes variantes, la baisse des prix français à l'exportation reste a priori limitée (l'élasticité aux prix étrangers reste comprise entre 0,30 et 0,45), alors que celle des prix à l'importation serait plus importante (l'élasticité aux prix étrangers est comprise entre 0,5 et 0,75). Les pertes de compétitivité des prix français par rapport aux prix étrangers devraient donc être du même ordre à l'exportation et à l'importation (au moins en ce qui concerne les produits manufacturés).

La baisse des prix à l'importation va se transmettre à l'ensemble des prix intérieurs, à travers les mécanismes d'indexation en particulier par les salaires : ceux-ci, en modifiant les coûts de production, affectent en retour la formation des prix. Ainsi, dans une économie totalement indexée, la baisse initiale des prix d'importation sera intégralement répercutée à l'ensemble des autres prix, et notamment aux prix d'exportation, ce qui viendra effacer les pertes de compétitivité initiales. Finalement, si le système de prix relatifs n'est pas modifié au terme de la variante par rapport au compte central, on attend des modèles qui vérifient cette propriété que l'ensemble des volumes initialement perturbés par le changement de parité reviennent à leurs valeurs de référence en fin de simulation. Les effets réels de l'appréciation n'auront alors été que transitoires.

L'impact de l'appréciation du Franc sur les volumes dépend directement de la sensibilité des volumes aux prix. S'agissant tout d'abord des volumes échangés, les réactions feront intervenir les élasticités du commerce extérieur. On peut ainsi fixer ex-ante les conditions sous lesquelles une appréciation du franc (respectivement une dévaluation) détériore (respectivement améliore) la balance commerciale. Ces conditions, connues sous le nom de "conditions de Marshall-Lerner", sont calculées pour les produits manufacturés¹².

De la diminution des exportations et de l'augmentation des importations, venant se substituer en partie à la production nationale, on attend une baisse de l'activité. Celle-ci va entraîner une baisse de l'investissement (effet accélérateur) et de la consommation (effet multiplicateur). Ce dernier effet sera cependant contrarié par l'effet d'encaisses réelles. Cette baisse de la demande finale des agents entraîne une baisse de la demande de produits importés qui compense en partie les pertes de compétitivité.

V.D 2 \ Le chiffrage des effets d'une appréciation du franc à l'aide des modèles macro-économétriques.

V.D 2.1 \ Effets sur le commerce extérieur

Les modèles reproduisent bien la baisse des exportations et l'augmentation des importations qui viendront initier une réduction d'activité. Avec le modèle de la Banque de France, le recul le plus important des exportations par rapport au compte central s'observe dès la première année (-1,5%), alors que pour les autres modèles le point bas n'est atteint que la deuxième année (-2,3% pour Métric et -3,5% pour Amadeus et

¹² cf la partie sur la description des comportements dans le dossier.

Mosaïque). A mesure que la compétitivité des exportateurs français se rétablit, du fait de la désinflation importée, on observe un retour des exportations vers les niveaux du compte central. Au terme des dix années, les écarts qui subsistent vont de -0,5% (BdF) à -1,2% (Amadeus).

L'évolution des importations n'est pas tout à fait similaire, la demande intérieure étant endogène alors que la demande étrangère est exogène. Ainsi, la première année, les effets sont assez faibles pour l'ensemble des modèles. L'effet des pertes de compétitivité, qui stimulent a priori la demande de produits importés, est en effet largement contrebalancé par la baisse de l'activité qui réduit au contraire cette demande. Par la suite, la progression des importations se fait plus sensiblement ressentir, mais de façon différente selon les modèles, non-seulement du fait des évolutions de prix, mais également du fait du changement de structure de la demande dû au choc, et de la sensibilité des importations à celle-ci.

La progression des importations la plus rapide (dès la deuxième année) et la plus importante (de l'ordre de 3% à quatre-cinq ans) est obtenue par le modèle Métric. Ce résultat s'explique par le surajustement des importations de produits manufacturés à la demande, conjugué à la progression plus forte dans ce modèle de la consommation des ménages. Les autres modèles présentent des idiosyncrasies sur les quatre à cinq premières années, mais fournissent des réponses plus homogènes en fin de simulation. A terme, comme pour les exportations, le rétablissement de la compétitivité intérieure provoque un retour des importations vers les niveaux du compte central. Les niveaux observés se situent entre + 0,2 % et + 0,7 % dans les modèles Amadeus, BdF et Mosaïque; un écart important, de l'ordre de + 2 % subsiste toutefois dans Métric.

Les conséquences de l'appréciation du franc sur la balance commerciale sont plus complexes à analyser puisqu'elles font intervenir à la fois l'évolution relative des volumes échangés (taux de couverture) et l'évolution relative des prix (termes de l'échange). Au total, on observe qu'après une amélioration temporaire d'au plus une dizaine de milliards de francs la première année (Amadeus, Métric et Mosaïque) ou la deuxième année (BdF), la balance commerciale se dégrade (courbe en J inversé). Cette évolution est d'ailleurs conforme au calcul ex-ante des conditions de Marshall-Lerner, dans le cas des produits manufacturés. Cette dégradation du solde commercial se fait dans des proportions très variables d'un modèle à l'autre, puisqu'elle va de 15 milliards (BdF) à 45 milliards (Métric); ceci reflète les différences relevées en matière de réponse des volumes et des prix au choc de change.

V.D 2.2 \ Effets sur les prix intérieurs

Pour l'ensemble des modèles, les effets désinflationnistes de l'appréciation du franc sont nets : on enregistre une baisse continue du niveau des prix, qui s'amorce dès la première année à hauteur de 1 %, pour atteindre en fin de simulation -5,5 % (BdF et Mosaïque), -7 % (Amadeus) et -7,5 % (Métric). Ces deux derniers modèles présentent donc le plus fort degré d'indexation. Néanmoins, on n'observe pas au bout de dix ans la baisse de 9,1% attendue à long terme dans le cadre d'une indexation complète.

L'évolution du salaire réel permet de distinguer nettement le modèle de la Banque de France des autres modèles. En effet, pour ces derniers, la baisse des niveaux de prix provoque la première année une hausse du pouvoir d'achat des salaires qui, avec le retard de l'indexation des salaires sur les prix, peut même perdurer sur les deux à trois années qui suivent (Amadeus et Métric). Cette indexation étant unitaire, les gains de pouvoir d'achat se résorbent. Cette évolution se trouve accentuée par le ralentissement des salaires induit par la hausse du chômage du fait des effets récessifs de l'appréciation (effet "Phillips"). Ainsi, les gains de pouvoir d'achat se transforment même progressivement en pertes. Face à ce schéma, la réponse des salaires dans le modèle de la Banque de France est singulière. Etant influencés par la productivité apparente du travail, ils commencent par diminuer (-1,3% la troisième année, en pouvoir d'achat). Au terme du cycle de productivité, cet effet disparaît et leurs évolutions deviennent plus conformes à celles des autres modèles. Au terme de la simulation, les baisses des salaires réels se situent entre -0,4 % (BdF) et -1 % (Mosaïque).

V.D 2.3 \ Effets sur la demande intérieure

Avec les modèles Amadeus, Métric et Mosaïque, la consommation des ménages augmente sur les sept à huit premières années par l'effet d'encaisses réelles, renforcé en début de période par l'évolution du salaire réel. A terme cependant, l'impact des pertes de pouvoir d'achat l'emporte sur l'effet d'encaisses réelles, et la

consommation commence à diminuer (sauf dans le modèle METRIC). Au contraire, avec le modèle de la Banque de France, l'évolution du salaire réel vient faire baisser la consommation dès la deuxième année, celle-ci ne devenant comparable aux autres modèles qu'en fin de simulation, avec la disparition du cycle de productivité.

L'effet accélérateur négatif sur l'investissement qu'entraîne le recul des exportations se trouve ainsi renforcé dans le cas du modèle de la Banque de France par la baisse de la consommation, et au contraire réduit dans le cas des autres modèles (Amadeus, Métric et Mosaïque). Pourtant, la réponse de l'investissement est surtout caractérisée par les propriétés des équations : le recul de l'investissement est donc le plus marqué dans le modèle de la Banque de France et dans Métric (environ -5,5% la deuxième année), car ce sont les modèles dans lesquels figurent les accélérateurs les plus puissants. Pour Amadeus et Mosaïque, le recul est plutôt de l'ordre de -3% la deuxième année.

Le choc initial se résorbe ensuite à moyen terme (cinq à six ans), l'effet accélérateur conduisant même à des niveaux d'investissement plus élevés que ceux du compte central. Néanmoins, avec les ajustements des volumes de demande, l'investissement lui-même doit revenir au compte central. Après dix années, la dispersion des écarts par rapport au compte central résulte des caractéristiques de chaque équation en matière de délais d'ajustement, ainsi que de l'évolution et de la structure de la demande. L'écart reste encore de l'ordre de + 2,5 % pour le modèle Amadeus, + 1 % pour Métric et Mosaïque, tandis qu'il devient négatif pour BdF (-0,5%). On peut par ailleurs remarquer que pour BdF et Mosaïque, ces valeurs sont atteintes à la faveur d'un retour vers le compte central, alors que pour Amadeus et Métric, ce mouvement de retour n'est pas encore amorcé. Ceci révèle des délais d'ajustement très longs, soit de l'investissement lui-même, soit de ses déterminants.

V.D 2.4 \ Conséquences sur le PIB

Au total, l'évolution du *Pib* connaît un profil assez similaire d'un modèle à l'autre, mais avec des amplitudes différentes.

Dans tous les modèles, l'impact sur le *Pib* est maximum lors de la deuxième année, avec des effets allant de -1,1% (Mosaïque) à -1,9% (Métric). L'ampleur des effets récessifs dans le modèle Métric s'explique à la fois par le recul de l'investissement et la forte progression des importations, la baisse des exportations étant intermédiaire entre celle obtenue avec le modèle BdF et celles obtenues avec Amadeus et Mosaïque, la progression de la consommation des ménages étant quant à elle comparable à celle observée avec Amadeus et Mosaïque.

Les résultats des autres modèles sont plus convergents. Toutefois, on a déjà noté que, pour le modèle de la Banque de France, cela résulte d'un recul simultané de la consommation et de l'investissement, les exportations se dégradant moins que dans les autres modèles. Pour les autres au contraire (Amadeus et Mosaïque), la plus forte dégradation des exportations s'accompagne d'une progression de la consommation et d'un recul moins marqué de l'investissement.

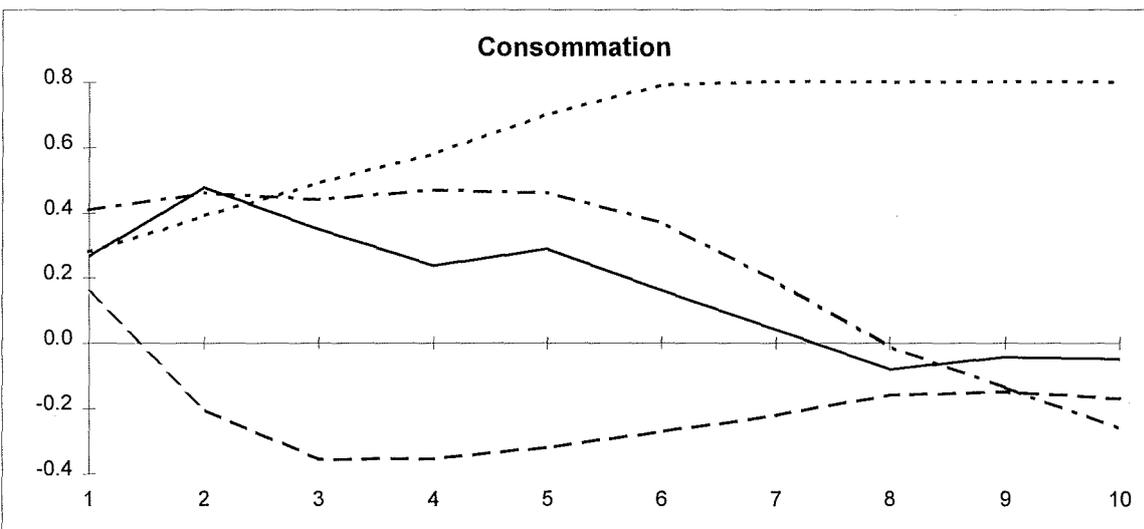
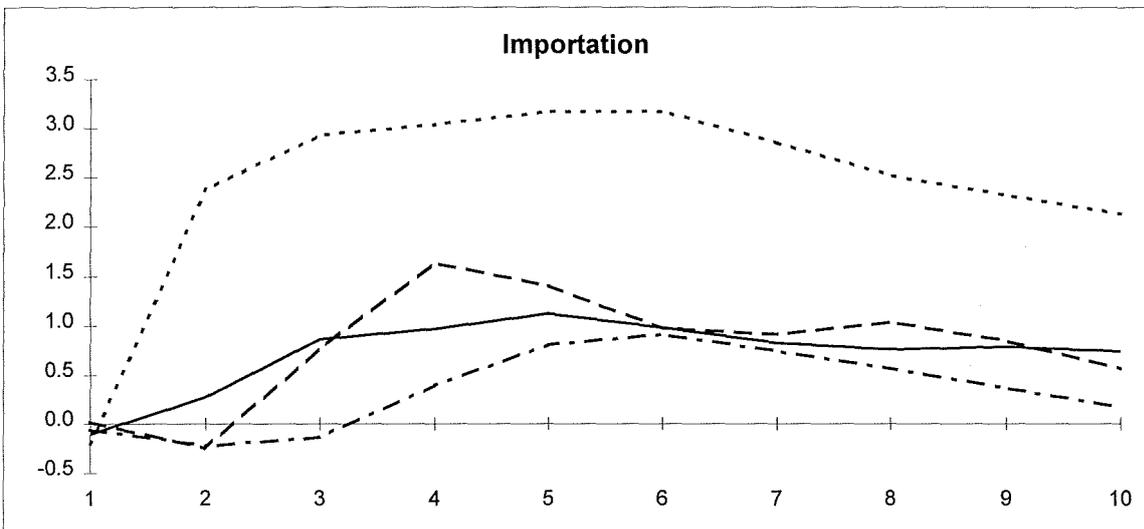
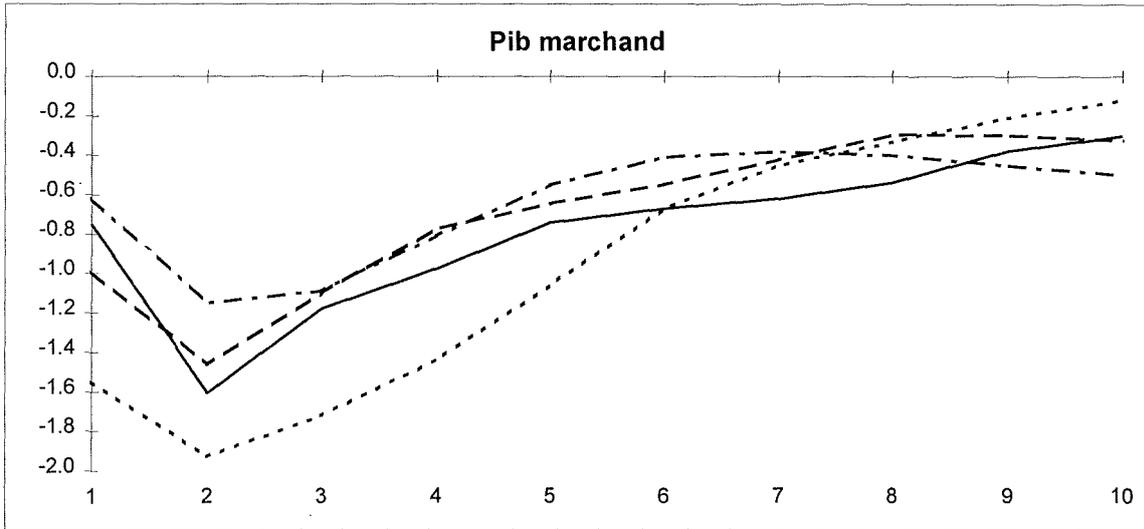
Par la suite, le retour du *Pib* vers les niveaux du compte central résulte naturellement de la convergence générale des variables vers les niveaux observés dans celui-ci. On remarquera cependant qu'avec le modèle Mosaïque, cette convergence s'interrompt la septième année, et que les écarts se creusent de nouveau légèrement. Cette évolution est sans doute imputable à la baisse plus marquée de la consommation pour ce modèle en fin de simulation. Un phénomène analogue, quoique moins prononcé s'observe d'ailleurs avec le modèle de la Banque de France.

Finalement, les écarts au compte central qui subsistent sur le *Pib* au terme de la variante se situent entre -0,1 % (Métric) et -0,5 % (Mosaïque), ce qui résume la cohérence de ces modèles eu égard aux propriétés attendues. Pourtant, les ajustements de prix ne se sont apparemment pas intégralement réalisés après dix ans. Il est alors difficile de conclure entre un défaut d'homogénéité du système de prix à long terme ou une lenteur excessive des mécanismes d'indexation.

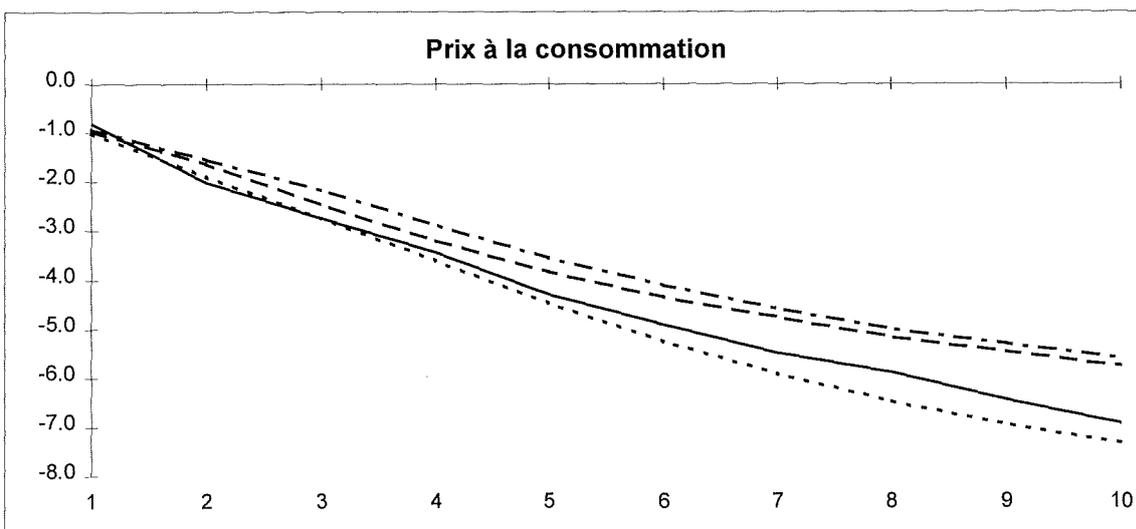
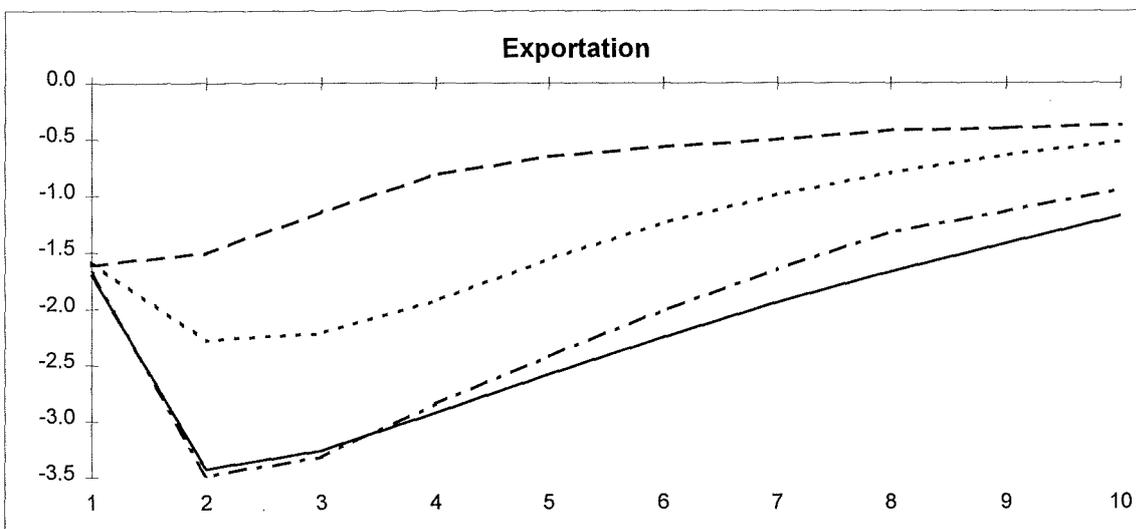
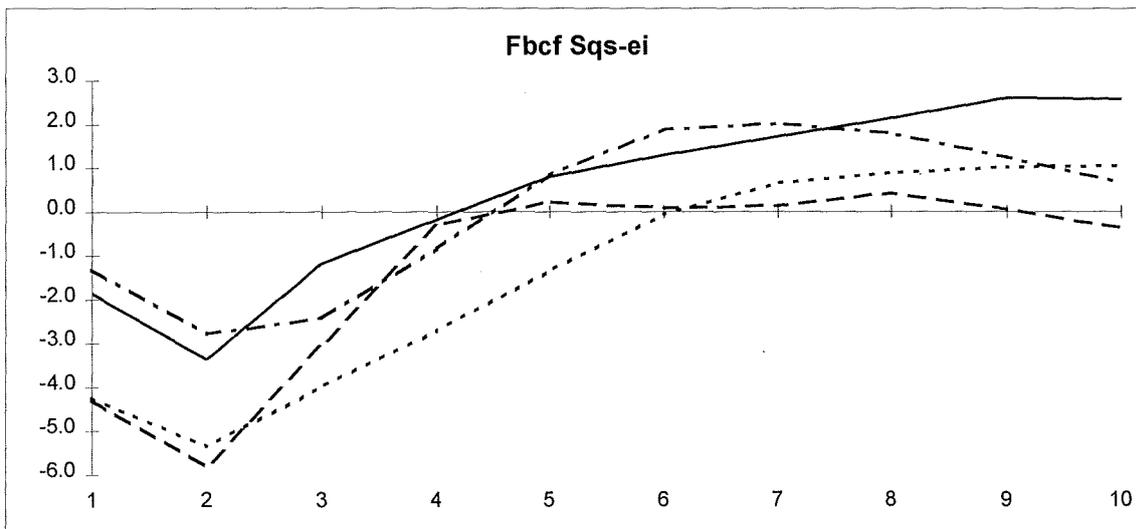
Variante "appréciation du franc"

Appréciation de 10% du franc contre toutes les autres devises'

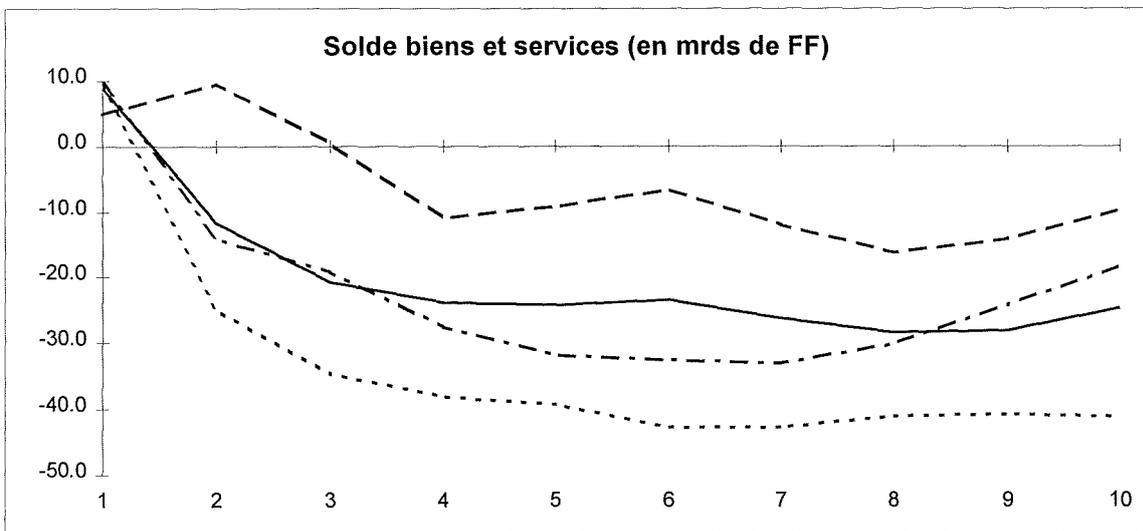
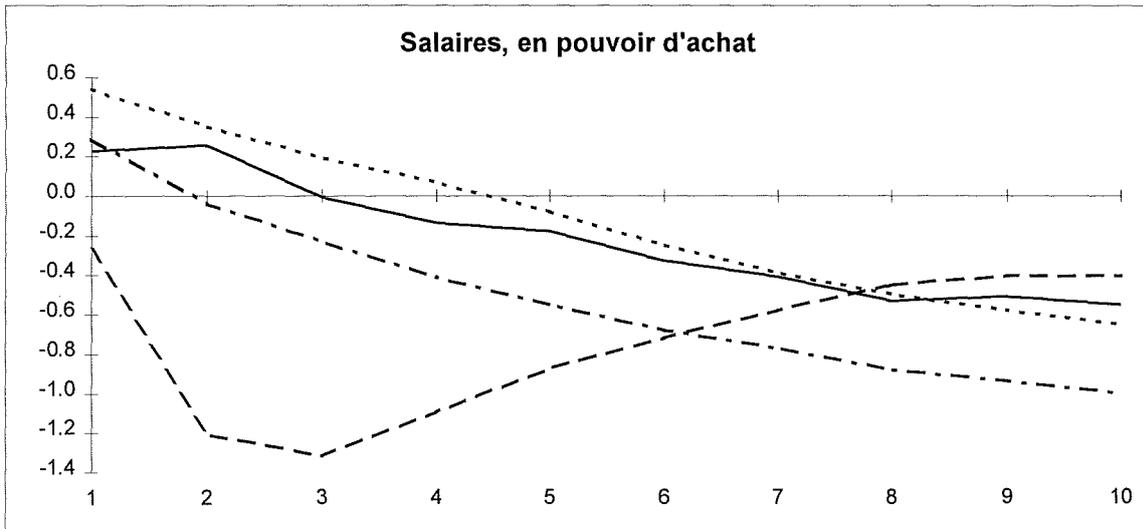
	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
<i>Pib marchand</i>										
Amadeus	-0.75	-1.61	-1.18	-0.98	-0.74	-0.67	-0.62	-0.54	-0.38	-0.30
BdF	-0.99	-1.46	-1.10	-0.78	-0.65	-0.55	-0.42	-0.30	-0.30	-0.32
Métric	-1.55	-1.93	-1.72	-1.44	-1.06	-0.67	-0.45	-0.33	-0.21	-0.12
Mosaïque	-0.62	-1.15	-1.09	-0.81	-0.55	-0.41	-0.38	-0.40	-0.45	-0.50
<i>Importation</i>										
Amadeus	-0.11	0.27	0.86	0.96	1.12	0.98	0.83	0.76	0.79	0.74
BdF	0.02	-0.25	0.76	1.63	1.40	0.97	0.91	1.03	0.84	0.56
Métric	-0.20	2.38	2.93	3.04	3.17	3.17	2.85	2.52	2.32	2.13
Mosaïque	-0.06	-0.22	-0.14	0.39	0.80	0.91	0.74	0.56	0.37	0.17
<i>Consommation</i>										
Amadeus	0.27	0.48	0.35	0.24	0.29	0.16	0.04	-0.08	-0.04	-0.05
BdF	0.16	-0.20	-0.36	-0.35	-0.32	-0.27	-0.22	-0.16	-0.15	-0.17
Métric	0.28	0.39	0.49	0.58	0.70	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80
Mosaïque	0.41	0.46	0.44	0.47	0.46	0.37	0.19	-0.01	-0.14	-0.26
<i>Fbcf Sqs-ei</i>										
Amadeus	-1.86	-3.36	-1.17	-0.18	0.79	1.30	1.71	2.14	2.60	2.57
BdF	-4.27	-5.80	-3.04	-0.31	0.21	0.09	0.12	0.42	0.06	-0.38
Métric	-4.23	-5.35	-3.98	-2.72	-1.34	-0.07	0.65	0.88	1.01	1.05
Mosaïque	-1.30	-2.77	-2.42	-0.84	0.84	1.87	2.01	1.79	1.23	0.67
<i>Exportation</i>										
Amadeus	-1.69	-3.43	-3.26	-2.93	-2.59	-2.26	-1.95	-1.67	-1.42	-1.18
BdF	-1.61	-1.50	-1.15	-0.81	-0.65	-0.57	-0.51	-0.42	-0.40	-0.38
Métric	-1.58	-2.28	-2.22	-1.93	-1.56	-1.24	-0.99	-0.80	-0.64	-0.52
Mosaïque	-1.68	-3.49	-3.32	-2.85	-2.43	-2.02	-1.65	-1.33	-1.14	-0.95
<i>Prix à la consommation</i>										
Amadeus	-0.80	-2.00	-2.73	-3.43	-4.29	-4.92	-5.50	-5.88	-6.44	-6.93
BdF	-0.96	-1.63	-2.46	-3.21	-3.83	-4.35	-4.78	-5.17	-5.48	-5.76
Métric	-1.00	-1.89	-2.73	-3.61	-4.47	-5.26	-5.93	-6.48	-6.95	-7.33
Mosaïque	-0.92	-1.54	-2.17	-2.88	-3.55	-4.11	-4.59	-5.00	-5.30	-5.60
<i>Salaires, en pouvoir d'achat</i>										
Amadeus	0.23	0.26	-0.01	-0.14	-0.18	-0.33	-0.41	-0.53	-0.51	-0.55
BdF	-0.27	-1.21	-1.32	-1.09	-0.87	-0.72	-0.58	-0.45	-0.40	-0.41
Métric	0.54	0.35	0.19	0.07	-0.08	-0.25	-0.39	-0.50	-0.58	-0.65
Mosaïque	0.29	-0.04	-0.23	-0.41	-0.55	-0.68	-0.77	-0.88	-0.94	-1.00
<i>Emploi salarié (en milliers)</i>										
Amadeus	-65.00	-170.40	-185.70	-179.40	-159.30	-142.00	-127.70	-111.00	-89.50	-74.20
BdF										
Métric	-46.95	-160.61	-208.27	-219.20	-201.20	-161.68	-118.18	-84.92	-59.32	-38.39
Mosaïque	-18.05	-64.44	-98.97	-112.17	-112.12	-101.68	-86.64	-72.74	-69.74	-66.74
<i>Solde biens et services (en mrd de FF)</i>										
Amadeus	8.93	-11.66	-20.74	-23.83	-24.22	-23.45	-26.31	-28.41	-28.13	-24.72
BdF	4.99	9.51	0.47	-10.93	-9.19	-6.65	-11.93	-16.26	-14.25	-9.65
Métric	9.19	-24.91	-34.66	-38.10	-39.32	-42.76	-42.77	-41.11	-40.82	-41.21
Mosaïque	9.58	-14.07	-19.21	-27.49	-31.80	-32.59	-33.12	-30.17	-24.27	-18.37



— Amadeus - - - BdF Métric - . - . Mosaïque



— Amadeus - - - BdF Métric - - - Mosaïque



— Amadeus - - - BdF . . . Métric - - - Mosaique

V.E \ VARIANTE "HAUSSE DE LA DEMANDE MONDIALE"

On a simulé une augmentation de 1% maintenue de la demande mondiale adressée à la France. On s'est placé dans un cadre strictement technique où ce supplément de demande étrangère n'est pas accompagné de modifications des prix étrangers perçus par la France. De même, on suppose que les taux de change et les taux d'intérêt nominaux sont exogènes.

Le choc de demande mondiale se traduit par un supplément d'activité du fait d'une augmentation des exportations. Dans le même temps, ce surcroît d'activité nouvelle induit un supplément d'importations et, à terme, des prix plus élevés que dans le compte de référence. Puisque les prix étrangers sont, par définition même de la variante, gelés, on observe une perte à terme de la compétitivité de la France à la fois sur les marchés nationaux et étrangers. Il faut de nouveau souligner ici le caractère partiel de la variante étudiée qui n'analyse qu'une part des effets volumes à attendre d'une modification de l'environnement économique de la France.

Les mécanismes mis en oeuvre dans cette variante de demande sont très voisins de ceux obtenus par une augmentation des dépenses publiques. Le point de départ dans les deux cas est une augmentation instantanée de la demande adressée aux entreprises, qui génère de l'activité.

V.E 1 \ Les effets économiques attendus

Les impacts d'une hausse de la demande mondiale adressée à la France transitent en premier lieu par une augmentation des exportations françaises à destination de ses partenaires. Celles-ci réagissent directement à l'augmentation de la demande mondiale. On retient généralement une élasticité unitaire à long terme des exportations à la demande mondiale. Les élasticités de court terme peuvent être inférieures à l'unité, traduisant des délais d'ajustement. Une élasticité unitaire correspond à un strict maintien des parts de marché.

L'augmentation des exportations de la France se traduit par une augmentation de l'activité, ce qui a des répercussions positives en termes d'emploi et d'investissement (adaptation de l'offre à la demande). On observe donc aussi plus de revenu, de manière directe du fait de l'amélioration de l'emploi, et de manière indirecte par un accroissement des salaires réels suite à l'amélioration de la situation sur le marché du travail (effet « Phillips »). La progression des revenus, les besoins d'investissement viennent compléter la hausse de la demande mondiale comme facteurs favorables à la demande et donc à l'activité. On observe donc in fine davantage d'investissement, de consommation et d'exportation.

L'amélioration de l'activité est cependant modérée par la progression des importations qui viennent satisfaire une partie du surplus de demande. De plus, ce surcroît d'activité conduit à tendre les taux d'utilisation des capacités de production, malgré l'augmentation de l'investissement. Cela peut alors conduire les entreprises à réorienter leur production sur le marché intérieur au détriment des parts de marché à l'exportation. Cela peut de plus favoriser la progression des importations au-delà d'un seul maintien des parts de marchés des exportateurs étrangers sur le marché intérieur français.

Par ailleurs, à côté des effets sur les volumes, on observe, comme dans la variante augmentation des dépenses publiques, des effets de sens opposés sur les prix. D'une part, le surplus d'activité engendre une augmentation des tensions sur les marchés du travail et des biens, ce qui conduit à davantage d'inflation. D'autre part, les entreprises peuvent connaître une évolution de leurs coûts unitaires de production moins rapide que dans le compte central (cycle de productivité). En conséquence celles-ci peuvent, au moins à court terme, comprimer leurs prix par rapport à la situation de référence. En définitive, même si à moyen et long terme l'inflation s'accélère, l'évolution à court terme des prix est plus incertaine. Ceux-ci peuvent être plus faibles ou plus élevés que dans le compte central.

V.E 2 \ Le chiffrage des effets d'une hausse de demande mondiale à l'aide des modèles macro-économétriques

Les effets d'une hausse maintenue de la demande mondiale de 1% au-dessus du compte de référence sont relativement homogènes à 10 ans dans les modèles étudiés. A cet horizon, c'est dans le modèle Amadeus que les effets sur le *Pib* sont les plus faibles (+0,1%). Pour les autres modèles, l'effet à 10 ans sur le *Pib* se situe entre +0,2% et +0,25%. En fait, Amadeus est le seul modèle pour lequel l'effet sur l'activité va décroissant dès la deuxième année. Pour BdF et Métric, l'effet sur l'activité est le plus fort la deuxième année et reste relativement constant. Pour Mosaïque, l'effet initial est 1,5 à 2 fois plus fort que pour les autres modèles mais il décroît aussi plus rapidement les années suivantes.

La réponse plus importante initiale du modèle Mosaïque provient directement des équations d'exportation qui, pour une même évolution de la demande mondiale, induisent 1,5 fois plus d'exportations. À l'opposé, le modèle BdF, où la réaction des exportations est la plus lente, présente la hausse du *Pib* la plus faible.

Pour ce qui est des prix, comme dans une variante de dépenses publiques, on observe, les premières années, deux évolutions contrastées possibles qui distinguent nettement les modèles. Soit les prix sont plus faibles que dans le compte central (Métric et Mosaïque), ce qui indique qu'à court terme, l'effet du cycle de productivité l'emporte sur celui des tensions engendrées par le supplément d'activité. Soit au contraire les prix sont plus élevés que dans le scénario de référence, dès la première année (Amadeus et BdF). Pour Mosaïque et Métric, l'inflation générée par la variante n'apparaît qu'à partir de, respectivement, la cinquième et la sixième année.

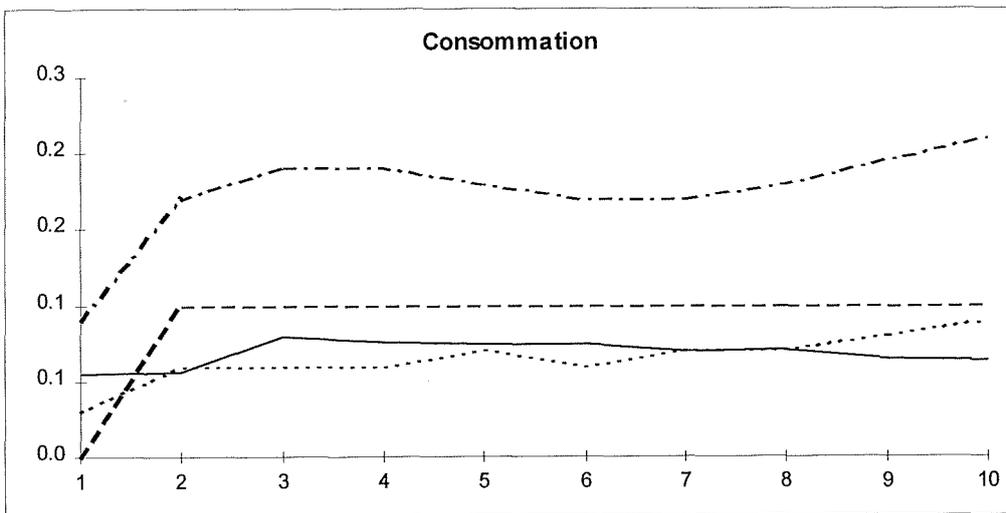
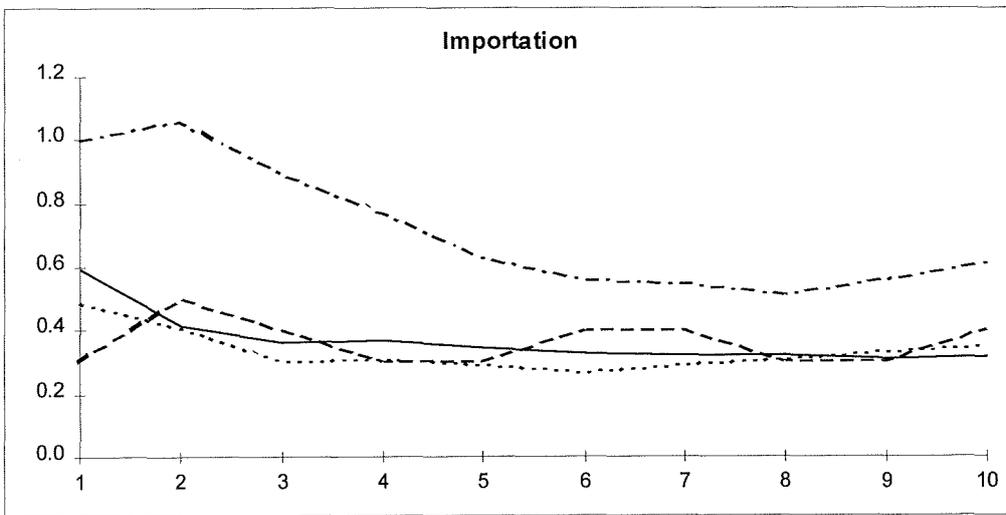
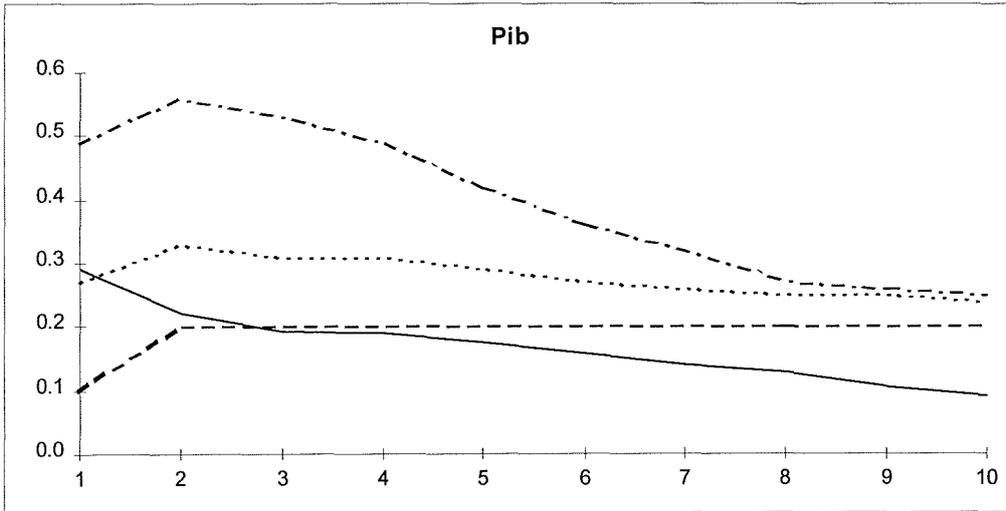
En fait, Amadeus et BdF sont les modèles pour lesquels le délai moyen d'ajustement de l'emploi à la production sont les plus faibles (0,9 et 1,2 années à comparer avec 1,6 et 2,1 années pour Métric et Mosaïque). Ils ont donc les cycles de productivité les moins prononcés. En revanche ce sont les modèles Amadeus et Mosaïque qui ont les réponses inflationnistes les plus importantes à une évolution à la baisse du chômage. Il en résulte que le modèle Mosaïque est celui qui connaît les écarts de prix les plus négatifs à court terme et les plus positifs à moyen terme.

Les prix à l'exportation évoluent dans tous les modèles comme les prix internes. Il en résulte des pertes de compétitivité, dès la première année pour Amadeus et BdF, après cinq et six ans pour Mosaïque et Métric. Cela conduit à réduire plus ou moins rapidement les gains d'exportations. Ce qui diminue alors l'impact initial sur l'activité de la hausse de la demande mondiale.

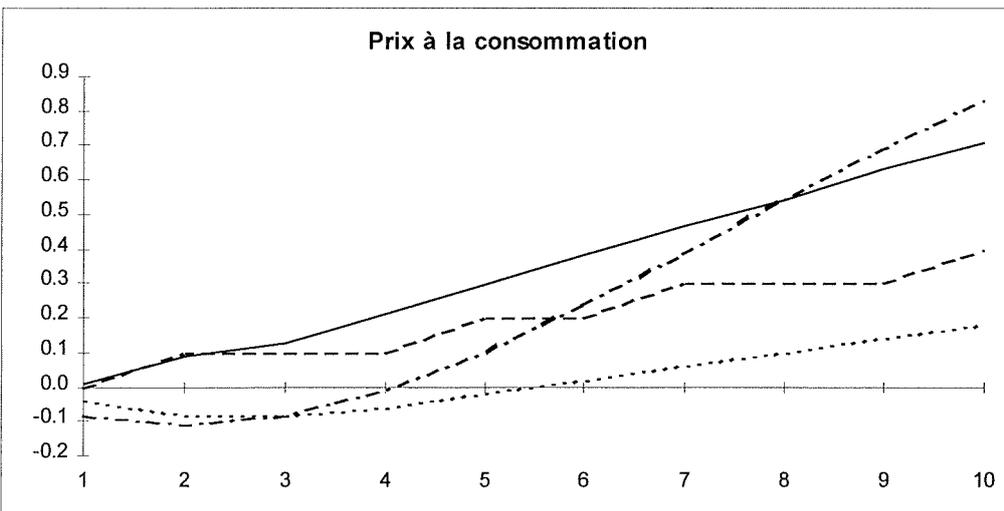
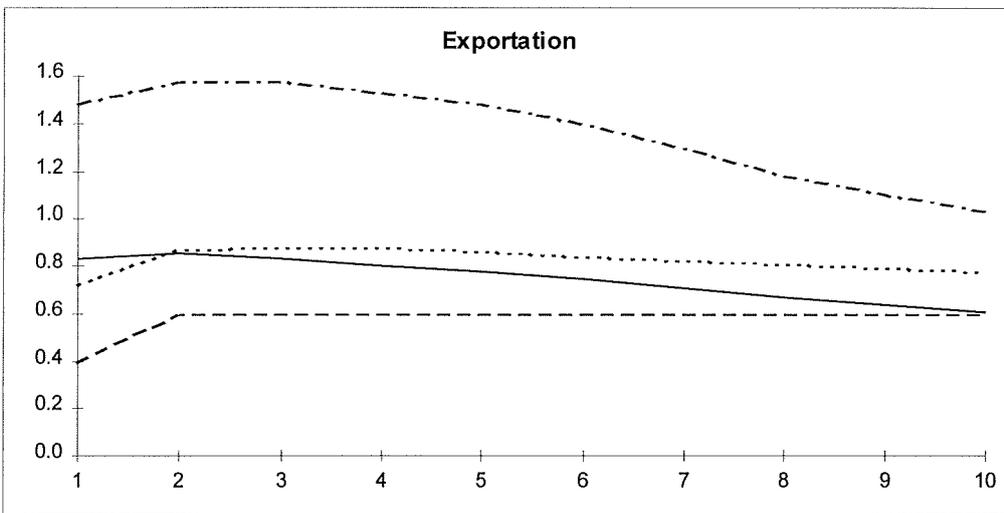
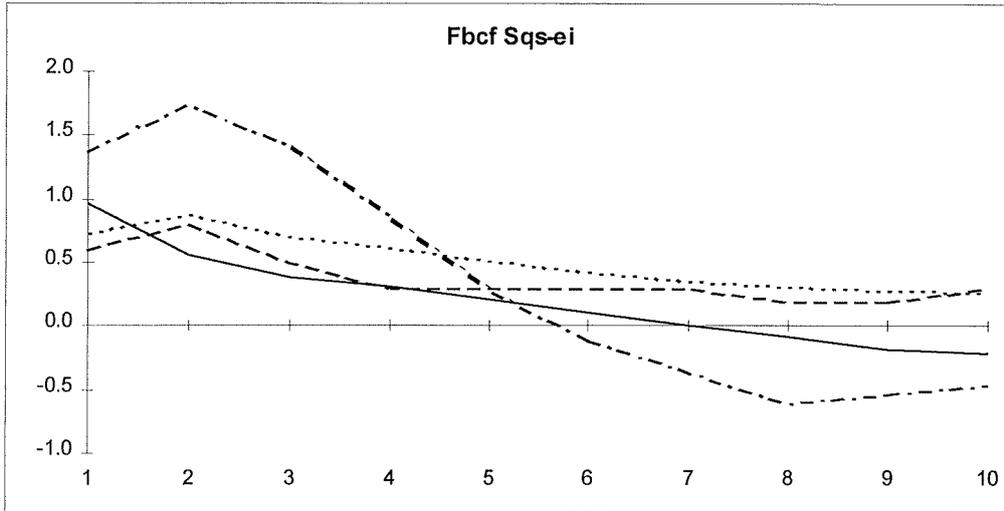
Variante demande mondiale

+ 1 point de demande mondiale en produits manufacturés adressée à la France

	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
<i>Pib</i>										
Amadeus	0.29	0.22	0.19	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.09
BdF	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Métric	0.27	0.33	0.31	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24
Mosaïque	0.49	0.56	0.53	0.49	0.42	0.36	0.32	0.27	0.26	0.25
<i>Importation</i>										
Amadeus	0.59	0.41	0.36	0.37	0.34	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31
BdF	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4
Métric	0.49	0.41	0.3	0.31	0.29	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35
Mosaïque	1	1.06	0.89	0.77	0.63	0.56	0.55	0.51	0.56	0.61
<i>Consommation</i>										
Amadeus	0.06	0.06	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06
BdF	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Métric	0.03	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09
Mosaïque	0.09	0.17	0.19	0.19	0.18	0.17	0.17	0.18	0.195	0.21
<i>Fbcf Sqs-ei</i>										
Amadeus	0.96	0.56	0.39	0.31	0.21	0.10	0.01	-0.09	-0.18	-0.21
BdF	0.6	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
Métric	0.74	0.88	0.7	0.61	0.52	0.42	0.36	0.31	0.28	0.26
Mosaïque	1.38	1.74	1.42	0.87	0.28	-0.11	-0.36	-0.6	-0.53	-0.46
<i>Exportation</i>										
Amadeus	0.83	0.85	0.83	0.80	0.78	0.74	0.71	0.67	0.64	0.60
BdF	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Métric	0.72	0.87	0.88	0.88	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.78
Mosaïque	1.48	1.58	1.58	1.53	1.48	1.4	1.3	1.18	1.105	1.03
<i>Prix à la consommation</i>										
Amadeus	0.01	0.09	0.13	0.21	0.30	0.38	0.47	0.54	0.63	0.71
BdF	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
Métric	-0.04	-0.08	-0.08	-0.06	-0.02	0.02	0.06	0.1	0.14	0.18
Mosaïque	-0.08	-0.11	-0.08	-0.01	0.1	0.24	0.39	0.55	0.69	0.83



— Amadeus - - - BdF Mètric - . - . - Mosaïque



— Amadeus - - - BdF Mètric - . - . - Mosaïque

**LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL
DE LA DIRECTION DES ÉTUDES ET SYNTHÈSES ÉCONOMIQUES**

- | | | | |
|--------|---|--------|--|
| G 9001 | J. FAYOLLE et M. FLEURBAEY
Accumulation, profitabilité et endettement des entreprises
Janvier 1990 | G 9106 | B. CREPON
Innovation, taille et concentration : causalités et dynamiques
Juin 1991 |
| G 9002 | H. ROUSSE
Détection et effets de la multicolinéarité dans les modèles linéaires ordinaires
Un prolongement de la réflexion de BELSLEY, KUH et WELSCH
Juin 1990 | G 9107 | B. AMABLE et D. GUELLEC
Un panorama des théories de la croissance endogène
Juillet 1991 |
| G 9003 | P. RALLE et J. TOUJAS-BERNATE
Indexation des salaires : la rupture de 1983
Juillet 1990 | G 9108 | M. GLAUDE et M. MOUTARDIER
Une évaluation du coût direct de l'enfant de 1979 à 1989
Juillet 1991 |
| G 9004 | D. GUELLEC et P. RALLE
Compétitivité, croissance et innovation de produit
Août 1990 | G 9109 | P. RALLE et alii
France - Allemagne : performances économiques comparées
Juillet 1991 |
| G 9005 | P. RALLE et J. TOUJAS-BERNATE
Les conséquences de la désindexation.
Analyse dans une maquette prix-salaires
Novembre 1990 | G 9110 | J.L. BRILLET
Micro-DMS NON PARU
Novembre 1991 |
| G 9101 | Equipe AMADEUS
Le modèle AMADEUS - Première partie -
Présentation générale
Janvier 1991 | G 9111 | A. MAGNIER
Effets accélérateur et multiplicateur en France depuis 1970 : quelques résultats empiriques
Novembre 1991 |
| G 9102 | J.L. BRILLET
Le modèle AMADEUS - Deuxième partie -
Propriétés variantielles
Janvier 1991 | G 9112 | B. CREPON et G. DUREAU
Investissement en recherche-développement : analyse de causalités dans un modèle d'accélérateur généralisé
Décembre 1991 |
| G 9103 | D. GUELLEC et P. RALLE
Endogenous growth and product innovation
Mars 1991 | G 9113 | J.L. BRILLET, H. ERKEL-ROUSSE,
J. TOUJAS-BERNATE
"France-Allemagne Couplées" - Deux économies vues par une maquette macro-économétrique
Décembre 1991 |
| G 9104 | H. ROUSSE
Le modèle AMADEUS - Troisième partie -
Le commerce extérieur et l'environnement international
Mars 1991 | G 9201 | W.J. ADAMS, B. CREPON, D. ENCAOUA
Choix technologiques et stratégies de dissuasion d'entrée
Mars 1992 |
| G 9105 | H. ROUSSE
Effets de demande et d'offre dans les résultats du commerce extérieur manufacturé de la France au cours des deux dernières décennies
Mars 1991 | G 9202 | J. OLIVEIRA-MARTINS,
J. TOUJAS-BERNATE
Macro-economic import functions with imperfect competition
An application to the E.C. Trade
Mai 1992 |

- G 9203 I. STAPIC
Les échanges internationaux de services de la France dans le cadre des négociations multilatérales du GATT
Juin 1992 (1ère version)
Novembre 1992 (version finale)
- G 9204 P. SEVESTRE
L'économétrie sur données individuelles-temporelles. Une note introductive
Juillet 1992
- G 9205 H. ERKEL-ROUSSE
Le commerce extérieur et l'environnement international dans le modèle AMADEUS (réestimation 1992)
Septembre 1992
- G 9206 N. GREENAN et D. GUELLEC
Coordination within the firm and endogenous growth
Septembre 1992
- G 9207 A. MAGNIER et J. TOUJAS-BERNATE
Technology and trade : empirical evidences for the major five industrialized countries
Décembre 1992
- G 9208 B. CREPON, E. DUGUET, D. ENCAOUA et P. MOHNEN
Cooperative, non cooperative R & D and optimal patent life
Décembre 1992
- G 9209 B. CREPON et E. DUGUET
Research and development, competition and innovation : an application of pseudo maximum likelihood methods to Poisson models with heterogeneity
Décembre 1992
- G 9301 J. TOUJAS-BERNATE
Commerce international et concurrence imparfaite : développements récents et implications pour la politique commerciale
Janvier 1993
- G 9302 Ch. CASES
Durées de chômage et comportements d'offre de travail : une revue de la littérature
Mars 1993
- G 9303 H. ERKEL-ROUSSE
Union économique et monétaire : le débat économique
Avril 1993
- G 9304 N. GREENAN - D. GUELLEC / G. BROUSSAUDIER - L. MIOTTI
Innovation organisationnelle, dynamisme technologique et performances des entreprises
Avril 1993
- G 9305 P. JAILLARD
Le traité de Maastricht : présentation juridique et historique
Avril 1993
- G 9306 J.L. BRILLET
Micro-DMS : présentation et propriétés
Juin 1993
- G 9307 J.L. BRILLET
Micro-DMS - variantes : les tableaux
Juin 1993
- G 9308 S. JACOBZONE
Les grands réseaux publics français dans une perspective européenne
Juillet 1993
- G 9309 L. BLOCH - B. CŒURE
Profitabilité de l'investissement productif et transmission des chocs financiers
Juillet 1993
- G 9310 J. BOURDIEU - B. COLIN-SEDILLOT
Les théories sur la structure optimal du capital : quelques points de repère
Juillet 1993
- G 9311 J. BOURDIEU - B. COLIN-SEDILLOT
Les décisions de financement des entreprises françaises : une évaluation empirique des théories de la structure optimale du capital
Juillet 1993
- G 9312 L. BLOCH - B. CŒURÉ
Q de Tobin marginal et transmission des chocs financiers
Août 1993
- G 9313 Equipes Amadeus (INSEE), Banque de France, Métric (DP)
Présentation des propriétés des principaux modèles macroéconomiques du Service Public
Septembre 1993
- G 9314 B. CREPON - E. DUGUET
Research & Development, competition and innovation
Octobre 1993
- G 9315 B. DORMONT
Quelle est l'influence du coût du travail sur l'emploi ?
Novembre 1993

- G 9316 D. BLANCHET - C. BROUSSE
Deux études sur l'âge de la retraite
Novembre 1993
- G 9317 D. BLANCHET
Répartition du travail dans une population
hétérogène : deux notes
Novembre 1993
- G 9318 D. EYSSARTIER - N. PONTY
AMADEUS
an annual macro-economic mode) for the
medium and long term
November 1993
- G 9319 G. CETTE, Ph. CUNÉO, D. EYSSARTIER,
J. GAUTIÉ
Les effets sur l'emploi d'un abaissement du
coût du travail des jeunes
Novembre 1993
- G 9401 D. BLANCHET
Les structures par âge importent-elles ?
Janvier 1994
- G 9402 J. GAUTIÉ
Le chômage des jeunes en France : problème
de formation ou phénomène de file d'attente ?
Quelques éléments du débat
Janvier 1994
- G 9403 P. QUIRION
Les déchets en France : éléments statistiques
et économiques
Janvier 1994
- G 9404 D. LADIRAY - M. GRUN-REHOMME
Lissage par moyennes mobiles - Le problème
des extrémités de série
Janvier 1994
- G 9405 V. MAILLARD
Théorie et pratique de la correction des effets
de jours ouvrables
Janvier 1994
- G 9406 F. ROSENWALD
La décision d'investir
Février 1994
- G 9407 S. JACOBZONE
Les apports de l'économie industrielle pour
définir la stratégie économique de l'hôpital
public
Février 1994
- G 9408 L. BLOCH, J. BOURDIEU,
B. COLIN-SEDILLOT, G. LONGUEVILLE
Du défaut de paiement au dépôt de bilan : les
banquiers face aux PME en difficulté
Février 1994
- G 9409 D. EYSSARTIER, P. MAIRE
Impacts macro-économiques de mesures
d'aide au logement - quelques éléments
d'évaluation
Mars 1994
- G 9410 F. ROSENWALD
Suivi conjoncturel de l'investissement
Juin 1994
- G 9411 C. DEFEUILLEY - Ph. QUIRION
Les déchets d'emballages ménagers : une
analyse économique des politiques française et
allemande
Septembre 1994
- G 9412 J. BOURDIEU - B. CŒURÉ -
B. COLIN-SEDILLOT
Investissement, incertitude et irréversibilité
Quelques développements récents de la
théorie de l'investissement
Septembre 1994
- G 9413 B. DORMONT - M. PAUCHET
L'évaluation de l'élasticité emploi-salaire
dépend-elle des structures de qualification ?
Novembre 1994
- G 9414 I. KABLA
Le Choix de breveter une invention
Novembre 1994
- G 9501 J. BOURDIEU - B. CŒURÉ - B. SEDILLOT
Irreversible Investment and Uncertainty :
When is there a Value of Waiting ?
Janvier 1995
- G 9502 L. BLOCH - B. CŒURÉ
Imperfections du marché du crédit,
investissement des entreprises et cycle
économique
Juin 1995
- G 9503 D. GOUX - E. MAURIN
Les transformations de la demande de travail
par qualification en France
Une étude sur la période 1970-1993
Juin 1995
- G 9504 N. GREENAN
Technologie, changement organisationnel,
qualifications et emploi : une étude empirique
sur l'industrie manufacturière
Novembre 1995

- G 9505 D. GOUX - E. MAURIN
Persistence des hiérarchies sectorielles de
salaires : un réexamen sur données françaises
Décembre 1995
- G 9505 D. GOUX - E. MAURIN
Bis Persistence of inter-industry wages
differentials : a reexamination on matched
worker-firm panel data
December 1995
- G 9506 S. JACOBZONE
RMI et chômage, une mise en perspective
Décembre 1995
- G 9507 G. CETTE - S. MAHFOUZ
Le partage primaire du revenu
Constat descriptif sur longue période
Décembre 1995
- G 9601 Banque de France - CEPREMAP - Direction de
la Prévision - Erasme - INSEE - OFCE
Structures et propriétés de cinq modèles
macroéconomiques français
Juin 1996