

30374
2002
18

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE
U.F.R. DE SCIENCES ECONOMIQUES ET SOCIALES

N° attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE

Discipline : Sciences Economiques

présentée et soutenue publiquement par

Nathalie CHUSSEAU

le 13 Décembre 2002

Titre :

La montée des inégalités de salaires et d'emploi dans les économies avancées : les interactions entre ouverture et progrès technique

Directeur de thèse :

Monsieur Philippe Rollet, Professeur à l'Université des Sciences et Technologies de Lille

JURY

Rapporteurs :

Monsieur le Professeur Henri Sneessens (Université Catholique de Louvain)

Monsieur le Professeur Dominique Redor (Université de Marne la Vallée)

Suffragants :

Monsieur le Professeur El Mouhoub Mouhoud (Université de Paris XIII)

Monsieur le Professeur Lionel Ragot (Université des Sciences et Technologies de Lille)

Monsieur le Professeur Philippe Rollet (Université des Sciences et Technologies de Lille)

SCD LILLE 1



D 030 194050 3

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE
U.F.R. DE SCIENCES ECONOMIQUES ET SOCIALES

N° attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE

Discipline : Sciences Economiques

présentée et soutenue publiquement par

Nathalie CHUSSEAU

le 13 Décembre 2002

Titre :

La montée des inégalités de salaires et d'emploi dans les économies avancées : les interactions entre ouverture et progrès technique

Directeur de thèse :

Monsieur Philippe Rollet, Professeur à l'Université des Sciences et Technologies de Lille

JURY

Rapporteurs :

Monsieur le Professeur Henri Sneessens (Université Catholique de Louvain)

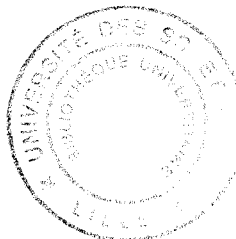
Monsieur le Professeur Dominique Redor (Université de Marne la Vallée)

Suffragants :

Monsieur le Professeur El Mouhoub Mouhoud (Université de Paris XIII)

Monsieur le Professeur Lionel Ragot (Université des Sciences et Technologies de Lille)

Monsieur le Professeur Philippe Rollet (Université des Sciences et Technologies de Lille)



L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE
n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions
émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme
propres à leurs auteurs.

A la mémoire de Gilbert Chusseau

REMERCIEMENTS

Que M. le Professeur Philippe Rollet reçoive l'expression de toute ma gratitude pour m'avoir accueillie à Lille et accepté de diriger cette thèse alors que je me trouvais dans un contexte de grande incertitude. Ses remarques et ses critiques constructives m'ont permis de mener à bien ce projet.

J'aimerais ensuite adresser mes remerciements les plus sincères et les plus vifs à Joël Hellier avec qui j'ai travaillé ces dernières années. Cette thèse lui doit beaucoup, de la motivation à la ponctuation. Sa disponibilité, sa rigueur et ses conseils m'ont été des plus précieux pour la mener à son terme.

Merci à Délila Allam pour avoir consacré du temps à la relecture de cette thèse. J'espère avoir tenu compte de ses remarques pertinentes.

Je voudrais également remercier mon laboratoire d'accueil et tous les membres qui le composent. Merci en particulier à Sonia Paty pour sa disponibilité et sa gentillesse, à Hakim Hammadou pour son assistance informatique, et à Carine Drapier pour son soutien.

Merci enfin à tous les miens dont le soutien permanent m'a été essentiel.

« My concern is with pay. It is with the distribution of pay, with the economic and social relationship between the well-paid and the poorly paid, between the working prosperous and the working poor. Since the early 1980 inequality of pay has risen sharply, both within nations and between them. Everyone knows this. The issue that divides the economics profession is: why? »

James K. Galbraith. « Globalization and Pay ».
Allocution à l'*American Philosophical Society*,
14 Novembre 1998.

Sommaire

Introduction générale	7
------------------------------------	----------

PREMIERE PARTIE

Les faits stylisés et le débat ouverture <i>versus</i> biais technologique	13
---	-----------

Introduction	14
--------------------	----

Chapitre 1. Les faits stylisés	16
--------------------------------------	----

Chapitre 2. Les explications traditionnelles et leurs limites	53
---	----

Chapitre 3. Les nouvelles approches théoriques : les interactions entre biais technologique et ouverture Nord-Sud	109
--	-----

Conclusion.....	153
-----------------	-----

DEUXIEME PARTIE

Ouverture, progrès technique et inégalités : un modèle Nord-Sud	155
--	------------

Introduction	156
--------------------	-----

Chapitre 4. Changements technologiques et inégalités dans un modèle d'ouverture Nord-Sud	160
---	-----

Chapitre 5. Simulations et principaux résultats du modèle	195
---	-----

Conclusion générale	269
----------------------------------	------------

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	274
-----------------------------------	-----

ANNEXES	293
---------------	-----

TABLE DES MATIERES	337
--------------------------	-----

Introduction générale

Après avoir augmenté au début du processus d'industrialisation, les inégalités ont connu un mouvement long de réduction de la fin du XIX^{ème} siècle jusqu'aux années soixante-dix dans l'ensemble des pays "avancés" (Morrisson, 1996). Ce profil en "U inversé" des inégalités dans le processus de développement a été décrit et théorisé par Kuznets (1955). Jusqu'aux années quatre-vingt, il était habituellement admis qu'une économie connaissait un approfondissement des inégalités au moment de son décollage, puis une réduction continue de celles-ci. Ce consensus a été réexaminé, puis contesté, à partir de la fin des années quatre-vingt. Deux évolutions majeures expliquent cette remise en cause. D'une part, à partir des années soixante, les pays émergents qui connaissent la plus forte croissance sont également les moins inégalitaires (Asie de l'Est et du Sud-Est). D'autre part, à partir des années soixante-dix (Etats-Unis) et quatre-vingt (autres pays avancés), le mouvement long de réduction des inégalités a été rompu dans l'ensemble des pays de l'OCDE. Depuis une vingtaine d'années, cette remontée des inégalités est vigoureuse et touche à la fois les patrimoines, les revenus, et l'emploi (le chômage). Pour les revenus, elle concerne le partage du revenu entre travail et capital, la répartition intra-groupe (à même niveau de qualification) et intergroupe (à qualifications différentes) des revenus du travail, c'est-à-dire essentiellement des salaires.

Cette thèse s'intéresse à *la montée des inégalités salariales et de chômage entre qualifiés et non qualifiés dans les économies avancées*.

Dans un cadre explicatif Offre - Demande - Institutions (ODI ; Freeman and Katz, 1994), la montée des inégalités salariales entre qualifiés et non qualifiés peut résulter de trois évolutions. D'une part, l'offre de qualification peut décliner ou ralentir, soit en raison des sorties du système éducatif, elles-mêmes liées à la politique publique d'éducation et au

comportement des ménages, soit encore en raison de phénomènes migratoires, fuite des cerveaux ou arrivée d'immigrants faiblement qualifiés. D'autre part, la hausse de la prime de qualification (rapport du salaire des qualifiés au salaire des non qualifiés) peut résulter d'une accélération de la demande de qualification qui reflète, soit un changement technique qui favorise l'utilisation de main d'œuvre qualifiée, soit une modification de la spécialisation productive en faveur des secteurs intensifs en qualification. Cette modification de la structure productive peut elle-même résulter d'une modification des préférences des demandeurs ou d'un mouvement de spécialisation internationale lié aux échanges. Enfin, l'écartement des inégalités salariales peut s'expliquer par des changements institutionnels touchant les minima sociaux (salaire minimum, subventions aux chômeurs, revenu minimum d'insertion, couverture sociale en termes de santé, dotations parentales etc.), la réglementation du marché du travail, la forme des négociations entre partenaires sociaux, le poids des syndicats, etc. Quant aux inégalités de chômage, elles peuvent refléter l'impact de règles institutionnelles ou de défauts de marché sur l'ajustement entre l'offre et la demande. Elles peuvent également provenir de l'obsolescence de capitaux humains spécifiques.

Les trois facteurs ODI ont incontestablement une part dans l'explication de la montée des inégalités, bien que de façon différenciée suivant les pays, et globalement inégale. Le ralentissement de l'entrée sur le marché de main d'œuvre hautement éduquée et l'immigration de populations faiblement qualifiées a sans doute favorisé la hausse de la prime de qualification aux Etats-Unis (Katz et Murphy, 1992 ; Altonji et Card, 1991 ; Borjas, Freeman et Katz, 1992 ; Borjas, Freeman et Katz, 1997). La baisse du pouvoir syndical, la déréglementation du marché du travail et l'abandon ou la mise en sommeil du salaire minimum ont joué un rôle important au Royaume-Uni et aux Etats-Unis (Freeman, 1993 ; Dinardo et Lemieux, 1996 ; Fortin, Lemieux et Dinardo, 1996). Toutefois, la littérature économique s'accorde sur le diagnostic d'une accélération de la demande de main d'œuvre qualifiée dans tous les pays, alors même que la demande de non qualifiés tendrait à stagner, ou même à régresser.

Cette thèse est centrée sur l'impact des déterminants de la demande relative de qualification (demande de main d'œuvre qualifiée rapportée à celle de non qualifiés) sur les inégalités de salaires et de chômage entre qualifiés et non qualifiés.

Dans les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix, la montée des inégalités s'est opérée dans un contexte économique marqué par deux évolutions essentielles. D'une part, l'informatisation s'est peu à peu étendue à l'ensemble des secteurs productifs et s'est donc révélée comme un changement technique à portée générale (*General Purpose Technology*). D'autre part, la mondialisation s'est fortement accélérée, et le poids des Nouveaux Pays Industriels, particulièrement asiatiques, dans les échanges et la division internationale des processus productifs s'est considérablement renforcé. Ces deux évolutions ont servi de socles aux explications théoriques de l'accélération de la demande de qualification. Durant les années quatre-vingt-dix, l'analyse de la montée des inégalités salariales entre qualifiés et non qualifiés s'est ainsi largement focalisée sur le débat "biais technologique *versus* échanges Nord-Sud".

Dans la première explication, le changement technique lié à l'informatisation, puis aux nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC), est par nature biaisé en faveur de la demande de qualification. L'extension de l'informatisation à l'ensemble des secteurs productifs s'accompagne alors d'une hausse générale de l'intensité en qualification (utilisation de main d'œuvre qualifiée rapportée à celle de main d'œuvre d'exécution¹).

La seconde explication repose sur l'impact de l'ouverture Nord-Sud dans un cadre H-O-S (Heckscher - Ohlin - Samuelson) où, en raison de leurs dotations relatives, le Nord (les pays avancés) présente un avantage comparatif factoriel pour les biens intensifs en qualification, et le Sud (le pays émergents) pour les biens intensifs en main d'œuvre peu qualifiée. Dans ce cadre, le théorème Stolper-Samuelson prédit une hausse de la rémunération relative des qualifiés au Nord, donc un écartement des inégalités salariales.

Ces deux explications, biais technologique et échanges Nord-Sud, ont alors été discutées et testées empiriquement. Un consensus a d'abord émergé pour diagnostiquer une influence prépondérante du progrès technique (Bound et Johnson, 1992 ; Berman, Bound et Griliches, 1994 ; Allen, 1996, Dunne et Schmitz, 1995 ; Doms, Dunne et Troske, 1997 ; Bartel et Sicherman, 1999), les échanges Nord-Sud n'ayant qu'un impact marginal sur la

¹ Dans la suite de cette thèse, les termes travail non qualifié, travail peu qualifié et travail d'exécution seront employés indifféremment.

demande de facteurs et les inégalités. Le rejet de l'explication par les échanges Nord-Sud, largement argumenté dans *La mondialisation n'est pas coupable* (Krugman, 2000b), s'appuie non seulement sur des estimations du contenu en emploi des échanges, mais également sur le faible poids du Sud dans le commerce mondial et l'inadéquation entre les évolutions observées et les prédictions du modèle H-O-S.

Néanmoins, ce diagnostic initial a ensuite été critiqué et révisé. Les limites des méthodes empiriques utilisées ont été soulignées et de nouvelles estimations ont abouti à un impact sensible des échanges Nord-Sud sur la demande de qualification (Wood, 1994a). De plus, les lacunes des explications théoriques ont été discutées. Dans l'explication technologique, le biais en faveur de la qualification est supposé, et donc exogène, ce qui réduit fortement la portée du raisonnement. Le cadre H-O-S s'appuie sur des hypothèses réductrices et peu adaptées aux caractéristiques de l'ouverture Nord-Sud. Enfin, et peut être surtout, les deux explications sont implicitement supposées indépendantes, alors que le progrès technique influence fortement les résultats de l'ouverture, et qu'en retour l'ouverture peut modifier les caractéristiques et la vitesse du progrès technique. Face à ces critiques, une nouvelle littérature théorique a émergé à la fin des années quatre-vingt-dix. Dans ces nouvelles approches, habituellement construites dans un cadre d'équilibre général dynamique, le biais technologique est endogène, de nouvelles formes d'échange et d'ouverture Nord-Sud sont introduites, et enfin le progrès technique et l'ouverture Nord-Sud interagissent dans la détermination des demandes de facteurs et des inégalités salariales.

Dans la lignée de ces nouvelles approches théoriques, *cette thèse vise à construire et simuler un modèle d'économie mondiale dans une problématique où l'ouverture Nord-Sud et le progrès technique interagissent pour expliquer les variations de la demande relative de qualification, et donc des inégalités salariales entre qualifiés et non qualifiés.*

La construction de ce modèle s'appuiera sur certains faits stylisés caractérisant les évolutions des deux dernières décennies : montée des inégalités salariales et de chômage entre qualifiés et non qualifiés, informatisation des processus productifs et ouverture Nord-

Sud. Les hypothèses viseront à reproduire les caractéristiques du progrès technique lié à l'informatisation et des échanges Nord-Sud, comme par exemple : un changement technique très rapide avec "destruction-créatrice", une délocalisation au Sud de certains stades de production du capital, une disparition de certains secteurs de l'appareil productif du Nord.

Une fois construit, le modèle sera décliné en plusieurs scénarios : autarcie du Nord, ouverture Nord-Sud avec marchés du travail concurrentiels, ouverture Nord-Sud avec un salaire minimum au Nord. Outre le calibrage de ces trois scénarios centraux, des exercices de simulation permettront également d'analyser l'impact d'un non-ajustement du taux de change et d'une rigidité des salaires des non qualifiés, ainsi que l'influence d'une politique de qualification de la main d'œuvre.

Enfin, l'enjeu de ce travail est double :

- 1) Il vise d'abord à analyser plusieurs voies par lesquelles l'ouverture Nord-Sud, qui est un élément fondamental de la globalisation, agit sur le progrès technique, les inégalités salariales et l'emploi. Le progrès technique est ici centré sur le processus d'informatisation, qui est également une caractéristique essentielle des changements de l'économie mondiale.
- 2) Il vise ensuite à analyser l'impact de certaines politiques publiques, telles que l'instauration d'un salaire minimum ou la promotion de l'éducation, sur ces interactions entre ouverture, progrès technique, et dynamique des inégalités.

Plan de la thèse

La thèse se décline en deux parties et cinq chapitres.

La première partie comprend trois chapitres. Elle vise à poser le problème de l'impact du progrès technique et de l'ouverture Nord-Sud sur la demande relative de qualification et à présenter et analyser la façon dont il a été traité dans la littérature théorique et empirique depuis les années quatre-vingt.

Le premier chapitre présente les faits stylisés qui définissent le problème posé et qui fondent les deux explications principales par le biais technologique et les échanges Nord-Sud.

Le chapitre deux est consacré à l'analyse théorique et à l'évaluation empirique de ces deux explications traditionnelles. Les mécanismes explicatifs sont décortiqués, les estimations empiriques présentées et discutées. Enfin, les méthodes empiriques sont évaluées et les limites des deux explications théoriques sont soulignées.

Le chapitre trois présente la littérature théorique nouvelle qui, depuis la fin des années quatre-vingt-dix, vise à modéliser l'impact sur les inégalités (i) d'un progrès technique endogène, (ii) des caractéristiques de l'ouverture Nord-Sud dans le processus de globalisation, et (iii) des interactions entre ces deux déterminants. Certaines limites de ces analyses sont également soulignées.

La seconde partie, composée de deux chapitres, construit et simule numériquement un modèle où l'ouverture Nord-Sud, le progrès technique et les rémunérations de facteurs interagissent.

Le chapitre quatre est consacré à l'élaboration, en autarcie puis en ouverture, d'un modèle Nord-Sud d'équilibre général avec progrès technique. Nous construisons un modèle de croissance endogène fondée sur l'amélioration des connaissances techniques dans la production de capital informatique.

Le chapitre cinq réalise une série de simulations numériques du modèle suivant plusieurs scénarios. Les trois scénarios principaux sont : l'autarcie du Nord, l'ouverture concurrentielle Nord-Sud, et l'ouverture avec un salaire minimum au Nord qui contraint l'évolution de la prime de qualification. Deux scénarios complémentaires sont simulés : l'ouverture avec non-ajustement du taux de change réel et l'ouverture avec qualification de la population active du Nord. Les résultats des exercices de simulations sont ensuite présentés, analysés et discutés.

PREMIERE PARTIE

Les faits stylisés et le débat ouverture *versus* biais technologique

Introduction de la première partie

L'objectif de cette partie est de dresser un bilan de la littérature empirique et théorique sur l'explication de l'accroissement des inégalités de salaires et d'emploi entre qualifiés et non qualifiés observé dans les pays avancés depuis la fin des années soixante-dix.

L'accroissement des inégalités salariales a fait l'objet d'une abondante littérature empirique et théorique. Deux explications sont traditionnellement avancées à ce phénomène : l'existence d'un biais technologique exogène en faveur du travail qualifié lié à l'informatisation, et l'impact des échanges Nord-Sud dans un cadre H-O-S.

Dans les années quatre-vingt-dix, les premiers travaux empiriques portant sur l'influence respective de ces deux explications ont conclu à une influence sensible du biais technologique et à un faible pouvoir explicatif des échanges Nord-Sud. Cependant, ces explications reposent sur un ensemble d'hypothèses restrictives. Elles ignorent en conséquence plusieurs voies par lesquelles le changement technologique et l'ouverture Nord-Sud peuvent influencer la demande de facteurs et donc leur rémunération. De plus, cette littérature initiale suppose implicitement que les deux explications sont indépendantes l'une de l'autre. Or, en économie ouverte, l'interaction entre le changement technologique et les échanges ne peut être occultée.

Une nouvelle littérature théorique, développée dans le milieu des années quatre-vingt-dix, a analysé d'autres mécanismes par lesquels l'ouverture et le progrès technique influençaient la demande et le prix des facteurs. Elle a également intégré dans un cadre unifié les deux explications qui sont maintenant en interaction.

Cette partie se décline en trois chapitres.

Le premier chapitre est consacré aux faits stylisés qui fondent la problématique de cette thèse. Ces faits stylisés sont également à la base du cadre d'analyse développé dans le modèle de la seconde partie de cette thèse.

Le second chapitre expose les fondements théoriques et les estimations empiriques des explications traditionnelles par le biais technologique et les échanges Nord-Sud. Les littératures théorique et empirique sont analysées et leurs limites soulignées.

Le troisième chapitre présente la nouvelle littérature théorique développée à la fin des années quatre-vingt-dix en réponse aux critiques portées aux explications traditionnelles. Il analyse également les principaux mécanismes qui fondent ces nouvelles approches.

Chapitre 1

Les faits stylisés

Introduction

Le premier chapitre est consacré aux faits stylisés qui fondent la problématique de cette thèse. Ces faits stylisés, qui concernent les pays industrialisés et portent sur les vingt-cinq dernières années, sont au nombre de cinq :

- 1) un accroissement des inégalités salariales entre qualifiés et non qualifiés (pays anglo-saxons, Pays-Bas, certains pays scandinaves), ou un arrêt dans la réduction de ces inégalités comparé aux années soixante et soixante-dix (Allemagne, France, Japon) ;
- 2) un accroissement dans tous les pays des écarts de chômage entre non qualifiés et qualifiés ;
- 3) une augmentation sensible de la part des qualifiés dans les populations active et employée ;
- 4) un changement technologique majeur, avec l'extension très rapide de l'informatisation de l'ensemble des processus productifs ;
- 5) le développement du commerce Nord-Sud de produits manufacturés, qui touche à la fois les industries traditionnelles et certains stades de production des nouveaux secteurs (informatique, communication).

La combinaison des trois premiers faits stylisés témoigne d'une augmentation nettement plus forte de la demande de main d'œuvre qualifiée relativement à la demande de main d'œuvre d'exécution (ou d'une diminution de cette dernière). Les deux derniers peuvent être le socle d'interprétations de ces différences de demande.

Les trois premiers faits stylisés traduisent des évolutions qui concernent les travailleurs qualifiés et non qualifiés. La notion de qualification recouvre plusieurs

caractéristiques : les aptitudes individuelles, les qualifications acquises par l'éducation ou par l'expérience, l'obsolescence des connaissances liées au temps.

Etant données les informations fournies par les enquêtes nationales, les études descriptives retiennent habituellement quatre types d'indicateurs pour définir le niveau de qualification :

- (i) le niveau d'éducation mesuré par le diplôme ou le nombre d'années d'étude,
- (ii) la profession représentée par la catégorie socioprofessionnelle (CSP),
- (iii) l'appartenance à une grande catégorie de main d'œuvre, comme les travailleurs manuels (*production workers*) ou non manuels (*nonproduction workers*), cols bleus (*blue collars*) ou cols blancs (*white collars*), etc.
- (iv) le salaire, en supposant que ce dernier est proportionnel à la qualification. Cette démarche repose sur la théorie du capital humain et sur les travaux économétriques qui, à la suite de Mincer (1974), ont estimé l'importance du capital humain dans l'explication des écarts de salaires. La mesure par le salaire est évidemment inadaptée à l'estimation de la relation entre la qualification et la rémunération.

Hormis le salaire, ces indicateurs tiennent peu compte de l'expérience acquise. Dans une optique descriptive, cette omission recouvre le fait que la mesure naturelle de l'expérience réside dans la durée, c'est-à-dire l'ancienneté à un poste. Or, l'ancienneté entraîne également l'obsolescence, du moins à partir d'un certain temps.

Par ailleurs, dans une optique comparative entre pays, tous les indicateurs présentent des lacunes. En effet, (i) les CSP diffèrent habituellement d'un pays à l'autre et leurs définitions ne rendent compte qu'imparfaitement des qualifications réelles, (ii) les diplômes varient d'un pays à l'autre, et (iii) la qualification acquise peut être très différente pour une même durée d'étude.

Pour des raisons de disponibilité et de comparabilité des données, nous privilégions dans cette présentation :

- (i) le niveau de diplôme (niveau secondaire premier cycle pour les non qualifiés et diplômés du supérieur pour les qualifiés) pour appréhender l'évolution du taux

de chômage (tableaux 1.2. et 1.3.), la structure de la population active (tableaux 1.4. et 1.5) et de l'emploi (tableau 1.8.) ;

- (ii) la CSP pour étudier l'évolution des inégalités de salaire en France (graphique 1.2.), la répartition de la population active de la France (tableau 1.6.), et la croissance de l'emploi pour plusieurs pays de l'OCDE dans les années quatre-vingt (tableau 1.7.) ; et
- (iii) le salaire. La variation de la prime de qualification, rapport du salaire des qualifiés à celui des non qualifiés, qui exprime l'évolution des inégalités salariales entre les deux catégories de travailleurs, est mesurée par le rapport interdécile des salaires. Ce dernier correspond à la limite supérieure du 9^{ème} décile (salaire en-dessous duquel sont payés 90% des salariés) rapportée à la limite supérieure du 1^{er} décile (salaire en-dessous duquel sont payés 10% des salariés). Ce choix suppose que la hiérarchie des salaires reproduit celle des qualifications.

Chaque fait stylisé fait l'objet d'une section. Nous présentons dans un premier temps l'évolution des inégalités de salaires entre non qualifiés et qualifiés (section 1). Les inégalités de chômage entre non qualifiés et qualifiés sont étudiées à la section 2. Nous examinons ensuite les variations de l'offre de travail qualifié (section 3). Les deux sections suivantes présentent les changements technologiques et le développement des échanges Nord-Sud. Enfin, dans une dernière section, nous présentons certaines conséquences et nous esquissons des pistes d'interprétation de ces faits stylisés.

1.1. Un accroissement des inégalités salariales

Depuis la fin des années soixante-dix, on assiste dans les pays avancés à une modification sensible dans les évolutions des inégalités salariales entre travailleurs qualifiés et non qualifiés. Globalement, l'inégalité salariale a augmenté aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, et elle a cessé de décroître ailleurs (Europe continentale) pendant les années quatre-vingt. Le tableau 1.1. décrit l'évolution des inégalités de salaires dans 15 pays de l'OCDE entre 1980 et 1998. L'inégalité salariale entre qualifiés et non qualifiés est mesurée à l'aide du rapport interdécile D9/D1.

Tableau 1.1. : Les écarts de revenus du travail de 1980 à 1998 (D9/D1)*

Pays	1980	1986	1990	1998	1998/80
Allemagne ¹	3	2,87	2,72	2,86	0,95
Australie	2,83	2,87	2,81	2,91	1,03
Belgique ²	-	2,40	2,30	2,24	0,93
Canada ³	4,02	4,45	4,40	4,18	1,04
Danemark	2,15	2,21	2,15	-	-
Finlande	2,47	2,48	2,49	2,33	0,94
France	3,25	3,16	3,26	3,1	0,95
Italie ⁴	-	2,22	2,35	2,39	1,08
Japon ⁵	3,01	3,14	3,17	3,01	1
Nouvelle-Zélande ¹	2,88	2,83	3,05	3,41	1,18
Pays-Bas ⁶	2,54	2,55	2,62	2,82	1,11
Portugal ⁷	-	3,63	3,5	4,05	1,12
Royaume-Uni	2,98	3,24	3,41	3,45	1,16
Suède ⁴	2,03	2,07	2,01	2,27	1,12
USA	3,83	4,13	4,33	4,6	1,2

* limite supérieure du 9^{ème} décile rapportée à la limite supérieure du 1^{er} décile. ¹ 1984 au lieu de 1980 et 1997 au lieu de 1998. ² 1993 au lieu de 1998. ³ 1981 au lieu de 1980 et 1994 au lieu de 1998. ⁴ 1996 au lieu de 1998. ⁵ 1997 au lieu de 1998. ⁶ 1995 au lieu de 1998. ⁷ 1985 au lieu de 1986, 1989 au lieu de 1990, 1993 au lieu de 1998.

Source : Données OCDE, Direction *Education, Emploi, Travail et Affaires Sociales*

Au cours des années quatre-vingt, dans les pays anglo-saxons (particulièrement aux Etats-Unis et au Royaume-Uni), l'écart des rémunérations entre main d'œuvre qualifiée et

peu qualifiée s'est sensiblement creusé. Aux Etats-Unis, la prime d'éducation¹ pour les hommes âgés de 25 à 64 ans du niveau "*college*" (égal ou supérieur au baccalauréat) comparativement au niveau "*high school*" (inférieur au baccalauréat) est passée de 13% en 1979 à 38% en 1987 (Levy et Murnane, 1992). Parallèlement, le rapport interdécile a augmenté d'environ 20% entre 1970 et 1980 (Piketty, 1997), puis à nouveau d'environ 20% entre 1980 et 1998 (tableau 1.1.), soit une augmentation totale de près de 50% sur l'ensemble de la période.

Au Royaume-Uni, l'accroissement des écarts salariaux a été également très sensible. L'inégalité salariale était faible en 1970, et a légèrement augmenté pendant la seconde moitié des années soixante-dix (Piketty, 1997). Ensuite, elle s'est accrue de 16% entre 1980 et 1998, le Royaume-Uni devenant le pays européen le plus inégalitaire (tableau 1.1.).

Sur la même période, les évolutions sont plus contrastées dans les pays d'Europe continentale et au Japon, combinant selon les pays, faible réduction, stabilité, ou faible augmentation. On est toutefois loin de l'évolution des deux décennies précédentes, qui témoignaient d'une baisse quasi-continue des inégalités (Piketty, 1997).

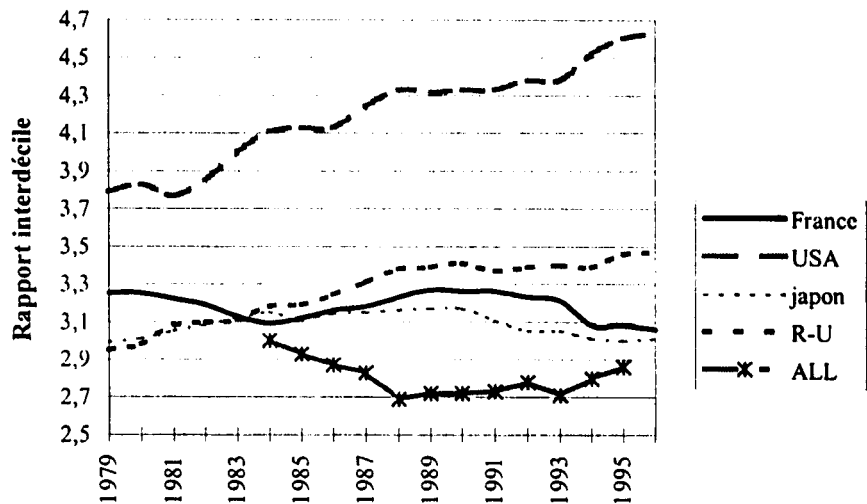
Au Pays-Bas et en Suède, les inégalités salariales ont augmenté à partir d'un niveau faible, voire très faible. En conséquence, ces pays restent relativement égalitaires en fin de période. Au Danemark et en Finlande, le caractère égalitaire de la distribution salariale s'est maintenu dans les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix (tableau 1.1.).

En Allemagne, les inégalités se sont réduites au cours des années quatre-vingt pour augmenter au cours des années quatre-vingt-dix. Sur l'ensemble de la période, on assiste à une faible réduction des inégalités (graphique 1.1.).

Comme l'Allemagne, la France témoigne d'une réduction faible des inégalités salariales (graphique 1.1.). En outre, la réduction des inégalités salariales entre catégories socioprofessionnelles ne s'opère en France qu'à partir de 1968, contrairement à la plupart des pays avancés où elle s'observe dès les années cinquante ou soixante (graphique 1.2.). Très sensible jusqu'en 1983, cette réduction est ensuite très faible.

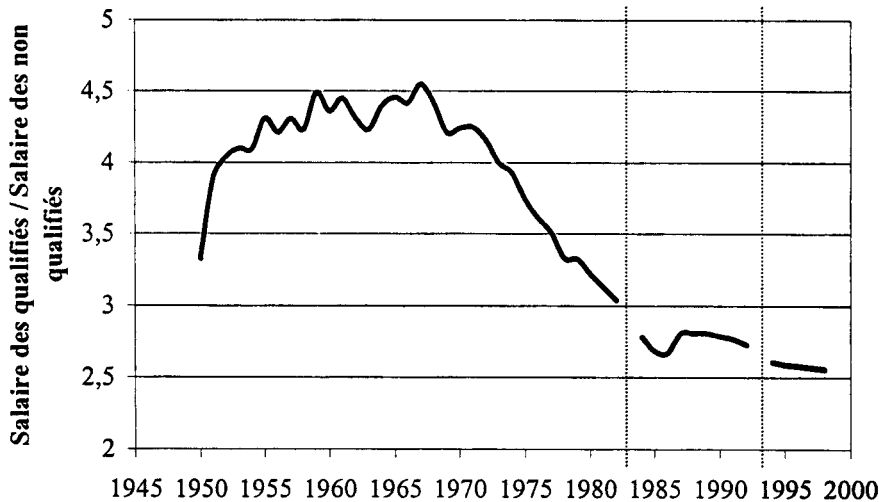
¹ La prime d'éducation mesure l'écart entre le salaire des éduqués et celui des moins éduqués en % du dernier.

Graphique 1.1. : Evolution du rapport interdécile dans quelques pays de l'OCDE



Source : Données OCDE, Direction Education, Emploi, Travail et Affaires Sociales.

Graphique 1.2. : Evolution du rapport du salaire net annuel moyen des cadres supérieurs à celui des ouvriers en France 1950-1998*



Source : INSEE, Séries longues sur les salaires, 2000.

* A partir de 1984, les disparités salariales sont approximées par le rapport du salaire net annuel moyen des cadres et professions intellectuelles supérieures au salaire net annuel moyen des ouvriers. En raison du changement de nomenclature d'activité et du redressement des postes annexes, les disparités salariales sur la période 1984-1998 ne sont pas comparables avec celles de la période 1950-1982.

1.2. Une augmentation sensible du chômage relatif de la main d'œuvre non qualifiée

En plus de la montée des inégalités salariales, la main d'œuvre non qualifiée a subi une nette dégradation de sa situation en termes d'emploi depuis la fin des années soixante-dix. Dans tous les pays de l'OCDE, le chômage des non qualifiés a augmenté relativement à celui des qualifiés.

Pour les pays de l'OCDE, l'évolution des taux de chômage par niveau de formation témoigne d'une dégradation de la situation des travailleurs peu qualifiés en termes d'emploi depuis le début des années quatre-vingt dans les pays industrialisés.

Le tableau 1.2. montre l'évolution du ratio des taux de chômage masculin des non qualifiés sur les qualifiés en France, aux U.S.A., au Royaume-Uni et en Allemagne sur la période 1979-1990. Les quatre pays connaissent une augmentation, forte en Allemagne et en France, moyenne aux Etats-Unis, et faible au Royaume-Uni. Pour les deux genres, une évolution similaire peut être observée pour la période 1992-2000, avec toutefois une modification dans la hiérarchie des pays (tableau 1.3.). Dans les années quatre-vingt-dix et pour les pays européens, c'est au Royaume-Uni que l'inégalité entre qualifiés et non qualifiés a cru le plus fortement en termes de chômage, suivie par l'Allemagne et la France.

Tableau 1.2. : Evolution du taux de chômage des qualifiés et non qualifiés (hommes uniquement)

Pays	Rapport des taux de chômage des non qualifiés ¹ /qualifiés ²		Variation du rapport
	1979	1990	
France	1.40	2.02	+0.62
Allemagne (RFA)*	2.25	2.91	+0.66
Royaume-Uni	2.49	2.68	+0.19
U.S.A.**	2.06	2.51	+0.45

¹ niveau secondaire 1^{er} cycle. ² diplômés du supérieur.

* 1978 au lieu de 1979, 1987 au lieu de 1990 / ** 1989 au lieu de 1990.

Source : OCDE, *Etude sur l'Emploi* (1994)

Tableau 1.3. : Evolution du taux de chômage des qualifiés et non qualifiés pour quelques pays de l'UE (hommes et femmes)

Pays	Rapport des taux de chômage des non qualifiés ¹ /qualifiés ²		Variation du rapport
	1992	2000	
Belgique	3.42	3.85	+0.43
France	2.49	2.73	+0.24
Allemagne [*]	3.33	4.12	+0.79
Royaume-Uni	3.05	4.23	+1.18
¹ diplômés de l'enseignement supérieur. ² ayant un niveau secondaire inférieur ou moins. [*] excluant l'ex-RDA à partir de 1991.			

Source : Base de données Eurostat *New Cronos*

1.3. Un accroissement de l'offre de travail qualifié

A partir de la fin des années soixante-dix, dans tous les pays de l'OCDE, la part des qualifiés a fortement augmenté, tant dans la population active que dans la population employée. On assiste en conséquence à une hausse de la part des qualifiés (i) dans l'offre de travail, et (ii) dans l'emploi total.

1.3.1. Une hausse du niveau d'éducation de la population active

La prolongation de la scolarité a été très importante depuis la seconde guerre mondiale, mais elle s'est particulièrement accélérée à partir des années soixante-dix aux Etats-Unis, et à partir du milieu des années quatre-vingt dans les autres pays industrialisés. L'offre de qualification a en conséquence connu une croissance rapide et continue. Globalement, depuis trente ans, tous les pays bénéficient d'une augmentation du niveau général d'instruction (tableaux 1.4. et 1.5.). Ce phénomène recouvre à la fois une

augmentation significative des diplômés de l'enseignement supérieur et une baisse importante des moins qualifiés dans la population active.

Dans les années soixante-dix et quatre-vingt, la population active diplômée de l'enseignement supérieur rapportée à celle de niveau inférieur ou égal au secondaire-1^{er} cycle a augmenté dans tous les pays avancés, mais principalement aux Etats-Unis et au Canada (tableau 1.4.).

Sur la période 1989-1995, la part des 25-64 ans ayant reçu une formation supérieure a continué d'augmenter dans tous les pays, sauf aux Etats-Unis (tableau 1.5.). Quant au rapport des qualifiés aux non qualifiés, il progresse partout en raison de la forte diminution de la main d'œuvre la plus faiblement formée.

Tableau 1.4. : Population active par niveau d'instruction (hommes uniquement)²

Pays (tranches d'âge)		Parts dans la population active en %		
		Jusqu'au secondaire 1 ^{er} cycle (A)	Diplômés du supérieur (B)	Ratio B/A
Canada (25 ans et +)	1979	23,7	13,9	0,59
	1990	10,4	16,9	1,63
France (25 ans et +)	1968	73,4	5,1	0,07
	1990	42,5	15,8	0,37
Allemagne (25-54 ans)	1978	20,1	9,6	0,48
	1987	14,8	13,0	0,88
Roy. Uni³(25-55 ans)	1979	78,6	13,8	0,18
	1990	62,6	25,9	0,41
Etats-Unis (25-64 ans)	1970	37,5	15,7	0,42
	1989	15,7	28,2	1,80

Source : OCDE, *Etude sur l'Emploi* (1994)

² L'hétérogénéité des données interdit les comparaisons entre pays; les variations par pays sont significatives.

³ Au Royaume-Uni, la définition du chômage, et donc de la population active, a été modifiée après 1979 ; en conséquence, les résultats pour 1979 et 1990 ne sont pas comparables.

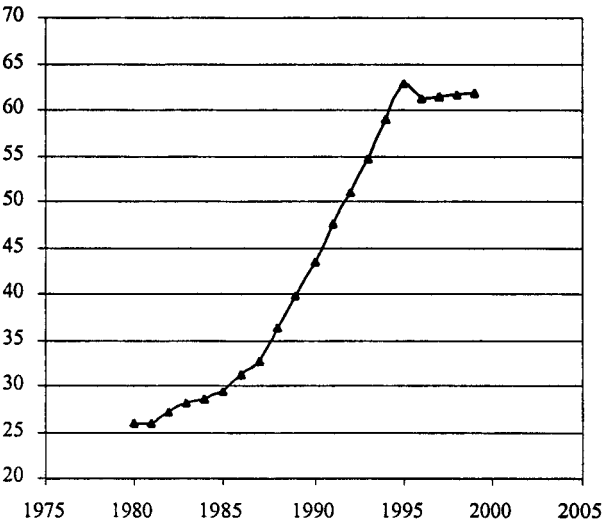
Tableau 1.5. : Niveau de qualification des 25-64 ans par pays* en 1989 et 1995

Pays	Parts dans la population en %							
	jusqu'au secondaire 1er cycle (A)		Diplômés du supérieur (B)		Ratio B/A		Variation de	
	1989	1995	1989	1995	1989	1995	A	B
France	50	32	14	19	0,28	0,59	-18	+5
Allemagne	22	16	17	23	0,77	1,44	-6	+6
Royaume-Uni	35	24	15	21	0,43	0,88	-9	+6
Etats-Unis	18	14	35	33	1,94	2,36	-4	-2
*pourcentage de la population de 25 à 64 ans ayant atteint son niveau de formation le plus élevé								

Source : Données OCDE

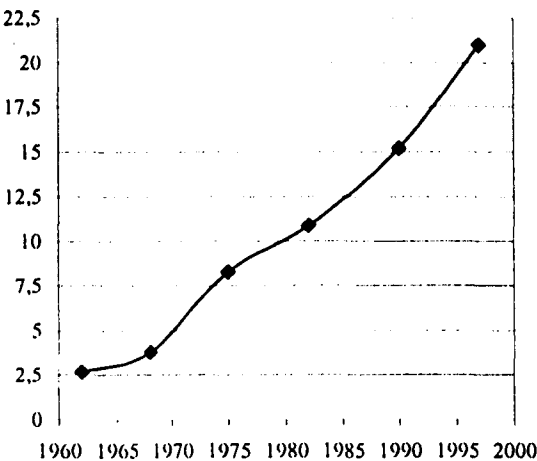
En France, le nombre des diplômés du supérieur dans la population active a fortement augmenté, avec une accélération à partir des années quatre-vingt (graphiques 1.3 et 1.4). La part des bacheliers dans une génération est passée de 26% en 1980 à plus de 60% en 2000 (graphique 1.3), et la part des diplômés du supérieur est passée de 2,5% en 1962 à 21% en 1998 (graphique 1.4).

Graphique 1.3. : France : proportion de bacheliers dans une génération (%)



Source : Ministère de l'Education Nationale

Graphique 1.4. : France : part des diplômés du supérieur dans la population active



Source : INSEE, Recensements, et EUROSTAT

Enfin, en termes de catégories socioprofessionnelles, la répartition de la population active en France indique une forte augmentation des professions requérant un niveau élevé d’éducation (cadres et professions intellectuelles supérieures), et une baisse des professions à faible niveau de qualification (tableau 1.6).

Tableau 1.6. : La population active de la France par CSP de 1962 à 1998

Catégorie Socio-Professionnelle	1962	1975	1982	1990	1995	1998
•Agriculteurs exploitants	15,9	7,8	6,3	4,1	3,2	2,7
•Artisans, commerçants et chefs d’entreprise	10,9	8,1	7,8	7,3	6,9	6,5
•Cadres et professions intellectuelles supérieures	4,7	7,1	8,1	10,7	12,1	12,3
•Professions intermédiaires	11	16	16,9	18,8	19,9	20
•Employés	18,4	23,4	26,6	27,6	29,4	29,8
•Ouvriers	39,1	37,3	32,9	30,4	27,2	27,4
•Chômeurs n’ayant jamais travaillé	0	0,3	1,5	1,1	1,3	1,4
Population active ⁴	100	100	100	100	100	100

Source : INSEE, Recensements de la population de 1962 à 1990, Enquêtes Emploi de 1995 à 1998

⁴ Hors appelés du contingent.

1.3.2. Une hausse de la main d'œuvre qualifiée dans la population employée

Constatée pour la population active, la hausse des qualifications s'observe également pour la population employée. Dans les années quatre-vingt, les pays industrialisés connaissent une augmentation sensible de la part des professions exigeant un niveau élevé de qualification. La croissance de l'emploi est d'autant plus forte que le niveau de qualification requis est élevé (tableau 1.7.).

Tableau 1.7. : Croissance de l'emploi par profession dans les années quatre-vingt
(Variations annualisées en %)

Professions (CITP 1968)	Canada 1979-90	France 1982-91	R.F.A. 1980-91	Japon 1979-90	Roy-Uni 1984-91	U.S.A. 1979-90
0/1. Professions scientifiques, techniques, libérales et assimilées	2,9	2,2	2,8	4,5	3,7	3,0
2. Directeurs et cadres administratifs supérieurs	6,7	2,8	2,0	0,8	2,3	3,8
3. Personnel administratif et travailleurs assimilés	1,5	0,3	1,4	2,3	1,7	1,3
4. Personnel commercial et vendeurs	1,0	0,9	1,4	1,7	1,5	2,6
5. Travailleurs spécialisés dans les services	2,0	1,0	1,1	0,7	0,9	1,8
6. Agriculteurs, etc.	-1,1	-3,4	-2,8	-2,7	-1,0	-0,6
7 à 9. Ouvriers et manœuvres non agricoles, conducteurs d'engins	0,2	-0,9	-0,4	0,7	-0,6	0,0
Total	1,7	0,3	0,9	1,2	1,3	1,6

Source : OCDE : *Etude sur l'Emploi*, 1994

Pour tous les pays avancés, l'emploi des travailleurs très qualifiés (classes 0, 1 et 2) a augmenté à un rythme annuel supérieur à 2% dans les années quatre-vingt. Pour les professions moyennement qualifiées (postes 3, 4 et 5), la croissance de l'emploi s'est située entre 1 et 2%. Quant aux travailleurs les moins qualifiés (postes 6 à 9), leur nombre est en

régression ou en stagnation, sauf au Japon. Il faut enfin souligner que la progression du rapport des emplois qualifiés aux emplois peu qualifiés caractérise la quasi-totalité des branches de production, et que la baisse des moins qualifiés est particulièrement forte dans les industries manufacturières (OCDE, 1994). La structure des emplois s’est donc nettement déplacée vers les professions les plus "qualifiées".

Tableau 1.8. : Emploi par niveau d'éducation pour quelques pays européens dans les années quatre-vingt-dix

Pays	En % de l'emploi total								
	jusqu'au secondaire 1er cycle (A)		Diplômés du supérieur (B)		Ratio B/A		Variation de		
	1992	2000	1992	2000	1992	2000	B/A	A	B
France	59,66	29,99	18,20	25,80	0,31	0,86	0,55	-29,67	+7,6
Allemagne	16,71	15,49	22,93	26,42	1,37	1,71	0,34	-1,22	+3,49
Royaume-Uni	44,85	12,93	22,54	32,25	0,50	2,49	1,99	-31,92	+9,71

Source: Eurostat, base de données *New Cronos*

Sur la période 1992-2000, la part des diplômés du supérieur dans l'emploi total a augmenté dans tous les pays.

En France et au Royaume-Uni, la hausse du rapport des qualifiés aux non qualifiés dans l'emploi total s’explique également par la forte diminution du nombre de moins qualifiés.

1.4. L'informatisation des processus productifs

Depuis environ vingt-cinq ans, les pays industrialisés ont vu se développer les technologies de l’information et de la communication (TIC). Ce mouvement s'est accéléré depuis le début des années quatre-vingt-dix avec l'apparition des nouvelles technologies de

l'information et de la communication (NTIC) caractérisées par : la diffusion de l'*internet*, le développement des micro-ordinateurs en réseau, l'apparition et l'intensification du commerce électronique, et l'utilisation croissante des téléphones mobiles.

L'utilisation des techniques informatiques dans l'ensemble des processus productifs constitue une propriété majeure de ce changement technologique. Depuis vingt cinq ans, l'informatisation s'est peu à peu étendue à tous les secteurs de l'économie. Or, la littérature définit un changement technologique à portée général ("*General Purpose Technology*") comme un changement technique qui touche et modifie l'ensemble des processus productifs. De ce point de vue, l'informatisation est bien un changement technologique à portée générale, même si l'impact de ce changement sur la productivité et la restructuration de l'économie a donné lieu à des analyses très contrastées.

Trois caractéristiques principales de l'informatisation retiendront notre attention et serviront de points d'ancrage pour les discussions et les hypothèses des modèles développés dans cette thèse :

- (i) L'informatisation s'est peu à peu diffusée à l'ensemble des processus productifs.
- (ii) La productivité a augmenté à un rythme très rapide dans le secteur informatique, alors qu'elle a eu tendance à ralentir dans les autres secteurs.
- (iii) Les technologies de l'information ont capté une part croissante des ressources et efforts de R&D.

1.4.1. La diffusion de l'informatisation

Les dépenses en technologies de l'information ont sensiblement augmenté au cours de la décennie quatre-vingt-dix dans les grands pays industrialisés. Ces dernières regroupent les dépenses en *hardware*, *software* et matériel de télécommunication (rapport du FMI, 2001). Cette mutation a touché les ménages et les entreprises. Le tableau 1.9. illustre cette évolution au niveau macroéconomique.

Tableau 1.9. : Dépenses en TIC*

Pays	Dépenses en TIC/PIB (en pourcentage)		TIC par tête (dollars U.S. valeur nominale)	
	1999	Variation (%) 1992-1999	1999	Variation (%) 1992-1999
Canada	5,3	+1,6	1808,7	+31,6
Danemark	4,5	+1,0	2540,3	+45,3
France	3,8	+0,8	1706,6	+27,5
Allemagne	4,1	+0,9	1699,9	+29,4
Royaume-Uni	4,7	+0,7	1979,5	+52,0
Etats-Unis	5,2	+0,9	2792,1	+57,9
* Hardware, software and matériel de télécommunication.				

Source : Rapport du FMI (2001), *Perspectives de l'économie mondiale*, Septembre, p. 134

L'augmentation des dépenses en technologies de l'information et de la communication s'est traduite par une forte diffusion des matériels informatiques et de télécommunication dans la population (tableau 1.10.).

Tableau 1.10. : Indicateurs de la diffusion des TIC*

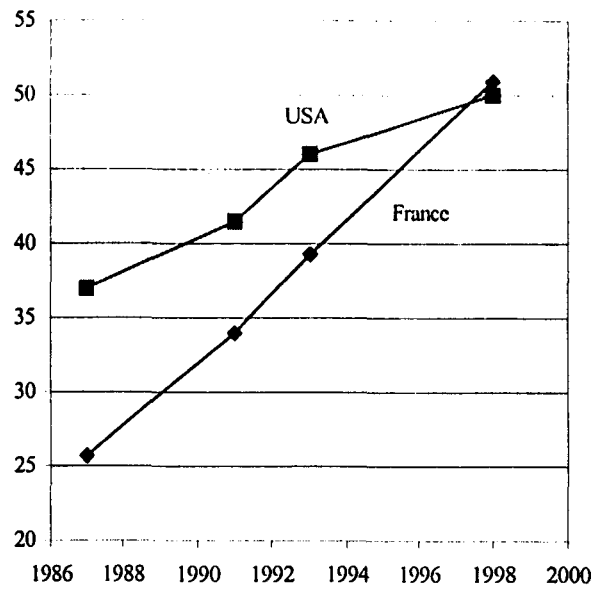
Pays	Ordinateurs personnels (pour 100 personnes)	
	Variation 1990-2000	2000
Canada	28,3	39,0
Danemark	31,6	43,1
France	23,4	30,5
Allemagne	23,4	33,6
Royaume-Uni	23,0	33,8
Etats-Unis	36,8	58,5
* Hardware, software et matériel de télécommunication.		

Source : Rapport du FMI (2001), *Perspectives de l'économie mondiale*, Septembre, p. 134

Enfin et surtout, la proportion de salariés qui utilisent un ordinateur sur leur lieu de travail a sensiblement augmenté entre la fin des années quatre-vingt et la fin des années

quatre-vingt-dix en France et aux Etats-Unis (graphique 1.5.). En 1998, dans les deux pays, un salarié sur deux utilise un ordinateur dans le cadre de son travail, au moins occasionnellement.

Graphique 1.5. :
Taux d'utilisation des ordinateurs au travail (% des salariés)*



Sources : France : *Premières Synthèses*, n° 53.2, Décembre 1998, DARES, Ministère de l'Emploi et de la Solidarité ; Etats-Unis : Katz et Krueger (1997) et US Census Bureau, Octobre 1998, *Statistical Abstract of the United States*, Table 424.

*Pour les Etats-Unis : 1989 au lieu de 1987, et 1997 au lieu de 1998

1.4.2. Croissance accélérée de la productivité dans le secteur informatique, et ralentie dans les autres secteurs

Sur les vingt-cinq dernières années, la productivité a cru très fortement dans le secteur informatique alors qu'elle s'est ralentie dans les autres secteurs.

a) Croissance accélérée de la productivité dans le secteur informatique

Pour mesurer la productivité dans le secteur de production des ordinateurs, on doit tenir compte des coûts réels de production et de la qualité des matériels informatiques produits. De ce point de vue, la production d'ordinateurs et de matériels informatiques est caractérisée par une baisse importante du prix unitaire des ordinateurs, et l'amélioration très sensible de la qualité et de la capacité de traitement du matériel produit. En conséquence, l'augmentation de la productivité totale des facteurs (PTF) dans ce secteur prend la forme d'une hausse très importante de la qualité par unité de production ou d'une baisse fortement accélérée des prix à qualité égale des matériels. Une mesure hédonique du prix des ordinateurs permet alors de représenter la baisse des coûts unitaires de production et la hausse de la qualité des matériels produits.

Nous présentons successivement les trois caractéristiques de cette forte hausse de la productivité dans le secteur informatique :

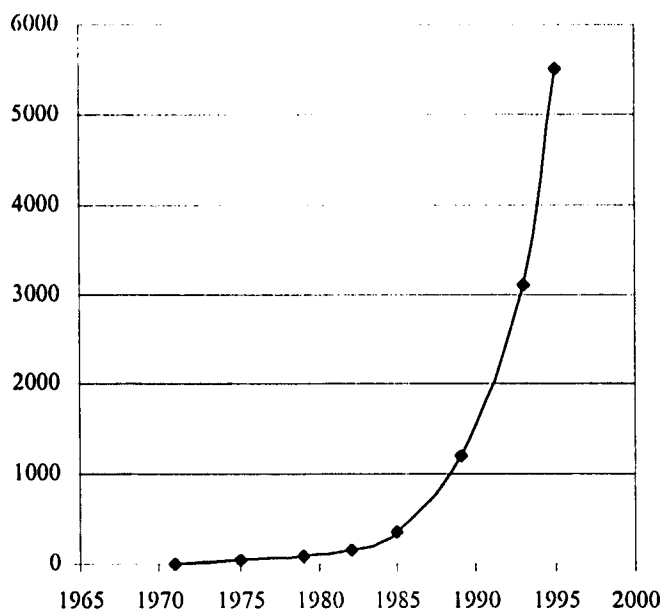
- 1) l'augmentation de la puissance du matériel informatique ;
- 2) la baisse du coût réel unitaire de production ;
- 3) une baisse accélérée du prix hédonique.

L'augmentation de la puissance des ordinateurs

L'accélération de la diffusion des nouvelles technologies informatiques s'est accompagnée d'une augmentation exponentielle de la puissance des ordinateurs. Cette tendance, constatée au cours des années soixante-dix et confirmée jusqu'aujourd'hui, a été qualifiée de "loi de Moore"⁵ (graphique 1.6.).

⁵ Cette tendance a été mise en évidence en 1965 par Gordon Moore, Président d'Intel, lorsqu'il étudia la courbe des performances des microprocesseurs. Jusqu'au milieu des années soixante-dix, le nombre d'éléments contenus dans une puce a doublé chaque année, puis la complexité s'est ralentie pour ne doubler que tous les deux ans, ce qui est actuellement le cas. Cette loi se heurte néanmoins à des limites d'ordre physique.

Graphique 1.6. :
Evolution du nombre de transistors par processeur (milliers)



Source : Données INTEL

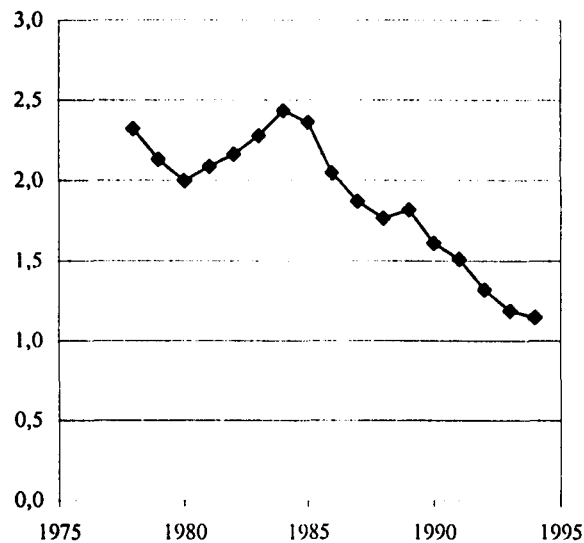
La baisse des coûts réels de production des ordinateurs

Dans presque tous les pays⁶, le coût de production des matériels informatiques a diminué depuis la fin des années soixante-dix. Le graphique 1.7. témoigne de cette évolution pour la France. L'indice utilisé est le prix relatif des matériels informatiques⁷ (issu de la comptabilité nationale). L'augmentation de 1980 à 1985 reproduit la forte hausse du Dollar US, la majeure partie des matériels informatiques étant importée.

⁶ Les indices de prix "classiques" (hors qualité) révèlent une augmentation du prix des ordinateurs dans certains pays européens (Belgique, Suède et France jusqu'en 1985). Aux Etats-Unis, le problème ne se pose pas car les prix des machines de bureau, des machines comptables et des machines informatiques sont mesurés à l'aide de méthodes hédoniques depuis 1986 avec une rétropolation jusqu'en 1958.

⁷ Indice des prix du matériel informatique rapporté à l'indice de prix du PIB (base 100 en 1995).

Graphique 1.7. :
Coût relatif de production des matériels informatiques en France



Source : Bensaïd, Greenan et Mairesse (1996) et Comptabilité Nationale.

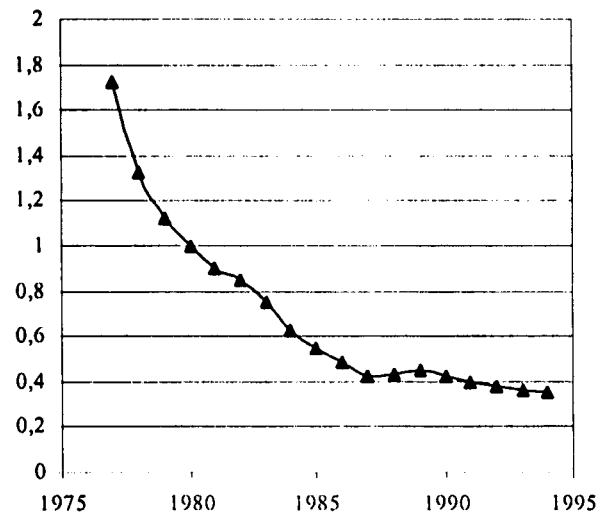
Toutefois, la baisse du prix relatif ne rend compte qu'imparfaitement de la réduction "réelle" du prix, puisqu'elle s'applique à des biens dont la qualité a fortement progressé sur la période.

La baisse du prix hédonique des ordinateurs

Le "prix hédonique" permet de mesurer l'évolution du prix à qualité constante. Il est mesuré à partir de l'estimation d'une fonction reliant le prix des matériels informatiques à des caractéristiques observables de performance, comme la capacité de mémoire, la capacité de stockage ou la vitesse. Le graphique 1.8. et le tableau 1.11. témoignent de la baisse extrêmement forte et rapide des prix hédoniques du matériel informatique sur les vingt dernières années. Au Royaume-Uni, le prix des ordinateurs a été divisé par 15 entre 1972 et 1992 (tableau 1.11.). En France, on observe une chute du prix hédonique des ordinateurs depuis la fin des années soixante-dix d'environ 10% par an. Aux Etats-Unis, l'évolution annuelle moyenne du prix de l'investissement en matériels informatiques est

d'environ -16% sur l'ensemble de la période 1970-1998 (Celle, Mairesse et Koçoglu, 2000).

Graphique 1.8. :
Prix des matériels informatiques en France (mesure hédonique)



Source : Bensaïd, Greenan et Mairesse (1996) ⁸

Tableau 1.11. : Prix des ordinateurs et des microprocesseurs au Royaume-Uni (mesure hédonique)

Années	Ordinateurs (1972=100)	Microprocesseurs (1981=100)
1960	2088,2	ND*
1965	525,0	ND
1970	177,9	ND
1975	79,2	1093,2
1980	29,7	228,1
1985	26,5	32,0
1990	12,8	4,1
1992	6,6	1,9

*Non disponible

Source : Stoneman & Toivanen (1997, p. 116)

Il faut toutefois souligner que, si l'indice des prix habituel (hors qualité) sous-estime clairement la baisse du coût d'acquisition des matériels informatiques, le prix hédonique

⁸ Graphique repris dans le rapport du Plan sur les NTIC, Chapitre 1, Graphique 1 p.40.

tend sans doute à la surestimer. En effet, une part non négligeable des améliorations apportées aux ordinateurs n'est pas captée par les utilisateurs. Cela provient en particulier :

- (i) du fait que les améliorations portent sur de nombreux domaines (traitement de texte, calcul, audio-vidéo, etc), dont une partie seulement est exploitée par chaque utilisateur, et
- (ii) que l'exploitation des potentialités nouvelles nécessite un apprentissage long et coûteux, qui décourage nombre d'utilisateurs.

b) *Un ralentissement de la productivité dans les autres secteurs*

Les études menées sur des périodes longues montrent que la croissance accélérée de la productivité dans le secteur informatique s'est accompagnée d'un ralentissement de la productivité globale des facteurs (PTF) dans l'ensemble de l'économie depuis 1973 (tableau 1.12.). Ce ralentissement est observé partout dans le monde, et il est de forte ampleur.

Tableau 1.12. : La productivité totale des facteurs, 1960-1995
(taux de croissance annuels moyens en %)

Pays	1960-73	1973-89	1989-95	1973-1995
Allemagne	2,50	0,90	-0,11	0,62
Canada	1,51	0,23	-0,59	0,01
France	2,11	1,31	-0,45	0,83
Italie	3,82	0,27	-0,10	0,17
Japon	6,35	0,56	0,18	0,45
Royaume-Uni	1,76	0,65	-0,88	0,23
Etats-Unis	1,36	0,45	0,29	0,41

Source : Séries de D. Jorgenson

Cette décélération est d'autant plus surprenante, qu'au cours de cette période, les techniques ont subi de profonds changements liés au développement de l'électronique et l'informatique. Alors que les nouvelles technologies de l'information sont considérées comme des innovations radicales, sources d'une croissance accrue, leur diffusion s'est accompagnée d'un ralentissement de la productivité globale des facteurs (Greenan, 1999 ; Cohen & Debonneuil, 2000). Selon la formule célèbre de Solow : « L'âge des ordinateurs est arrivé partout, sauf dans les statistiques de la productivité⁹ ».

Depuis 1995, on observe néanmoins une reprise de la croissance de la productivité aux Etats-Unis. D'après les calculs de Gordon (2000a), l'accélération de la productivité globale des facteurs reste toutefois concentrée dans les seuls secteurs de biens durables, et le seul secteur des ordinateurs explique un tiers de cette augmentation¹⁰.

D'autres études confirment le rôle du secteur informatique dans l'accélération de la PTF à partir de 1995. Elles mesurent (i) les contributions à la croissance de la productivité de l'utilisation, par l'ensemble des secteurs, de capitaux informatiques et de communication, et (ii) la part du secteur des TIC dans l'augmentation de la PTF¹¹. Selon Oliner et Sichel (2000), le taux de croissance de la productivité du travail observé entre 1996 et 1999 par rapport au début des années quatre-vingt-dix progresse d'un point. Cette hausse s'explique pour moitié par l'utilisation des TIC et encore pour un tiers par la production d'ordinateurs (tableau 1.13.). Ces chiffres sont assez proches de ceux obtenus par Jorgenson et Stiroh (2000) qui évaluent à 0,3 point la contribution de l'utilisation des capitaux informatiques et de communication à la croissance de 1% de la productivité du travail, et à 0,2 point celle de la production d'ordinateurs (tableau 1.13.).

⁹ *New York Times Book Review*, 1987.

¹⁰ D'après les calculs de Gordon (2000a), l'accélération de la productivité globale des facteurs, corrigée du cycle, entre la tendance observée de 1972 à 1995 et la période 1995-1999 est de 0,8% par an pour l'ensemble de l'économie. Si on exclut le secteur qui produit les ordinateurs, cette accélération n'est plus que de 0,6%. Si on exclut les secteurs qui produisent l'ensemble des biens durables, elle n'est plus que de 0,2%.

¹¹ Soit la part du secteur informatique dans le total des secteurs multipliée par l'accroissement de la PTF dans le secteur informatique.

Tableau 1.13. : Décomposition de la croissance de la productivité du travail aux Etats-Unis dans la seconde moitié des années quatre-vingt-dix

	Oliner et Sichel (2000)	Jorgenson et Stiroh (2000)
Variation du taux de croissance moyen de la productivité du travail	1	1
Contributions de :		
• Accumulation de capital par tête :	0,5	0,5
- <i>Capital informatique et de communication</i>	0,5	0,3
- <i>Autre capital</i>	0	0,2
• Qualité de la main d'œuvre	-0,1	-0,1
• Productivité totale des facteurs	0,7	0,6
- <i>Production des TIC</i>	0,3	0,2
- <i>Autre production</i>	0,4	0,4

Source : Sichel (2000)

1.4.3. Un effort très sensible de R&D dans le secteur informatique

L'informatisation s'accompagne de fortes dépenses en R&D dans le secteur informatique et dans les TIC en général, qui représentent aujourd'hui une part très importante de l'effort de recherche des pays de l'OCDE.

Tableau 1.14. : Part des TIC dans la R&D et la valeur ajoutée du secteur concurrentiel en 1997 (%)

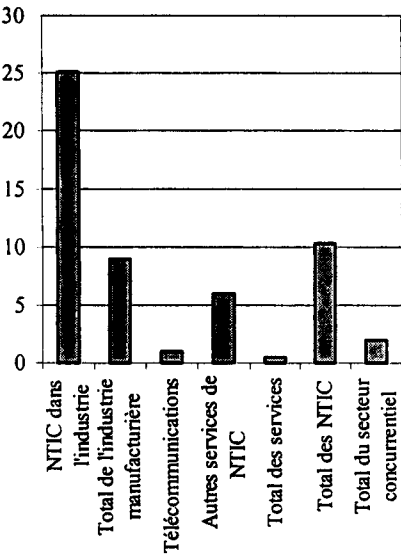
Pays	Part des TIC dans la R&D du secteur concurrentiel (%)	Part des TIC dans la valeur ajoutée du secteur concurrentiel (%)
Total OCDE	34,6	7,4
Etats-Unis	38	8,7
Japon	40,4	5,8
Union Européenne	23,6	6,4
<i>Allemagne</i>	20,1	6,1
<i>France</i>	26,4	5,3
<i>Italie</i>	26,5	5,8
<i>Royaume Uni</i>	21,8	8,4

Source : *Measuring the ICT Sector*, OCDE, 2000

Dans les pays de l'OCDE, les secteurs issus des technologies de l'information et de la communication représentent une part essentielle et croissante des dépenses en R&D du secteur concurrentiel (environ un tiers pour le total des pays de l'OCDE en 1997), alors que leur part dans la valeur ajoutée du secteur concurrentiel est nettement moins importante (tableau 1.14.).

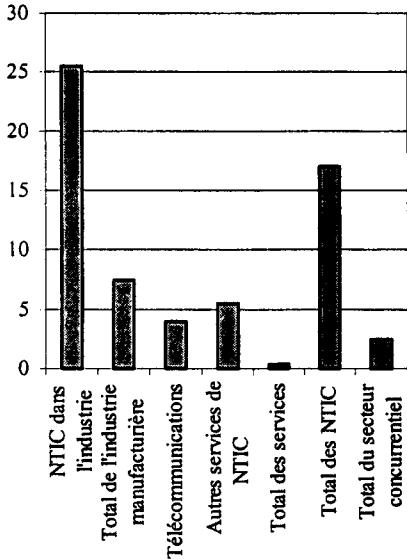
En outre, la décomposition sectorielle de l'intensité en R&D (dépenses de R&D rapportée à la valeur ajoutée) révèle un effort de recherche très supérieur dans les TIC comparé aux autres secteurs. Cet effort est particulièrement élevé dans les TIC de l'industrie manufacturière¹² (graphiques 1.9., 1.10., 1.11., 1.12. et 1.13.). Enfin, l'intensité en R&D dans le total des TIC diffère selon les pays. Le Japon, les Etats-Unis et la France ont une activité de R&D importante dans ce secteur.

Graphique 1.9. :
Décomposition de l'intensité de la R&D
dans le secteur des TIC en 1997
Etats-Unis



Source : *Measuring the ICT Sector, OCDE 2000.*

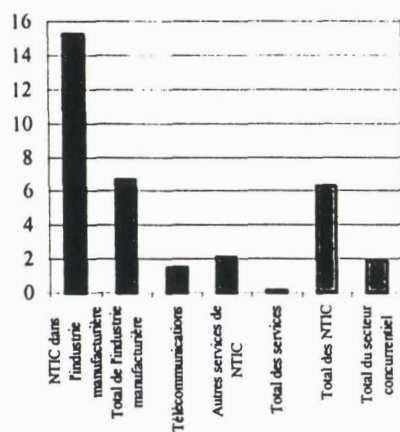
Graphique 1.10. :
Décomposition de l'intensité de la R&D
dans le secteur des TIC en 1997
Japon



Source : *Measuring the ICT Sector, OCDE, 2000.*

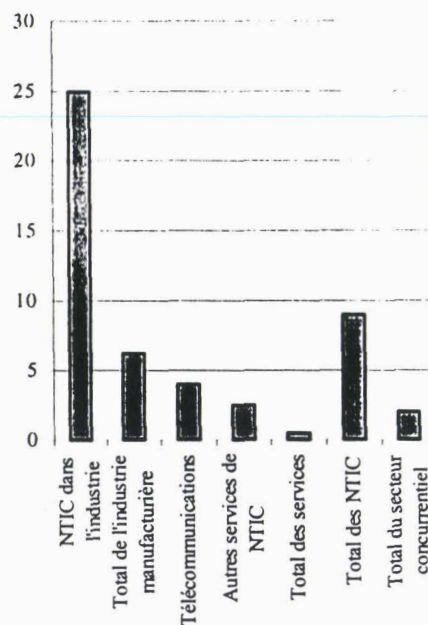
¹² Les TIC dans l'industrie manufacturière comprennent les machines de bureau et les ordinateurs, les composants électroniques, les radio-transmetteurs et appareils de transmission pour les lignes téléphoniques, les radio-récepteurs et appareil d'enregistrement audio et vidéo, etc...

Graphique 1.11. :
Décomposition de l'intensité de la R&D
dans le secteur des TIC en 1997
Allemagne



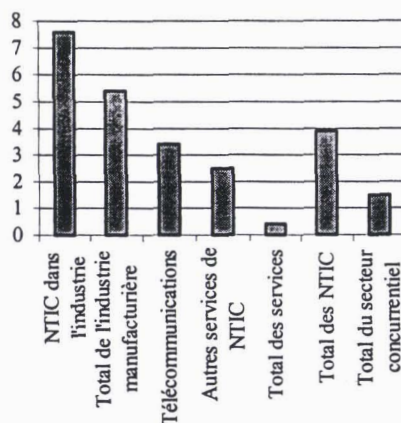
Source : Measuring the ICT Sector, OCDE, 2000.

Graphique 1.12. :
Décomposition de l'intensité de la R&D
dans le secteur des TIC en 1997
France



Source : Measuring the ICT Sector, OCDE, 2000.

Graphique 1.13. :
Décomposition de l'intensité de la R&D dans le secteur des TIC en 1997
Royaume-Uni



Source : Measuring the ICT Sector, OCDE, 2000.

1.5. Le développement des échanges Nord-Sud

Depuis le début des années soixante-dix, on observe une hausse sensible des échanges commerciaux avec les pays émergents, notamment les NPI asiatiques et la Chine. Cette augmentation concerne principalement les échanges manufacturés. Les importations nettes en provenance des pays du Sud ont sensiblement progressé, essentiellement (i) dans les industries traditionnelles à faible teneur en qualification (industries textiles, confection, industrie du jouet, etc), et (ii) dans les biens informatiques et électroniques¹³.

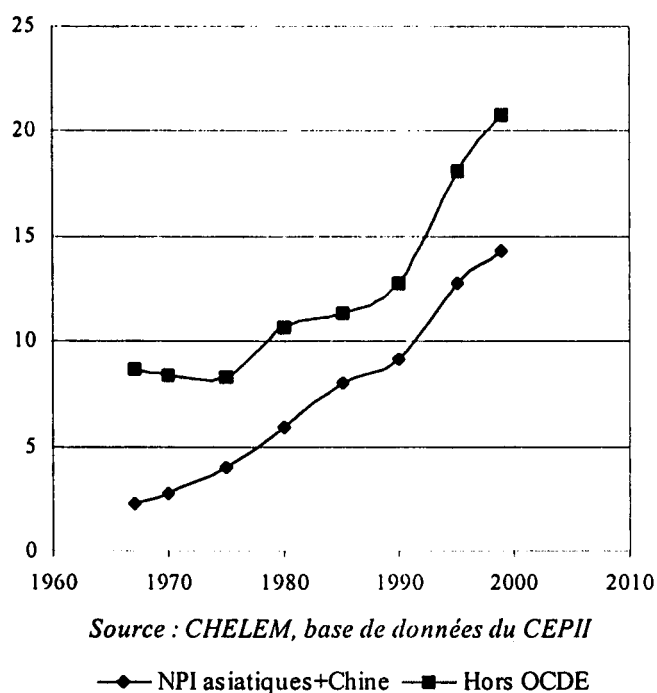
1.5.1. La spécialisation des pays du Sud dans les échanges de biens manufacturés

La diminution de la demande de travail non qualifié observée dans les pays industrialisés est concomitante à une intensification des échanges commerciaux avec les pays en développement, notamment les NPI asiatiques¹⁴ et la Chine. Les importations de biens manufacturés en provenance du Sud ont régulièrement progressé au cours des trente dernières années (graphique 1.14.). Cette évolution est en grande partie imputable à l'augmentation des importations de biens manufacturés en provenance des NPI d'Asie plus la Chine.

¹³ Pour l'ensemble des pays de l'OCDE, les secteurs où les exportations nettes en direction du Sud sont les plus élevées sont les produits chimiques, les produits pharmaceutiques, les machines et matériel, les véhicules à moteur, et la construction aéronautique. Ces secteurs sont intensifs en qualification.

¹⁴ Les NPI asiatiques retenus correspondent à : (i) la Corée du Sud, Hong Kong, Singapour, et Taiwan (NPI d'Asie 1 dans la base CHELEM), et (ii) à la Malaisie, aux Philippines, et à la Thaïlande (NPI d'Asie 2).

Graphique 1.14. :
Importations de biens manufacturés
(en % du total des importations de l'OCDE*)



1.5.2. Les biens manufacturés échangés

Les importations nettes de biens manufacturés en provenance du Sud concernent principalement :

- (i) les industries traditionnelles à faible teneur en qualification comme les industries textiles, la confection, les industries du cuir, les industries du jouet etc.
- (ii) les biens électroniques, où les stades de fabrication demandant peu de qualification (stades d'assemblages) sont délocalisés au Sud par les firmes du Nord en raison des faibles coûts salariaux qui y sont pratiqués.

* y compris les importations intra OCDE.

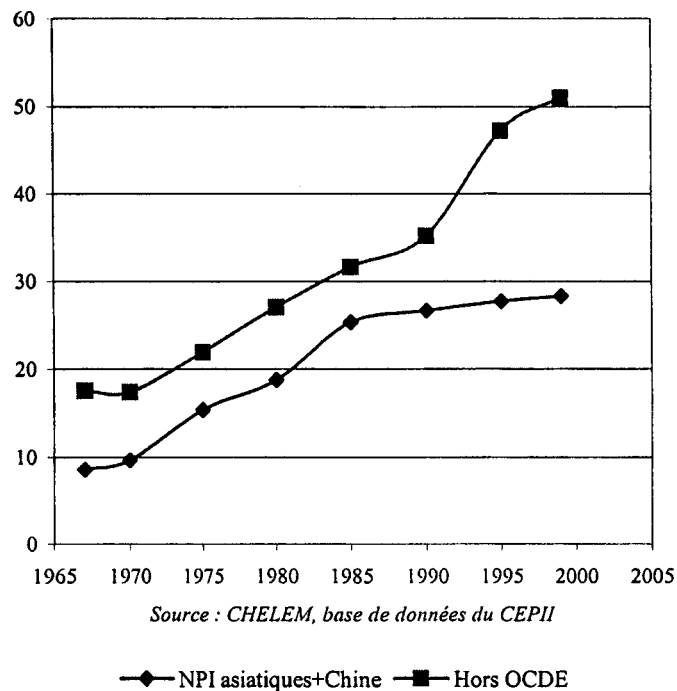
a) Les industries traditionnelles

La spécialisation manufacturière du Sud s'est d'abord concentrée sur les industries traditionnelles fortement intensive en main d'œuvre d'exécution. Il s'agit du textile et de l'habillement, du cuir, de la maroquinerie, des chaussures, du petit montage mécanique, des articles en bois et des industries diverses (meubles, vaisselle, industrie du jouet...).

Le graphique 1.15. décrit l'évolution, sur la période 1967-99, des importations du secteur textiles-cuirs¹⁵ en provenance des pays hors OCDE et des NPI asiatiques plus la Chine.

Graphique 1.15. :

Importations textiles (en % des importations textiles de l'OCDE)



¹⁵ Dans la nomenclature sectorielle de CHELEM, la branche "textiles-cuirs" (R03) regroupe les fils et tissus, les vêtements de confection, les vêtements de bonneterie, les tapis et les cuirs.

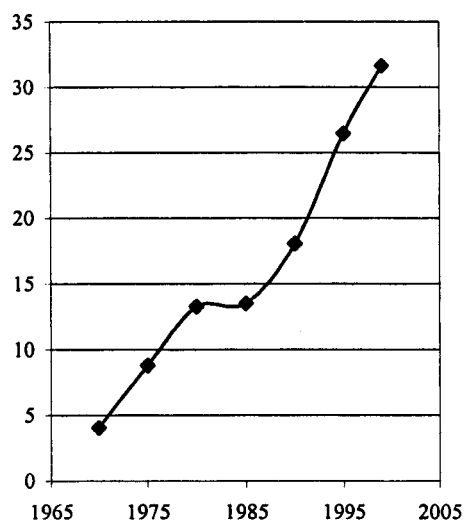
Les importations textiles et cuirs en provenance des pays hors OCDE ont fortement progressé au cours des trente dernières années (graphique 1.15.). Jusqu'au milieu des années quatre-vingt, cette évolution est essentiellement liée à l'augmentation des importations en provenance des NPI asiatiques et de la Chine. A partir de cette date, la spécialisation est-asiatique se modifie en faveur de l'électronique et de l'informatique.

b) La part croissante des pays émergents dans les importations du Nord de biens électroniques

Depuis trente ans, la part des pays hors OCDE dans les importations du Nord de biens électroniques a fortement augmenté (graphique 1.16). Cette évolution est presque totalement liée aux importations en provenance des NPI d'Asie plus la Chine (graphique 1.17.).

Graphique 1.16. :

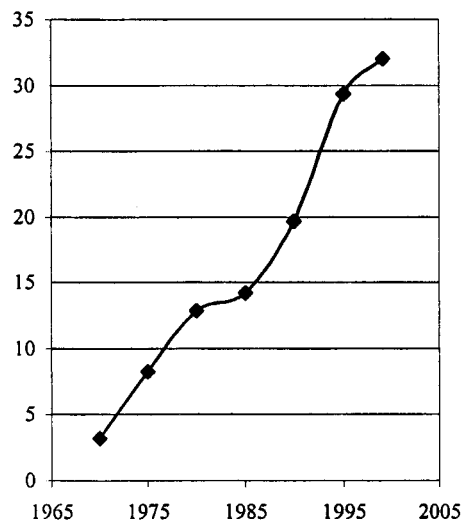
Part des pays hors OCDE (%) dans les importations du Nord* en composants et machines électroniques



Source : CHELEM, base de données du CEPII

Graphique 1.17. :

Part des NPI asiatiques + la Chine (%) dans les importations du Nord* en composants et machines électroniques



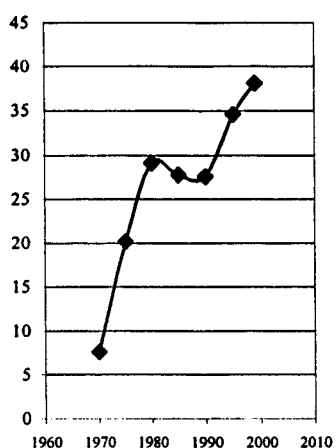
Source : CHELEM, base de données du CEPII

* Importations totales de l'OCDE, importations intra OCDE comprises.

Dans les graphiques 1.18. à 1.20., nous séparons l'industrie électronique en trois secteurs : les composants électroniques *stricto sensu*, le matériel informatique et le matériel de télécommunication¹⁶. La part du Sud dans les importations du Nord en matériel informatique et en composants électroniques a très sensiblement augmenté (graphiques 1.18 et 1.20). Cette évolution reproduit une division Nord-Sud des tâches dans la production de ces biens, et donc l'*outsourcing* ou approvisionnement au Sud, caractérisé par la délocalisation ou la sous-traitance des stades intensifs en main d'œuvre peu qualifiée.

Graphique 1.18. :

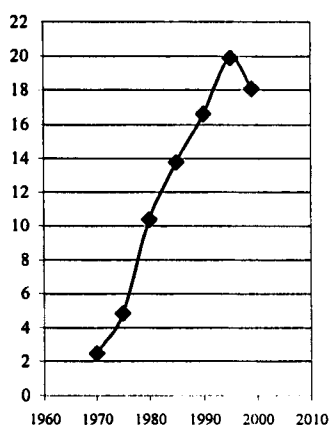
**Part des NPI
asiatiques+Chine (%) dans
les importations du Nord en
composants électroniques**



Source : CHELEM, base de données du CEPII

Graphique 1.19. :

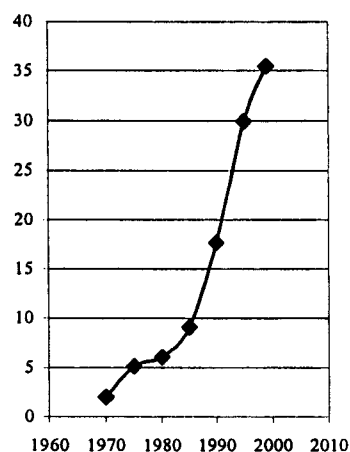
**Part des NPI
asiatiques+Chine (%) dans
les importations du Nord
en matériel de
télécommunication**



Source : CHELEM, base de données du CEPII

Graphique 1.20. :

**Part des NPI
asiatiques+Chine (%) dans
les importations du Nord en
matériel informatique**



Source : CHELEM, base de données du CEPII

Le tableau 1.15. témoigne de l'augmentation de la part des machines informatiques, du matériel de télécommunication et des semi-conducteurs dans les exportations manufacturières des NPI d'Asie de 1980 à 1993. Cette dernière a doublé sur l'ensemble de

¹⁶ Les données utilisées proviennent de CHELEM, la base de données du CEPII. Les composants électroniques y sont définis comme des composants électroniques actifs soient les valves et les tubes, les semi-conducteurs discrets, et les circuits intégrés. Le matériel de télécommunication regroupe les émetteurs de radio-diffusion et de télévision, les téléphones, et les appareils de transmission et de guidage. Enfin, le matériel informatique rassemble le matériel informatique au sens strict et les machines de bureau.

la période. En 1993, ces produits représentent plus de la moitié des exportations de la Malaisie et de Singapour, et près d'un tiers des exportations de l'ensemble des NPI d'Asie.

Tableau 1.15. : Part des machines informatiques, matériels de télécommunication et semi-conducteurs dans les exportations manufacturières, 1980-1993

	1980	1993
<i>Pays en développement</i>	13,7	22,9
NPI d'Asie	16,2	31,7
Hong Kong	13,2	19,3
Corée du Sud	10,8	24,4
Singapour	32,6	55,7
Taiwan	15,5	25,3
Malaisie	47,5	53,9
Thaïlande	0,7	24,7
<i>Pays développés</i>	7,6	12,6
Etats-Unis	11,4	16,5
Japon	14,6	24,5

Source : Chui M. et al. (2001).

c) Une spécialisation liée à un fort avantage en termes de coût du travail peu qualifié

La spécialisation dans l'échange des pays du Sud, et particulièrement des NPI asiatiques et de la Chine, se concentre dans les secteurs ou les stades de production sont intensifs en main d'œuvre faiblement ou moyennement qualifiée. Cette spécialisation reproduit le maintien d'un avantage coût important pour ces segments de l'appareil productif. En effet, et malgré une progression très forte de leur pouvoir d'achat (Hong-Kong, Singapour, Taïwan, Corée), les NPI asiatiques ont maintenu un fort différentiel de coûts salariaux par rapport aux pays anciennement industrialisés (tableau 1.16.).

Tableau 1.16. : Coûts salariaux horaires d'un travailleur manuel dans l'industrie manufacturière, 1975-1999*(Indice 100 = Etats-Unis*)*

Pays	1975	1981	1989	1999
Etats-Unis	100	100	100	100
Royaume-Uni	53	67	74	86
France	71	74	88	94
Singapour	13	17	22	37
Sri Lanka	4	2	2	3
Taiwan	6	11	25	29
Mexique	23	26	10	11
Corée	5	9	22	35
Hong-Kong	12	14	19	28

Source : U.S. Department of Labor, BLS, Office of Productivity And Technology

1.6. Les faits stylisés : implications en termes d'offre et de demande de qualification

Dans cette section, nous déduisons certains enseignements des mutations observées:

- (i) sur le marché du travail des pays industrialisés au cours des vingt-cinq dernières années,
- (ii) en termes technologiques, et
- (iii) sur la structure des échanges internationaux.

La concomitance des deux premiers faits stylisés, soit l'augmentation simultanée de la prime de qualification et du chômage relatif des non qualifiés, témoigne de l'apparition

* base monétaire : US Dollars.

sur la période d'une différence importante entre les variations de l'offre et de la demande suivant le type de travail, qualifié ou non qualifié. L'offre relative de qualification (H^+/L^+) a crû moins vite que la demande relative (H^-/L^-).

Côté offre, les faits stylisés montrent une forte augmentation de l'offre relative de travail qualifié dans tous les pays, sauf aux Etats-Unis. Ce dernier pays témoigne d'un ralentissement de la progression des qualifiés dans la population active comparé aux années soixante et soixante-dix¹⁷. Néanmoins, ce ralentissement est une spécificité américaine ; il n'est pas observable en Europe et au Japon. De plus, à partir d'un certain poids dans la main d'œuvre totale, il est naturel d'observer un ralentissement du taux de croissance de la main d'œuvre qualifiée puisque sa variation, qui n'a cessé de croître sur la période, est rapportée à un stock lui même en croissance¹⁸. Enfin, même ralentie, la progression de l'offre de travail qualifié aurait du, toutes choses égales par ailleurs, entraîner une baisse de la prime de qualification.

En définitive, le diagnostic d'une forte croissance de la demande relative de qualification H^-/L^- n'est pas contestable. Or, les faits stylisés 4 et 5 fournissent deux explications possibles de cette progression :

- (i) un changement technologique majeur dans tous les pays industrialisés qui serait biaisé en faveur de la qualification ;
- (ii) l'ouverture du Nord sur le Sud fortement doté en travail d'exécution peu rémunéré, et les changements de spécialisation induits.

¹⁷ Selon Katz, Loveman et Blanchflower (1993), le taux de croissance relatif des diplômés du secondaire ("*college graduates*") par rapport à celui des diplômés universitaires ("*high school*") atteignait 4,1% par an dans les années soixante-dix, pour seulement 1,9% par an dans les années quatre-vingt.

¹⁸ Turrini (1998) a récemment développé un modèle théorique qui explique l'insuffisance d'offre de travail qualifié. Premièrement, lorsque la formation du capital humain est dispensée par le secteur public, les choix dépendent des préférences de l'électeur médian, ce qui freine la qualification d'une part importante de la population. Deuxièmement, l'investissement en capital humain des ménages est sous optimal car il néglige les effets externes liés à la qualification.

Ces deux explications ont été à la base d'une très abondante littérature. Elles reposent (i) sur un biais technologique supposé exogène, et (ii) sur l'application du cadre d'analyse HOS aux échanges Nord-Sud. Le chapitre 2 est consacré à leur présentation.

Enfin, le rapprochement des faits stylisés 1 et 2 a abouti au diagnostic d'un dilemme entre inégalités salariales et chômage des non qualifiés. Aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, les pouvoirs publics auraient laissé s'opérer la dynamique inégalitaire. En revanche, en s'opposant à la montée des inégalités, en particulier par l'instauration d'un salaire minimum relativement élevé, les pays d'Europe Continentale auraient "opté" pour une moindre inégalité au prix d'un chômage élevé pour les non qualifiés (OCDE 1994, Piketty, 1997).

Ce diagnostic a toutefois été contesté (Fitoussi et Passet, 2000)¹⁹. On peut d'abord remarquer qu'au cours des années quatre-vingt-dix, le rapport du chômage des non qualifiés aux qualifiés a cru plus fortement au Royaume-Uni qu'en Europe Continentale, alors même que ce pays connaissait une hausse plus sensible de ses inégalités salariales (tableaux 1.1. et 1.2.). Surtout, aucune corrélation négative et significative ne peut être établie entre les inégalités salariales et le rapport du chômage des non qualifiés aux qualifiés. Toutefois, comme les différences dans l'offre totale de qualifiés sont assez fortes entre les pays, cette non-significativité peut simplement reproduire des écarts d'offre. On doit alors raisonner en différence. Comme les pays ont tous connu une hausse significative et comparable (voir section 1.3.) de l'offre de qualifiés, une corrélation négative et significative entre la variation des écarts salariaux et la variation des écarts de chômage montrerait l'existence d'un dilemme entre inégalités et chômage des non qualifiés.

Pour 16 pays de l'OCDE sur la période 1989-1994, les graphiques 1.21. à 1.23. témoignent clairement d'une absence de corrélation entre les inégalités salariales et le chômage, tant en niveau qu'en variation.

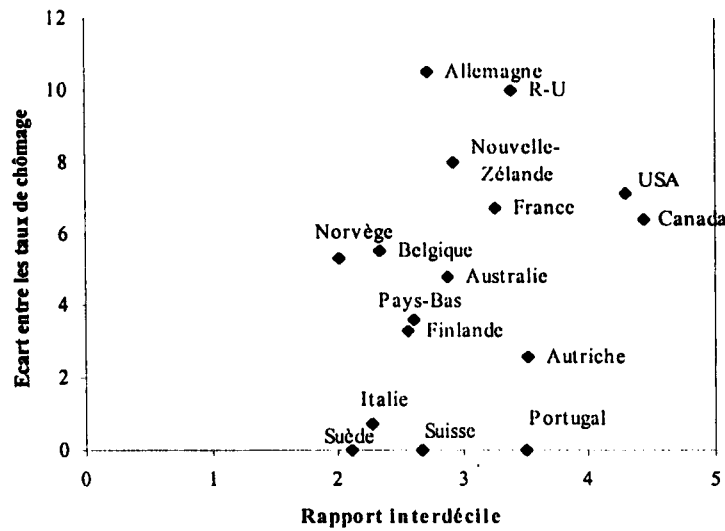
Les graphiques 1.21. et 1.22. font apparaître une relation positive et non significative entre le rapport interdécile et l'écart de taux de chômage (t de Student respectivement égaux à 0,058 et 0,002). Le graphique 1.23. révèle une relation négative

¹⁹ *Réduction du chômage : les réussites en Europe*, Rapport du Conseil d'Analyse Economique, p. 31.

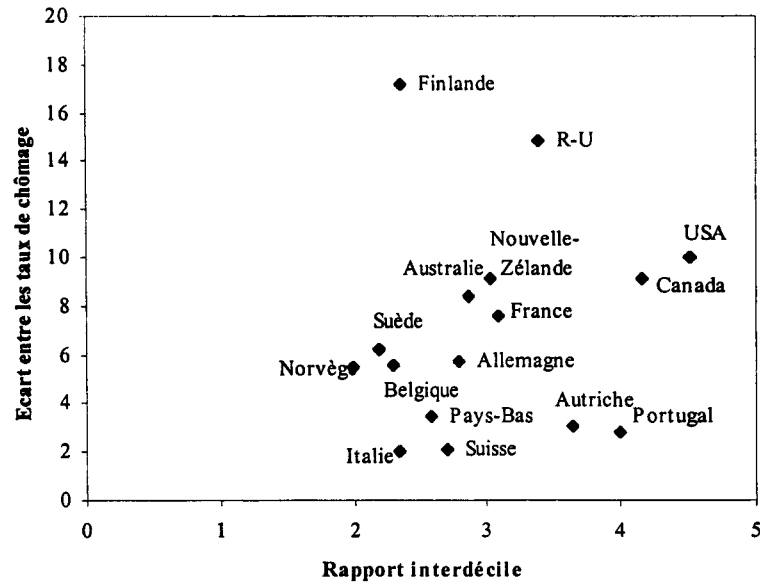
non significative entre la variation du rapport interdécile et la variation de l'écart des taux de chômage (t de Student = 0,031).

Ces résultats aboutissent au même diagnostic que Fitoussi et Passet (2000) : en coupe transversale, il n'existe pas de "dilemme " entre l'accroissement des inégalités salariales et la montée du chômage de la main d'œuvre non qualifiée.

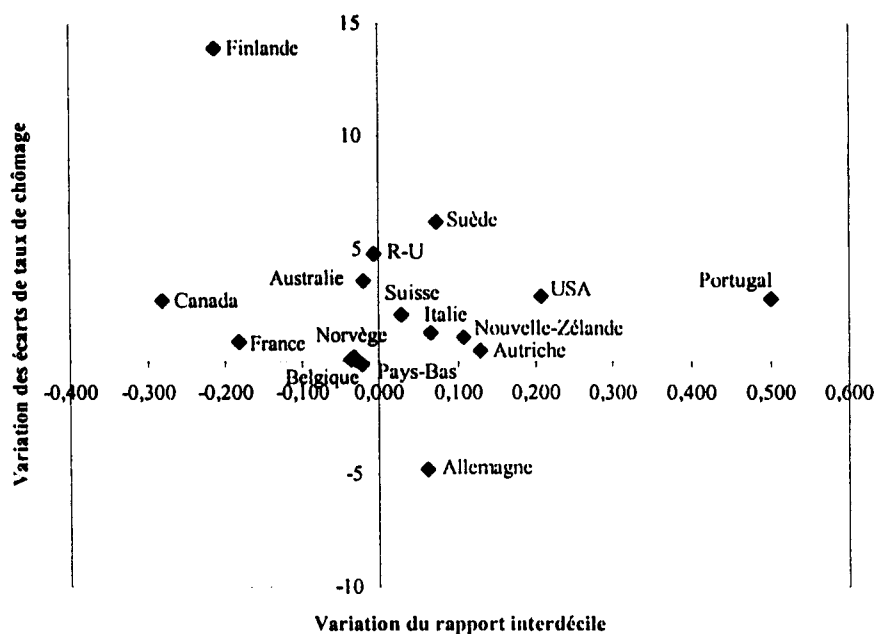
Graphique 1.21. : Ecart de salaires et de taux de chômage* entre qualifiés et non qualifiés en 1989



Graphique 1.22. : Ecart de salaires et de taux de chômage* entre qualifiés et non qualifiés en 1994



Graph. 1.23. : Variation des écarts de salaires et de chômage* entre qualifiés et non qualifiés (1989-94)



Source des trois graphiques : OCDE, *Perspectives de l'emploi*, Juillet 1997 et données de la Direction Education, Emploi, Travail et Affaires Sociales. * taux de chômage : niveau inférieur à l'enseignement secondaire-premier cycle/diplômés du supérieur ; uniquement masculin pour le graphique 1.21.

Chapitre 2

Les explications traditionnelles et leurs limites

Introduction

La concomitance (i) d'une hausse de la prime de qualification, (ii) d'une augmentation de l'écart de chômage entre non qualifiés et qualifiés, et (iii) d'un accroissement de la part de ces derniers dans les populations active et employée, révèle des évolutions divergentes des demandes de main d'œuvre qualifiée et non qualifiée. La première a cru nettement plus rapidement que la seconde.

Dans un premier temps, la littérature économique a présenté deux explications principales de ces évolutions. La première repose sur l'hypothèse d'un progrès technologique qui serait "naturellement" biaisé en faveur du travail qualifié. Dans la seconde explication, la montée des inégalités au Nord résulte du développement des échanges avec les pays émergents (le Sud) fortement dotés en travail d'exécution à bas salaires.

De nombreux travaux empiriques ont estimé l'influence respective du biais technologique et des échanges Nord-Sud sur l'accroissement des inégalités de salaire et de chômage entre qualifiés et non qualifiés. Une première série d'estimations a abouti au double diagnostic suivant : une influence sensible du biais technologique et un faible pouvoir explicatif des échanges Nord-Sud. Cette première interprétation a été critiquée en raison des faiblesses des méthodes d'estimations retenues. Leur correction dans les travaux ultérieurs a conduit à de nouveaux résultats qui relativisent le diagnostic initial, en particulier dans le cas des échanges Nord-Sud (Wood, 1994a). De plus, les hypothèses restrictives des premières explications théoriques (biais technologique "exogène" et modèle H-O-S) ont été soulignées. Enfin, une limite essentielle de l'ensemble de ces approches réside dans l'hypothèse implicite selon laquelle les deux explications seraient indépendantes l'une de l'autre. En économie ouverte, l'interaction entre le changement technologique et les échanges ne peut être occultée.

Nous présentons dans un premier temps les fondements théoriques des explications par le biais technologique et les échanges Nord-Sud (section 2.1). Nous examinons ensuite les principales études empiriques de l'impact de chaque explication (section 2.2), en insistant sur leurs résultats initiaux. Enfin, à la section 2.3, (i) les limites (théoriques et techniques) des méthodes d'estimation sont discutées, (ii) les nouveaux travaux qui révèlent une influence significative de l'ouverture Nord-Sud sont présentés, et (iii) les lacunes des explications théoriques traditionnelles sont soulignées, en insistant sur le caractère restrictif de certaines hypothèses.

2.1. Les deux explications théoriques fondamentales

Après avoir présenté les deux approches traditionnelles par le biais technologique et les échanges Nord-Sud, nous comparons les prédictions de chaque explication.

2.1.1. Le biais technologique

Dans un premier temps, "l'histoire" du progrès technique biaisé en faveur de la qualification est brièvement racontée. La notion de biais technologique est ensuite discutée, et la définition du biais technologique en faveur de l'utilisation relative de travail qualifié (noté BTQ pour Biais Technologique en faveur de la Qualification) est établie. Nous présentons alors les différents moyens permettant de modéliser le biais technologique ainsi défini, pour aboutir à la construction d'un modèle synthétique de biais technologique.

a) *L'histoire du biais technologique depuis la fin des années soixante dix*

L'explication technologique du creusement des inégalités salariales observé depuis vingt ans dans les pays industrialisés repose sur le raisonnement suivant. Au cours de cette période, les pays de l'OCDE ont connu un changement technologique majeur lié au développement des technologies de l'information et de la communication. La mise en œuvre de ces technologies nécessite une utilisation accrue de travail qualifié. En sens inverse, elles permettent d'économiser du travail d'exécution. Dans cette explication, le biais en faveur de la qualification est supposé inhérent aux nouvelles technologies : il est exogène, et donc inexpliqué.

Enfin, le biais lié aux nouvelles technologies a été suffisamment puissant pour accroître la demande de qualifiés plus fortement que l'offre issue des systèmes éducatifs, d'où une hausse de la prime de qualification (Etats-Unis, Royaume-Uni). Dans les pays où l'augmentation de la prime de qualification est contrainte par l'existence de contrats employeurs-employés et/ou d'un salaire minimum (Allemagne, France), le biais technologique a entraîné une montée du chômage de la main d'œuvre non qualifiée.

b) *Le changement technologique biaisé*

On distingue traditionnellement deux définitions du progrès technique biaisé (Bin Xu, 2001). Dans la première, le progrès technique augmente "l'efficacité" du facteur de production en faveur duquel il est biaisé (*factor i - augmenting technological progress*). Dans la fonction de production $Y = Y(\lambda_1 F_1, \dots, \lambda_n F_n)$ où F_i est la quantité utilisée du facteur i et λ_i mesure son efficacité, le progrès technique biaisé en faveur de i se traduit alors par une hausse de λ_i . Une seconde définition, proposée par Hicks (1932), centre son attention sur l'utilisation relative d'un facteur (*factor using technological bias*). Dans ce cas, le progrès technique est biaisé en faveur du facteur i s'il augmente son utilisation relativement aux autres facteurs pour un coût relatif constant des facteurs. Comme nous nous intéressons aux utilisations relatives de facteurs, et plus spécifiquement à l'utilisation de travail qualifié (H) relativement au travail non qualifié (L), cette seconde définition

paraît plus appropriée à notre sujet, d'autant plus que le biais augmentant l'efficacité d'un facteur peut entraîner, pour certaines formes de la fonction de production, une réduction de l'utilisation relative de ce facteur (voir ci-après). Elle pose toutefois un problème dès que la fonction de production comporte plus de deux facteurs, c'est-à-dire lorsqu'elle n'est pas reliée aux seuls travaux qualifié et non qualifié. Dans ce cas en effet, le progrès technique peut augmenter l'utilisation H/L de travail qualifié relativement au travail non qualifié, alors même qu'il réduit l'utilisation relative de travail qualifié relativement à d'autres facteurs. De plus, lorsque la substituabilité d'un facteur F avec H est différente de celle de F à L , un progrès technique qui modifie l'utilisation de F modifie également l'utilisation relative H/L . Ce mécanisme est important en raison de la complémentarité capital-qualification empiriquement constatée (voir plus loin). La définition du biais technologique en faveur de la qualification doit alors intégrer toutes ces possibilités. En conséquence, en notant H et L le travail qualifié et non qualifié, w_H et w_L leurs rémunérations respectives, on considérera que :

Le progrès technique est biaisé en faveur de la demande (utilisation) relative de qualification s'il augmente le ratio H/L des demandes - utilisations de facteurs pour une prime de qualification (w_H/w_L) constante.

A partir de cette définition, et dans un schéma d'ajustement traditionnel offre-demande sur les marchés du travail, l'existence d'un biais technologique en faveur de la demande relative en qualification (BTQ) aboutit aux résultats suivants :

- Si la prime de qualification reste constante, ou si son augmentation est insuffisante pour compenser le biais, la production devient plus intensive en qualification.
- Pour des dotations fixes en travaux qualifié et non qualifié, une augmentation de la prime de qualification, donc un accroissement des inégalités salariales, est nécessaire pour atteindre le plein-emploi des deux facteurs.
- Pour des dotations fixes en travaux qualifié et non qualifié, une prime de qualification constante (ou qui n'augmente pas suffisamment pour compenser le biais) entraîne du

sous-emploi pour la main d'œuvre non qualifiée. L'existence d'un salaire minimum qui s'oppose à l'ajustement de la prime de qualification entraîne donc du chômage des non qualifiés.

- Un moyen d'enrayer la hausse de la prime de qualification sans créer de chômage des non qualifiés est d'augmenter l'offre relative de travailleurs qualifiés à un rythme suffisant pour compenser l'effet du biais technologique.

Le premier résultat découle directement de la définition du biais technologique. Les deux résultats suivants reflètent l'ajustement par les prix et/ou par les quantités. Enfin, le dernier résultat rend compte de la politique de qualification à mener lorsque l'on poursuit un double objectif égalitaire et de plein emploi.

c) La représentation du biais technologique

A la section précédente, le progrès technique biaisé en faveur de la demande relative de qualification (BTQ) a été défini comme augmentant la demande relative H/L à prime de qualification constante. Nous examinons maintenant les moyens formels de représenter un BTQ. Dans ce but, nous étudions successivement (i) le cas où le progrès technique augmente l'efficacité du travail qualifié relativement au travail non qualifié, (ii) le cas où le progrès technique modifie les coefficients de la fonction de production, et (iii) le cas où le BTQ résulte d'un changement technique qui affecte l'utilisation d'un autre facteur. De plus, nous limitons notre analyse aux fonction standards, Cobb-Douglas, C.E.S., facteurs complémentaires et facteurs parfaitement substituables.

Pour distinguer les impacts sur l'efficacité des facteurs de ceux sur les coefficients des fonctions, nous écrivons ici les quatre fonctions à deux facteurs (H et L) sous les formes suivantes :

Fonction Cobb-Douglas :

$$Y = A(\lambda_L L)^\alpha (\lambda_H H)^{1-\alpha}$$

Fonction C.E.S. :

$$Y = A\left((\lambda_L L)^\theta + (\lambda_H H)^\theta\right)^{1/\theta}$$

Fonction Léontief :

$$Y = A \min\{\lambda_L L, \lambda_H H\}$$

Fonction à facteurs parfaitement substituables :

$$Y = F(\lambda_H H + \lambda_L L)$$

Dans ces fonctions, une modification du coefficient A n'a aucune influence sur les demandes (utilisations) relatives de facteurs, donc sur H/L . Suivant la formalisation habituelle, l'efficacité d'un facteur est représentée par l'adjonction d'un coefficient multiplicatif. Si l'on note λ_F l'efficacité du facteur F , on peut définir le facteur "F efficace" ($\hat{F}$) : $\hat{F} = \lambda_F \times F$. Ici, le travail qualifié efficace est noté $\lambda_H H$ et le travail non qualifié efficace $\lambda_L L$. Dans cette logique, une augmentation de l'efficacité relative de H par rapport à L prend la forme d'une hausse du rapport λ_H / λ_L . On peut souligner qu'habituellement les fonctions C.E.S., Léontief et à facteurs parfaitement substituables sont respectivement représentées sous les formes $Y = A(aL^\theta + (1-a)H^\theta)^{1/\theta}$, $Y = A \min\{aL, (1-a)H\}$, et $Y = F(A(aL + (1-a)H))$, $0 < a < 1$. Ce type d'écriture permet de faire apparaître clairement la productivité totale des facteurs A . Avec les notations retenues ici, une progression de l'efficacité relative du travail qualifié, soit une hausse de λ_H / λ_L , est équivalente à une baisse du rapport $a/(1-a)$, c'est à dire une baisse de a^1 .

L'augmentation de l'efficacité relative des facteurs

Dans les fonctions étudiées, l'efficacité relative de H par rapport à L est donc mesurée par le rapport λ_H / λ_L . Or, si l'on retient la définition du progrès technologique biaisé en faveur de la demande relative de qualification énoncée plus haut, l'augmentation du rapport λ_H / λ_L a un impact très différent selon la forme de la fonction de production :

- Avec une technologie Cobb-Douglas $Y = A(\lambda_L L)^\alpha (\lambda_H H)^{1-\alpha}$, la hausse de λ_H / λ_L modifie uniquement la productivité totale des facteurs, et n'a donc aucun impact sur la demande relative de travail qualifié $\frac{H}{L} = \frac{w_L}{w_H} \frac{(1-\alpha)}{\alpha}$. Dans ce cas, il n'y a pas BTQ.

¹ Sauf dans le cas d'une C.E.S. avec $\theta < 0$.

- Avec une fonction C.E.S. $Y = A((\lambda_L L)^\theta + (\lambda_H H)^\theta)^{1/\theta}$, la demande relative de travail qualifié s'écrit : $\frac{H}{L} = \left(\frac{w_L}{w_H} \times \frac{\lambda_H^\theta}{\lambda_L^\theta} \right)^{\frac{1}{1-\theta}}$. Avec $\theta \in]0,1[$, et donc une élasticité de substitution $\sigma = (1-\theta)^{-1} > 1$, c'est à dire lorsque les facteurs H et L sont substituables, une hausse de λ_H / λ_L entraîne une augmentation de la demande relative de travail qualifié. Le progrès technique est biaisé en faveur de la demande relative de travail qualifié. Lorsque $\theta < 0$, l'élasticité de substitution est inférieure à l'unité ($\sigma = (1-\theta)^{-1} < 1$), et les facteurs H et L sont (imparfaitement) complémentaires. La hausse de l'efficacité relative λ_H / λ_L se traduit alors par une baisse de la demande relative de qualification H/L .
- Quand les facteurs sont parfaitement complémentaires (fonction Léontief), $Y = A \min\{\lambda_L L, \lambda_H H\}$, la demande relative de travail qualifié s'écrit : $\frac{H}{L} = \frac{\lambda_L}{\lambda_H}$. Une hausse du rapport λ_H / λ_L se traduit alors par une baisse de la demande relative de qualification : l'augmentation de l'efficacité du travail qualifié accroît la demande relative de travail non qualifié. Ce résultat reproduit le fait qu'une hausse de l'efficacité de H signifie que, pour produire une même quantité de bien Y , on a maintenant besoin de moins de H , mais d'une quantité inchangée de L .
- Avec une fonction à facteurs parfaitement substituables $Y = F(\lambda_H H + \lambda_L L)$, l'utilisation des deux facteurs suppose l'égalité $w_H / \lambda_H = w_L / \lambda_L$, soit une prime de qualification : $w \equiv \frac{w_H}{w_L} = \frac{\lambda_H}{\lambda_L}$. Pour toute prime de qualification inférieure (resp. supérieure) à cette valeur, la production n'utilise que du travail qualifié (resp. non qualifié). Ici, une hausse du ratio λ_H / λ_L se traduit en conséquence : (i) par une demande nulle de travail non qualifié si la prime de qualification ne s'ajuste pas, et (ii) par une augmentation proportionnelle de la prime de qualification lorsque cette dernière s'ajuste.

En conséquence, l'analyse qui vient d'être menée montre simplement qu'une hausse de l'efficacité du travail qualifié relativement au travail peu qualifié, soit une hausse du rapport λ_H / λ_L , se traduit par une augmentation de l'intensité en qualification H/L lorsque ces facteurs sont substituables, et par sa diminution lorsqu'ils sont complémentaires.

Le progrès technique modifie les coefficients de la fonction de production

Dans les cas de fonctions Cobb-Douglas $Y = A(\lambda_L L)^\alpha (\lambda_H H)^{1-\alpha}$ et C.E.S. $Y = A((\lambda_L L)^\theta + (\lambda_H H)^\theta)^{1/\theta}$, le progrès technique peut entraîner une modification des coefficients, α pour la première, et θ pour la seconde². Pour chacune de ces fonctions, la forme que prend le biais technologique (BTQ) imprimé par la variation des coefficients peut être présentée de la façon suivante :

- Dans le cas d'une fonction Cobb-Douglas, si on note $w \equiv w_H / w_L$ la prime de qualification, la demande relative de travail qualifié s'écrit : $H/L = w^{-1}(1-\alpha)/\alpha$. Un BTQ prend alors la forme d'un accroissement du ratio $(1-\alpha)/\alpha$. Le progrès technique augmente la demande (utilisation) relative de qualification car il pousse la productivité marginale de H au détriment de celle de L .

- Dans le cas d'une fonction C.E.S., avec une demande relative de qualification

$\frac{H}{L} = (w)^{-\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{\lambda_H}{\lambda_L} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}}$, la variation du coefficient θ , et donc de l'élasticité de substitution $\sigma = (1-\theta)^{-1}$, a un impact sur H/L , mais le sens de cet impact dépend de la prime de qualification et de l'efficacité relative λ_H / λ_L .

² Ces deux coefficients ont des statuts très différents au regard de la fonction de production : α détermine la productivité marginale de chaque facteur dans la fonction Cobb-Douglas, alors que θ détermine l'élasticité de substitution entre facteurs dans la C.E.S.

Progrès technique et complémentarité capital-qualification

Nous avons jusqu'à présent supposé pour simplifier deux facteurs de production, H et L . Or, si l'on abandonne cette hypothèse, un changement technologique qui modifie l'utilisation d'un autre facteur ($F \neq H, L$) a un impact sur la demande relative H/L dès que la substitution de H à F n'est pas identique à celle de L à F .

Depuis l'article séminal de Griliches (1969), la littérature économique a privilégié l'analyse en termes de complémentarité entre capital et qualification. L'hypothèse d'une complémentarité relative ou absolue entre capital physique et travail qualifié a ensuite été corroborée par de nombreux travaux empiriques (pour une revue de la littérature empirique, voir Hamermesh (1986, 1993) et Frondel & Schmidt (2001)), même si certaines estimations infirment sa véracité.

Plaçons nous dans une configuration à trois facteurs : H , L et le capital K .

Il y a complémentarité relative capital-qualification (CCQ) lorsqu'une augmentation de l'utilisation de capital (K/Y) se traduit par une hausse de l'utilisation relative de qualification H/L pour un niveau donné de la prime de qualification.

Contrairement à la complémentarité absolue, où l'augmentation de l'utilisation de K se traduit par une augmentation de l'utilisation de H (et une baisse de l'utilisation de L), la complémentarité relative intègre le cas d'une substitution entre K et H , à condition qu'elle soit inférieure à la substitution entre K et L , ce qui se traduit bien par une hausse de l'utilisation relative H/L .

Pour représenter formellement l'hypothèse CCQ, il suffit de choisir des fonctions imbriquées : C.E.S. dans une Cobb-Douglas ($Y = A(aL^\theta + (1-a)K^\theta)^{\alpha/\theta} H^{1-\alpha}$) ; C.E.S. imbriquées ($Y = A(b(aL^\theta + (1-a)K^\theta)^{\alpha/\theta} + (1-b)H^\alpha)^{1/\alpha}$) ; fonction à facteurs complémentaires dans une Cobb-Douglas ou une C.E.S. ($Y = AF^\alpha L^{1-\alpha}$ ou $Y = A(aL^\theta + (1-a)F^\theta)^{1/\theta}$, avec $F = \min\{aH, (1-a)K\}$) ; fonction à facteurs parfaitement

substituables dans une Cobb-Douglas ($Y = A(aL + (1-a)K)^\alpha H^{1-\alpha}$), ou dans une C.E.S. ($Y = A(a(bL + (1-b)K)^\theta + (1-a)H^\theta)^{1/\theta}$). Des formes plus flexibles, translogarithmiques ou Lcontief généralisées, sont habituellement utilisées dans les estimations économétriques.

Un exemple de formes imbriquées peut être trouvé dans le modèle de Krusel *et alii* (2000) qui vise à estimer la complémentarité entre capital et travail qualifié³. Les auteurs se fondent sur la fonction suivante :

$$Y = K_S^\alpha \left[b_1 L^\mu + (1-b_1) \left(b_2 K_E^\lambda + (1-b_2) H^\lambda \right)^{\mu/\lambda} \right]^{\frac{1-\alpha}{\mu}}$$

où K_S et K_E sont respectivement le capital en infrastructures (bâtiments) et en équipement (machines). Suivant que $\mu > \lambda$ ou $\mu < \lambda$, le capital est "plus complémentaire" au travail qualifié ou au travail non qualifié.

Dans les cas de complémentarité relative capital-qualification, un progrès technique qui augmente l'utilisation de capital est biaisé en faveur du travail qualifié. Or, plusieurs formes d'évolution technologique peuvent être à l'origine d'une augmentation de l'utilisation de capital.

Celle-ci peut d'abord résulter d'un progrès technique "naturellement" biaisé en faveur du capital : les coefficients de la fonction de production ou l'efficacité relative du capital se modifient de façon à augmenter la demande relative de ce facteur.

On peut également considérer le cas d'un progrès technique endogène qui améliore la productivité et réduit les coûts de production dans le secteur du capital. La baisse du prix des biens capitaux accroît leur utilisation, et donc la demande relative de travail qualifié H/L en raison des différences de substituabilité entre facteurs.

³ Voir également Greenwood *et alii* (1997).

d) *Présentation d'un modèle synthétique de biais technologique*

Parmi les fonctions présentées, la C.E.S. est la plus générale, puisqu'elle tend vers une Cobb-Douglas ou une Léontief lorsque le coefficient θ tend vers 0 ou $-\infty$, et que la substituabilité entre facteurs est parfaite lorsque $\theta = 1$. En suivant Acemoglu (2002), nous présentons la forme générale d'un modèle de biais technologique et son impact sur la prime de qualification dans le cas d'une fonction de production C.E.S.. Ce modèle ne prend toutefois pas en compte le biais résultant d'une complémentarité entre capital et travail qualifié.

Soit la technologie de production C.E.S. : $Y(t) = \left((A_L(t)L(t))^\theta + (A_H(t)H(t))^\theta \right)^{1/\theta}$. La maximisation par la firme du profit sous contrainte de fonction de production détermine la prime de qualification :

$$w \equiv \frac{w_H}{w_L} = \left(\frac{A_H}{A_L} \right)^\theta \left(\frac{H}{L} \right)^{-(1-\theta)} = \left(\frac{A_H}{A_L} \right)^{(\sigma-1)/\sigma} \left(\frac{H}{L} \right)^{-1/\sigma}$$

où $\sigma = (1-\theta)^{-1}$ est l'élasticité de substitution.

En linéarisant par le logarithme, on détermine l'égalité suivante :

$$\log w = \theta \log \left(\frac{A_H}{A_L} \right) - (1-\theta) \log \left(\frac{H}{L} \right) = \frac{\sigma-1}{\sigma} \log \left(\frac{A_H}{A_L} \right) - \frac{1}{\sigma} \log \left(\frac{H}{L} \right) \quad (2.1)$$

Dans le cas de facteurs substituables ($\theta > 0$) la hausse du rapport A_H / A_L mesure le biais technologique en faveur de la qualification. Supposer un progrès technique biaisé peut alors s'écrire (Acemoglu, 2002) :

$$\log \left(\frac{A_H(t)}{A_L(t)} \right) = \gamma_0 + \gamma_1 t \quad (2.2)$$

où γ_1 mesure le rythme, ici constant, du biais technologique.

En portant l'égalité (2.2) dans la relation (2.1), on obtient :

$$\log w(t) = \frac{\sigma-1}{\sigma} \gamma_0 + \frac{\sigma-1}{\sigma} \gamma_1 t - \frac{1}{\sigma} \log \left(\frac{H}{L} \right) \quad (2.3)$$

L'équation précédente montre très simplement que, si le taux d'accroissement de l'offre relative de qualification (H/L) est inférieur à la valeur $(\sigma - 1)\gamma_1$, la prime de qualification tend à augmenter avec le temps. Ainsi, une hausse de l'intensité en qualification (dans tous les secteurs) peut s'accompagner une augmentation de la prime de qualification.

Enfin, on peut représenter l'hypothèse d'accélération du biais technologique lié à une "révolution technologique" par une augmentation de son rythme de croissance : $\gamma_2 > \gamma_1$.

Le passage d'une situation de réduction de la prime de qualification (années soixante et soixante dix) à une situation d'augmentation (années quatre-vingt et quatre-vingt-dix) peut alors résulter :

- (i) d'une baisse de la progression de l'offre relative H/L ;
- (ii) d'une accélération du rythme de croissance du changement technique biaisé ;
- (iii) d'une combinaison des deux évolutions précédentes.

Dans cette section 2.1.1., nous avons défini le progrès technique biaisé en faveur de la demande (utilisation) relative de qualification et nous avons présenté plusieurs procédés formels permettant de le modéliser. On peut toutefois remarquer que, mis à part la séquence où le biais résultait d'un changement technique endogène réduisant les coûts dans la production du capital, le BTQ est toujours introduit dans la fonction de production de façon exogène, comme dans la formulation générale qui vient d'être présentée. Le biais est alors une caractéristique inhérente au progrès technique.

2.1.2. L'explication par les échanges Nord-Sud dans un cadre H-O-S

Dans la littérature économique, l'impact de l'ouverture Nord-Sud sur les inégalités entre qualifiés et non qualifiés a été initialement analysé dans un cadre H-O-S traditionnel. Ce choix se justifiait par le fait que l'approche en termes d'avantages comparatifs est habituellement considérée comme adaptée aux échanges Nord-Sud, le commerce Nord-Nord, caractérisé par une domination de l'intra-branche, relevant plutôt de la "nouvelle économie internationale".

Nous présentons dans un premier temps les hypothèses du modèle H-O-S et les résultats qui en découlent en termes d'impact sur la demande relative de travail qualifié et la prime de qualification. Nous soulignons ensuite le caractère restrictif de certaines hypothèses de ce modèle pour l'explication des effets de l'ouverture Nord-Sud.

a) L'approche H-O-S des échanges Nord-Sud

L'analyse de l'impact des échanges Nord-Sud sur la demande relative de travail qualifié s'opère dans un modèle H-O-S standard $2 \times 2 \times 2$. Les hypothèses de ce modèle adapté au cadre Nord-Sud sont les suivantes :

- Il y a deux facteurs de production : le travail non qualifié (L) et le travail qualifié (H).
- On distingue deux zones géographiques : le Nord et le Sud.
- Le Nord est supposé relativement mieux doté en travail qualifié, et dispose donc d'un avantage comparatif factoriel dans la production des biens intensifs en qualification.
- En autarcie, le travail qualifié est mieux rémunéré que le travail non qualifié dans les deux zones.

Le passage au libre-échange Nord-Sud imprime les évolutions suivantes dans la zone Nord :

1. Le prix des produits *H*-intensifs augmente relativement à celui des produits *L*-intensifs, et le prix du travail qualifié (facteur relativement abondant) augmente relativement au prix du travail d'exécution (Théorème Stolper-Samuelson). La hausse de la prime de qualification se traduit donc par un accroissement de l'inégalité salariale entre qualifiés et non qualifiés.
2. L'intensité en qualification (ratio H/L) diminue dans tous les secteurs en raison de l'augmentation de la prime de qualification.
3. Le poids dans la production totale des secteurs intensifs en qualification augmente.
4. De plus, si des mesures institutionnelles et/ou des déficiences de marché gênent l'ajustement de la prime de qualification, cette modification des hypothèses H-O-S entraîne du chômage de la main d'œuvre non qualifiée.

b) Des hypothèses restrictives

Fondée sur une application de l'approche H-O-S aux échanges Nord-Sud, l'analyse précédente s'appuie sur un ensemble d'hypothèses qui, par leur caractère restrictif, peuvent influencer fortement les prédictions du modèle, et notamment l'évolution de la demande relative de travail qualifié et de la prime de qualification.

On peut en particulier souligner les hypothèses suivantes :

- Les prix des facteurs et le taux de change réel s'ajustent parfaitement pour assurer le plein-emploi et l'équilibre des échanges (sauf pour le point 4).
- La technologie est identique dans les deux zones. Ainsi, l'avantage comparatif est uniquement factoriel.

- Tous les facteurs sont immobiles. Cette hypothèse, qui peut être acceptée pour la mobilité de la main d'œuvre du Nord vers le Sud, est beaucoup plus discutable pour l'émigration vers le Nord des non qualifiés du Sud, et largement infondée pour les mouvements de capitaux.
- Les échanges concernent uniquement les biens finaux, et il n'y a pas de biens intermédiaires.
- La production d'un bien s'opère entièrement dans une même zone géographique. Il n'y a en conséquence aucune délocalisation possible de certains stades de production.

La levée de ces hypothèses peut générer des résultats très différents de ceux obtenus dans le modèle H-O-S standard. Elle fait apparaître de nouvelles séquences par lesquelles l'ouverture sur le Sud modifie la demande relative de travail qualifié (voir le troisième chapitre de cette thèse).

2.1.3. Comparaison des prédictions des deux explications traditionnelles

Nous comparons maintenant les résultats et prédictions des deux explications traditionnelles, biais technologique exogène et approche H-O-S des échanges Nord-Sud. Ces prédictions portent sur les variations (i) de la prime de qualification, (ii) des intensités sectorielles en qualification, (iii) du poids des secteurs dans l'appareil productif suivant leur intensité en qualification, et (iv) des prix relatifs des biens.

- En termes de prime de qualification, pour une offre donnée de travaux qualifiés et non qualifiés, les deux explications prédisent une hausse. Il y a donc accroissement des inégalités salariales. De même, lorsque l'ajustement des rémunérations est entravé (rigidités liées à des défauts de marché ou à des règles institutionnelles), les deux explications prédisent une montée du chômage des non qualifiés⁴.

⁴ Ici, il s'agit du modèle H-O-S modifié en supposant une rigidité de la prime de qualification.

- En termes d'intensités sectorielles en qualification (rapport H_i / L_i dans le secteur i), les prédictions diffèrent :
 - L'explication par la technologie se traduit par une hausse de H_i / L_i dans tous les secteurs lorsque l'augmentation de la prime de qualification ne compense pas l'effet du biais technologique. On peut donc avoir à la fois hausse de la prime de qualification et hausse des intensités sectorielles en qualification. C'est en particulier le cas lorsque le biais technologique s'accompagne d'une croissance de l'offre relative de qualification à un rythme trop lent pour compenser ce biais (voir plus haut).
 - Le modèle H-O-S se traduit par une baisse de l'intensité en qualification dans tous les secteurs en raison de la hausse du prix relatif du travail qualifié.
- En termes de structure sectorielle de l'appareil productif, le modèle H-O-S prédit une déformation, liée à la spécialisation internationale, en faveur des secteurs intensifs en qualification. En revanche, le biais technologique n'a *a priori* aucun impact sur la structure sectorielle.
- En termes de prix relatifs, l'approche H-O-S prédit une hausse des prix des biens intensifs en qualification au Nord, et une baisse au Sud (théorème Stolper-Samuelson). Le biais technologique exogène ne fournit aucune prédiction concernant l'évolution des prix relatifs des biens.

Le tableau 2.1. synthétise ces résultats.

Tableau 2.1. : Comparaison des résultats des deux approches traditionnelles

Variations de	Approche H-O-S	Biais technologique
La prime de qualification w_H / w_L	• augmentation de la prime de qualification • chômage pour les non qualifiés quand la hausse de w_H / w_L est gênée	• augmentation de la prime de qualification lorsque l'offre relative H/L ne compense pas le biais • chômage pour les non qualifiés quand la hausse de w_H / w_L est gênée
Les intensités sectorielles en qualifications H_i / L_i	• diminution des intensités sectorielles en qualification H_i / L_i	• augmentation des intensités sectorielles en qualification H_i / L_i pour une hausse de w_H / w_L qui ne compense pas le biais
Le poids des secteurs intensifs en qualification	• augmentation du poids des secteurs intensifs en qualification	• aucune prédiction
Les prix relatifs des biens	• augmentation du prix relatif des biens intensifs en travail qualifié au Nord ; baisse au Sud	• aucune prédiction

En résumé, si les deux explications s'accordent sur les évolutions de la prime de qualification et du chômage de la main d'œuvre non qualifiée, il existe des différences importantes quant aux variations des intensités sectorielles en qualification, du poids des secteurs, et des prix des biens.

2.2. Le diagnostic initial : une nette prépondérance du biais technologique

L'étude de l'influence respective du biais technologique et des échanges Nord-Sud sur le creusement des inégalités salariales a fait l'objet d'une abondante littérature empirique. Une première série de travaux concluait que le progrès technique biaisé était l'explication principale de l'accroissement des écarts de salaires et de chômage entre qualifiés et non qualifiés. L'impact des échanges Nord-Sud était considéré comme secondaire.

2.2.1. Le biais technologique : un impact significatif

L'exposition des méthodes d'estimations du biais technologique sera suivie d'une présentation des résultats des principales études, montrant l'importance de l'explication par la technologie.

a) Estimation du biais technologique

Les estimations de l'impact du biais technologique peuvent être réparties en deux catégories selon la façon dont le biais technologique est mesuré (Bouabdallah et Villeval, 1997). Dans une première série d'estimations, le changement technologique biaisé est assimilé à un résidu, c'est-à-dire à la part inexpliquée d'une fonction estimée. Cette fonction estimée peut prendre la forme d'une fonction de demande relative de travail qualifié, ou d'une fonction de coût de production (coût relatif du travail qualifié). Dans un second type d'estimations, l'impact du biais technologique est directement estimé à partir d'indicateurs supposés représenter ce biais. La plupart de ces analyses aboutissent à un impact significatif du progrès technologique biaisé sur les variations de la demande relative de travail qualifié.

Le changement technologique comme résidu

Plusieurs études mesurent l'impact du changement technologique biaisé sur l'emploi à partir de fonctions de demandes de facteurs (Bound et Johnson, 1992; Berman, Bound et Griliches, 1994 ; Goux et Maurin, 1997) ou de fonctions de coût de production (Mihoubi, 1997).

Dans les estimations utilisant des fonctions de demandes de facteurs, on commence par isoler les changements de qualification situés à l'intérieur des secteurs (intra-sectoriels), des changements résultant d'une modification sectorielle de la structure productive (inter-sectoriels).

Soit h la part des travailleurs qualifiés dans l'emploi total : $h = H/(H+L)$. On peut écrire h de la façon suivante :

$$h = \sum_i h_i \times q_i ,$$

où h_i est la part des travailleurs qualifiés dans le secteur i , et q_i la part du secteur i dans l'emploi total. La variation de la part des travailleurs qualifiés dans l'emploi total (dh) s'écrit : $dh = \sum_i dh_i \times q_i + \sum_i h_i \times dq_i$. L'expression $\sum_i dh_i \times q_i$ représente les changements intra-sectoriels dans le niveau de qualification de l'emploi. Le terme $\sum_i h_i \times dq_i$ correspond aux ré-allocations intersectorielles d'emploi. Ces dernières reproduisent les changements liés aux préférences des consommateurs, aux variations de prix relatifs et aux mouvements de la spécialisation internationale. Ce terme correspond aux changements dans la demande de biens ; il inclut donc l'explication par les échanges Nord-Sud.

La seconde étape consiste à mesurer l'impact du changement technologique sur les réallocations intra-sectorielles d'emploi entre qualifiés et non qualifiés, c'est-à-dire sur dh_i . Il s'agit d'estimer une équation où dh_i dépend d'un ensemble de variables, parmi lesquelles les prix de facteurs et la complémentarité entre capital et travail qualifié. La

constante et le terme résiduel de la relation estimée représentent alors le changement technologique. L'équation testée est de la forme :

$$dh_i = a_w dw_i + a_k d(K_i / Y_i) + \sum_j a_j X_{ij} + b + u_i \quad (2.4)$$

où :

w_i est un indicateur du prix relatif du travail qualifié dans l'industrie i ,

K_i / Y_i mesure l'intensité capitaliste de la production dans le secteur i ,

X_{ij} est un ensemble de variables (muettes le plus souvent) permettant de contrôler les caractéristiques sectorielles ou institutionnelles (variations dans la demande de produits, variations dans l'offre de travail, importance du taux de syndicalisation).

La constante b correspond au changement technologique général à l'économie, et le terme d'erreur u_i (ou la somme $b + u_i$) représente le changement technologique spécifique au secteur i .

L'estimation de l'impact du progrès technologique biaisé peut également s'opérer en utilisant des fonctions de coûts de facteurs. La forme habituellement utilisée dans ces estimations est la fonction translogarithmique (Mihoubi, 1997). Avec cette fonction, et en supposant pour simplifier que les rendements d'échelle sont constants, la variation de la part $q(f)$ du facteur f ($f = L, H, K...$) dans le coût total de production s'écrit :

$$dq(f) = \beta + \sum_i \alpha_i d \ln(\omega_i) \quad (2.5)$$

où ω_i est le coût réel du facteur i , et β mesure l'influence du changement technologique.

L'équation (2.5) est alors estimée en coupe instantanée ou en données de panel.

Des indicateurs de changement technologique sont directement introduits dans le modèle

Un second type d'estimation consiste à introduire directement des indicateurs de changement technologique dans le modèle.

Il s'agit d'ajouter à l'équation (2.4) ou (2.5) de nouvelles variables explicatives mesurant le progrès technique telles que les dépenses en R&D, le nombre de chercheurs, la croissance de la productivité totale des facteurs, le nombre de brevets, etc. L'existence d'un biais technologique reposant sur l'intuition que la demande croissante de main d'œuvre qualifiée est liée aux nouvelles technologies de l'information, au moins une des variables retenues représente les dépenses informatiques, le nombre d'ordinateurs utilisés ou le nombre d'informaticiens employés (Dunne et Schmitz, 1995 ; Allen, 1996 ; Greenan, 1996b; Duguet et Greenan, 1997 ; Doms, Dunne et Troske, 1997 ; Bartel et Sicherman, 1999). Bartel et Lichtenberg (1987) ne mesurent pas directement l'usage des technologies de l'information, mais l'âge des équipements matériels. Leurs estimations en coupe, menées à partir de fonctions de coûts de type translogarithmique, montrent que la demande relative de travailleurs qualifiés diminue avec l'âge moyen des équipements.

Les deux méthodes peuvent être combinées

Enfin, les estimations peuvent combiner les deux méthodes (Bound et Johnson, 1992; Berman, Bound et Griliches, 1994 ; Goux et Maurin, 1997). Il suffit pour cela de vérifier si la constante et le résidu de l'équation (1) sont totalement ou en partie expliqués par des variables mesurant le progrès technique.

b) Un impact sensible du biais technologique

Le tableau 2.2. décrit les résultats de plusieurs études empiriques mesurant l'impact du biais technologique.

Tableau 2.2. : Estimations de l'impact du biais technologique

Auteurs	Pays Années Secteurs	Objectifs et Méthode d'estimation	Indicateurs de changement technologique	Indicateurs de qualifications	Principaux résultats
Bartel & Lichtenberg (1987)	Etats-Unis 1960, 1970, 1980 61 secteurs manufacturiers	• Estimations en coupe instantanée de la part des travailleurs qualifiés dans le total des coûts du travail (fonction translogarithmique). • Indicateurs de changement technologique directement introduits comme variables explicatives. • L'âge des différentes technologies est pris en compte.	• Proxy pour les nouvelles technologies : l'âge moyen du stock de capital.	• différenciation entre qualifiés (plus de 13 ans d'éducation) et non qualifiés (moins de 13 ans).	• La demande relative de travailleurs qualifiés diminue avec l'âge de la technologie utilisée.
Bound & Johnson (1992)	Etats-Unis 1973-79 1979-88 17 secteurs de l'industrie manufacturière 32 groupes (expérience, sexe, éducation)	• Estimation en coupe instantanée (secteurs) des impacts sur la variation de la prime de qualification de (i) la variation de l'offre de qualification, (ii) le changement dans la demande adressée au secteur i, (iii) les variations des rentes relatives moyennes induites par le taux de syndicalisation dans le secteur, et (iv) le changement technologique. • Le changement technologique est décomposé en (i) un changement spécifique au secteur, mesuré par la variation de la part des travailleurs qualifiés dans l'emploi total du secteur, et (ii) un changement général, correspondant à la constante de la régression.	• Définition résiduelle du progrès technique	• 3 niveaux de diplômes : moins de 12 années de scolarité, entre 12 et 16 ans, plus de 16 ans • 4 niveaux d'expérience : moins de 9 ans, 10-19, 20-29, et plus de 30 ans	• Le progrès technologique biaisé en faveur de la qualification est la principale explication des variations de la structure des salaires sur la période 1979-1988.

Auteurs	Pays Années Secteurs	Objectifs et Méthode d'estimation	Indicateurs de changement technologique	Indicateurs de qualifications	Principaux résultats
Berman, Bound & Griliches (1994)	Etats-Unis 1979-87 Industrie manufacturière (450 secteurs)	• <i>Estimations en coupe instantanée des déterminants de l'accroissement du poids des travailleurs non manuels (non production workers) dans le total des salaires, pour chaque secteur.</i> • <i>Distinction entre les variations intra et inter sectorielles. Les déterminants de la variation du terme intra-sectoriel sont estimés. L'estimation fait apparaître des changements technologiques - global et spécifique- comme résidus de la fonction de demande intrasectorielle.</i> • <i>Les changements technologiques (général et spécifique) sont ensuite corrélés avec la part de l'informatique dans les investissements et les dépenses de R&D rapportées au chiffre d'affaires.</i>	• <i>Définition résiduelle du progrès technique</i> • <i>Puis, mesure directe du changement technologique</i>	• <i>qualifiés = non production workers, non qualifiés = production workers</i>	• <i>Les changements technologiques - général et spécifique - expliquent 70% de l'augmentation de la part des non production workers dans le total des salaires du secteur manufacturier.</i> • <i>La R&D et les achats d'ordinateurs sont des explications robustes des changements technologiques estimés.</i>
Dunne & Schmitz (1995)	Etats-Unis 1988 Industrie manufacturière (7000 établissements industriels)	• <i>Estimations en coupe instantanée de l'impact des technologies de fabrication avancée sur les salaires et l'emploi des travailleurs qualifiés et non qualifiés.</i>	• <i>17 technologies de fabrication avancées (machines outils à commande numérique, robots, lasers, chariots filoguidés, postes de conception assistée par ordinateurs, réseaux longue distance, etc...)</i>	• <i>ouvriers et non ouvriers</i>	• <i>Corrélation positive entre le nombre de technologies de fabrication avancée utilisées et les salaires des ouvriers et des non-ouvriers.</i> • <i>Corrélation négative entre le nombre de technologies de fabrication avancée utilisées dans le secteur et la part des ouvriers dans l'emploi.</i> • <i>en concluent que lorsque les établissements adoptent les nouvelles technologies industrielles, leurs besoins de qualification s'orientent vers une main d'œuvre plus fortement éduquée.</i>

Auteurs	Pays Années Secteurs	Objectifs et Méthode d'estimation	Indicateurs de changement technologique	Indicateurs de qualifications	Principaux résultats
Allen (1996)	Etats-Unis 1979 and 1989 Industrie manufacturière (39 secteurs)	• <i>Estimations en coupe instantanée des impacts de l'éducation, de l'expérience, du genre, et de l'appartenance ethnique sur le taux de salaire horaire (32 groupes).</i> • <i>La prime d'éducation et la prime liée à l'expérience est ensuite régressée sur plusieurs indicateurs de changement technologique.</i>	• <i>intensité de recherche-développement, usage d'équipements de haute technologie, croissance du ratio capital/travail, croissance de la productivité totale des facteurs, degré de nouveauté du capital.</i>	• <i>diplômés sortant de high school (niveau inférieur au baccalauréat) et diplômés du college (niveau égal ou supérieur au baccalauréat)</i>	• <i>Les primes d'éducation sont plus élevées dans les secteurs intensifs en R&D et en capital high-tech.</i> • <i>Les variables représentant la technologie expliquent 30% de l'accroissement de l'écart de salaire entre les diplômés du college et les diplômés sortant de high-school.</i>
Greenan (1996)	France 1987-1992 Industrie manufacturière (822 entreprises industrielles) Enquête "Changement organisationnel"	• <i>Estimations en coupe instantanée de l'utilisation de plusieurs technologies de fabrication avancées sur la demande de qualification dans les secteurs.</i> • <i>Estimations en coupe instantanée des différents changements organisationnels sur la demande de qualification dans les secteurs.</i>	• <i>2 types de technologies de fabrication avancées : (i) robots et machines outil à commande numérique, (ii) systèmes de production assistés par ordinateur.</i>	• <i>5 catégories d'emploi par profession (cadres, professions intermédiaires, employés, ouvriers qualifiés, ouvriers non qualifiés).</i>	• <i>Certaines nouvelles technologies (systèmes assistés par ordinateurs) accroissent la demande de travail qualifié, alors que d'autres accroissent la demande de travail non qualifié (machines-outils à commande numérique et robots).</i> • <i>En favorisant les plus qualifiés, les changements organisationnels ont eu un impact plus fort sur l'évolution de la structure des qualifications que le changement technologique.</i>

Auteurs	Pays Années Secteurs	Objectifs et Méthode d'estimation	Indicateurs de changement technologique	Indicateurs de qualifications	Principaux résultats
Doms, Dunne & Troske (1997)	Etats-Unis 1988 and 1977-1992 Industrie manufacturière	• <i>Estimations en coupe instantanée (1988) de l'impact de plusieurs technologies de fabrication avancées sur la part des travailleurs qualifiés dans l'emploi de la firme.</i> • <i>Sur la période 1977-1992, estimations en coupe instantanée des différences de salaires entre qualifiés et non qualifiés dans les secteurs utilisant des technologies de fabrication avancées en 1988.</i>	• <i>Nombre de technologies de fabrication avancées utilisées parmi une liste de 17 technologies (machines outils à commande numérique, robots, lasers, chariots filoguidés, postes de conception assistée par ordinateurs, réseaux longue distance, etc...)</i>	• <i>3 catégories d'emploi par profession (cadres ; techniciens, employés et vendeurs ; ouvriers) et 3 niveaux d'éducation (diplômés du supérieur, diplômés du collège = niveau égal ou supérieur au baccalauréat, diplômés sortant de high school = niveau inférieur au baccalauréat).</i>	• <i>Dans les secteurs utilisant des technologies avancées, les travailleurs qualifiés sont plus nombreux, et le niveau d'éducation est plus élevé pour les ouvriers (production) et les non ouvriers (non production workers).</i> • <i>Contrairement aux cadres, les ouvriers, techniciens, employés et vendeurs sont mieux rémunérés lorsqu'ils sont employés dans les secteurs utilisant des technologies avancées.</i>
Duguet & Greenan (1997)	France 1986-91 Industrie manufacturière (5000 entreprises industrielles)	• <i>Estimation (à partir d'une fonction de coût translogarithmique) de la variation de la part de chaque facteur (travail qualifié, travail non qualifié et capital) dans le coût total de production.</i> • <i>La variable d'innovation est estimée à partir d'un modèle probit utilisant 5 types d'innovations.</i>	• <i>5 types d'innovation : (i) amélioration de produit, (ii) mise en place d'un nouveau produit, (iii) imitation de produit, (iv) première de procédé et (v) amélioration de procédé.</i> • <i>(i), (ii) et (iii) s'apparentent à une innovation de produit, (iv) et (v) constituent une innovation de procédé.</i>	• <i>2 catégories d'emploi par profession : (i) main d'œuvre de conception (cadres et professions intermédiaires), (ii) main d'œuvre d'exécution (ouvriers et employés)</i>	• <i>L'innovation est globalement favorable au travail qualifié.</i> • <i>Cependant, certains types de changement technologique, comme les innovations incrémentales de produit ou de procédé, favorisent la demande de travail non qualifié.</i>

Auteurs	Pays Années Secteurs	Objectifs et Méthode d'estimation	Indicateurs de changement technologique	Indicateurs de qualifications	Principaux résultats
Mihoubi (1997)	France 1976-89 Industrie manufacturière (17 secteurs)	• Estimation de la variation du poids de chaque facteur (travail qualifié, travail non qualifié, travail externalisé*, et capital) dans le coût total de production (valeur ajoutée). La constante de la fonction de coût translogarithmique estimée représente le changement technologique.		• 2 catégories d'emploi par profession : (i) non qualifiés (ouvriers et employés), et (ii) qualifiés (cadres et professions intermédiaires)	• La part des qualifiés dans les coûts totaux augmente. • Le travail qualifié et le capital sont complémentaires, alors que le capital et le travail non qualifié sont substituables. • En raison des différences de substituabilité, la baisse de la prime de qualification se traduit par une augmentation de l'utilisation du capital sur la période.
Goux & Maurin (1997)	France 1970-93 34 secteurs (industrie et services)	• Méthode identique à celle de Berman, Bound & Griliches (1994) hormis deux points : (i) les services sont inclus, et (ii) ils mesurent à la fois un taux d'équipement informatique (micro-ordinateurs et terminaux), et un taux d'équipement en technologies industrielles incorporant de l'électronique (robots, machines-outils à commande numérique, télésurveillance).	• Définition résiduelle du progrès technique • Puis, mesure directe du changement technologique	• 5 catégories d'emploi par niveau de diplômes	• Le déplacement de la demande de biens manufacturés vers les services explique quasiment 50% de la baisse de la part des travailleurs non qualifiés dans l'emploi total. • L'informatisation et les nouvelles technologies de production n'expliquent pas plus de 15% des variations de la demande de travail en fonction de la qualification. • L'usage de l'informatique est positivement corrélé à la croissance de la part des qualifiés dans la masse salariale, alors que l'usage des technologies industrielles incorporant de l'électronique est positivement corrélé à la part des non qualifiés dans la masse salariale totale.

* activités sous-traitées par des entreprises appartenant au secteur des services aux entreprises.

Auteurs	Pays Années Secteurs	Objectifs et Méthode d'estimation	Indicateurs de changement technologique	Indicateurs de qualifications	Principaux résultats
Berman, Bound & Machin (1998)	12 pays de l'OCDE 1970-80 et 1980-90 Secteurs de l'industrie manufacturière	• Distinction entre les réallocations intersectorielles et intrasectorielles de l'emploi qualifié. • BBM présentent 3 caractéristiques qui définissent un changement technologique biaisé général, diffusé à toute l'économie (pervasive skill biased technological change) : (i) une augmentation du poids du travail qualifié dans l'emploi de tous les secteurs, (ii) une substitution des travailleurs qualifiés aux travailleurs non qualifiés alors que la prime de qualification augmente ou du moins reste inchangée. (iii) des évolutions identiques observées dans les mêmes secteurs dans tous les pays de l'OCDE.		• 2 catégories d'emploi : (i) qualifiés (non production workers), et (ii) non qualifiés (production workers).	• Dans tous les pays de l'OCDE, la part des travailleurs qualifiés dans le total de l'emploi manufacturier a augmenté durant les années soixante-dix et quatre-vingt. • Les variations d'emploi intrasectorielles sont la principale explication de cette évolution dans les années quatre-vingt, sauf pour la Belgique. • La concomitance des 3 caractéristiques définies par BBM confirme l'existence, dans les pays de l'OCDE, d'un changement technologique biaisé en faveur de la qualification général (pervasive) sur les vingt dernières années.

Auteurs	Pays Années Secteurs	Objectifs et Méthode d'estimation	Indicateurs de changement technologique	Indicateurs de qualifications	Principaux résultats
Bartel & Sicherman (1999)	Etats-Unis 1979-93 Industrie manufacturière	• <i>B&S réalisent une série d'estimations (en coupe et panel) pour expliquer les déterminants des divergences de salaires entre les secteurs, et en particulier les raisons de la présence de salaires plus élevés dans les secteurs utilisant les nouvelles technologies.</i> • <i>La variable expliquée est le salaire réel individuel.</i> • <i>Les variables explicatives sont :</i> (i) <i>les caractéristiques individuelles d'éducation et un indice de l'aptitude individuelle (qui n'est pas observé par les firmes) ;</i> (ii) <i>caractéristiques du secteur : taux de chômage et taux de syndicalisation ;</i> (iii) <i>plusieurs indicateurs de changement technologique.</i>	• <i>6 indicateurs de changement technologique : 2 indicateurs de la productivité globale des facteurs (Jorgenson et NBER), niveau d'investissement en informatique, dépenses de R&D, utilisation de brevets, part des scientifiques et ingénieurs dans l'emploi total.</i>		• <i>Les salaires sont positivement corrélés au changement technologique.</i> • <i>Dans les secteurs utilisant les nouvelles technologies, la caractéristique individuelle inobservable (aptitude individuelle) est une explication significative des différences de salaires individuelles. Les secteurs utilisant les nouvelles technologies semblent donc en mesure d'attirer les travailleurs les plus "capables".</i>

Toutes les estimations menées pour les Etats-Unis, quelque soit la méthode retenue, attestent d'une influence significative du progrès technologique sur les variations de la demande relative de travail qualifié. Ce résultat est vérifié lorsque le biais technologique est assimilé à un résidu (Bound et Johnson, 1992 ; Berman, Bound et Griliches, 1994), ou lorsqu'il est directement estimé à partir d'indicateurs sensés le représenter (Bound et Johnson, 1992 ; Berman, Bound et Griliches, 1994 ; Dunne et Schmitz, 1995 ; Allen, 1996; Bartel et Sicherman, 1999).

Dans le cas français, l'impact du changement technologique biaisé sur la demande relative de qualification est plus ambigu.

Greenan (1996b) montre que certaines technologies de fabrication avancées accroissent la demande de travail qualifié (systèmes assistés par ordinateurs), alors que d'autres accroissent la demande de travail non qualifié (machines-outils à commande numérique et robots).

Ce résultat est corroboré par l'estimation de Duguet et Greenan (1997) qui montre que l'innovation est globalement favorable au travail qualifié, mais que certains types de changements technologiques comme les innovations incrémentales de produits ou de procédé favorisent la demande de travail non qualifié.

Enfin, l'étude de Goux et Maurin (1997) tend même à infirmer l'influence du biais technologique. Pour les deux auteurs, c'est la modification des préférences des consommateurs, soit le déplacement de la demande de biens manufacturés vers les services, qui explique principalement la baisse de l'emploi non qualifié en France.

En conclusion, et malgré certains résultats contrastés dans le cas français, le diagnostic d'un impact significatif du progrès technique semble l'emporter. Toutefois, tant que les mécanismes qui concourent à l'instauration d'un biais technologique n'ont pas été analysés et quantifiés, l'énoncé d'une causalité simple reste critiquable. Après tout, si c'est l'ouverture Nord-Sud qui a encouragé la mise en place d'un progrès technique biaisé, peut-on aussi facilement diagnostiquer la prépondérance de l'explication technologique ?

2.2.2. Une faible influence des échanges Nord-Sud

L'impact des échanges Nord-Sud a été analysé de deux manières. Les faits stylisés ont d'abord été comparés aux prédictions de l'approche H-O-S, qui est supposée modéliser correctement les échanges Nord-Sud⁵. L'impact de ces échanges sur les demandes de travail qualifié et non qualifié a ensuite été estimé en utilisant la méthode du contenu en facteurs. Les premiers travaux aboutissent généralement à une influence faible des échanges Nord-Sud sur les demandes de facteurs, et donc sur les inégalités.

a) *La vérification des prédictions H-O-S*

A la section 2.1.3, nous avons vu que l'approche H-O-S prédisait (i) une baisse des intensités sectorielles en qualification (H_i / L_i), (ii) une hausse du poids des secteurs H -intensifs dans l'appareil productif et (iii) une hausse du prix relatif des biens H -intensifs au Nord.

Krugman et Lawrence (1993) se sont appuyés sur ces prédictions pour réfuter l'influence des échanges Nord-Sud sur l'accroissement des inégalités entre qualifiés et non qualifiés. En étudiant les Etats-Unis, ils remarquent en effet que :

1. Dans la quasi-totalité des secteurs, l'intensité en qualification a augmenté.
2. Les poids relatifs des secteurs L et H -intensifs dans l'appareil productif n'a pas varié pendant les années 80.

Parallèlement, Lawrence et Slaughter (1993) ont cherché à vérifier les prédictions de la théorie H-O-S traditionnelle en termes de variation des prix relatifs pour les biens manufacturés aux Etats-Unis, au Japon et en Allemagne. Selon l'approche H-O-S, on aurait du observer une hausse des prix relatifs des biens intensifs en qualification au Nord,

⁵ Les nouvelles théories du commerce international fondées sur la différenciation des produits sont sensées mieux correspondre à la description des échanges Nord-Nord.

et une baisse au Sud. Lawrence et Slaughter testent cette prévision en deux étapes. Dans une première étape, ils comparent, pour chaque secteur de production, les variations des prix des biens manufacturés produits au Nord, et des biens produits au Sud et importés, au cours des années quatre-vingt, avec le ratio des travailleurs qualifiés aux travailleurs non qualifiés employés dans ces secteurs en 1980. Les résultats montrent que le prix relatif des biens domestiques intensifs en travail qualifié n'a pas augmenté contrairement aux prédictions du théorème Stolper-Samuelson : il a même eu tendance à diminuer. Pour corroborer ce résultat, Lawrence et Slaughter construisent deux indices de prix. Pour chaque secteur, ils pondèrent la variation entre 1980 et 1989 du prix des biens produits au Nord et des biens importés du Sud par la part des emplois qualifiés et non qualifiés dans l'emploi total du secteur considéré en 1980. Le prix relatif des biens (produits domestiquement ou importés du Sud) intensifs en travail qualifié est obtenu en faisant la différence entre l'indice pondéré par l'emploi qualifié et l'indice pondéré par l'emploi non qualifié. Les résultats confirment les évolutions en contradiction avec les prévisions du modèle H-O-S obtenues précédemment : au cours des années quatre-vingt, le prix relatif des biens domestiques intensifs en travail qualifié a légèrement baissé. Lawrence et Slaughter en concluent que les échanges Nord-Sud n'ont pas contribué au creusement des inégalités salariales observé au Nord.

Enfin, les échanges avec le Sud ne représentent qu'une faible part des échanges américains et du PIB des pays de l'OCDE. Krugman et Lawrence (1993) et Krugman (2000a) en ont déduit que l'ouverture sur le Sud ne pouvait être la principale explication - ou le principal responsable - de l'accroissement des inégalités au Nord.

Le rapprochement des évolutions empiriquement constatées et des prédictions du cadre d'analyse H-O-S montre que, si ce dernier reproduit correctement le modèle des échanges Nord-Sud, ces échanges ne peuvent expliquer qu'une part faible des évolutions constatées⁶. Toutefois, les contradictions entre les prévisions du modèle et la réalité observée peuvent également révéler une inadéquation entre les hypothèses H-O-S et les formes de l'ouverture Nord-Sud.

⁶ Cet argument a joué en faveur de l'explication par le biais technologique exogène.

b) Les estimations par la méthode du contenu factoriel

De nombreuses estimations de l'influence des échanges ont été menées à partir de la méthode du contenu factoriel. Une première série de travaux réalisés au début des années quatre-vingt-dix a conclu que les échanges avec les pays du Sud n'avaient eu qu'un faible impact sur les demandes de facteurs et les inégalités de salaires au Nord.

La méthode du contenu factoriel ou contenu en emplois (MCF)

Elaborée par Léontief (1953, 1956), la méthode du contenu factoriel (MCF) permet de mesurer les variations dans les utilisations de facteurs qui résultent des échanges. Elle consiste ici à calculer les quantités de travail qualifié et non qualifié, (i) utilisées dans la production des biens exportés par un pays du Nord en direction du Sud, et (ii) qui seraient nécessaires pour substituer des produits domestiques aux importations en provenance du Sud. Les différences entre ces quantités mesurent les créations ou les destructions nettes d'emplois qualifiés et non qualifiés induites par les échanges avec le Sud.

Dans sa forme initiale, la MCF repose sur plusieurs hypothèses simplificatrices :

- Des produits domestiques peuvent être substitués aux importations. Il existe deux formes de substitution selon les travaux empiriques considérés : (i) la substitution en valeur (1\$ de bien domestique remplace 1\$ de bien importé) ; ou (ii) la substitution en volumes (*unités* physiques) : une unité de bien national remplace une unité de bien importé.
- Habituellement, la technologie utilisée pour produire les biens importés est supposée identique à celle utilisée pour produire les biens domestiques.
- Substituer des biens domestiques aux biens importés du Sud ne modifie pas leurs demandes.

- On peut enfin remarquer que, dans la MCF, les créations et destructions d'emplois sont calculées par rapport, soit à une situation où le pays présenterait des échanges équilibrés dans chaque secteur, soit à une situations sans échanges.

Le diagnostic : un impact limité des échanges Nord-Sud sur les inégalités

Le tableau 2.3. présente les résultats de plusieurs études et estimations mesurant l'influence des échanges Nord-Sud sur les inégalités de salaires et d'emploi. Il regroupe :

- (i) des études exclusivement réalisées pour les Etats-Unis, qui testent la conformité des évolutions de la structure productive, des prix relatifs et des intensités factorielles avec les prédictions du modèle H-O-S (Krugman et Lawrence, 1993 ; Lawrence et Slaughter, 1993 ; Leamer, 1996),
- (ii) des estimations empiriques mesurant le contenu en emplois des échanges des Etats-Unis (Katz et Murphy, 1992 ; Sachs et Shatz, 1994), de la France (Vimont, 1993 ; Bonnaz, Courtot et Nivat, 1994 ; Vimont et Farhi, 1997 ; Cortes et Jean, 1997a), et de l'ensemble des pays développés (Wood, 1994a) avec le Sud, et
- (iii) des études qui estiment l'impact des importations de biens intermédiaires (*outsourcing*) (Feenstra et Hanson, 1996b pour les Etats-Unis; Anderton et Brenton, 1999 pour le Royaume-Uni) sur les salaires relatifs. Ces études sont présentées à la section 2.3.1.c.

Enfin, hormis l'étude de Vimont (1993) qui intègre le secteur des services, l'ensemble de ces estimations ont été menées à partir de secteurs de l'industrie manufacturière.

Comme nous l'avons déjà souligné plus haut (point a), le premier type d'études montre que les évolutions empiriquement constatées ne correspondent pas aux prévisions de l'approche H-O-S. Ces contradictions ont été interprétées comme une preuve de l'incapacité de l'ouverture Nord-Sud à expliquer la montée des inégalités entre qualifiés et non qualifiés.

Hormis les travaux de Wood (1994) qui marquent une rupture et seront présentés à la section 2.3.1., la plupart des études fondées sur la méthode du contenu en emplois révèlent un impact limité des échanges Nord-Sud sur la demande de facteurs, aussi bien dans le cas américain que dans le cas français (Sachs et Shatz, 1994 pour les Etats-Unis, Bonnaz, Courtot et Nivat, 1994, et Cortes et Jean, 1997a, pour la France). Selon ces études, seuls 5 à 15% de la baisse de l'emploi non qualifié peuvent être attribués aux échanges Nord-Sud. Certaines estimations centrées sur la France aboutissent même à une création nette d'emplois liée à l'ouverture (Vimont, 1993 ; Vimont et Farhi, 1997). Ce résultat est lié à la prise en compte dans ces estimations des secteurs de services pour lesquels la France est fortement exportatrice nette.

Tableau 2.3. : Les estimations de l'influence des échanges Nord-Sud

Auteurs	Pays, Années, Secteurs	Méthode	Principaux Résultats
Revenga (1992)	Etats-Unis 1977-1987 Industrie manufacturière (38 secteurs)	• Estimation de l'impact des prix des importations sur les salaires et le chômage aux Etats-Unis. • Pour éviter la forte corrélation entre le terme d'erreur et le prix des importations observée dans les estimations traditionnelles, les prix des importations sont introduits dans la régression à travers deux variables instrumentales corrélées au prix des importations mais non aux résidus : (i) un indice du coût de la production étrangère, et (ii) le taux de change effectif nominal. • Ces deux variables permettent de gommer tout choc extérieur sur les coûts, et toute modification des prix mondiaux (et donc du prix des importations) lorsque la demande des Etats-Unis varie.	• Une baisse de 10% des prix des importations réduit l'emploi de 2,6 à 3,9%. • Une baisse de 10% des prix des importations réduit les salaires de 0,6 à 0,9%.
Borjas, Freeman & Katz (1992)	Etats-Unis 1967-1985 21 secteurs manufacturiers	• Méthode du contenu factoriel • Substitution en valeur	• Exceptée l'année 1985 caractérisée aux Etats-Unis par un fort déficit de la balance commerciale, les échanges de biens manufacturés sont équilibrés en emplois. • Le déficit en emplois apparu en 1985, est composé presque exclusivement de travail non qualifié correspondant au plus bas niveau d'éducation (non diplômés) : la baisse de l'emploi pour cette catégorie se chiffre à 6,5%.

Auteurs	Pays, Années, Secteurs	Méthode	Principaux Résultats
Katz & Murphy (1992)	Etats-Unis 1963-1987 Secteur manufacturier	• Méthode du contenu factoriel • Substitution en valeur • 2 catégories d'emploi en fonction du niveau d'études : (i) les non qualifiés totalisant de 8 à 11 ans de scolarité, et (ii) les qualifiés totalisant plus de 11 années de scolarité.	• Les échanges avec les pays en développement ont eu un faible impact sur les demandes de travailleurs qualifiés et non qualifiés. • Cet impact est uniquement observable au cours des années quatre-vingt. De 1979 à 1985, les échanges avec le Sud se sont traduits par (i) une augmentation de la demande de travail qualifié respectivement de 0,55% pour les hommes, et de 1,26% pour les femmes, et (ii) une baisse de 0,63% et 2,22% de la demande de non qualifiés.
Krugman & Lawrence (1993)	Etats-Unis 1970-1990	• Les évolutions observées sont comparées aux prédictions du modèle H-O-S standard.	• Les échanges avec les pays en développement ne représentent qu'une faible proportion du commerce extérieur des Etats-Unis. • Le ratio moyen de la main d'œuvre non qualifiée rapportée à la main d'œuvre qualifiée utilisée dans la production a sensiblement diminué dans tous les secteurs. • Les secteurs fortement intensifs en qualification n'ont pas eu tendance à croître plus rapidement que ceux intensifs en main d'œuvre d'exécution. • Ces résultats montrent que les échanges Nord-Sud ne sont pas responsables de l'accroissement des inégalités salariales. Le creusement des écarts salariaux résulte alors de l'existence d'un progrès technique biaisé en faveur de la qualification.

Auteurs	Pays, Années, Secteurs	Méthode	Principaux Résultats
Lawrence & Slaughter (1993)	Etats-Unis Allemagne Japon 1979-1989 Industrie manufacturière	• <i>L&S réalisent des estimations d'indices de prix (pour les biens produits domestiquement et les biens importés) pour vérifier si l'ouverture Nord-Sud se traduit par des évolutions de prix conformes aux prédictions de l'approche H-O-S.</i> • <i>Estiment des indices de prix pour les biens intensifs en travail qualifié et non qualifié. Pour chaque secteur, ils pondèrent les prix moyens observés par les parts des emplois qualifiés et non qualifiés dans l'emploi total du secteur considéré.</i>	• <i>Dans les trois pays, le prix relatif des biens domestiques intensifs en travail qualifié (comparé au prix des biens intensifs en travail non qualifié) n'a pas augmenté : il a même légèrement baissé.</i> • <i>Le prix des biens importés intensifs en travail qualifié n'a pas diminué relativement au prix des biens intensifs en travail non qualifié.</i> • <i>L'ouverture Nord-Sud ne peut donc pas expliquer l'accroissement des inégalités salariales.</i>
Vimont (1993)	France 1991 Echanges de produits manufacturés et de Services	• <i>Méthode du contenu factoriel</i> • <i>Substitution en valeur</i> • <i>3 niveaux de qualification (Cadres et techniciens ; Contremaîtres, ouvriers et employés qualifiés ; Personnel non qualifiés)</i> • <i>Pour les biens qui ne sont pas produits au Nord, les coefficients de main d'œuvre moyens sont proches de ceux observés dans les pays en développement.</i> • <i>Contenu en emplois du total des échanges.</i>	• <i>Les échanges se traduisent par une augmentation de (i) de 40000 emplois pour les professions qualifiées, (ii) 63000 emplois pour les professions semi-qualifiées, et (iii) 3000 emplois pour les professions non qualifiées.</i>

Auteurs	Pays, Années, Secteurs	Méthode	Principaux Résultats
Borjas & Ramey (1994a)	Etats-Unis 1963-1988 1949-1990 L'ensemble de l'économie américaine	• 2 catégories d'emploi en fonction du niveau d'éducation : (i) les qualifiés correspondant aux "college graduates" (niveau égal ou supérieur au baccalauréat) et (ii) les non qualifiés correspondant aux "high school graduates" (niveau inférieur ou égal au baccalauréat). • Comparent, au moyen de tests de cointégration, l'évolution de la prime de qualification entre 1963 et 1988 avec les variations (i) des déficits commerciaux en biens durables et non durables, (ii) du taux de chômage, (iii) des dépenses de R&D par travailleur, (iv) de l'offre relative de travailleurs qualifiés, (v) de l'immigration, et (vi) des taux de participation des femmes. • Sur la période, le déficit commercial en biens durables (en % du PIB) présente le même trend de long-terme que la prime de qualification. • L'impact des importations et des exportations de biens durables sur les salaires relatifs est ensuite estimé de 1949 à 1990.	• Les exportations et les importations de biens durables expliquent plus de 90% de l'augmentation du salaire des qualifiés relativement à celui des non qualifiés, observée de 1949 à 1990.
Sachs & Shatz (1994)	Etats-Unis 1978-1990 Industrie manufacturière (51 secteurs)	• Méthode du contenu factoriel • Substitution en valeur • Comparaison de l'évolution réelle des échanges avec ce qui se serait passé sans modification de la structure de ceux-ci : le ratio $\frac{\text{exportations nettes}}{\text{produit}}$ est supposé constant depuis 1978 dans chaque secteur.	• Impact négatif des importations en provenance des pays en développement sur la demande globale de travail (-5.7%), et sur la demande de travailleurs non qualifiés (-6.2%) sur la période.

Auteurs	Pays, Années, Secteurs	Méthode	Principaux Résultats
Bonnaz, Courtot & Nivat (1994)	France 1991 Echanges industriels hors énergie NAP 1973	• <i>Méthode du contenu factoriel</i> • <i>Substitution en unités physiques</i> • <i>Calcul du prix unitaire (i) des biens importés et (ii) des biens exportés (assimilé au prix unitaire des biens produits en France)</i> • <i>Pour opérer la substitution aux importations, BCN retiennent uniquement les secteurs pour lesquels le prix unitaire est connu. Ce calcul aboutit alors à un biais car ces secteurs enregistrent de forts déficits (Chaussures, Bonneterie, Habillement, Matériel électronique et ménager, Métallurgie, Automobiles et cycles). La totalité des exportations ventilées par secteurs est retenue.</i> • <i>Distinction entre contenu direct en emplois et contenu indirect (emploi incorporé dans la production des biens et services utilisés comme consommations intermédiaires).</i>	• <i>Pour l'année 1991, le calcul aboutit à une destruction nette de 329000 emplois, malgré un excédent important de la valeur des échanges avec les pays en développement de 68 milliards de Francs.</i> • <i>Selon B-C-N, cette contradiction reflète le biais résultant des secteurs importateurs retenus dans le calcul de la substitution.</i>
Wood (1994)	Pays développés 1990 Secteur manufacturier hors énergie	• <i>Plusieurs corrections apportées à la méthode du contenu factoriel traditionnelle (Voir section 2.3.1. c. ci-après)</i> • <i>Substitution en unités physiques.</i>	• <i>Le commerce a légèrement augmenté la demande de travail qualifié (+0,3%) en raison d'une production accrue de biens intensifs en qualification destinés à l'exportation.</i> • <i>La réduction nette de la demande de travail est forte pour les travailleurs non qualifiés (-22%) et elle se traduit par une destruction nette d'emplois (Voir section 2.3.1. c. ci-après).</i>

Auteurs	Pays, Années, Secteurs	Méthode	Principaux Résultats
Feenstra & Hanson (1996b)	Etats-Unis 1972-1979 1979-1990 Industrie manufacturière	• Estimation de la part des travailleurs qualifiés dans la masse salariale totale (au niveau sectoriel). L'équation estimée est dérivée d'une fonction de coût translogarithmique. • Les variables explicatives sont (i) des variables caractérisant le processus de production (accumulation de capital fixe, niveau réel du produit), et (ii) des variables caractérisant la concurrence des pays du Sud (ratio de pénétration des importations, outsourcing) • L'outsourcing ou approvisionnement au Sud, est mesuré part la part des facteurs intermédiaires importés de tous les pays (Nord et Sud) dans les dépenses totales de consommation pour chaque secteur.	• Pendant les années quatre-vingt, l'outsourcing et les importations expliquent respectivement 31-51% et 17,5- 29% de l'augmentation de la part des qualifiés dans la masse salariale totale. • Les estimations ne sont pas significatives pour les années soixante-dix. Ce résultat pourrait s'expliquer par les échanges de facteurs intermédiaires entre les Etats-Unis et d'autres économies développées qui ont des niveaux de coûts du travail proches.
Leamer (1996)	Etats-Unis 1961-1971 1971-1981 1981-1991 Prix des biens échangeables	• Estimation de l'impact du changement technologique et de la globalisation sur les salaires américains. • Sous l'hypothèse qu'une croissance de la productivité totale des facteurs se traduit par une baisse des prix des produits pour les consommateurs, les effets du changement technologique sont d'abord estimés. • La variation résiduelle des prix des produits est attribuée au commerce international.	• La théorie H-O-S est vérifiée durant les années soixante-dix qui sont "les années Stolper-Samuelson" selon Leamer : le commerce international a entraîné une baisse de 4% par an du salaire des travailleurs non qualifiés. • Durant les années quatre-vingt, le commerce international a accru les salaires des non qualifiés de 2% par an : le théorème Stolper-Samuelson n'est pas vérifié durant cette période.

Auteurs	Pays, Années, Secteurs	Méthode	Principaux Résultats
Cortes & Jean (1997a)	France 1977, 1985, 1993 Industrie manufacturière	• <i>Méthode du contenu factoriel</i> • <i>Substitution en valeur</i> • <i>2 catégories de main d'œuvre : qualifiée et non qualifiée</i> • <i>3 types de partenaires commerciaux : les pays riches et les pays pauvres, les pays pauvres incluant les pays émergents ;</i> • <i>Les pays émergents ont augmenté leur part dans les exportations manufacturières mondiales entre 1967 et 1993. Leurs exportations en 1993 s'élèvent à plus d'un milliard de dollars.</i>	• <i>Destruction de 265000 emplois pour le commerce avec tous les pays ;</i> • <i>Une perte de 350000 pour le commerce avec les pays pauvres ; 95% de ces emplois sont des emplois non qualifiés.</i>
Vimont & Farhi (1997)	France Chaque année de 1988 à 1995 Echanges de produits manufacturés	• <i>Méthode identique à celle de Vimont (1993)</i> • <i>5 catégories socioprofessionnelles (Cadres supérieurs et chefs d'entreprise, Professions intermédiaires, Employés, Ouvriers qualifiés, Ouvriers non qualifiés)</i>	• <i>Création d'emplois nets entre 1988 et 1995.</i> • <i>En 1988, toutes les professions ont subi une perte d'emplois, avec une destruction nette globale de 246000.</i> • <i>En 1995, toutes les professions ont connu une création nette, exceptés les ouvriers non qualifiés (-61000), avec une création nette totale de 116000 emplois.</i>
Anderton & Brenton (1999)	Royaume-Uni 1970-1983 Secteurs du textile et des machines non-électriques	• <i>Estimation de la part des travailleurs qualifiés dans la masse salariale totale et dans l'emploi total. L'équation estimée est dérivée d'une fonction de coût translogarithmique.</i> • <i>L'outsourcing est mesuré par la part des importations de biens intermédiaires et de biens finaux dans la consommation de chaque secteur. A&B distinguent les importations en provenance du Nord des importations en provenance du Sud.</i>	• <i>Aucun impact des importations en provenance des pays industrialisés sur les salaires relatifs et l'emploi des travailleurs les moins qualifiés.</i> • <i>Les importations en provenance des pays en développement ont significativement contribué à la baisse des salaires relatifs et de l'emploi des travailleurs les moins qualifiés.</i>

En conclusion, hormis les travaux réalisés par Wood (1994a), les études et estimations révèlent une influence négligeable des échanges Nord-Sud sur l'accroissement des inégalités. Toutefois, ce diagnostic est critiquable. Le diagnostic fondé sur les prédictions H-O-S n'est acceptable que si ce modèle représente valablement les échanges Nord-Sud. Or, les hypothèses H-O-S occultent plusieurs caractéristiques importantes de l'ouverture Nord-Sud (section 2.3.2.). La méthode du contenu factoriel présente également de nombreuses limites. La correction de plusieurs de ces lacunes par Wood (1994a) aboutit à un impact sensible des échanges Nord-Sud sur la baisse de la demande relative de travail qualifié (section 2.3.1.). Finalement, des estimations plus récentes ont intégré des formes d'échanges spécifiques à la globalisation comme l'approvisionnement au Sud en biens intermédiaires (*outsourcing*). Elles concluent à une influence non négligeable de l'*outsourcing* sur la demande relative de qualification (section 2.3.1.c).

Comme pour les estimations du biais technologique, on doit enfin souligner que l'ensemble de ces travaux négligent les interactions existant entre ouverture et progrès technique. Or, le commerce Nord-Sud a un impact sur le progrès technique qui en retour agit sur les échanges (voir les analyses du chapitre 3).

2.3. Réexamen du diagnostic initial

Jusqu'au milieu des années quatre-vingt-dix, le diagnostic d'un impact fort du biais technologique et d'une influence faible des échanges Nord-Sud était communément admis. Ce diagnostic a ensuite été réexaminé et révisé pour plusieurs raisons. Les méthodes empiriques utilisées dans les premières estimations ont d'abord été critiquées. De nouvelles estimations corrigeant les lacunes initiales ont été menées, révélant un impact non négligeable des échanges Nord-Sud (Wood, 1994 ; Feenstra et Hanson, 1996b ; Anderton et Brenton, 1999). Enfin, les fondements théoriques des deux explications ont été examinés et discutés (Leamer, 1994a et 2000).

2.3.1. Limites des méthodes empiriques et réhabilitation des échanges Nord-Sud

Les limites techniques et théoriques des estimations empiriques initiales ont été soulignées par de nombreux auteurs. Leur correction a permis de réhabiliter les échanges Nord-Sud comme explication à part entière de la variation des demandes et rémunérations relatives de facteurs.

a) Les limites des estimations du biais technologique

Dans la plupart des estimations, le biais technologique est une "boîte noire". Les raisons et mécanismes par lesquels la technologie accroît l'intensité en qualification (et économise du travail non qualifié) restent inexpliqués. Seule la corrélation entre l'origine (un indicateur de changement technique) et le résultat (une modification de l'intensité en qualification ou de la prime de qualification) est testée. Or, une corrélation positive entre la demande (et donc l'utilisation) d'ordinateurs d'une part, et la demande de qualification d'autre part, pourrait simplement révéler l'influence positive d'un troisième facteur sur ces deux variables. De plus, si l'accroissement de la demande de qualification résulte essentiellement ou partiellement du secteur de R&D lui-même, la corrélation devient triviale. La question centrale est alors de savoir pourquoi les dépenses en R&D augmentent plus rapidement dans une majorité de secteurs.

Un second point crucial pour notre analyse concerne la possible influence des échanges Nord-Sud sur la forme du changement technologique. Si cette influence existe, au moins une partie de l'impact significatif du changement technologique révélé par les estimations peut être attribuée à l'ouverture Nord-Sud.

Enfin, l'interprétation des résultats des estimations est délicate dans la mesure où le changement technologique n'est pas fondé théoriquement.

b) Les limites de la méthode du contenu factoriel

Les principales limites techniques de la méthode du contenu factoriel ont été discutées par Leamer (1994a, 2000) et Wood (1994a, 1994b, 1995). Une autre lacune importante est l'absence de fondements théoriques bien établis. Enfin, une critique essentielle concerne la comparaison entre une situation d'échanges avec le Sud et une situation sans échanges avec le Sud. Nous présentons maintenant ces trois séries de critiques.

Les limites techniques

- D'un point de vue technique, une première limite concerne la substitution en valeur. Cette méthode ignore que les biens produits au Sud sont moins chers en raison de coûts de production plus faibles. En conséquence, les calculs fondés sur la substitution en valeur et les prix du Nord sous-estiment la réduction de demandes de facteurs due aux importations en provenance du Sud.
- Corriger ce biais en opérant une substitution en quantités physiques conduit à un nouveau biais : la baisse de demande liée à une hausse des prix n'est pas prise en compte. Pour corriger ce biais il faut (i) calculer les différences de prix entre le Nord et le Sud, (ii) calculer les élasticités prix de la demande et (iii) en déduire la réduction dans la demande de biens et donc de facteurs.
- Un autre biais résulte de l'hypothèse selon laquelle les biens produits au Sud sont identiques à ceux produits au Nord lorsqu'ils appartiennent au même secteur. En réalité, un nombre important de biens intensifs en travail d'exécution fabriqués au Sud ne sont plus produits au Nord. Prenons le cas de deux biens qualitativement différents, faisant appel à des technologies elles-mêmes différentes, et appartenant à une même branche d'activité. L'ouverture aux échanges avec le Sud se traduit par une spécialisation du Nord dans le bien intensif en qualification. La méthode habituelle consiste à supposer que le bien produit au Sud utilise la même technologie que celui

produit au Nord. Or, en cas de non-échange, le Nord produirait le bien intensif en travail non qualifié, et utiliserait en conséquence une technologie nettement moins intensive en qualification. Ainsi, lorsque des biens qualitativement et technologiquement différents coexistent à l'intérieur du même poste d'une nomenclature d'activité, l'utilisation de la technologie du Nord pour calculer les contenus factoriels des importations n'est plus acceptable. Elle se traduit en effet par une sous-estimation de l'intensité en facteur rare, ici en travail d'exécution.

- On peut corriger ce biais en appliquant les coefficients factoriels du Sud pour ces biens qui ne sont plus produit au Nord. Toutefois, cette correction peut elle-même entraîner une surestimation du contenu en travail non qualifié. En effet, le coût du travail non qualifié est largement plus élevé au Nord qu'au Sud. Dans ces conditions, la production de ces biens au Nord se traduirait sans doute par une substitution entre les facteurs aux dépens du travail non qualifié. Il faut alors estimer les élasticités de substitution entre les facteurs.

Certaines des corrections présentées plus haut sont opérées dans plusieurs études (voir tableau 2.3.) ; la plupart d'entre elles ont été prises en compte dans les estimations de Wood (1994a).

L'absence de fondements théoriques

Une seconde série de critiques concerne les fondements théoriques de la MCF et ses conditions d'application à l'analyse des inégalités salariales. Selon Leamer (1994a) la méthode du contenu factoriel est une "mesure sans théorie". Cette critique s'appuie sur le fait qu'en situation d'ouverture, les échanges et les composantes internes d'une économie sont fortement imbriqués et interdépendants. Pour Leamer (1994a, 2000), les contenus en facteurs reflètent alors une large palette de variables et d'interactions que seul un modèle théorique peut expliquer.

Le problème des fondements théoriques a été longuement discuté dans une série d'articles du *Journal of International Economics*⁷. La question principalement abordée concerne le type de fonctions de production sectorielles et la forme de la fonction d'utilité (déterminant la demande) compatibles avec l'utilisation de cette méthode. Deardorff et Staiger (1988) ont montré que la MCF peut être utilisée lorsque les fonctions de production des différents secteurs ainsi que la fonction d'utilité des ménages sont du type Cobb-Douglas, les préférences des consommateurs et la technologie devant néanmoins rester constantes sur la période des calculs. Deardorff (2000) et Panagariya (2000) ont montré que la méthode du contenu factoriel était applicable même si les goûts des consommateurs et la technologie se modifiaient au cours de la période considérée. Ils ont également étendu ce résultat au cas où les fonctions de production et la fonction d'utilité sont de type CES, à condition que les élasticités de substitution soient identiques pour toutes ces fonctions. Leamer (2000) montre que, pour que les barrières douanières aient un effet négligeable sur les revenus et pour que la technologie soit le déterminant essentiel des inégalités aux Etats-Unis, il faut que les économies américaines et mondiales soient log-linéaires et que le nombre de biens échangeables soit égal au nombre de facteurs dans les deux zones. Pour tous ces auteurs, ces conditions sont très restrictives, et la méthode du contenu factoriel n'est donc pas appropriée. Ce point de vue est néanmoins fortement contesté par Krugman (2000a).

Krugman (2000a) estime que « l'approche du contenu factoriel comme moyen de déterminer les effets du commerce sur les prix des facteurs est une méthode entièrement justifiée ». En effet, selon lui⁸, déterminer l'impact des échanges sur les salaires revient à déterminer quels auraient été les prix relatifs dans les pays avancés en l'absence d'échanges avec les nouveaux pays industrialisés. L'élaboration d'un modèle d'équilibre général calculable tenant compte à la fois des élasticités de substitution entre facteurs et du faible volume des échanges avec les NPI⁹ constitue la meilleure façon de procéder. Néanmoins, la méthode du contenu factoriel qui calcule les quantités de travail qualifié et non qualifié

⁷ *Journal of International Economics*, 50, 2000.

⁸ Ce point de vue est partagé par Deardorff et Hakura (1994).

⁹ Actuellement, les importations de biens manufacturés en provenance des NPI représentent 2% des PIB combinés des pays de l'OCDE.



qui seraient nécessaires pour substituer des produits domestiques aux importations en provenance du Sud apparaît comme un "raccourci" pour mesurer l'impact des échanges. Toutefois, elle doit reposer sur des estimations fiables de l'élasticité de substitution entre facteurs.

La comparaison entre ouverture et autarcie

Une dernière critique importante concerne les situations qui sont comparées. En calculant la différence entre le contenu factoriel des exportations et celui des biens domestiques substitués aux biens importés, la MCF revient à comparer deux situations : une situation avec échanges, et une situation sans échanges, c'est-à-dire l'autarcie du Nord¹⁰. Cette démarche est justifiée lorsque l'on considère le Nord dans son ensemble. Elle est en revanche inadaptée à l'analyse de l'influence des échanges avec le Sud pour un pays particulier de la zone Nord car elle occulte les modifications de sa spécialisation dans l'échange. En effet, la concurrence du Sud est d'autant plus forte que le pays du Nord était antérieurement spécialisé dans les secteurs intensifs en travail non qualifié. Dans ce cas, elle entraîne des pertes de marché intérieur, mais également, et souvent plus fortement, des pertes de parts de marché à l'exportation. Ce qui est alors occulté, c'est que le pays passe d'une situation d'exportateur net à celle d'importateur net dans les branches intensives en travail d'exécution. Pour corriger ce défaut, on devrait comparer la structure des échanges qui aurait eu lieu sans concurrence du Sud avec la structure réellement constatée. Malheureusement, se placer dans une telle configuration oblige à faire des conjectures sur une situation virtuelle. Une solution simple consiste à supposer, comme Sachs & Shatz (1994), qu'il n'y a pas de modification de la structure sectorielle des échanges sur la période observée. Toutefois, on occulte alors les modifications dans la structure de la demande, qui peuvent être importantes dès que la période d'estimation est suffisamment longue. Une autre méthode consisterait à ajuster la structure des échanges sans concurrence du Sud en tenant compte des modifications de la demande domestique et extérieure provenant des autres pays du Nord.

¹⁰ ou encore une situation dans laquelle tous les échanges sectoriels seraient équilibrés.

En définitive, la méthode du contenu en emploi présente de nombreuses limites empiriques et théoriques. D'ailleurs, la correction par Wood (1994a) de la plus grande partie des lacunes empiriques remet en cause le diagnostic initial d'un impact négligeable des échanges Nord-Sud.

c) La réhabilitation des échanges Nord-Sud

L'étude de Wood (1994a) a constitué un tournant dans l'appréciation du rôle des échanges Nord-Sud, tant en raison des corrections qu'il apporte à la MCF que pour la portée de ses résultats, qui se distinguent très clairement des conclusions précédentes. Modifiant sensiblement certaines hypothèses très réductrices sur lesquelles repose la méthode traditionnelle du contenu en emplois, Wood aboutit à un impact nettement négatif des échanges avec les pays du Sud, tant sur l'emploi non qualifié (-21,5%) que sur l'emploi total (-11%) dans les pays développés.

Wood utilise la MCF avec substitution en quantités physiques, mais son estimation est menée en modifiant les coefficients d'emploi et en tenant compte des variations de demande. Les corrections portent sur trois points essentiels :

1) Wood part de la constatation que de nombreux produits du Sud intensifs en travail peu qualifié ne sont plus fabriqués au Nord. Pour ces produits, il élabore des coefficients fictifs du Nord à partir des coefficients moyens de main-d'œuvre et de capital du Sud. En d'autres termes, il applique aux produits du Nord les coefficients techniques des pays du Sud. Cette correction tend à augmenter le contenu en travail non qualifié des importations.

2) S'appuyant sur des estimations du prix de la main d'œuvre non qualifiée, de la main-d'œuvre qualifiée et du capital dans les secteurs manufacturiers du Sud et du Nord ainsi que sur des évaluations de l'élasticité de substitution entre facteurs¹¹, Wood modifie

¹¹ Wood s'appuie sur les résultats de deux analyses menées par Freeman (1986) et Hamermesh (1986). Selon ces études, l'élasticité de substitution entre le travail qualifié et le capital est très faible. Inversement, les travaux économétriques montrent que l'élasticité de substitution entre le capital et le travail non qualifié ou entre le travail non qualifié et le travail qualifié est relativement élevée.

ensuite les coefficients du Sud pour tenir compte de la substitution qualifiés-non qualifiés résultant des prix relatifs des facteurs du Nord. En effet, si ces biens étaient produits au Nord, ils seraient produits avec des techniques de production plus intensives en capital et travail qualifié.

3) Enfin, Wood corrige (à la baisse) la demande de biens en tenant compte du fait que les coûts, et donc les prix, des biens manufacturés seraient plus élevés s'ils étaient produits dans le Nord parce que les prix des facteurs y sont plus élevés.

Ces deux dernières corrections tendent à modérer l'augmentation des contenus en main-d'œuvre non qualifiée qui résulte de la première modification des coefficients techniques.

Wood supprime alors les importations de biens manufacturés en provenance du Sud et opère une réduction équivalente dans les exportations du Nord vers le Sud.

Les principaux résultats de l'estimation sont portés dans le tableau 2.4. Ils montrent pour l'année 1990 :

- (i) que le commerce a légèrement augmenté la demande de travail qualifié (+0,3%) en raison d'une production accrue de biens intensifs en qualification destinés à l'exportation,
- (ii) que la réduction nette de la demande de travail est forte pour les travailleurs non qualifiés (-22%), et
- (iii) qu'elle se traduit par une destruction nette d'emplois.

Ces résultats se distinguent nettement de ceux obtenus avec la méthode traditionnelle.

Tableau 2.4. : Estimation de l'impact des échanges avec les pays du Sud sur la demande de travail dans le secteur manufacturier¹² en 1990
(ensemble des pays avancés)

Tous les travailleurs	-10,8
Travailleurs qualifiés	+0,3
Travailleurs non qualifiés	-21,5
(Non qualifiés - qualifiés)	-21,8

Source : Wood (1994a)

Wood estime également l'impact des échanges avec les pays du Sud sur l'emploi manufacturier des pays développés pour l'ensemble de la période 1960-1990. Avec la MCF traditionnelle, la perte d'emplois manufacturiers se chiffre à 1,1 million. Après corrections, la destruction nette d'emplois est de 9 millions. Là encore, la réduction nette de la demande de travail est forte pour les travailleurs non qualifiés (-9,2 millions), alors que le commerce augmente légèrement la demande de travail qualifié (+0,2 millions d'emplois qualifiés). Au total, entre 1960 et 1990, c'est 12,1% de l'emploi manufacturier total de la zone OCDE qui a été détruit par les échanges avec le Sud.

Les résultats de Wood mettent en évidence le rôle non négligeable des échanges Nord-Sud dans la perte d'emplois non qualifiés au Nord. Il faut néanmoins souligner que la critique concernant l'absence de fondements théoriques s'applique à ce travail.

Outre les travaux de Wood qui portent sur les échanges, plusieurs études ont montré le rôle significatif joué par l'approvisionnement au Sud (*outsourcing*) dans la destruction d'emplois non qualifiés dans les pays développés (Feenstra et Hanson, 1996b, 1999 pour les Etats-Unis ; Anderton et Brenton, 1999 pour le Royaume-Uni).

Dans le cas des Etats-Unis, Slaughter (1995) avait diagnostiqué une absence d'influence de l'approvisionnement externe (*outsourcing*), mesuré par le total des

¹² Hors ressources naturelles.

importations, sur la demande et la rémunération du travail non qualifié. Ce résultat a ensuite été infirmé par Feenstra et Hanson (1996b), pour qui l'*outsourcing* (mesuré par les importations de biens intermédiaires) explique entre 15 et 50% de l'accroissement de la part des travailleurs qualifiés dans le total des salaires aux Etats-Unis au cours de la période 1979-1987. Dans ces deux estimations, l'approvisionnement externe combinait dans un même agrégat les importations en provenance du Sud et du Nord.

Contrairement aux deux études précédentes, Anderton et Brenton (1999) distinguent l'approvisionnement externe selon sa provenance. A partir d'une fonction de coût translogarithmique et pour les secteurs du textile et de la construction de machines non-électriques au Royaume-Uni, ils estiment la variation de la part des travailleurs qualifiés dans le total des salaires et de l'emploi sur la période 1970-1983. L'*outsourcing* est mesuré par la part des importations dans la consommation de chaque secteur (en biens intermédiaires ou biens finaux) et les auteurs distinguent les importations en provenance des pays industrialisés de celles en provenance des pays à bas salaires¹³. Cette distinction permet donc de séparer clairement les effets de l'approvisionnement au Sud de ceux de la division du travail entre pays du Nord. Les estimations économétriques montrent que, contrairement aux importations en provenance des pays industrialisés, les importations en provenance des pays à bas salaires ont eu un impact fort sur les salaires relatifs et l'emploi des moins qualifiés au Royaume Uni dans les deux secteurs considérés.

Le diagnostic d'un impact sensible du biais technologique et d'une influence faible des échange Nord-Sud mérite également d'être révisé du point de vue des fondements théoriques des deux explications.

¹³ NPI asiatiques plus la Chine, et certains pays d'Afrique et d'Amérique Latine à très bas salaires.

2.3.2. Les limites des explications théoriques

L'existence d'un biais technologique exogène en faveur du travail qualifié, et l'impact des échanges Nord-Sud dans un cadre H-O-S constituent les deux explications théoriques initialement présentées. Cependant, ces explications reposent sur un ensemble d'hypothèses restrictives. Elles ignorent en conséquence plusieurs voies par lesquelles le changement technologique et l'ouverture Nord-Sud peuvent influencer la demande et le prix des facteurs. Ces mécanismes seront présentés et analysés au chapitre 3. Enfin, un des aspects les plus contestables de la littérature initiale est l'hypothèse implicite selon laquelle les deux explications sont indépendantes l'une de l'autre.

Dans cette section, nous examinons successivement (a) l'hypothèse contestable du biais technologique exogène, (b) le caractère restrictif des hypothèses H-O-S pour l'analyse des échanges Nord-Sud, et (c) l'hypothèse implicite d'indépendance des deux explications.

a) Le biais technologique exogène

Dans la première section de ce chapitre, nous avons présenté différentes façons de formaliser le biais technologique en faveur du travail qualifié, aboutissant au modèle synthétique de progrès technique d'Acemoglu (2002). Le pouvoir explicatif de ces "modèles" reste toutefois limité dans la mesure où le progrès technique biaisé est introduit de manière totalement exogène dans l'analyse. En effet, rien ne permet d'expliquer pourquoi le progrès technique est biaisé en faveur du travail qualifié plutôt qu'en faveur du travail non qualifié. Or, plusieurs études historiques ont montré que le progrès technique pouvait être un vecteur de déqualification. Au XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle, le changement technologique a détruit le travail artisanal et favorisé le travail à la chaîne, entraînant une baisse de qualification (Braverman, 1974 ; Marglin, 1974 ; James & Skinner, 1985).

Si l'on suppose que les technologies de l'information et de la communication sont par nature biaisées en faveur de la qualification, encore faut-il expliquer les raisons du

choix de ces technologies. De plus, si le biais technologique résulte d'un choix technologique conscient des agents, il peut être uniquement transitoire. C'est en particulier le cas lorsque ce choix découle d'une rémunération trop élevée du travail peu qualifié relativement à sa productivité.

Il est donc légitime de rechercher une explication du biais technologique en faveur de la qualification. Il est également fondamental d'analyser les raisons et mécanismes de ce biais pour savoir s'il est durable ou simplement transitoire.

b) Le cadre H-O-S : des hypothèses restrictives

Supposer que le cadre de la théorie H-O-S standard permet de représenter valablement les principales caractéristiques de l'ouverture Nord-Sud est très discutable dans la mesure où il néglige plusieurs éléments et mécanismes pouvant influencer la demande de facteurs :

- Dès que le taux de change réel ne s'ajuste pas parfaitement, les échanges Nord-Sud ont un impact sur le niveau d'activité dans les deux pays. Or, depuis la fin des années soixante-dix, et hormis la période 1995-1997, la plupart des pays du Sud-Est asiatique connaissent une sous-évaluation systématique et continue de leur monnaie.
- L'avantage comparatif est uniquement fondé sur les dotations factorielles, ce qui implique que les différences de technologie et le rattrapage technologique du Nord par le Sud ne sont pas pris en compte. Or, le développement de l'appareil productif des pays du Sud combiné à une qualification croissante de leur main d'œuvre leur a permis d'adopter des technologies de plus en plus complexes anciennement utilisées par les pays industrialisés.
- Les échanges de biens intermédiaires et de biens capitaux sont ignorés, alors qu'ils représentent une part très importante des importations du Nord en provenance du Sud. Ces échanges concernent en particulier les importations de biens informatiques et électroniques en provenance des NPI asiatiques et de la Chine (voir chapitre 1).

- L'achat de certains composants et la réalisation de certains stades de production au Sud sous forme de délocalisation ou de sous-traitance, sont également occultés alors que la théorie économique et la réalité observée montrent que c'est un élément important du comportement des firmes multinationales¹⁴.

c) *Biais technologique et échanges sont indépendants*

En opposant le biais technologique aux échanges Nord-Sud, la littérature initiale, tant théorique qu'empirique, suppose implicitement qu'ils sont indépendants l'un de l'autre. Cette indépendance supposée *a priori* pose problème.

Wood (1994a, 1995) a souligné que la concurrence du Sud pouvait inciter les firmes du Nord à adopter une stratégie d'innovation défensive consistant à réduire l'intensité en travail non qualifié dans la production. Plus généralement, le changement technologique et l'ouverture Nord-Sud s'influencent l'un l'autre. En modifiant les intensités factorielles, le changement technologique modifie les conditions d'échange. Parallèlement, en élargissant le marché des firmes et en intensifiant la concurrence, l'ouverture encourage l'innovation. A l'opposé, l'augmentation du coût du travail qualifié induit par l'ouverture ralentit la R&D et le progrès technique. Enfin, de récentes estimations ont montré que l'ouverture (échanges et *outsourcing*) stimulait l'informatisation et donc le biais technologique (Morrison et Siegel, 2001).

¹⁴ Waldinger (1986) et Gereffi (1993) pour les industries textiles, Magaziner et Patinkin (1989) pour les biens électriques et les micro-ondes, Alic et Harris (1992) pour l'électronique, et Yoffie et Gomes-Casseres (1994) pour les chaussures.

Conclusion du chapitre 2

Les déterminants de l'accroissement des écarts de salaire et de chômage entre qualifiés et non qualifiés ont fait l'objet d'une abondante littérature empirique. Une première série d'estimations a conclu à une nette supériorité du biais technologique sur les échanges Nord-Sud. Ces analyses ont toutefois été critiquées, en raison des nombreuses limites techniques et théoriques qu'elles présentaient. Leur correction, en particulier pour la méthode du contenu factoriel, a révélé une influence sensible des échanges avec le Sud sur les inégalités.

Ces travaux empiriques souffrent toutefois d'une insuffisance de fondements théoriques clairs et/ou adaptés au processus de globalisation :

- (i) Aucune explication d'un changement technologique favorisant systématiquement le travail qualifié n'est avancée.
- (ii) Les hypothèses du modèle H-O-S traditionnel sont restrictives, et ne tiennent pas compte de plusieurs éléments pouvant modifier les demandes de facteurs.
- (iii) Enfin, les deux explications sont supposées indépendantes alors qu'elles interagissent l'une sur l'autre.

En réponse à ces limites, une nouvelle littérature théorique s'est développée à partir de la fin des années quatre-vingt-dix. La problématique s'est déplacée : plutôt que de rechercher un "coupable" à l'accroissement des inégalités, l'analyse a entrepris de déterminer, dans des configurations très diverses, les mécanismes pouvant influencer la demande de facteurs et leurs rémunérations relatives.

Chapitre 3

Les nouvelles approches théoriques : les interactions entre biais technologique et ouverture Nord-Sud

Introduction

Jusqu'au milieu des années quatre-vingt-dix, la littérature s'est focalisée sur la responsabilité respective du biais technologique ou des échanges Nord-Sud dans l'accroissement des écarts de salaires et de chômage entre qualifiés et non qualifiés. Nous avons constaté au chapitre précédent (i) que les différentes estimations ont abouti à des résultats souvent contradictoires, et (ii) que les approches traditionnelles ont été critiquées du double point de vue théorique et empirique. Du point de vue théorique, deux critiques majeures ont émergé. D'une part, les approches traditionnelles, fondées sur le biais technologique exogène et le modèle H-O-S, occultent certains mécanismes essentiels. D'autre part, les deux explications sont supposées indépendantes l'une de l'autre, et donc systématiquement opposées.

Pour répondre à ces critiques, une nouvelle littérature théorique s'est développée dans la seconde moitié de la décennie quatre-vingt-dix. La plupart de ces nouveaux modèles se placent dans un cadre d'équilibre général dynamique, soit par extension de modèles de croissance endogène à l'ouverture Nord-Sud, soit par l'introduction de progrès technique dans des modèles d'équilibre Nord-Sud de type H-O-S. Les approches récentes se donnent pour objectifs (i) d'endogénéiser le biais technologique, (ii) d'ajouter de nouveaux mécanismes par lesquels l'ouverture et le progrès technique influencent les demandes de facteurs et donc leurs rémunérations, et (iii) d'intégrer dans un cadre unifié les deux explications qui sont maintenant en interaction.

L'objet de ce chapitre est de présenter ces nouvelles approches théoriques en insistant sur les mécanismes qu'elles mettent en œuvre. Dans une première section, nous analysons les canaux par lesquels l'ouverture Nord-Sud et le changement technologique, agissant séparément ou en interaction, influencent la demande de facteurs. Nous présentons

dans une seconde section plusieurs modèles théoriques récents qui intègrent ces nouveaux mécanismes.

3.1. Les mécanismes en œuvre

La nouvelle littérature théorique présente plusieurs canaux par lesquels le biais technologique et les échanges Nord-Sud influencent la demande relative de travail qualifié et la prime de qualification. Nous distinguons trois types de mécanismes :

- (i) ceux par lesquels l'ouverture, agissant seule, influence les demandes de facteurs,
- (ii) ceux où le seul progrès technique agit sur les demandes de facteurs, et
- (iii) ceux où l'ouverture et le changement technologique interagissent pour modifier les demandes de facteurs et la prime de qualification.

3.1.1. L'impact de l'ouverture Nord-Sud sur les demandes de facteurs

Nous avons vu au chapitre 2 que les hypothèses de l'approche H-O-S traditionnelle ne pouvaient rendre compte de certaines caractéristiques essentielles de l'ouverture Nord-Sud. L'impact éventuel de ces éléments sur la demande de facteurs et la prime de qualification est donc occulté. Dans cette section, nous présentons quatre aspects des échanges Nord-Sud, qui supposent l'abandon de certaines hypothèses du modèle H-O-S, et qui sont en mesure d'influencer la demande de facteurs :

- (i) l'échange fondé sur les différences technologiques entre le Nord et le Sud ;
- (ii) la rigidité du taux de change réel et son impact sur le niveau d'activité ;

- (iii) les échanges de biens intermédiaires ;
- (iv) l'approvisionnement au Sud ou *outsourcing* .

Cette section explore les mécanismes par lesquels chacune de ces caractéristiques modifie la demande relative de travail qualifié et la prime de qualification.

a) L'avantage comparatif technologique

L'avantage comparatif Nord-Sud peut être factoriel ou technologique. Or, l'approche H-O-S se fonde sur les seules différences de dotations factorielles. Que se passe-t-il lorsque le Nord et le Sud ne disposent pas de la même technologie ?

Supposons dans un premier temps que le Nord bénéficie d'un avantage technologique identique dans la production des deux biens (1 et 2), en raison d'une plus forte productivité totale des facteurs. Cette hypothèse revient à considérer les fonctions de production suivantes : $Y_i = F_i(L_i, H_i)$, $i = 1, 2$ pour le Nord, et $Y_i = \lambda F_i(L_i, H_i)$, avec $0 < \lambda < 1$. Les fonctions de production étant homogènes de degré un, cette hypothèse est équivalente au modèle H-O-S standard avec des dotations factorielles pour le Sud égales à $(\lambda L^S, \lambda H^S)$ au lieu de (L^S, H^S) . En conséquence, à l'équilibre, les rémunérations de facteurs du Nord sont supérieures à celles du Sud dans la proportion $1/\lambda$. A l'équilibre, cela implique également que la prime de qualification est inférieure à celle qui découlerait d'une productivité totale des facteurs identique au Nord et au Sud. En effet, l'équilibre international est identique à celui d'un modèle H-O-S traditionnel avec un ratio des dotations factorielles égal à $\frac{L^N + \lambda L^S}{H^N + \lambda H^S}$ qui est inférieur à $\frac{L^N + L^S}{H^N + H^S}$ étant donné que $L^N/H^N < L^S/H^S$ et $0 < \lambda < 1$.

Supposons maintenant que l'ouverture Nord-Sud se traduise par un rattrapage technologique du Nord par le Sud. Dans ce cas, l'équilibre tend vers le modèle H-O-S

standard, et la prime de qualification augmente en conséquence. Toutefois, si le rattrapage concerne uniquement le secteur dans lequel le Sud est spécialisé (en raison, par exemple, de transferts technologiques liés aux investissements directs des firmes du Nord), le Sud bénéficie alors d'un double avantage comparatif, factoriel et technologique, pour le bien L -intensif. Cette situation tend à renforcer la spécialisation des pays, en bien L -intensif au Sud et H -intensif au Nord. Il en résulte une augmentation sensible de la demande relative de travail qualifié au Nord, et donc une hausse de la prime de qualification, qui peut s'élever au delà de sa valeur d'équilibre du modèle H-O-S standard.

En conséquence, relâcher l'hypothèse H-O-S sur la technologie montre que l'ouverture Nord-Sud peut entraîner une augmentation de la prime de qualification au Nord, non seulement en raison des échanges, mais également en raison du rattrapage technologique qui en résulte. Cela montre également que l'inégalité salariale au Nord peut être supérieure à un niveau d'équilibre du modèle H-O-S traditionnel lorsque le rattrapage technologique concerne uniquement le secteur de spécialisation du Sud. L'approche d'Adsera et Boix (2000) repose sur un raisonnement de ce type, même si leurs hypothèses sont très différentes de celles de l'approche H-O-S.

Adsera et Boix développent un modèle à deux pays : un pays développé (DC), et un pays en développement (LDC). Chaque pays produit deux types de biens, l'un intensif en travail non qualifié (U) et l'autre en travail qualifié (S). Dans chaque pays, il existe un *continuum* d'individus qui offrent une unité de travail, et dont les qualifications sont uniformément réparties sur un intervalle donné. L'intervalle des qualifications diffère selon le pays : dans le pays développé, les qualifications sont distribuées sur l'intervalle $[0, D]$; et sur l'intervalle $[0, L]$ dans le pays en développement, avec $D > L > 0$.

Une unité de travail, quelque soit sa qualification, produit une unité de bien U dans le pays développé, et k unités de bien U dans le pays moins avancé, avec $k < 1$.

Pour le bien S , une unité de travail avec un niveau θ de qualification produit θ unités de bien S dans le pays avancé, et $k'\theta$ unités de bien S dans LDC , avec $k' < 1$. Le pays développé bénéficie donc d'une productivité supérieure au pays en développement pour les deux biens.

Dans les deux types de pays, les préférences des consommateurs sont représentées par une fonction d'utilité Cobb-Douglas : $V = U^\alpha S^{1-\alpha}$. Le prix du bien U (P_U) étant supposé unitaire, le prix du bien S (P_S) est donc également un prix relatif.

Le marché du travail est concurrentiel.

On suppose enfin que le secteur U utilise à l'équilibre les travailleurs les moins qualifiés, ce qui est optimal du point de vue de la production. Il existe alors un travailleur frontière f qui sépare exactement l'ensemble des travailleurs entre ceux qui sont impliqués dans U , et ceux qui travaillent dans S .

Par définition, le niveau de qualification du travailleur marginal s'obtient en égalisant le salaire de ce travailleur dans les deux secteurs U et S .

Comme le marché des biens est concurrentiel et que les fonctions de production des deux biens sont linéaires, le profit doit être nul dans les deux secteurs, et le salaire est donc égal au coût de production. Le salaire du travailleur marginal est donc égal à la fois au prix de U ($P_U = 1$) et au prix de la quantité de bien S qu'il produit. Dans le pays développé, le travailleur marginal produit une unité de U au prix $P_U = 1$. Il produit également θ unités de S au prix P_S . En égalisant le salaire du travailleur marginal dans les deux secteurs, on obtient : $\theta P_S = 1$, soit en posant θ^* le niveau de qualification du travailleur marginal dans le pays développé :

$$\theta^* = \frac{1}{P_S} \quad (3.1)$$

De même, dans le pays en développement, le travailleur marginal produit k unités de U au prix $P_U = 1$ et $k\theta$ unités de S au prix P_S . En égalisant le salaire du travailleur marginal dans les deux secteurs, on obtient : $k\theta P_S = k$, soit en posant $\tilde{\theta}$ le niveau de qualification du travailleur marginal dans le pays en développement :

$$\tilde{\theta} = \frac{k}{k'} \frac{1}{P_S} \quad (3.2)$$

A l'ouverture, étant donnée la distribution des qualifications, les deux pays produisent les deux biens et plusieurs équilibres sont possibles. Parmi les différents types d'équilibres que

le modèle peut générer, Adsera et Boix analysent le cas d'une complète spécialisation dans l'échange, le pays avancé exportant du bien S contre du bien U importé du pays en développement. S'il y a échange, le prix P_S devient un prix mondial unique pour les deux pays. A partir de cette hypothèse et en utilisant les équations (3.1) et (3.2), la qualification du travailleur marginal dans le pays développé s'écrit :

$$\theta^* = \frac{k'}{k} \tilde{\theta} \quad (3.3)$$

Adsera et Boix supposent alors un rattrapage technologique du Nord par le Sud dans le secteur du bien U conformément à ce qui a été observé dans de nombreux pays en développement ces dernières années. Ce changement technologique prend la forme d'une croissance de k , autrement dit d'une augmentation de la productivité dans le secteur U . Avec l'augmentation de la productivité du pays en développement dans le secteur U , la qualification du travailleur marginal dans le pays développé diminue, soit : $\frac{d\theta^*}{dk} < 0$ (équation 3.3). En conséquence, étant donnée la distribution des qualifications, le poids du secteur U dans le pays développé diminue¹. Comme $\theta^* = \frac{1}{P_S}$, le prix du bien S augmente sur le marché mondial. Dans le secteur S , le travailleur du pays avancé produit θ unités de S au prix P_S , et est rémunéré θP_S . Comme P_S augmente, l'inégalité s'accroît dans le pays développé². A l'inverse, le niveau de qualification du travailleur marginal dans le pays en

¹ Le pays développé produit du bien U pour des niveaux de qualification appartenant à l'intervalle $[\theta, \theta^*]$; il produit du bien S pour des niveaux de qualification appartenant à l'intervalle $[\theta^*, D]$.

² La prime de qualification s'écrit : $\frac{\theta P_S}{P_U} = \theta P_S$.

développement augmente : $\frac{d\tilde{\theta}}{dk} > 0$ (équation 3.3). Etant donnée la distribution des qualifications, le poids du secteur U dans le pays en développement augmente³.

Un rattrapage technologique du Nord par le Sud dans le secteur du bien U entraîne donc une inégalité plus forte dans le pays développé par rapport à une situation sans changement technologique. En outre, plus le niveau de qualification de la population active est élevé, plus l'impact de l'ouverture et du changement technologique sur l'inégalité est faible.

b) *L'influence des échanges sur le niveau d'activité lorsque le taux de change réel est rigide*

Habituellement, dans un modèle à deux facteurs H et L , une surévaluation de la monnaie du Nord se traduit par du chômage pour au moins un de ces facteurs. La répartition du chômage entre H et L dépend du cadre théorique retenu, et particulièrement des hypothèses sur les rigidités⁴. Toutefois, hormis les différences de rigidité, il existe au moins un mécanisme qui augmente le chômage des non qualifiés relativement aux qualifiés.

La surévaluation agit à travers les prix. Son impact sur les demandes s'adressant aux différents secteurs dépend en conséquence des élasticités-prix. Plus l'élasticité-prix est élevée, plus la baisse de demande est forte. Or, les biens à forte élasticité-prix de la demande sont souvent concentrés dans les secteurs traditionnels, qui sont également intensifs en main d'œuvre d'exécution. Ces secteurs sont donc plus vulnérables à une surévaluation de la monnaie que les secteurs intensifs en qualification. En conséquence,

³ Le pays en développement produit du bien U pour des niveaux de qualification appartenant à l'intervalle $]0, \tilde{\theta}]$; il produit du bien S pour des niveaux de qualification appartenant à l'intervalle $[\tilde{\theta}, L]$.

⁴ Des prix et des salaires.

une surévaluation de la monnaie tend à diminuer plus fortement la demande de travail non qualifié que celle de travail qualifié au Nord.

c) Les échanges de biens intermédiaires

Le cadre de l'approche H-O-S suppose que seuls les biens finals sont échangés. Toutefois, lorsque le commerce de biens intermédiaires est intégré à l'analyse, l'ouverture Nord-Sud peut se traduire par une hausse concomitante de la prime de qualification et de l'intensité en qualification de la production, contrairement aux enseignements de l'approche H-O-S (Aghion, Caroli et Garcia-Penalosa, 1999).

Supposons une technologie telle que le travail d'exécution est plus substituable au capital (ou aux biens intermédiaires) que le travail qualifié. On suppose également que l'ouverture se traduit par des importations de biens capitaux du Sud dont le prix est inférieur à ceux du Nord. En raison de la baisse de son coût, la demande et l'utilisation de capital augmentent au Nord, ce qui entraîne une augmentation de la demande relative de travail qualifié en raison des différences de substituable. On remarque que, dans ce cas, l'augmentation de la prime de qualification peut s'accompagner d'une hausse de l'intensité en qualification.

Pour illustrer ce mécanisme, prenons le cas d'une fonction C.E.S. imbriquée dans une Cobb-Douglas. Ce choix nous permet d'étudier le comportement d'une fonction de production qui sera ultérieurement utilisée dans notre modèle (voir chapitre 4). La technologie de production s'écrit :

$$Y = (aL^\theta + (1-a)K^\theta)^{\beta/\theta} H^{1-\beta} \quad (3.5)$$

Elle peut se décomposer en :

$$Y = F^\beta H^{1-\beta} \quad F = (aL^\theta + (1-a)K^\theta)^{1/\theta}$$

où Y est une Cobb-Douglas en F et H ; F est une C.E.S. en L et K .

La maximisation du profit des firmes ($\pi \equiv pY - w_L L - w_H H - rK$) sous contrainte de la technologie de production détermine les demandes de facteur :

$$H = (1 - \beta) \frac{pY}{w_H}$$

$$L = \beta \frac{pY}{w_L} \left(1 + \left(\frac{1-a}{a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{w_L}{r} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1}$$

$$K = \beta \frac{pY}{r} \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{r}{w_L} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1}$$

Soit pour les demandes relatives :

$$\frac{L}{K} = \left(\frac{a}{1-a} \frac{r}{w_L} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (3.6)$$

$$\frac{H}{L} = \frac{(1-\beta)}{\beta} \frac{w_L}{w_H} \left(1 + \left(\frac{1-a}{a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{w_L}{r} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right) \quad (3.7)$$

$$\frac{H}{K} = \frac{1-\beta}{\beta} \frac{r}{w_H} \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{r}{w_L} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right) \quad (3.8)$$

L'équation (3.7) montre qu'une baisse du prix du capital se traduit par une augmentation de l'intensité en qualification H/L . Ainsi une délocalisation au Sud de la production du capital qui se traduit par une baisse de son prix entraîne une hausse de la demande relative de qualification (H/L) au Nord.

Notons enfin que les hypothèses (i) d'une complémentarité relative entre capital et travail qualifié et (ii) d'une baisse du coûts des biens intermédiaires et capitaux liée à l'ouverture, ont des fondements empiriques robustes, même si la première ne fait pas l'unanimité. En effet, plusieurs estimations économétriques ont montré : (i) que le capital

est plus substituable au travail non qualifié qu'au travail qualifié (Hamermesh, 1986, 1993 ; Krusell *et alii*, 2000 ; Falk et Koebel, 1997) ; (ii) que le prix des consommations intermédiaires a diminué relativement au coût du travail (Koebel, 1997 ; Revenga, 1992) ; et (iii) que les importations de biens intermédiaires (*outsourcing*) ont eu un impact positif significatif sur la prime de qualification (Feenstra et Hanson 1996b, Anderton et Brenton, 1999).

d) L'approvisionnement au Sud (*Outsourcing*)

On parle d'*outsourcing* au Sud (approvisionnement au Sud) lorsque le processus de production est divisé en plusieurs activités distinctes qui peuvent être localisées dans des zones géographiques différentes. Cet approvisionnement au Sud prend deux formes : la délocalisation ou la sous-traitance.

L'*outsourcing* est ignoré dans l'approche H-O-S. Cependant, sa prise en compte peut modifier sensiblement l'impact des échanges Nord-Sud :

- (i) Lorsqu'elle concerne certains stades intensifs en travail d'exécution de la production de biens finaux, la délocalisation accroît à la fois la prime de qualification et l'intensité en qualification au Nord.
- (ii) Lorsque la délocalisation des stades intensifs en travail peu qualifié concerne les biens intermédiaires ou capitaux, le résultat précédent reste valide, mais il est encore renforcé si le capital et le travail qualifié sont complémentaires.

Or, l'*outsourcing* est une pratique courante des firmes multinationales, à la fois pour les biens de consommation et les biens intermédiaires⁵. De plus, plusieurs estimations ont montré que l'*outsourcing* avait fortement détérioré la situation des peu qualifiés

⁵ voir : Waldinger (1986) et Gereffi (1993) pour les industries textiles, Magaziner et Patinkin (1989) pour les biens électriques et les micro-ondes, Alic et Harris (1992) pour l'électronique, et Yoffie et Gomes-Casseres (1994) pour les chaussures.

(Anderton et Brenton, 1999 pour le Royaume-Uni ; Feenstra et Hanson, 1995, 1996b, 1999 pour les Etats-Unis⁶).

Feenstra et Hanson (1996a) ont théorisé les impacts de l'*outsourcing* sur la demande relative de qualification. Ils montrent que la délocalisation au Sud d'une partie des biens intermédiaires utilisés dans la production peut se traduire par une augmentation des inégalités entre qualifiés et non qualifiés au Nord comme au Sud.

Dans leur modèle, un bien final est produit à partir d'un *continuum* de biens intermédiaires z ($z \in [0,1]$) produits en quantité $x(z)$. Le bien intermédiaire z est produit suivant la technologie :

$$x(z) = A_i \left[\min \left\{ \frac{L(z)}{a_L(z)}, \frac{H(z)}{a_H(z)} \right\} \right]^\theta [K(z)]^{1-\theta}, \text{ où } i = N, S \text{ et } A_N > A_S, \text{ chaque } A_i$$

représentant la productivité globale des facteurs au Nord et au Sud.

Dans la production de z , les travaux qualifiés et non qualifiés sont donc complémentaires, et le capital est substituable au travail (qualifié et non qualifié) avec une élasticité unitaire. Les différents biens z sont classés par intensité croissante en qualification, ce qui signifie : $z' > z \Leftrightarrow \frac{a_H(z')}{a_L(z')} > \frac{a_H(z)}{a_L(z)}$.

⁶ D'après les estimations de Feenstra et Hanson (1996b), l'*outsourcing* (mesuré par les importations de biens intermédiaires) explique entre 15 et 50% de l'accroissement de la part des travailleurs qualifiés dans le total des salaires aux Etats-Unis au cours de la période 1979-1987. Anderton & Brenton (1999) concluent que les importations en provenance des pays à bas salaires ont eu un impact fort sur les salaires relatifs et l'emploi des moins qualifiés au Royaume-Uni dans les secteurs du textile et de la construction de machines non-électriques au Royaume-Uni.

Enfin, le bien final est produit sans coût en utilisant l'ensemble des biens intermédiaires suivant une technologie Cobb-Douglas :

$$\ln Y = \int \alpha(z) \ln(x_z) dz, \text{ avec } \int \alpha(z) dz = 1.$$

Le Nord et le Sud sont caractérisés par leurs dotations factorielles. Le Nord est fortement doté en travail qualifié et en capital comparativement au Sud. La différence est suffisante pour qu'à l'équilibre, il n'y ait pas égalisation internationale des rémunérations de facteurs : en immobilité des facteurs, le taux de rendement du capital est supérieur au Nord ($r_N > r_S$), et la prime de qualification est supérieure au Sud ($q_N/w_N < q_S/w_S$). Les auteurs supposent également qu'une variation de la prime de qualification modifie l'offre de travail (au Nord et au Sud) en raison de l'incitation à s'éduquer.

A l'ouverture Nord-Sud sans mobilité des facteurs, il existe alors un bien intermédiaire frontière noté z^* tel que tout bien à intensité en qualification plus faible ($z < z^*$) est moins cher lorsqu'il est produit au Sud, et tout bien à intensité en qualification plus élevée ($z > z^*$) est moins cher produit au Nord. Le Nord va alors se spécialiser totalement dans la production des biens de rang plus élevé que z^* , et le Sud dans celle de rang inférieur. Les deux zones échangent ces biens pour produire chacune le bien final.

Feenstra et Hanson introduisent alors une mobilité du capital et étudient son impact. Comme il est mieux rémunéré au Sud qu'au Nord, le capital se déplace du Nord vers le Sud. Cela se traduit par une baisse de sa rémunération au Sud, et une hausse au Nord. Cela modifie les coûts et donc le prix des biens intermédiaires, qui augmente au Nord et diminue au Sud. Le nombre de biens intermédiaires moins chers au Sud qu'au Nord augmente, et le bien frontière z^* se déplace donc vers le haut. Or, z^* est le bien le plus intensif en qualification produit au Sud, et le moins intensif en qualification produit au Nord. Ainsi, le déplacement de z^* vers le haut correspond à une augmentation de la demande relative de qualification, et donc à une hausse de la prime de qualification, dans les deux zones, Nord et Sud.

En définitive, l'ouverture Nord-Sud avec mobilité du capital se traduit par :

- (i) plus de biens intermédiaires produits au Sud et moins au Nord ;
- (ii) une augmentation de la prime de qualification, et donc des inégalités salariales, au Nord et au Sud ;
- (iii) une baisse de la part du Nord dans le total des salaires versés au niveau mondial⁷.

Glass et Saggi (2001) ont théorisé l'impact de l'*outsourcing* (délocalisation de la production de biens intermédiaires) sur le changement technologique, même si leur modèle ne s'applique pas à la demande relative de travail qualifié et à la prime de qualification au Nord.

Dans un modèle Nord-Sud de cycle du produit avec échelle de qualité à la Grossman et Helpman (1991), l'*outsourcing*, parce qu'il améliore la profitabilité de la R&D, encourage l'innovation et conduit à une accélération du progrès technique. L'accès croissant à une main d'œuvre meilleure marché au Sud permet aux firmes du Nord d'accroître leurs profits en abaissant leurs coûts de production. Les profits permettant aux firmes d'améliorer les produits par le biais d'innovations coûteuses, la délocalisation va encourager l'innovation.

⁷ En effet, les fonctions de production étant des fonctions Cobb-Douglas, les rémunérations de facteurs représentent une part constante du produit. On peut écrire :

$$\begin{cases} w_S L_S + q_S H_S = \theta \int_0^1 \alpha(z) dz \\ w_N L_N + q_N H_N = \theta \int_1^{\infty} \alpha(z) dz \end{cases}$$

D'après l'équation précédente, une augmentation de z^* se traduit par une diminution du paiement des salaires au Nord et une augmentation au Sud.

Les résultats de plusieurs extensions et modifications apportées au modèle H-O-S montrent que l'augmentation de l'intensité en qualification observée dans tous les secteurs n'est pas un argument convaincant pour réfuter l'influence de l'ouverture Nord-Sud sur l'accroissement des inégalités salariales. Toutefois, la réhabilitation des échanges Nord-Sud comme explication de l'accroissement des inégalités salariales au Nord ne doit pas occulter l'explication par le changement technologique. La section suivante a pour objectif d'analyser l'impact du progrès technique sur la demande relative de travail qualifié.

3.1.2. Changement technologique et demande de facteurs

Nous analysons maintenant plusieurs séquences où le progrès technique agit sur la demande de facteurs, et donc leurs prix relatifs. Ces mécanismes sont ensuite regroupés selon que la dynamique induite dans la demande de facteurs est pérenne ou transitoire.

a) Le biais technologique exogène

Cette explication suppose que, par nature, le progrès technique (et en particulier les nouvelles technologies de l'information et de la communication) est biaisé en faveur du travail qualifié. Comme nous l'avons montré au chapitre 2, le changement technologique modifie alors les coefficients des fonctions de production et/ou l'efficacité relative du travail qualifié par rapport au travail non qualifié.

C'est l'explication la plus simple, mais également la plus décevante, puisqu'elle ne repose sur aucun fondement théorique.

b) Le changement technologique dans la production de biens capitaux et intermédiaires

Si le changement technologique améliore la productivité (et réduit en conséquence les coûts de production) dans le secteur des biens capitaux et intermédiaires, et si le capital et le travail qualifié sont complémentaires, le progrès technique augmente la demande de qualification.

Dans le cas présenté plus haut (paragraphe 3.1.1.) d'une fonction C.E.S. insérée dans une Cobb-Douglas (équation 3.5), un progrès technique qui augmente la productivité totale des facteurs dans la production du capital, et donc une baisse du le prix du capital, se traduit également par une hausse de l'intensité en qualification H/L (équation 3.7).

c) Le changement technologique déterminé par les coûts de facteurs

Supposons (i) que les facteurs sont complémentaires dans les fonctions de production, et (ii) que les coefficients de ces facteurs peuvent être modifiés dans le temps à travers l'activité de R&D. Dans un tel cadre théorique, le changement technologique va tendre à augmenter la productivité du facteur de production relativement coûteux (voir chapitre 2, section 2.1.1. c). Si le coût par unité produite est plus élevé pour le travail non qualifié que pour le travail qualifié, l'activité de R&D cherchera à économiser le travail non qualifié. Le progrès technique tend alors à augmenter la demande relative H/L avec le temps.

On peut toutefois remarquer que ce mécanisme est temporaire. Une fois que la productivité du facteur cher a suffisamment augmenté pour égaliser le coût des facteurs par unité de production, le changement technologique n'est plus biaisé et l'innovation vise uniquement une hausse de la productivité totale des facteurs.

d) Le changement technologique neutre avec différenciation verticale

Lorsqu'une hausse de revenu réel se traduit par une modification de la structure de la demande en faveur de biens intensifs en qualification, un progrès technique qui augmente le revenu entraîne une hausse de la demande de qualification, même s'il est neutre en termes de productivité des facteurs et uniformément réparti sur l'ensemble des secteurs.

Ce type de mécanisme est modélisé par Moutos (2000). L'économie comprend deux secteurs et deux facteurs de production, le travail qualifié H (en quantité $\bar{H}$) et le travail non qualifié L ($\bar{L}$). Chaque travailleur, qualifié ou non, offre une unité de travail.

Le premier secteur produit un bien homogène et parfaitement divisible à partir de la technologie Cobb-Douglas :

$$X = AH^\alpha L^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1$$

Le second secteur produit des biens non fongibles et différenciés verticalement suivant une technologie Léontief avec un effet qualité (Flam et Helpman, 1987) :

$$Y_Q = A \min \left\{ \frac{H_Q}{\gamma Q^\varepsilon}, \frac{L_Q}{\delta} \right\} \quad \gamma, \delta, \varepsilon > 0 \quad (3.14)$$

où Y_Q est la quantité produite du bien de qualité Q , A est la productivité totale des facteurs (identique à celle du secteur de biens homogènes), γ et δ sont des coefficients constants, et Q mesure la qualité.

Comme la production efficace implique $Y_Q = AH_Q / \gamma Q^\varepsilon = AL_Q / \delta$, plus le bien est qualitativement élevé, plus sa production requiert de travail qualifié. De plus, en supposant une entrée libre dans le secteur de bien différenciés, le profit est nul pour chaque firme et le prix du bien différencié de qualité Q est :

$$P_Q = (w_H \gamma Q^\varepsilon + w_L \delta)^{-1} \quad (3.15)$$

où w_H est le taux de salaire des qualifiés, w_L celui des non qualifiés.

Chaque ménage consomme du bien homogène et une seule unité de bien différencié dont il choisit la qualité en maximisant la fonction d'utilité $U = X^{1-\mu} Q^\mu$, $0 < \mu < 1$, sous la contrainte de revenu $P_X X + P_Q = r$, où $r = w_H, w_L$ suivant que le consommateur est qualifié ou non qualifié.

A l'optimum de ce modèle, l'économie produit du bien X (homogène) dans la proportion $(1 - \mu)$ du revenu national, et deux qualités du bien différencié. La qualité supérieure Q_H est consommée en quantité $\bar{H}$ par les travailleurs qualifiés, et la qualité inférieure Q_L en quantité $\bar{L}$ par les non qualifiés. Enfin, le niveau de qualité de chaque bien différencié est :

$$Q_i = \mu \frac{W_i}{P_{Q_i}} \quad (3.16)$$

avec $i = H, L$ et $W_i = w_H \bar{H}, w_L \bar{L}$.

Moutos introduit alors un progrès technique, neutre au sens de Hicks et uniforme sur l'ensemble de l'économie (qui touche également les deux secteurs), qui prend la forme d'une hausse de A . Le progrès technique réduit le prix des biens différenciés à qualité égale (équation 3.15) et se traduit en conséquence par une hausse de la qualité pour les deux variétés produites du bien différencié (équation 3.16). Comme la montée en qualité requière plus de travail qualifié dans la production du secteur différencié, la demande relative de qualification augmente. Une hausse de la prime de qualification est alors nécessaire pour maintenir le plein emploi des deux types de travail.

Dans cette approche, un progrès technique neutre, uniforme et récurrent se traduit par une hausse chronique de la prime de qualification pour des dotations constantes en facteurs H et L . Seule une hausse de l'offre relative de qualification $\bar{H} / \bar{L}$ permet de s'opposer à cette dynamique.

e) Le progrès technique à portée générale ("General Purpose Technology")

Un "General Purpose Technology" (GPT) est une innovation qui touche l'ensemble des secteurs de l'économie. Cependant, l'introduction d'un nouveau GPT dans la production entraîne habituellement des coûts d'ajustement. Ceux-ci sont notamment caractérisés par l'utilisation temporaire de travailleurs hautement qualifiés employés pour adapter l'organisation de l'entreprise et la main d'œuvre aux nouveaux modèles technologiques (Helpman et Trajtenberg, 1996). En conséquence, durant toute cette période d'adaptation, il se produit une augmentation significative de la demande de qualification. Ce mécanisme stimule temporairement la prime de qualification, et ralentit la croissance du produit, du produit par tête et de la productivité étant donné qu'une part non négligeable des ressources en qualification sont à présent utilisées pour des tâches d'adaptation. Les nouvelles technologies de l'information étant habituellement considérées comme un GPT, leur introduction à partir de la fin des années soixante-dix fournit une explication de la concomitance d'une augmentation de la prime de qualification et d'un ralentissement de la croissance de la productivité globale des facteurs (paradoxe de Solow).

f) L'utilisation de travail qualifié dans l'activité de R&D

L'activité de R&D utilise essentiellement de la main d'œuvre hautement qualifiée. Une modification de la fonction de production des connaissances technologiques, qui se traduit par une hausse de la productivité des chercheurs, entraîne un effort accru de R&D et donc une augmentation de la demande de travail qualifié.

g) Biais transitoire ou chronique

Les différentes séquences qui viennent d'être présentées, où le progrès technique augmente la demande relative de travail qualifié et la prime de qualification, se distinguent suivant la pérennité du biais (BTQ suivant la définition présentée au chapitre 2) ainsi créé.

Dans certains modèles (mécanismes), la hausse de la demande de qualification est transitoire ; dans d'autres modèles, elle est chronique. Le tableau suivant répartit les différents mécanismes étudiés suivant leur durée.

Tableau 3.1. : Distinction entre BTQ transitoire et BTQ chronique

<i>Biais (BTQ) transitoire</i>	<i>Biais (BTQ) chronique</i>
• <i>Innovations fondées sur les coûts de facteurs</i> • <i>Adaptation à un changement technologique à portée générale ("General Purpose Technology")</i>	• <i>Biais technologique exogène</i> • <i>Changement technologique dans le secteur des biens capitaux</i> • <i>Progrès technique neutre avec des produits verticalement différenciés</i>

3.1.3. Les interactions entre ouverture et progrès technique

Nous présentons maintenant différents mécanismes par lesquels l'ouverture et le progrès technique interagissent pour modifier les demandes de facteurs et la prime de qualification. Quatre mécanismes principaux sont analysés :

- (i) la stratégie d'innovation défensive en réponse à une concurrence accrue des pays du Sud,
- (ii) l'élargissement du marché lié à l'ouverture et ses conséquences sur l'innovation ;
- (iii) l'impact de l'ouverture sur les coûts du travail qualifié et non qualifié et leur influence sur l'activité de R&D ;
- (iv) l'impact d'une offre supplémentaire de travail qualifié au Nord suivant la protection des droits de propriété au Sud.

a) *L'innovation défensive*

Une stratégie d'innovation défensive consiste à diminuer l'intensité en travail non qualifié dans la production en réponse à une concurrence accrue des pays du Sud. Considérée par Wood (1994a) comme une pratique courante et essentielle des firmes multinationales, l'innovation défensive a néanmoins été critiquée en raison d'une absence de fondements théoriques. En effet, une stratégie d'innovation qui réduit les coûts de production aurait été adoptée quelque soit l'intensité de la concurrence des pays du Sud.

Néanmoins, lorsque les droits de propriété sur les innovations du Nord ne sont pas garantis au Sud, les firmes du Nord tendent à renoncer aux activités de R&D qui entraîneraient des améliorations appropriables par le Sud. En effet, pour des innovations de ce type, les firmes du Sud seraient les principales bénéficiaires des efforts de R&D des entreprises du Nord. Ces dernières vont alors concentrer leurs activités de R&D sur des changements technologiques biaisés en faveur du travail qualifié, qui ne peuvent être utilisées par les firmes du Sud en raison des dotations factorielles. Cette explication est à la base du modèle développé par Thoënis et Verdier (2000). Il fournit une justification théorique à la notion d'innovation défensive.

Thoënis et Verdier (2000) présentent un modèle schumpétérien de croissance endogène à la Aghion et Howitt (1992, 1998) avec deux zones géographiques, le Nord et le Sud. Dans ce modèle, les biens sont classés en fonction de leur intensité relative en travail qualifié H/L . Chaque bien i est produit avec une fonction CES utilisant du travail qualifié

$$(H_i) \text{ et du travail non qualifié } (L_i)^8 : Y_i = A \cdot \left[\left(\frac{L_i}{u_i(i)} \right)^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} + \left(\frac{H_i}{s_i(i)} \right)^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}, \text{ où } A \text{ est la}$$

productivité totale des facteurs, et σ l'élasticité de substitution entre le travail qualifié et le travail non qualifié, avec $0 < \sigma < 1$. $u_i(i)$ et $s_i(i)$ sont des coefficients technologiques pour les travaux non qualifié et qualifié, qui diminuent avec le temps.

⁸ Il n'y a ni capital ni biens intermédiaires dans ce modèle.

A l'équilibre, il existe, pour chaque bien i et à chaque temps t (et donc pour chaque technologie $u_t(i)$ et $s_t(i)$), une intensité relative en travail qualifié qui dépend du salaire relatif telle que : $\frac{H_t(i)}{L_t(i)} = \left(\frac{w_H(t)}{w_L(t)} \right)^{-\sigma} \left(\frac{s_t(i)}{u_t(i)} \right)^{1-\sigma}$, avec w_L et w_H les salaires des travaux non qualifié et qualifié.

Les innovations sont produites au Nord dans le secteur de la R&D. Ce secteur n'utilise que du travail qualifié (des chercheurs notés H_{RD}), et vend ses innovations sous formes de brevets aux producteurs de bien final qui détiennent le monopole sur la production de ce nouveau modèle de bien. L'innovation est incrémentale et affecte directement les coefficients technologiques $u_t(i)$ et $s_t(i)$. Lorsqu'une innovation a lieu dans le bien final i , la productivité de chaque facteur (l et h) est améliorée : les coefficients $u_t(i)$ et $s_t(i)$ deviennent $\delta_u u_t(i), \delta_s s_t(i)$ avec $\delta = 1$ ou $\delta < 1$. Selon la valeur prise par le coefficient δ , une innovation entraîne trois types de progrès technique :

- (i) $\delta_u = \delta_s = \delta$: le progrès technique est neutre (la nouvelle technologie dispose de la même intensité relative en travail qualifié que l'ancienne),
- (ii) $\delta_u = \delta$ et $\delta_s = 1$: le progrès technique est biaisé en faveur de h , ou
- (iii) $\delta_u = 1$ et $\delta_s = \delta$: le progrès technique est biaisé en faveur de l .

A chaque nouvelle innovation, les firmes ont donc la possibilité de modifier leur intensité en travail qualifié relativement au travail non qualifié, en choisissant entre un progrès technique neutre (qui ne change pas l'intensité relative en qualification H/L) et un progrès technique biaisé. De plus, étant donnée la spécification du progrès technique, il est plus avantageux pour une firme (en termes de coûts de production), *ceteris paribus*, d'adopter un progrès technique neutre qu'un progrès technique biaisé. Le progrès technique neutre est en effet caractérisé par le point $(\delta_u, \delta_s) = (\delta, \delta)$ qui est supérieur (plus efficace) au progrès technique biaisé. En conséquence, aucun progrès technologique biaisé ne se produit à l'équilibre autarcique.

A l'ouverture, le Nord et le Sud échangent des biens finaux i . Le Nord est supposé relativement mieux doté en travail qualifié que le Sud : $H^N/L^N > H^S/L^S$, et les différences de dotations factorielles sont suffisamment fortes pour que les économies soient totalement spécialisées dans la production. Ils ont supposé en outre que les firmes du Sud ont la possibilité d'imiter les innovations du Nord sans payer le coût du brevet. Les salaires sont déterminés à l'équilibre des marchés du travail de chaque pays. A l'équilibre, les salaires relatifs diffèrent entre le Nord et le Sud en raison des l'abondance relative du travail qualifié au Nord. On a : $(w_H^N/w_H^S) < 1 < (w_L^N/w_L^S)$. La spécialisation (donc la production) de chaque pays découle de la comparaison des coûts unitaires de production. Thoënis et Verdier montrent qu'il existe un point f correspondant à la frontière de spécialisation telle qu'il est moins coûteux de produire au Sud tous les biens dont le rapport des intensités techniques s/u est inférieur à f , alors que les firmes du Nord ont intérêt à produire les biens dont le rapport des intensités techniques est supérieur à f . Soit $c^N(i)/c^S(i)$ le coût relatif de production entre le Nord et le Sud pour le bien i . La frontière f correspond alors à $c^N(f)/c^S(f) = 1$. Les zones d'avantage comparatif (R_S et R_N) du Sud et du Nord sont alors : $R_S = \{s(i)/u(i) \in [0, f]\}$ et $R_N = \{s(i)/u(i) \in [f, \infty]\}$.

Enfin, comme la propriété intellectuelle sur les innovations du Nord n'est pas garantie au Sud, les firmes du Sud peuvent imiter sans coût les innovations créées au Nord. Elles vont donc imiter toutes les innovations aboutissant à des intensités techniques s/u qui appartiennent à R_S .

Le modèle fait apparaître les résultats suivants :

- Les droits de propriété sur les innovations n'étant pas garantis au Sud, pour les firmes du Nord, un progrès technique biaisé en faveur de la qualification est optimal pour les produits proches de la frontière de spécialisation (donc à faible intensité en qualification). En effet, les firmes du Nord renoncent à l'activité de R&D qui pourrait uniquement profiter aux firmes du Sud.

- Le progrès technique biaisé induit par les échanges a deux effets contradictoires aux environs de la frontière de spécialisation :
 - (i) *Un effet statique* : près de la frontière de spécialisation, ce biais technologique accroît le nombre de biens intensifs en travail non qualifié au Nord et réduit le nombre de biens intensifs en travail qualifié produit au Sud (processus d'"insourcing" du Sud vers le Nord). Cela tend à faire augmenter la demande relative de travail non qualifié au Nord, et donc le salaire relatif des non qualifiés. Au Sud, les biens les plus intensifs en qualification se relocalisent au Nord, ce qui tend à accroître la demande relative de travail d'exécution et donc le salaire relatif des non qualifiés. Les inégalités de salaires tendent à se réduire dans les deux zones.
 - (ii) *Un effet dynamique* : une innovation biaisée tend à accroître la demande et donc le coût relatif du travail qualifié au Nord, et incite les firmes à localiser leur production au Sud (*outsourcing* du Nord vers le Sud). La frontière de spécialisation tend à se déplacer en faveur du Sud, ce qui accroît l'intensité moyenne en qualification des biens produits au Nord et au Sud⁹. La demande relative de travail non qualifié tend à diminuer au Nord et au Sud, ce qui accroît l'inégalité salariale dans les deux pays.

Au total, l'évolution des inégalités salariales est indéterminée. Thoënis et Verdier ont alors réalisé des simulations numériques. Ils montrent que le modèle peut générer des inégalités croissantes au Nord et au Sud compatibles avec de faibles variations du taux pénétration des importations du Sud.

⁹ Le nombre de biens non qualifiés produits au Nord diminue, et les biens produits au Sud sont plus intensifs en travail qualifié.

b) L'élargissement du marché

Une seconde interaction entre ouverture et progrès technique concerne l'élargissement du marché des firmes et ses conséquences sur l'innovation.

En élargissant leur marché, l'ouverture accroît la production et donc l'effort de R&D des firmes du Nord. Le progrès technique est par conséquent accéléré. Plusieurs mécanismes concourent à ce résultat :

- (i) Pour la firme, la R&D s'apparente à un coût fixe. L'augmentation de la taille du marché réduit alors le coût de la R&D par unité produite (économies d'échelle).
- (ii) De plus, lorsque la R&D est localisée au Nord, les entreprises du Sud achètent les innovations ou les produits innovants du Nord, ce qui stimule également la R&D.

Ces mécanismes sont présents dans plusieurs approches récentes comme les modèles d'Askenazy (1997) et d'Acemoglu (1998a). Ils ont également une place essentielle dans le modèle que nous développons dans la suite de cette thèse (chapitres 4 et 5).

c) Les coûts du travail qualifié et non qualifié

En augmentant la rémunération du travail qualifié, l'ouverture Nord-Sud accroît le coût de l'activité de R&D qui utilise principalement des travailleurs hautement qualifiés. Ainsi, lorsque les jeux combinés de l'avantage comparatif et de l'*outsourcing* aboutissent à une hausse du coût du travail qualifié, l'ouverture Nord-Sud tend à ralentir la R&D et la croissance de la productivité. Ce mécanisme se révélera essentiel dans le modèle développé aux chapitres 4 et 5.

A l'opposé, l'*outsourcing* peut réduire les coûts de production des firmes du Nord spécialisées dans la R&D. C'est typiquement ce qui se produit lorsque la R&D consiste à

créer de nouveaux modèles de biens, comme dans Romer (1990) et Grossman et Helpman (1991)¹⁰. En délocalisant au Sud les stades de production intensifs en main d'œuvre d'exécution, les firmes du Nord réduisent le coût de production de nouveaux biens différenciés, ce qui rend plus profitable la création de nouvelles qualités et stimule en conséquence la R&D. Ce type de mécanismes est à la base du modèle de Glass et Saggi (2001).

d) Une hausse de l'offre de travail qualifié élève la prime de qualification

Un dernier mécanisme, apparemment paradoxal, a été mis en évidence par Acemoglu (1998a). Dans ce modèle, la hausse de l'offre de travail qualifié H peut se traduire en fin de compte par une augmentation de la prime de qualification. Le mécanisme qui aboutit à ce résultat peut être résumé de la façon suivante. On suppose que la production du bien final utilise deux variétés de biens intermédiaires, notées h et l . La production de chaque variété fait appel, (i) à de la main d'œuvre qualifiée H combinée à un *continuum* de machines spécifiques pour la variété h , et (ii) à de la main d'œuvre d'exécution L et un *continuum* de machines spécifiques pour la variété l . Enfin, l'activité de R&D consiste à augmenter l'efficacité des machines (modèle à "échelle de qualité"). Dans ce cadre, une augmentation de l'offre de travail qualifié H se traduit bien à court terme par une baisse de la prime de qualification. Toutefois, l'offre supplémentaire de H entraîne une augmentation de l'utilisation de biens intermédiaires H -intensifs, et donc un effort supplémentaire de R&D pour la production de machines spécifiques à ce secteur. A long-terme, il en résulte une plus forte productivité dans la production du bien intermédiaire h , une hausse de son utilisation, et finalement une hausse de la demande de H et une remontée de la prime de qualification. Si l'augmentation de l'efficacité des

¹⁰ Dans le modèle de Romer (1990), chaque nouveau bien inventé réduit le coût des efforts futurs de R&D. Dans le modèle de Grossman et Helpman (1991) fondé sur la qualité, l'externalité positive issue de l'activité de R&D est implicite. Quand un projet de recherche aboutit, les autres chercheurs abandonnent leurs travaux sur l'innovation qui vient d'aboutir, et consacrent leurs efforts sur l'innovation future. En d'autres termes, ils prennent à leur actif les découvertes de l'innovateur dont le projet a abouti.

machines spécifiques au secteur h est suffisamment élevée, la demande du bien intermédiaire h est assez forte pour induire une demande supplémentaire de travail qualifié supérieure à la hausse initiale de l'offre de H . Ce cas correspond à une domination de l'effet R&D (qui augmente la demande de H) sur l'effet offre de H .

Dans un tel modèle, l'ouverture Nord-Sud s'apparente à une forte augmentation de l'offre de travail non qualifié. Dans une configuration où l'effet R&D l'emporte sur l'effet offre, cela doit se traduire par une hausse de la prime de qualification à court-terme et une baisse à long-terme. Toutefois, lorsque les droits de propriété sur les innovations ne sont pas garantis dans le Sud, les firmes du Nord n'ont aucun intérêt à fournir un effort de R&D dans le secteur l . Dans ce cas, l'effet à long terme disparaît et seule l'augmentation de la prime de qualification agit.

En définitive, le modèle d'Acemoglu aboutit au résultat que, lorsque l'effet R&D l'emporte sur l'effet offre de travail qualifié dans le secteur h , et lorsque les droits sur la propriété intellectuelle ne sont pas garantis au Sud, l'élévation du niveau d'éducation au Nord et l'ouverture au Sud agissent tous deux dans le sens d'une augmentation de la prime de qualification.

Cette section a été consacrée à la présentation des mécanismes par lesquels le biais technologique et les échanges Nord-Sud influencent la demande relative de travail qualifié et la prime de qualification. Les "nouveaux" modèles théoriques développés à partir de la seconde moitié des années quatre-vingt-dix intègrent ces mécanismes.

3.2. Quelques nouvelles approches théoriques

Les différents mécanismes présentés à la section 3.1. sont en grande partie issus des nouveaux modèles théoriques traitant de l'impact du progrès technique et de l'ouverture sur la variation des écarts salariaux entre qualifiés et non qualifiés. Ces nouvelles approches, développées à partir de la seconde moitié des années quatre-vingt-dix, forment une littérature à la fois nombreuse et diversifiée.

Nous commençons par présenter plusieurs de ces nouvelles approches ; nous en résumons les principaux résultats et en soulignons les limites.

3.2.1. Présentation de quelques nouvelles approches théoriques

Les nouveaux modèles théoriques diffèrent tant du point de vue des mécanismes mis en œuvre que des résultats obtenus. Ils se rejoignent néanmoins par le fait qu'ils sont pour la plupart construits dans un cadre d'équilibre général dynamique. Ils sont habituellement obtenus :

- (i) soit par extension de modèles dynamiques de croissance endogène à l'ouverture Nord-Sud (Askenazy, 1997 ; Mendez, 1997 ; Acemoglu, 1998a ; Saint-Martin, 1998 ; Thoënis et Verdier, 2000) ;
- (ii) soit par l'introduction de progrès technique exogène dans des modèles d'équilibre Nord-Sud de type H-O-S (Fuchs, 1997 ; Rowthorn, Kozul-Wright et Akyüz, 1997 ; Cardebat et Teiletche, 1997).

D'autres modèles sont réalisés dans des cadres spécifiquement adaptés à la représentation de certains mécanismes particuliers. Feenstra et Hanson (1996a) analysent l'impact de la délocalisation des biens intermédiaires au Sud (*outsourcing*) sur les inégalités. Glass et Saggi (2001) étudient l'impact de l'*outsourcing* sur l'innovation. Adsera et Boix (2000) analysent, à partir d'un cadre très différent du modèle H-O-S, l'impact d'un

rattrapage technologique du Sud sur les inégalités salariales au Nord. Enfin, Manasse et Turrini (2001) développent un modèle d'échange en concurrence monopolistique à la Krugman (1980) où le changement technologique améliore la qualité des produits.

Le tableau 3.2. présente plusieurs approches "nouvelles". Nous précisons les hypothèses sur lesquelles elles reposent et le type de mécanismes qu'elles théorisent. Nous insistons sur leurs principaux résultats en termes de demande de facteurs et d'inégalité salariale.

Tableau 3.2. : Quelques "nouvelles approches" théoriques

Auteurs	Hypothèses et mécanismes mis en œuvre	Principaux résultats
Feenstra & Hanson (1996a)	• Un unique bien manufacturé est produit à partir d'un continuum de biens intermédiaires qui diffèrent par leur intensité en qualification H/L. • Les biens intermédiaires intensifs en qualification sont produits au Nord, et ceux intensifs en travail non qualifié sont produits au Sud (outsourcing). • Une augmentation du stock relatif de capital au Sud se traduit par une plus grande variété de biens intermédiaires produits au Sud.	• Deux effets contradictoires : (i) les salaires du Nord diminuent lorsque le Sud produit des biens qui demandent une intensité relative en qualification plus forte ; (ii) une intensification de l'outsourcing au niveau mondial favorise les travailleurs du Nord en abaissant le prix des biens. • Si le Sud est suffisamment petit, le second effet contrecarre l'effet négatif sur les salaires, et se traduit par un gain de bien-être global.
Askenazy (1997)	• Modèle de croissance endogène avec ouverture Nord-Sud • Les biens finaux sont produits en utilisant du travail qualifié H, du travail non qualifié L, et une quantité de biens intermédiaires (durables). • Les biens intermédiaires sont produits au Nord. L'activité de R&D est localisée au Nord. Elle n'utilise du travail qualifié et a pour objectif d'accroître le nombre des biens durables. • Le Nord exporte des biens intermédiaires et importe une partie de sa consommation de bien final.	• L'ouverture Nord-Sud stimule la croissance dans les deux zones en raison de l'élargissement du marché des biens manufacturés qui favorise la R&D au Nord. • La prime de qualification augmente au Nord en raison de l'accroissement de la demande de travail qualifié par le secteur de la R&D. L'existence d'un salaire minimum qui empêche la prime de qualification d'augmenter entraîne du chômage pour la main d'œuvre non qualifiée. Au Nord, la part de l'industrie manufacturière dans le total des activités diminue.
Rowthorn, Kozul-Wright & Akyüz (1997)	• Modèle Nord-Sud de type H-O-S étendu avec un secteur de biens non échangeables. • Les salaires sont supposés parfaitement flexibles au Sud. • Analyse de plusieurs scenarii représentant différents types de politiques sociales, en calibrant le modèle à partir de données tirées de Wood (1994).	• L'ouverture Nord-Sud a une influence sensible sur les inégalités salariales et le chômage. • La flexibilité des salaires accompagnée d'une politique de redistribution est plus efficace qu'un salaire minimum. • Une innovation défensive exogène a seulement un faible impact.

Auteurs	Hypothèses et mécanismes mis en œuvre	Principaux résultats
Fuchs (1997)	• Deux facteurs de production : travail qualifié (H) et travail non qualifié (L) ; deux biens : l produit uniquement avec du L, et h produit uniquement avec du H ; deux zones : le Nord doté en H et L, le Sud uniquement doté en L. • Des technologies linéaires pour les deux biens. • Le prix de l est plus élevé quand il est produit au Nord. • Le Nord impose un quota q pour ses importations de bien l, et un rationnement proportionnel est supposé. • Trois processus dynamiques sont analysés : (i) une baisse de q ; (ii) un progrès technologique exogène ; (iii) un processus dynamique d'éducation (augmentation de H/L au Nord).	• Le chômage de la main d'œuvre non qualifiée au Nord est positivement corrélé à l'ouverture et au changement technologique, et négativement corrélé à la politique d'éducation. • Une hausse du prix des biens importés accroît le chômage ; cette hausse n'a aucun impact sur les importations (tant que le quota q est plus faible que la demande), mais elle réduit la demande résiduelle qui s'adresse au secteur l du Nord.
Mendez (1997)	• Modèle de croissance endogène à la Grossman, Helpman (1991) avec amélioration de la qualité des biens de consommation finale. • Deux pays et deux facteurs de production : travail qualifié et travail non qualifié • Des firmes en situation de concurrence monopolistique qui produisent un continuum de biens de consommation horizontalement différenciés. Les profits dégagés par ces firmes financent l'élaboration de nouvelles variétés de biens par le secteur de Recherche et Développement. • Chaque innovation procure à son détenteur un brevet qui donne droit à des profits de monopole tant que le brevet n'a pas été imité. • Les nouvelles variétés de biens de consommation sont produites dans le Nord par des firmes spécialisées dans la R&D qui utilisent pour seul facteur du travail qualifié. Ces biens sont ensuite imités par le Sud.	• L'entrée des pays du Sud dans le commerce mondial stimule l'innovation tant au Nord qu'au Sud tout en amplifiant ses effets inégalitaires. En effet : • le taux de croissance de l'économie mondiale est une fonction croissante du taux d'imitation • une hausse du taux de croissance de l'économie mondiale (d'imitation) se traduit par une hausse des inégalités au Nord (au Sud) ; • une augmentation de la productivité des chercheurs du Nord se traduit par une hausse des inégalités au Nord et au Sud ; • une hausse de la dotation en travail qualifié au Sud se traduit par une hausse des inégalités au Nord et au Sud ; • une augmentation de l'efficacité des imitateurs du Sud entraîne une hausse des inégalités au Nord et au Sud.

Auteurs	Hypothèses et mécanismes mis en œuvre	Principaux résultats
Cardebat & Teiletche (1997)	• A partir d'un modèle d'équilibre général de type Heckscher-Ohlin, C&T analysent l'impact d'un accroissement exogène du progrès technique dans la production de biens finaux sur les inégalités salariales. • Deux facteurs de productions : travail qualifié (H) et travail non qualifié (L), et deux zones : le Nord et le Sud. • Deux biens de consommations substituables : un bien haut de gamme intensif en travail qualifié, et un bien bas de gamme intensif en travail non qualifié. Les fonctions de production sont identiques entre les pays pour un même secteur : dans leurs simulations, C&T utilisent une fonction Cobb-Douglas et une fonction CES. • En raison de dotations factorielles différentes, le Nord se spécialise dans la production du bien élaboré, et le Sud dans la production du bien bas de gamme. La spécialisation est incomplète. • Les consommateurs qualifiés (non qualifiés) préfèrent le bien haut de gamme (bas de gamme), et les agents préfèrent importer du bien relativement peu produit domestiquement.	• Avec une fonction Cobb-Douglas, un choc de PT accroît de manière non négligeable les inégalités salariales du Nord. En effet, un choc de PT entraîne des variations de prix qui rétro-agissent sur le pouvoir d'achat des consommateurs. Le prix du bien intensif en travail qualifié diminue, et le pouvoir d'achat du consommateur qualifié augmente dans la mesure où il préfère ce bien à l'autre bien. • Avec une fonction CES, l'impact sur les inégalités est nettement plus marqué. Le sens de cet impact dépend néanmoins de la substituabilité entre les deux catégories de travail. Lorsqu'il y a forte substituabilité, un choc de PT induit une augmentation plus forte des inégalités que dans le cas Cobb-Douglas. Lorsqu'il y a faible substituabilité entre les facteurs, les inégalités diminuent.

Auteurs	Hypothèses et mécanismes mis en œuvre	Principaux résultats
Acemoglu (1998a)	• <i>Modèle de croissance endogène avec un secteur de bien final, deux biens intermédiaires, un continuum de machines spécifiques à chaque secteur, de la R&D et une échelle de qualité.</i> • <i>Le sentier de croissance équilibrée et la dynamique transitoire du modèle vers ce sentier de croissance sont analysés (i) en autarcie du Nord, et (ii) en ouverture Nord-Sud avec ou sans garantie des droits de propriété sur les innovations (qui sont toujours inventées au Nord)</i> • <i>Le bien final est produit en utilisant deux biens intermédiaires, l'un intensif en travail qualifié (h), l'autre intensif en travail non qualifié (l). Les biens intermédiaires h (l) sont produits en combinant du travail qualifié (non qualifié) avec un continuum de machines spécifiques à chaque secteur.</i> • <i>L'activité de R&D consiste à améliorer la qualité des machines.</i>	• <i>Une augmentation de la dotation relative en travail qualifié (H/L) se traduit par une baisse de la prime de qualification à court-terme. A long-terme, elle peut augmenter la prime de qualification lorsque l'élargissement du marché pour les innovations dans le secteur des biens intermédiaires intensifs en H stimule l'innovation dans ce secteur, et stimule donc la demande des biens intermédiaires qu'il produit.</i> • <i>L'ouverture Nord-Sud se traduit par une forte baisse du ratio H/L. Lorsque les droits de propriété sur les innovations sont garantis au Sud, l'ouverture entraîne (i) soit une baisse de la prime de qualification (forte élasticité de l'innovation à la taille de son marché), (ii) soit une augmentation de celle-ci (faible élasticité).</i> • <i>Lorsque les droits de propriété ne sont pas garantis au Sud, l'ouverture Nord-Sud aboutit à une forte augmentation de la prime de qualification.</i>

Auteurs	Hypothèses et mécanismes mis en œuvre	Principaux résultats
Saint-Martin (1998)	• <i>Modèle de croissance endogène dans une économie mondialisée, fondé sur une augmentation du nombre de biens intermédiaires avec échelle de qualité. Les biens intermédiaires les plus récents sont intensifs en travail qualifié, les plus anciens en travail non qualifié.</i> • <i>Le Nord est mieux doté en travail qualifié, le Sud en travail non qualifié. Les marchés du travail sont supposés parfaitement concurrentiels au Sud. Au Nord, le marché du travail qualifié est concurrentiel alors que le salaire des non qualifiés est indexé sur celui des qualifiés.</i> • <i>Le Sud va alors produire et exporter des biens intermédiaires intensifs en travail non qualifié ; le Nord exporte des biens intermédiaires intensifs en travail qualifié.</i> • <i>L'augmentation du nombre de biens intermédiaires se traduit par un BTQ.</i>	• <i>Au Nord, la variation totale de la demande relative H/L induite par l'ouverture, résulte de deux mécanismes opposés:</i> 1. <i>la délocalisation des biens intermédiaires intensifs en travail non qualifié et l'augmentation des biens intermédiaires intensifs en travail qualifié dans la production stimulent H/L. Comme le salaire des non qualifiés est indexé sur celui des qualifiés, la demande de travail non qualifié diminue.</i> 2. <i>dans la production du bien final, l'accroissement de l'utilisation des biens intermédiaires dû à la baisse de leur prix, accroît la demande de travail non qualifié.</i> • <i>De plus, le BTQ accroît la demande de qualification. Comme les salaires sont indexés, l'emploi du travail non qualifié diminue.</i>

Auteurs	Hypothèses et mécanismes mis en œuvre	Principaux résultats
Adsera & Boix (2000)	• Deux pays : un pays avancé (DC), l'autre étant moins avancé (LDC). • Il existe un continuum d'individus dans chaque pays. Initialement, chaque individu est doté d'une unité de travail. • Deux biens sont produits : (i) le bien U est intensif en travail non qualifié : une unité de travail, quelque soit sa qualification, produit une unité de bien U au Nord, et $k < 1$ unités au Sud ; (ii) un bien S intensif en qualification: une unité de travail avec un niveau θ de qualification produit θ unités de bien S au Nord, et $k'\theta$ unités ($k' < 1$) au Sud. • Les dotations factorielles sont telles que la population active de DC est uniformément distribuée sur l'intervalle $[0, D]$, alors que celle de LDC est uniformément distribuée sur l'intervalle $[0, L]$, avec $D > L > 0$.	• Pour des technologies inchangées dans les deux pays, l'ouverture DC-LDC (avec prix et salaires flexibles) se traduit par une inégalité plus élevée dans le DC (les salaires réels des peu qualifiés diminuent, alors qu'ils augmentent pour les plus qualifiés). • Lorsque le changement technologique prend la forme d'un k croissant, c'est-à-dire d'un rattrapage technologique du LDC dans le secteur U, cela entraîne une inégalité plus forte dans le DC. • Lorsque le DC met en place un revenu minimum de subsistance (ou verse des allocations chômage), l'ouverture et le changement technologique se traduisent par du chômage de la main d'œuvre peu qualifiée. • Plus le niveau de qualification de la population active est élevé, plus les impacts de l'ouverture et du changement technologique sur l'inégalité et le chômage sont faibles.

Auteurs	Hypothèses et mécanismes mis en œuvre	Principaux résultats
Thoënis & Verdier (2000)	• <i>Modèle Schumpétérien d'échange et de croissance à la Aghion & Howitt (1998) et Grossman & Helpman (1991).</i> • <i>La firme peut choisir entre un changement technologique neutre ou un changement technologique biaisé.</i> • <i>Ceteris paribus, il est plus rentable pour la firme d'adopter un changement technologique neutre plutôt qu'un progrès technique biaisé. Cependant, en autarcie, aucun progrès technologique biaisé ne se produit à l'équilibre.</i> • <i>Entre le Nord et le Sud, il existe des différences de dotations factorielles et de rémunérations de facteurs. Les biens intensifs en travail non qualifié sont produits au Sud, ceux intensifs en qualification au Nord.</i> • <i>Les droits de propriété sur les innovations sont faiblement garantis au Sud..</i>	• <i>La firme peut choisir entre (i) un changement technologique neutre caractérisé par une production localisée conformément à l'avantage comparatif, et (ii) une innovation biaisée en faveur de la qualification, localisée au Nord et dont les droits de propriété sont garantis.</i> • <i>Pour les produits proches de la frontière de spécialisation (donc à faible intensité en qualification), un BTQ est optimal pour la firme. Le BTQ se produit donc au Nord lorsque les droits de propriété sont faiblement garantis au Sud.</i> • <i>Deux effets contradictoires :</i> 1. <i>Un effet statique : près de la frontière de spécialisation, les inégalités de salaires sont réduites au Nord et au Sud;</i> 2. <i>Un effet dynamique : une innovation biaisée accroît le coût du travail qualifié et incite les firmes à localiser leur production au Sud. La frontière de spécialisation se déplace ; l'intensité en qualification et l'inégalité salariale augmentent dans les deux pays.</i>
Moutos (2000)	• <i>Modèle d'équilibre général à deux secteurs avec un secteur produisant un bien homogène et l'autre offrant un bien différencié verticalement.</i> • <i>Dans ce second secteur, les variétés de qualité supérieure du bien différencié sont plus intensives en qualification que les variétés de qualité inférieure.</i> • <i>Il existe un changement technologique uniforme (général à l'ensemble des secteurs), et neutre au sens de Hicks.</i>	• <i>Le changement technologique accroît la productivité et les revenus réels, ce qui renforce la demande de variétés de qualité supérieure, et donc augmente la demande relative de travail qualifié.</i> • <i>Un changement technologique uniforme et neutre entraîne alors un accroissement de la prime de qualification.</i>

Auteurs	Hypothèses et mécanismes mis en œuvre	Principaux résultats
Glass & Saggi (2001)	• <i>Modèle Nord-Sud de cycle du produit avec délocalisation internationale (outsourcing) de la production de biens intermédiaires dans les pays à bas salaires.</i> • <i>L'innovation consiste à créer de nouveaux modèles de bien final de qualité supérieure. Toute innovation s'opère à partir de l'ancien modèle de bien existant. Seules les firmes du Nord sont supposées innover.</i> • <i>Une fois le nouveau modèle de bien final créé, il est produit à partir de l'ancien bien final. Les biens finaux sont produits à partir de travail : une unité de travail est nécessaire pour produire une unité de bien final.</i> • <i>Le taux de salaire du Nord est supposé supérieur à celui du Sud. Le Sud peut imiter sans coût les anciens biens finaux déjà produits. La délocalisation oblige les firmes du Nord à consacrer des ressources en travail pour adapter leur processus de production à l'environnement économique du Sud.</i>	• <i>La délocalisation (outsourcing) se traduit par deux effets opposés : (i) elle abaisse le salaire du Nord relativement à celui du Sud ; (ii) elle accélère l'innovation qui est en mesure de générer des profits plus élevés.</i> • <i>Le premier effet réduit le bien-être de la main d'œuvre du Nord à court-terme, alors que le second effet tend à augmenter le bien-être à long-terme.</i>
Manasse & Turrini (2001)	• <i>Modèle d'échange en concurrence monopolistique à la Krugman (1980). La qualification améliore la qualité des produits.</i> • <i>L'économie globalisée est caractérisée par :</i> 1. <i>des rendements d'échelle croissants dans la production,</i> 2. <i>un changement technologique qui améliore la qualité des produits, et permet aux firmes d'élargir leur marché,</i> 3. <i>une disparition des obstacles à l'échange.</i>	• <i>Comme les obstacles à l'échange disparaissent, le revenu est redistribué des firmes qui n'exportent pas vers les firmes qui exportent, et davantage de firmes décident d'exporter. Puisque les firmes qui n'exportent pas emploient généralement des travailleurs peu qualifiés, l'inégalité salariale s'accroît, bien que le bien-être augmente.</i> • <i>Le progrès technique a des effets ambigus sur l'inégalité de revenu. Les peu qualifiés peuvent y gagner comme y perdre. Le résultat va dépendre du progrès technique, selon qu'il accroît ou non la productivité des travailleurs qualifiés.</i>

3.2.2. Les résultats des nouveaux modèles

Les nouvelles approches théoriques développent des mécanismes variés et parfois opposés. On distingue ici, (i) les cas où une seule des deux explications est développée, (ii) les cas où l'ouverture agit sur le progrès technique, et (iii) les situations d'interdépendance entre progrès technique et ouverture.

a) De nouveaux mécanismes dans chaque explication

Certains modèles sont centrés sur une seule des deux explications, progrès technique ou échanges Nord-Sud, pour laquelle un mécanisme nouveau est présenté.

Dans le modèle de Manasse et Turrini (2001), la disparition des barrières à l'échange augmente la part des produits exportés dans la production du Nord et elle stimule la demande de qualification lorsque les biens exportés sont intensifs en travail qualifié. Rowthorn, Kozul-Wright et Akyüz (1997) analysent et simulent l'efficacité de différentes politiques sociales de réduction des inégalités dans un modèle H-O-S étendu où le progrès technique apparaît uniquement dans un scénario, et de façon exogène.

Le modèle de Moutos (2000) est totalement construit en autarcie. Présenté à la section 3.1.2.d., il étudie dans un cadre d'équilibre général, l'impact d'un changement technologique neutre avec différenciation verticale des produits.

b) Impact de l'ouverture sur le progrès technique

Dans plusieurs approches, l'ouverture agit sur le progrès technique qui influence lui-même les demandes de facteurs.

Dans le modèle de Saint-Martin (1998), l'augmentation du nombre de biens intermédiaires se traduit par un progrès technique biaisé en faveur de la qualification. L'impact sur la demande relative de qualification au Nord des échanges Nord-Sud de biens intermédiaires reste toutefois indéterminé en raison de différents effets opposés.

Dans Feenstra et Hanson (1996a), l'ouverture Nord-Sud avec mobilité du capital et délocalisation de la production des biens intermédiaires intensifs en travail non qualifié se traduit logiquement par une augmentation de la prime de qualification au Nord.

L'*outsourcing* peut également accélérer l'innovation (Glass et Saggi, 2001). L'accès croissant à une main d'œuvre meilleure marché au Sud permet aux firmes du Nord d'accroître leurs profits en abaissant leurs coûts de production. L'augmentation des profits encourage l'innovation.

Lorsque le progrès technique augmente l'efficacité relative du travail qualifié, son impact sur les inégalités salariales au Nord dépend de la forme de la fonction de production et de la substituabilité entre travail qualifié et travail non qualifié (Cardebat et Teiletche 1997).

De plus, le rattrapage technologique du Nord par le Sud peut entraîner une hausse des inégalités salariales au Nord (Adsera et Boix, 2000).

Enfin, lorsque les droits de propriété sur les innovations technologiques ne sont pas assurés au Sud, les firmes du Nord privilégient un comportement d'innovation défensive consistant à mettre en œuvre des recherches biaisées en faveur du travail qualifié (Thoënis et Verdier, 2000).

c) *Ouverture et progrès technique interagissent pour déterminer les demandes de facteurs*

Plusieurs modèles Nord-Sud de croissance endogène fondés sur l'innovation révèlent des mécanismes où l'ouverture et le progrès technique interagissent pour déterminer la demande de facteurs. Dans ces approches, l'activité de R&D est habituellement localisée au Nord et elle utilise essentiellement (ou uniquement) de la main

d'œuvre hautement qualifiée. La plupart de ces modèles concluent à une augmentation des inégalités salariales au Nord.

En élargissant la taille du marché, l'intégration des travailleurs du Sud accroît la production et donc l'effort de R&D des firmes du Nord (Mendez, 1997 ; Askenazy, 1997). La demande relative de travailleurs qualifiés augmente et les inégalités salariales s'accroissent au Nord.

L'ouverture avec progrès technique endogène peut également influencer la prime de qualification dans des sens opposés. Lorsque l'élasticité de l'innovation à l'offre de travail qualifié est forte, l'ouverture avec droits de propriété garantis au Sud entraîne une baisse de la prime de qualification, et l'ouverture avec droits non respectés au Sud entraîne une hausse de cette prime (Acemoglu, 1998a, voir section 3.1.2.d.).

En conclusion, l'intégration de plusieurs liaisons entre progrès technique et ouverture Nord-Sud peut aboutir à un accroissement des inégalités salariales au Nord, même si, dans certains cas, l'impact sur la demande relative de qualification est ambigu et relève de plusieurs effets.

3.2.3. Limites des nouvelles approches

Nous discutons successivement les caractéristiques du progrès technique et de l'ouverture Nord-Sud telles qu'elles sont modélisées dans les approches "nouvelles".

a) La représentation du progrès technique

Les nouveaux modèles qui endogénéisent le progrès technique sont peu représentatifs de situations où le capital suit un processus très rapide de destruction-créatrice, comme dans le secteur des biens informatiques où les firmes renouvellent en

moyenne leur matériel informatique tous les deux ans. Il est donc nécessaire de proposer une représentation du changement technologique mieux adaptée aux caractéristiques propres du processus d'informatisation.

Parmi les nouvelles approches théoriques, les modèles de croissance endogène étendus à l'ouverture Nord-Sud présentent des externalités dynamiques croissantes puisque la variation des connaissances technologiques dépend du niveau de connaissances déjà atteint.

On distingue trois types de modèles à rendements dynamiques croissants : (i) les modèles de croissance endogène à la Romer (1990) avec connaissance technologique et augmentation du nombre de biens intermédiaires (Askenazy, 1997), (ii) les modèles de croissance endogène avec échelle de qualité dans la production de biens intermédiaires à la Aghion et Howitt (1992, 1998) (Acemoglu, 1998a ; Saint-Martin, 1998), et (iii) les modèles de croissance endogène avec échelle de qualité dans la production de bien final à la Grossman et Helpman (1991) (Mendez, 1997 ; Glass et Saggi, 2001).

Dans les modèles de croissance endogène avec échelle de qualité dans la production de bien final à la Grossman et Helpman (1991) (Mendez, 1997 ; Glass et Saggi, 2001), l'innovation consiste à créer de nouveaux modèles de bien final de qualité supérieure, ce qui revient à augmenter le nombre de biens de consommation à la disposition des agents. Ce type d'approches est par nature inapproprié à la représentation du progrès technique dans le secteur des biens intermédiaires informatiques.

Dans les modèles de croissance endogène à la Romer (1990), le capital apparaît dans la fonction de production sous forme d'une somme de biens intermédiaires :

$$Y = (H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \int_0^A x(i)^{1-\alpha-\beta} di ,$$

$x(i)$ représentant la quantité de bien intermédiaire i .

La croissance dépend alors de l'augmentation du nombre de biens intermédiaires, liée à l'activité de R&D avec une externalité dynamique : $\dot{A} = (H_A)^\sigma \cdot A$, où A représente le

niveau actuel des connaissances technologiques, et H_A le nombre de chercheurs utilisés dans l'activité de R&D.

Dans ce type d'approches, chaque modèle de bien intermédiaire est, une fois créé, produit sur toutes les périodes suivantes. Pour chaque modèle de bien intermédiaire, les droits de propriété assurent le monopole de production au détenteur du brevet pour une infinité de périodes. En conséquence, l'innovation technologique dans le secteur des biens intermédiaires ne suit pas un processus de destruction-créatrice.

Le processus de destruction-créatrice est assuré dans les modèles de croissance endogène avec échelle de qualité dans la production de biens intermédiaires à la Aghion et Howitt (1992,1998). Dans ce type d'approches, les biens intermédiaires les plus anciens deviennent obsolètes et sont remplacés par les biens intermédiaires nouveaux, plus efficaces. Toutefois, la modélisation à la Aghion et Howitt (1992, 1998) est plutôt adaptée à une création-destructrice relativement lente, où coexistent plusieurs générations de biens intermédiaires. Lorsque chaque génération de capital remplace la génération précédente, la destruction-créatrice est immédiate et peut être formalisée plus simplement (voir le chapitre 4).

b) La formalisation de l'ouverture

Les approches théoriques récentes rectifient plusieurs hypothèses du modèle H-O-S traditionnel pour rendre compte de certaines caractéristiques des échanges Nord-Sud :

- (i) Elles intègrent les échanges de biens intermédiaires (Feenstra et Hanson, 1996a; Glass et Saggi, 2001).
- (ii) Elles rendent possible la délocalisation des biens intermédiaires intensifs en travail non qualifié (Feenstra et Hanson, 1996a ; Saint-Martin, 1998 ; Glass et Saggi, 2001).
- (iii) Elles supposent le rattrapage technologique du Nord par le Sud (Adsera et Boix, 2000).

Les échanges de biens intermédiaires constituent un aspect essentiel de l'ouverture Nord-Sud. Toutefois, la modélisation s'opère habituellement en distinguant deux types de biens intermédiaires. Les uns intensifs en qualification sont produits au Nord ; les autres intensifs en travail peu qualifié sont fabriqués au Sud. De plus, ces biens sont supposés substituables, leur agrégation formant le "capital". Or, dans la fabrication des biens informatiques, les composants sophistiqués (produits au Nord) et les composants standardisés (produits au Sud) sont habituellement peu substituables. De plus, l'activité d'assemblage (habituellement délocalisée au Sud) n'est évidemment pas substituable à celle de fabrication des composants. La répartition entre le Nord et le Sud de stades de production complémentaires paraît donc mieux adaptée à la modélisation des activités dans la production informatique.

Autre limite : de nombreux modèles ne prennent pas en compte la totale délocalisation au Sud de la production des biens échangeables fortement intensifs en travail peu qualifié (excepté le modèle de Saint-Martin, 1998).

Enfin, la sous-évaluation des monnaies des pays du Sud qui, sans être permanente (à la veille de la crise asiatique de 1997, les monnaies de certains NPI étaient au contraire surévaluées¹¹) a été souvent diagnostiquée (Benaroya et Janci, 1996), n'est pas prise en compte dans les modèles étudiés.

Finalement, même s'ils étendent largement l'analyse par adjonction de nouvelles hypothèses et de nouveaux mécanismes, les travaux théoriques développés depuis la fin des années quatre-vingt-dix n'intègrent pas certaines caractéristiques importantes du couple informatisation-ouverture.

¹¹ C'est en particulier le cas du Dollar singapourien qui s'est apprécié de 40% entre 1985 et 1994 (Benaroya et Janci, 1996).

Conclusion du chapitre 3

Les approches théoriques récentes modélisent plusieurs canaux par lesquels l'ouverture et le progrès technique agissent sur les demandes de facteurs et la prime de qualification au Nord. Néanmoins, elles occultent plusieurs faits empiriquement observés qui caractérisent les échanges de biens capitaux informatiques et électroniques, et le progrès technique présent dans ce secteur. Quatre caractéristiques principales sont souvent négligées :

- (i) la délocalisation au Sud des *stades de production* de biens intermédiaires intensifs en travail non qualifié ;
- (ii) l'extrême rapidité du progrès technique dans le secteur informatique ;
- (iii) la spécialisation totale du Nord (respectivement du Sud) dans la production des biens échangeables très intensifs en travail qualifié (respectivement en travail d'exécution) ;
- (iv) le non-ajustement de certaines monnaies du Sud.

Les deux premières caractéristiques génèrent des interactions entre progrès technique et ouverture, et les quatre peuvent agir sur la demande relative de qualification. Leur modélisation dans un cadre unifié pourrait permettre d'élargir l'explication de la montée des inégalités entre qualifiés et non qualifiés dans les pays industrialisés depuis la fin des années soixante-dix.

Conclusion de la première partie

L'objectif de cette partie était de présenter une revue de la littérature théorique et empirique sur le débat biais technologique *versus* échanges Nord-Sud pour l'explication de l'accroissement des inégalités de salaires et d'emploi entre qualifiés et non qualifiés observé dans les pays avancés depuis la fin des années soixante-dix. Cette analyse critique servira de point d'appui pour l'élaboration du modèle développé dans la seconde partie de cette thèse.

Nous avons constaté que le diagnostic initial d'une explication centrée sur le progrès technique a ensuite été réexaminé pour des raisons tant empiriques que théoriques. En particulier, une limite essentielle des approches traditionnelles résidait dans l'indépendance implicitement supposée des deux explications.

La fin des années quatre-vingt-dix a vu l'émergence d'une nouvelle littérature théorique où changement technologique et échanges agissent simultanément pour déterminer les demandes et les rémunérations de facteurs. Caractérisés par une grande diversité d'analyse, ces nouveaux modèles proposent de nombreuses séquences explicatives qui rendent compte de certains faits empiriquement constatés, comme la complémentarité capital-qualification, l'*outsourcing*, les différences dans le respect des droits de propriété, etc.

Toutefois, certaines caractéristiques spécifiques au mouvement d'informatisation et à son impact sur les échanges sont souvent occultées, comme (i) la croissance accélérée de la productivité dans le secteur informatique, (ii) le processus très rapide de "destruction-

créatrice" qui le caractérise, et (iii) la délocalisation au Sud de certains stades de la production d'ordinateurs. Ce sont ces caractéristiques, ajoutées à d'autres déjà présentes dans la littérature (comme la complémentarité capital-qualification), qui serviront de point d'ancrage pour la construction du modèle présenté dans la seconde partie.

DEUXIEME PARTIE

Ouverture, progrès technique et inégalités : un modèle Nord-Sud

Introduction de la deuxième partie

Cette partie a pour but d'élaborer un modèle d'équilibre général Nord-Sud reposant sur deux objectifs principaux :

- (i) donner une explication de l'accroissement des inégalités de salaires et d'emploi entre qualifiés et non qualifiés plus satisfaisante que l'opposition habituelle entre un progrès technique biaisé en faveur de la demande relative de qualification et le développement des échanges Nord-Sud représentés par l'approche H-O-S traditionnelle ;
- (ii) intégrer de nouveaux faits stylisés et caractéristiques jusqu'à présent négligés ou pris en compte séparément.

Le modèle développé regroupe cinq caractéristiques.

1. Il intègre les spécificités du secteur informatique. Une raison majeure justifie ce choix. Dans tous les pays développés, l'informatisation s'est diffusée à l'ensemble des processus productifs et constitue de ce point de vue un changement technologique à portée générale.
2. Il tient compte des échanges Nord-Sud internes au secteur des biens capitaux informatiques, qui constituent un aspect essentiel du commerce international. Les faits stylisés présentés au chapitre 1 ont en effet montré que la hausse sensible des

échanges commerciaux avec les pays du Sud était pour une grande part imputable aux échanges de biens informatiques et électroniques avec les NPI asiatiques et la Chine. En outre, les stades de production des biens capitaux intermédiaires intensifs en travail non qualifié sont souvent délocalisés au Sud (production de composants électroniques simples, assemblage), alors que l'élaboration de composants sophistiqués est réalisée au Nord.

3. Une autre particularité du modèle concerne la spécialisation totale du Sud dans la production des biens finaux intensifs en travail peu qualifié, et celle du Nord dans les biens finaux intensifs en qualification. Cette représentation est conforme aux observations qui témoignent de la disparition des biens échangeables fortement intensifs en travail d'exécution de l'appareil productif des pays du Nord, et de l'absence des biens finaux fortement intensifs en qualification de l'appareil productif du Sud.
4. Le modèle suppose une complémentarité relative entre le capital et le travail qualifié dans la production de certains biens finaux.
5. Enfin, dans l'un de ses scénarios, le modèle tient compte de la sous-évaluation continue de la monnaie de certains pays du Sud. C'est en particulier le cas de certains pays d'Asie du Sud-Est dont la monnaie est sous-évaluée depuis le milieu des années soixante-dix.

La prise en compte des spécificités du progrès technique dans le secteur informatique nous conduit à élaborer un modèle de croissance endogène en ouverture Nord-Sud fondée sur l'amélioration très rapide des connaissances techniques dans la production du bien capital informatique. Le secteur informatique est en effet caractérisé par une forte augmentation de la productivité totale des facteurs. En outre, le changement technologique suit un processus accéléré de "destruction-créatrice" où chaque nouveau bien informatique vient remplacer l'ancien. Cette particularité se traduit par une durée de vie limitée pour ces biens, les entreprises renouvelant leur parc informatique tous les deux

ans en moyenne. Dans le modèle, les biens informatiques sont alors assimilés à des biens intermédiaires qui sont totalement détruits sur la période de leur création.

Contrairement aux approches théoriques "nouvelles" qui occultent la localisation sur des espaces géographiques distincts des différents stades de production des biens capitaux intermédiaires, le modèle développé dans cette thèse tient compte de cette spécificité.

Conformément aux faits stylisés, le passage de l'autarcie à l'ouverture conduit à la spécialisation totale du Sud dans la production des biens finaux intensifs en travail peu qualifié, et celle du Nord dans les biens finaux intensifs en qualification.

Enfin, contrairement à l'approche H-O-S traditionnelle qui suppose le parfait ajustement des prix, le modèle tient compte de la sous-évaluation continue de la monnaie de certains pays du Sud.

Ce modèle est construit en situation d'autarcie puis d'ouverture Nord-Sud. Dans les deux cas, on détermine les équations représentant l'équilibre sur chaque marché. Leur forme fortement non linéaire empêche la définition d'une solution analytique. En conséquence, les principales caractéristiques de l'équilibre et la dynamique du modèle sont analysées à partir de simulations numériques. Les équations du modèle permettent néanmoins d'interpréter analytiquement les mécanismes et séquences qui expliquent les résultats des exercices de simulation.

Le modèle simulé fait apparaître deux résultats principaux. Le premier concerne les inégalités, le second la R&D et le progrès technique :

- (i) Comparée à la situation autarcique, l'ouverture Nord-Sud sans contrainte sur le marché du travail se traduit par une forte hausse de la prime de qualification au

Nord. La mise en place d'un salaire minimum au Nord entraîne un fort chômage des non qualifiés.

- (ii) Comparée à l'autarcie, l'ouverture avec marchés du travail concurrentiels ralentit la R&D et la productivité totale des facteurs dans la production du capital. En revanche, en situation d'ouverture avec salaire minimum au Nord, l'effort de R&D est augmenté, et la croissance de la productivité accélérée par rapport à l'autarcie.

Enfin, sur le long-terme, le modèle montre que l'ouverture Nord-Sud avec marché du travail concurrentiel est la situation la moins efficace en termes de revenu réel par habitant.

Cette partie se décline en deux chapitres.

Le chapitre 4 a pour objectif de construire le modèle d'équilibre général Nord-Sud en autarcie et en ouverture.

Le chapitre 5 simule et analyse plusieurs scénarios. Trois situations principales sont étudiées : l'autarcie du Nord, l'ouverture concurrentielle Nord-Sud, et l'ouverture avec un salaire minimum qui contraint l'évolution de la prime de qualification au Nord. Deux scénarios complémentaires sont également étudiés : l'ouverture avec non-ajustement du taux de change réel, et l'ouverture avec une politique d'éducation qui augmente le niveau de qualification de la population active. Enfin, les résultats des exercices de simulation sont analysés et discutés.

Chapitre 4

Changements technologiques et inégalités dans un modèle d'ouverture Nord-Sud

Introduction

Dans la lignée des travaux théoriques développés depuis la fin des années quatre-vingt-dix, l'approche proposée dans ce chapitre vise à conjuguer, au sein d'un modèle unifié, différentes séquences par lesquelles l'ouverture sur le Sud influence le progrès technique et la prime de qualification au Nord. Nous cherchons en particulier à représenter les interactions entre l'ouverture Nord-Sud et la dynamique de l'informatisation des processus productifs, et à en tirer les conséquences en termes de demande de facteurs et d'inégalités.

On construit un modèle Nord-Sud avec croissance endogène fondée sur l'amélioration des connaissances techniques. A chaque période, la R&D permet de créer une nouvelle technique qui augmente l'efficacité dans la production du bien capital informatique et qui est immédiatement utilisée. Au cours de cette période, le bien capital produit est totalement détruit dans le processus de production. En outre, une fois la nouvelle technologie révélée dans la production du nouveau bien capital, celle-ci devient librement accessible aux autres firmes.

Le modèle vise également à intégrer plusieurs caractéristiques qui sont occultées dans l'approche H-O-S traditionnelle. Il prend en compte (i) les échanges de bien capital (informatique), (ii) la délocalisation au Sud du stade de production du capital intensif en main d'œuvre d'exécution (stade d'assemblage), (iii) la totale spécialisation du Nord (Sud) dans la production du bien final intensif en qualification (travail non qualifié), et (iv) la complémentarité entre capital et travail qualifié dans la production de bien final.

Ce chapitre se divise en quatre sections. Nous présentons dans un premier temps les objectifs généraux du modèle (section 4.1.), puis nous en exposons l'architecture sectorielle (section 4.2.). Dans une troisième section (4.3.), nous décrivons l'équilibre en autarcie du Nord. Enfin, la dernière section est consacrée à l'élaboration du modèle en ouverture Nord-Sud (4.4.).

4.1. Objectifs généraux du modèle

La construction de ce modèle repose sur deux objectifs principaux : (i) représenter les caractéristiques du changement technologique dans le secteur des biens capitaux informatiques, et (ii) réunir plusieurs mécanismes par lesquels l'ouverture Nord-Sud agit sur ce changement technologique et l'inégalité salariale. En conséquence, l'exercice de modélisation présenté ici ne prétend aucunement à l'exhaustivité. C'est bien un certain type de progrès technique, lié à l'informatisation des processus productifs, qui est modélisé et analysé. On se place *ceteris paribus*, comme si les autres formes de progrès technique n'intervenaient pas.

Nous examinons dans un premier temps certaines propriétés essentielles du progrès technique et du capital qui caractérisent le modèle développé dans ce chapitre. Nous présentons ensuite les caractéristiques de l'ouverture.

4.1.1. Un progrès technique accéléré concentré dans le secteur des biens capitaux (informatique)

Les faits stylisés développés au chapitre premier ont mis en évidence l'existence, depuis vingt-cinq ans, d'un changement technologique majeur. Celui-ci est en particulier caractérisé par (i) une informatisation rapide des processus de production et (ii) une forte croissance de la productivité totale des facteurs dans le secteur informatique. La formalisation du progrès technique retenue pour le modèle développé dans cette thèse vise à reproduire ces deux caractéristiques.

Nous considérerons que le progrès technique concerne exclusivement la production des biens capitaux, ici informatiques, et prend la forme d'une augmentation de la productivité dans ce secteur. Ce changement technologique est également supposé très rapide entraînant un processus de "destruction-crétation".

L'activité de R&D consiste à augmenter la productivité totale des facteurs dans la production de biens capitaux (informatiques). Ainsi, les nouvelles connaissances techniques créées par la R&D permettent de produire le même capital à moindre coût (en utilisant moins de facteurs). Une autre interprétation consiste à dire que, pour le même coût de production, le capital créé est plus efficace. Comme elle est supérieure à la précédente en termes de productivité, la nouvelle technique de production se substitue entièrement à l'ancienne, qui est donc totalement abandonnée. Il y a bien "destruction-crétation".

Le progrès technique est supposé très rapide : de nouvelles connaissances sont créées à chaque période et remplacent les anciennes. De plus, le capital a une durée de vie d'une période et il est ensuite remplacé. Le bien capital peut donc être assimilé à un bien intermédiaire. En supposant pour simplifier qu'une technique nouvellement créée est utilisée à la période de son invention, elle est alors abandonnée à la période suivante au profit d'une technique plus efficace. Ainsi, à chaque période, la R&D permet de créer une nouvelle technique qui augmente l'efficacité dans la production du capital et qui est immédiatement utilisée. Le bénéfice tiré des inventions liées à la R&D est donc limité à la période où l'activité de R&D est menée. En conséquence, l'investissement en R&D ne résulte pas d'un calcul intertemporel de rentabilité. Le coût de la R&D et son bénéfice sont concentrés sur la même période.

Enfin, comme le bien capital est produit et totalement utilisé (et détruit) sur une période, et que les inventions sont également produites (*via* la R&D) et uniquement utilisées sur la même période, il n'y a aucune place pour un calcul intertemporel des firmes. Les coûts de R&D d'une période sont totalement intégrés au prix du capital de la même période ; le coût (prix) du capital acheté à la période t est entièrement porté dans le prix des biens finaux de cette période. La valorisation de la R&D et du capital est immédiate, et le modèle n'a pas besoin d'épargne.

Ces hypothèses peuvent paraître simplificatrices à l'extrême. Un monde sans épargne, où le capital a une durée de vie d'une période, et où les inventions sont utilisées uniquement sur leur période de création, est clairement éloigné de l'économie réelle. Toutefois, ce cadre simplificateur est adapté au problème analysé et les simplifications allègent considérablement la formalisation sans altérer les résultats du modèle. En effet, une présentation plus réaliste consisterait (i) à retenir une durée de vie du capital un peu

supérieure à une période¹, et (ii) surtout, à supposer qu'une invention puisse être valorisée sur une ou deux périodes suivant sa création. Ce décalage appellerait une approche intertemporelle et rétablirait la pertinence d'un comportement d'épargne. Deux raisons militent toutefois en faveur du maintien du cadre simplifié :

- Le modèle qui sera développé est déjà très complexe, avec quatre technologies de production et les demandes correspondantes (deux biens finaux, un bien capital et une activité de R&D), trois facteurs (le travail d'exécution, le travail qualifié et le capital), et deux pays (le Nord et le Sud). La mise en place de comportements intertemporels des firmes et des ménages risquerait d'aboutir à des résultats difficilement interprétables analytiquement.
- Surtout, le gain analytique qui pourrait être tiré de cette extension serait sans doute minime. En effet, il n'y a pas de raisons qu'un décalage d'une période puisse modifier sensiblement les résultats du modèle. Tout au plus pourrait-on générer des fluctuations ou des dynamiques transitoires particulières. Mais cela n'est pas au centre de nos préoccupations.

On doit enfin rappeler que l'approche développée ici vise à analyser un phénomène particulier, l'impact de l'ouverture Nord-Sud sur le progrès technique lié au capital informatique et l'évolution induite des demandes de facteurs et des inégalités. Si le modèle avait une prétention plus large, le choix des hypothèses simplificatrices devrait être réexaminé.

4.1.2. Les caractéristiques de l'ouverture

Le modèle modifie le cadre d'hypothèses de l'approche H-O-S traditionnelle de façon à rendre possibles certaines propriétés des échanges Nord-Sud décrites dans les faits stylisés (chapitre 1). Dans ce but, nous revenons sur les hypothèses (i) d'immobilité du

¹ Aujourd'hui, la durée de vie moyenne d'un ordinateur à vocation professionnelle est de l'ordre de deux ans.

capital, (ii) de localisation sur un même espace géographique des différents stades de la production d'un bien, et (iii) de spécialisation partielle dans la production.

Une première caractéristique mise en évidence empiriquement concerne la délocalisation au Sud des stades de production aval (production de composants simples et assemblage) des biens capitaux électroniques. La prise en compte de ce fait observé appelle (i) la possibilité d'échanges du bien capital (capital informatique), et (ii) la possibilité de localisation sur des espaces distincts (ici : le Nord et le Sud) des différents stades de production du capital. Nous supposons en conséquence (i) que le bien capital est produit et échangeable, et (ii) qu'il se compose de deux stades de production distincts, caractérisés par des intensités différentes en qualification, et pouvant être produits dans des espaces géographiques différents.

Une seconde caractéristique observée concerne la spécialisation du Sud dans les biens finaux intensifs en travail peu qualifié, et celle du Nord dans des biens finaux intensifs en qualification. Cette spécialisation suivant une logique néo-factorielle d'avantages comparatifs s'accompagne (i) de la disparition des biens échangeables fortement intensifs en travail d'exécution de l'appareil productif des pays du Nord, et (ii) de l'absence des biens finaux fortement intensifs en qualification de l'appareil productif du Sud. De plus, même dans les secteurs où le Nord et le Sud sont tous deux producteurs, l'analyse à un niveau désagrégré des nomenclatures d'activité montre que les deux espaces géographiques ne produisent pas le même type de biens. Pour permettre, dans un modèle simple, de reproduire ces situations de spécialisation totale dans la production, nous supposons (i) qu'il existe deux biens finaux, la production de l'un utilisant du travail non qualifié et du capital, celle de l'autre requérant du travail qualifié, du travail non qualifié et du capital, et (ii) que le Nord est doté dans les deux types de travail, qualifié et non qualifié, alors que le Sud ne possède que du travail d'exécution.

Enfin, nous avons souligné dans les chapitres 2 et 3 que les techniques de production sont souvent caractérisées par une complémentarité entre capital et qualification, et une substituabilité entre capital et travail d'exécution. Cette spécificité est introduite dans le secteur du bien final qui utilise du travail qualifié. Dans ce cas, nous

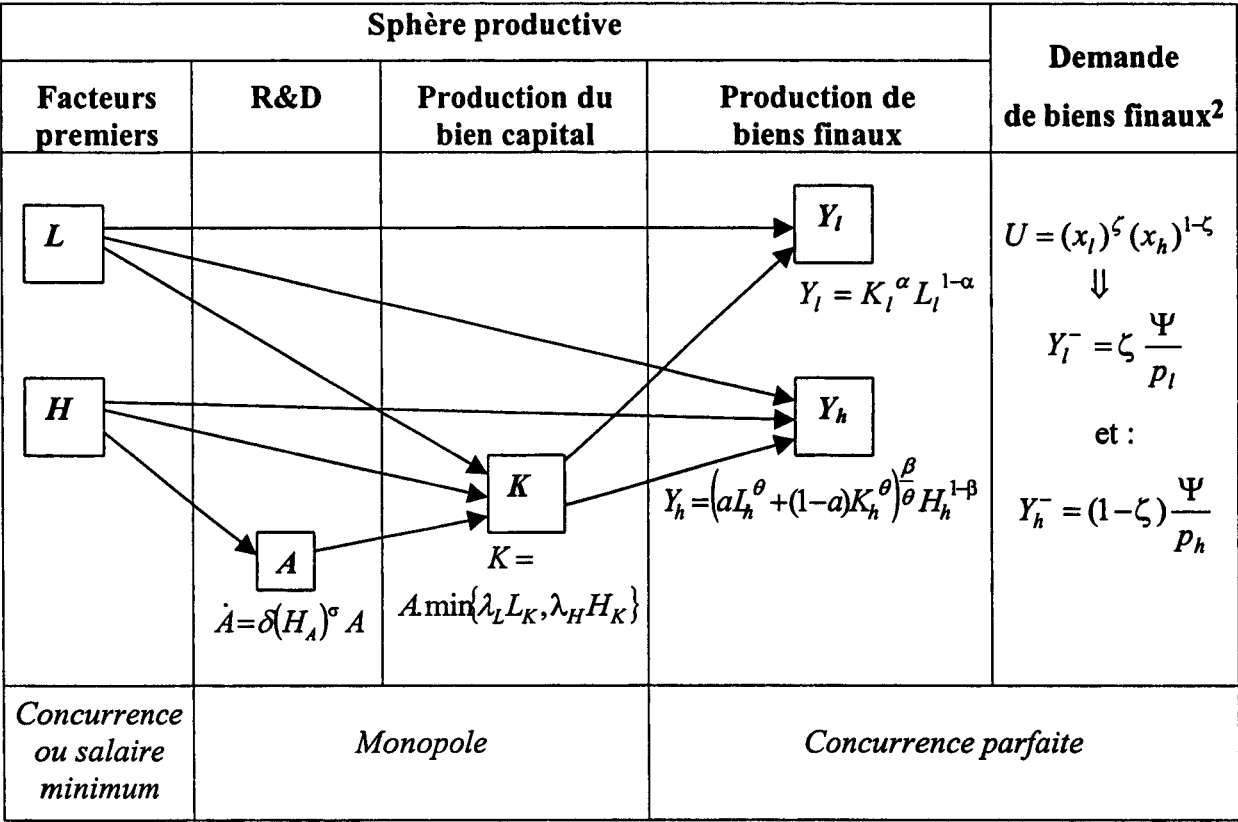
savons que, lorsque l'échange se traduit par une baisse du prix du capital, il s'ensuit une hausse de la demande relative de qualification H/L .

Dans la section suivante, nous présentons l'architecture sectorielle du modèle développé dans ce chapitre.

4.2. L'architecture sectorielle du modèle

Le schéma suivant présente l'architecture sectorielle du modèle.

Schéma 1. Architecture sectorielle du modèle



² Où Ψ représente le revenu total de l'économie.

Le modèle comporte :

- Trois facteurs de production, le travail qualifié H , le travail non qualifié L , et le capital K . Ce dernier est produit.
- Une activité de R&D qui augmente la productivité totale des facteurs A dans la production du capital.
- Deux secteurs de biens finaux. L'un, noté l , est intensif en travail qualifié ; l'autre, noté h , intensif en travail non qualifié.

Nous décrivons successivement le comportement des ménages et la demande de biens finaux, la production de biens finaux et le secteur des biens capitaux.

4.2.1. Comportement des ménages et demande de biens finaux

Le ménage i maximise une fonction d'utilité instantanée log-linéaire sous contrainte de revenu :

$$\max_{x_{il}, x_{ih}} u_i = (x_{il})^\zeta (x_{ih})^{1-\zeta}, \text{ sous contrainte : } \mathfrak{R}_i = p_l x_{il} + p_h x_{ih}$$

où x_{il} et x_{ih} sont respectivement les consommations de bien final intensif en travail non qualifié et en travail qualifié, p_l et p_h sont les prix des biens l et h , et $\mathfrak{R}_i$ le revenu du ménage i .

Ce programme détermine les fonctions de demandes individuelles de biens l et h , et donc au niveau macroéconomique (agrégé) :

$$Y_l^- = \zeta \frac{R}{p_l} \quad ; \quad Y_h^- = (1-\zeta) \frac{R}{p_h}$$

où : $Y_l^- = \sum_i x_{il}$; $Y_h^- = \sum_i x_{ih}$; $R = \sum_i \mathfrak{R}_i$ (l'exposant "moins" indiquant une demande).

La fonction d'utilité étant log-linéaire, les demandes de biens finaux l et h représentent une part constante ζ et $(1-\zeta)$ de la demande finale.

Enfin, comme l'ensemble du revenu va à la rémunération du travail (ce qui est démontré plus loin), $R = w_L L + w_H H$, où H et L sont les quantités employées de travail qualifié et non qualifié, w_H et w_L les salaires unitaires pour chaque type de travail.

Les demandes de biens finaux s'écrivent en conséquence :

$$Y_l^- = \zeta \frac{w_L L + w_H H}{p_l} \quad (4.1)$$

$$Y_h^- = (1-\zeta) \frac{w_L L + w_H H}{p_h} \quad (4.2)$$

4.2.2. La production de biens finaux

a) Le secteur l

Le secteur l utilise uniquement deux facteurs, du capital K_l et du travail non qualifié L_l , pour produire du bien final l avec une technologie Cobb-Douglas :

$$Y_l = K_l^\alpha L_l^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1$$

L'élasticité de substitution entre le capital et le travail d'exécution est donc unitaire.

La firme représentative i du secteur l maximisant son profit $\pi_{il} = p_l (K_{il}^\alpha L_{il}^{1-\alpha}) - p_K K_{il} - w_L L_{il}$, les demandes totales de facteurs du secteur l s'écrivent :

$$K_l = \alpha p_l Y_l / p_K \quad (4.3)$$

$$L_l = (1 - \alpha) p_l Y_l / w_l \quad (4.4)$$

où p_K est le prix du capital.

Il faut souligner ici que le prix du capital ne doit en aucune façon être interprété comme un taux d'intérêt. Il s'agit du prix des machines (ordinateurs). Ces dernières étant totalement utilisées, et donc détruites, dans l'activité de production, elles sont assimilables à des biens intermédiaires.

b) Le secteur h

Le secteur h utilise les trois facteurs de production : K_h , L_h et H_h , avec une technologie CES insérée dans une Cobb-Douglas :

$$Y_h = \left(a L_h^\theta + (1 - a) K_h^\theta \right)^{\beta/\theta} H_h^{1-\beta}, \quad \beta \in]0,1[, \quad \theta \in]0,1[.$$

La forme de la fonction de production garantit que l'élasticité de substitution entre L et K est plus élevée qu'entre H et K . Cette propriété est conforme aux résultats de nombreuses estimations empiriques (Hammermesh, 1986, 1993). Elle reproduit également une des caractéristiques du progrès technique des vingt dernières années. En effet, l'informatisation et l'automatisation ont favorisé la complémentarité entre le capital et le travail qualifié en complexifiant l'utilisation des outils de production (Cortes et Jean, 1999). Enfin, le choix d'une C.E.S. dans une Cobb-Douglas de préférence à une C.E.S. imbriquée est uniquement lié à un souci de simplification.

On peut enfin rappeler que, dans cette fonction, l'élasticité de substitution entre K et L est égale à $(1 - \theta)^{-1} > 1$ pour $0 < \theta < 1$; l'élasticité de substitution entre H et $F = \left(a L_h^\theta + (1 - a) K_h^\theta \right)^{1/\theta}$ est unitaire.

La maximisation du profit de la firme représentative donne, après agrégation, les fonctions de demande de facteurs suivantes du secteur h :

$$H_h = (1 - \beta) \frac{p_h Y_h}{w_H} \quad (4.5)$$

$$L_h = \beta \frac{p_h Y_h}{w_L} \left(1 + \left(\frac{1-a}{a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{w_L}{p_K} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1} \quad (4.6)$$

$$K_h = \beta \frac{p_h Y_h}{p_K} \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{p_K}{w_L} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1} \quad (4.7)$$

On peut noter que la demande relative de qualification, qui s'écrit $\frac{H_h}{L_h} = \frac{1-\beta}{\beta} \frac{w_L}{w_H} \left(1 + \left(\frac{1-a}{a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{w_L}{p_K} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)$, est une fonction décroissante du prix du capital³.

4.2.3. Le secteur des biens capitaux

Le capital est produit par un monopole en situation de marché contestable : il n'y a ni barrières à l'entrée, ni coûts irrécupérables, et le profit est nul à l'équilibre.

Nous supposons qu'il existe deux stades dans la production du capital K :

(i) un stade de conception et de fabrication de composants à haute technicité qui utilise uniquement du travail qualifié H , et

³ En effet : $\frac{\partial(H_h/L_h)}{\partial p_K} = -\frac{\theta}{1-\theta} \frac{(1-\beta)}{\beta} \frac{w_L}{w_H} \left(\frac{1-a}{a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \frac{\theta}{w_L^{1-\theta} p_K^{-1-\theta}} < 0$.

(ii) un stade d'assemblage qui utilise exclusivement du travail non qualifié.

Ces deux stades de production peuvent être dissociés, et leur localisation de production peut donc être différente.

Nous supposons enfin (voir section 4.1.1.) que le capital K est détruit sur sa période d'utilisation, et qu'il s'apparente donc à un bien intermédiaire.

a) La fonction de production du bien capital

Comme les deux stades sont la production de composants sophistiqués et l'assemblage, ils ne peuvent pas se substituer l'un à l'autre. En conséquence, la production du bien capital est réalisée suivant une technologie à facteurs complémentaires (technologie Léontief) :

$$K = A \times \min\{\lambda_L L_K, \lambda_H H_K\}$$

où A est la productivité globale des facteurs.

L'efficacité dans la production implique : $K = A\lambda_L L_K = A\lambda_H H_K$. D'où les demandes de facteurs pour la production de capital :

$$L_K = K / A\lambda_L \tag{4.8}$$

$$H_K = K / A\lambda_H \tag{4.9}$$

b) L'effort optimal de R&D

Le monopole qui produit le capital mène également une activité de R&D qui a pour objectif de produire des connaissances technologiques qui augmentent la productivité totale des facteurs A . A toute connaissance technologique nouvelle correspond un nouveau "modèle" de capital qui est plus "productif".

La création des connaissances technologiques nouvelles, soit la variation de A , suit une fonction de R&D qui dépend (i) de la quantité de travail qualifié allouée à la recherche (H_A), et (ii) du niveau déjà atteint des connaissances :

$$\dot{A} = \delta(H_A)^\sigma A, \quad 0 < \sigma < 1$$

où H_A désigne la quantité de capital humain employé dans le secteur de R&D, et δ est un indice d'efficacité de la R&D (paramètre de productivité des chercheurs).

$0 < \sigma < 1$ signifie que, à un moment donné, la productivité marginale du nombre de chercheurs employés est décroissante⁴. Cette hypothèse reproduit la difficulté d'assimilation immédiate d'une connaissance nouvellement créée. Cette assimilation demande un complément de temps et d'effort, et l'adjonction de chercheurs supplémentaires est d'autant moins efficace qu'ils doivent assimiler un nombre important de connaissances jusqu'alors inconnues.

Le taux de variation des connaissances technologiques s'écrit alors :

$$\gamma_A = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{dA/dt}{A} = \delta(H_A)^\sigma,$$

Pour un niveau A_0 donné de PTF au temps 0, on en déduit :

$$A(t) = A_0 \exp \left[\int_0^t \delta(H_A(i))^\sigma di \right] \quad (4.10)$$

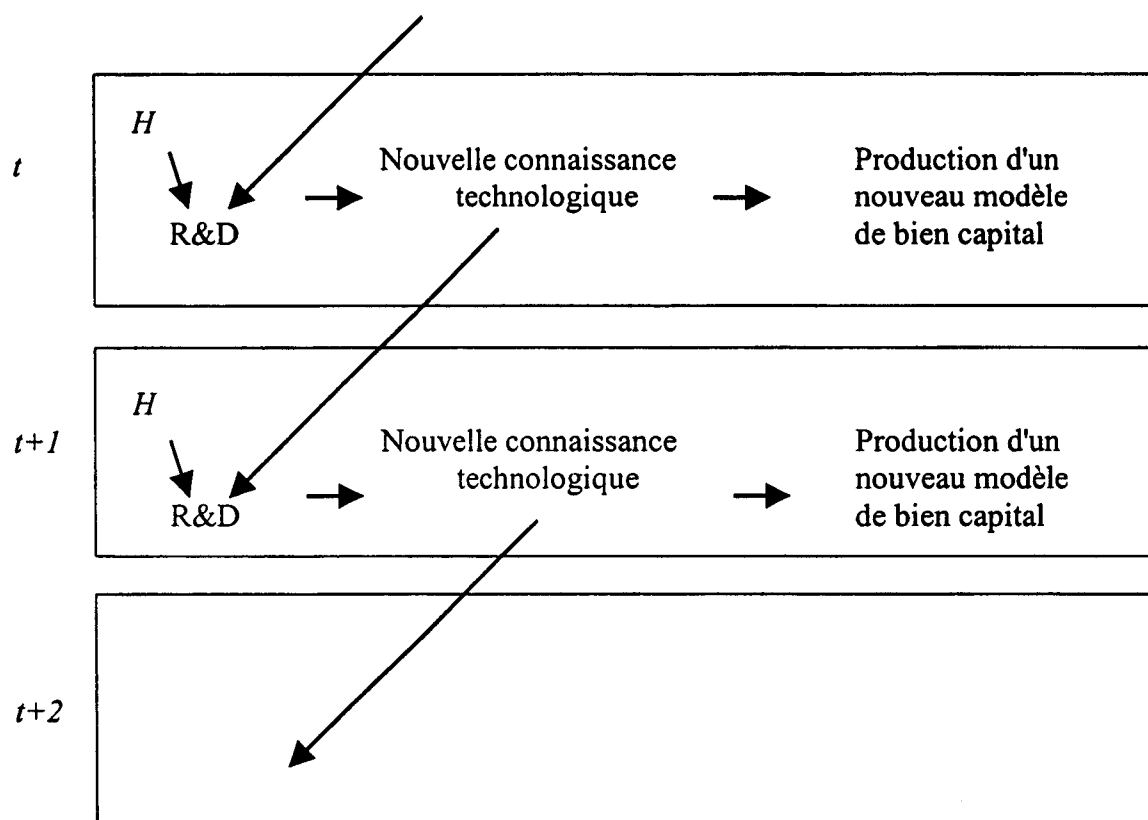
Toute connaissance nouvelle est supposée passer dans le domaine public une fois qu'elle a été révélée par son utilisation dans la production. Cela signifie qu'une fois connue, une connaissance produite peut toujours être le point de départ de nouvelles recherches

⁴ La productivité marginale des chercheurs s'écrit : $\frac{\partial \dot{A}}{\partial H_A} = \delta \sigma H_A^{\sigma-1} A$. Cette productivité marginale est

bien décroissante. On a : $\frac{\partial^2 \dot{A}}{\partial H_A^2} = (\sigma - 1) \delta \sigma H_A^{\sigma-2} A < 0$.

créant de nouvelles connaissances. A un niveau supérieur des connaissances technologiques correspond alors un nouveau "modèle" de capital qui se substitue entièrement à l'ancien. Ainsi, à chaque période, seule la technologie la plus avancée, qui est également la plus efficace, est utilisée. L'innovation est bien un processus de "destruction-créatrice". Le schéma 2 décrit ce processus en temps discret.

Schéma 2. Le processus de destruction-créatrice dans la production de capital



On peut remarquer que c'est la forme du progrès technique qui explique l'hypothèse de monopole dans le secteur K. En effet, comme chaque nouveau modèle de capital se substitue totalement au précédent, l'existence de plusieurs firmes réalisant concurremment de la R&D se traduirait par un gaspillage de ressources⁵. Ce sont bien les caractéristiques

⁵ On ne se place donc pas dans une situation de course technologique avec incertitude sur les résultats de la R&D.

de la R&D (destruction créatrice) et la non-rivalité de la connaissance technologique qui justifient le monopole dans le secteur K.

Enfin, comme nous supposons que les connaissances créées par la R&D sont exploitées à la période de leur découverte (c'est-à-dire sur la période où la R&D est menée), puis deviennent obsolètes dès qu'une connaissance plus efficace a été trouvée (donc à la période suivante), il n'y a pas d'effet intertemporel de la R&D pour la firme. La firme exerce une activité de R&D sur une période, ce qui lui permet d'augmenter sa productivité à cette même période. Comme les connaissances sont ensuite utilisées pour créer de nouvelles connaissances, elle ne peut plus tirer bénéfice des innovations qu'elle a créées sur les périodes suivantes. Cette propriété a une conséquence importante sur la dynamique du modèle : il n'y a pas d'effet futur de la R&D pour la firme. Le calcul du bénéfice tiré de l'innovation se place entièrement sur la période où s'effectue la R&D, et le modèle est donc sans épargne. On détermine donc un équilibre statique à chaque moment, la dynamique du modèle étant générée par l'augmentation de la productivité totale des facteurs dans le secteur K de période en période.

A chaque instant t , la firme qui produit le bien capital optimise son effort de R&D, soit l'emploi de chercheurs H_A , en maximisant le profit supplémentaire tiré de cette activité sous contrainte de l'équation (4.10) :

$$\max_{H_A(t)} \pi_K(t) = p_K K - w_L \left(\frac{K}{A(t)\lambda_L} \right) - w_H \left(\frac{K}{A(t)\lambda_H} \right) - w_H H_A(t),$$

$$\text{sous contrainte : } A(t) = A_0 \exp \left[\int_0^t \delta(H_A(i))^\sigma di \right]$$

Ce programme détermine la demande de chercheurs à l'optimum (le temps t est omis par simplification)⁶ :

$$H_A = \left(\frac{\delta \sigma (w_H / \lambda_H + w_L / \lambda_L)}{A w_H} K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (4.11)$$

⁶ La démonstration est portée en annexe (Annexe 1).

Le modèle de R&D qui vient d'être présenté diffère donc sensiblement de l'approche habituelle par création de nouveaux biens intermédiaires avec fonction de production à la Ethier (Romer, 1990), où l'invention d'un nouveau prototype s'ajoute aux prototypes déjà existant, et peut donc être protégée par un brevet. La firme qui détient ce modèle a le monopole sur la production de celui-ci à l'horizon infini. Néanmoins, comme nous l'avons souligné à la section 4.1.1., ce type de modèle est peu adapté à la représentation du progrès technique des biens capitaux informatiques, où le processus de destruction-créatrice est très rapide.

c) La production de capital à l'optimum

En raison des hypothèses sur l'absence de barrières à l'entrée et de coûts irrécupérables, le profit est nul à l'équilibre :

$$\pi_K = p_K K - w_L L_K - w_H H_K - w_H H_A = 0$$

Soit en raison de (4.8) et (4.9) :

$$\pi_K = (p_K - w_H / A\lambda_H - w_L / A\lambda_L)K - w_H H_A = 0 \quad (4.12)$$

L'équation (4.12) détermine la quantité de K correspondant à l'équilibre du monopole.

En portant (4.11) dans (4.12), on détermine l'offre de capital de la firme K qui annule son profit⁷ :

$$K^+ = \left[\frac{p_K / w_H - 1 / A\lambda_H - w_L / w_H A\lambda_L}{(\delta\sigma(1 / A\lambda_H + w_L / w_H A\lambda_L))^{1-\sigma}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \quad (4.13)$$

⁷ La démonstration est portée en annexe (Annexe 1).

Et :

$$p_K = w_H \left(\delta \sigma \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{w_L / w_H}{A\lambda_L} \right) \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} K^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} + \frac{w_H}{A\lambda_H} + \frac{w_L}{A\lambda_L} \quad (4.14)$$

On peut noter que l'offre de capital est bien une fonction croissante du prix p_K ($\partial K^+ / \partial p_K > 0$).

Après avoir exposé l'architecture sectorielle du modèle, nous présentons les équilibres sur les différents marchés en situation d'autarcie du Nord (marché des biens finaux, marchés du travail qualifié et non qualifié, marché du capital), ainsi que les équations déterminant la quantité de travail qualifié alloué à la R&D, et le taux de croissance de la productivité totale des facteurs A . Enfin, la méthode de résolution du modèle est précisée.

4.3. Equilibre en autarcie du Nord

On se place en autarcie du Nord. Les dotations de facteurs premiers sont données et invariantes, $\bar{L}_N$ pour le travail qualifié, et $\bar{H}$ pour le travail non qualifié. On note $w \equiv w_H / w_L$ la prime de qualification au Nord, et $\rho \equiv p_K / w_L$ le prix relatif du capital par rapport au salaire des non qualifiés. On choisit comme numéraire le salaire des non qualifiés : $w_L \equiv 1$; ce qui entraîne : $w \equiv w_H$ et $\rho \equiv p_K$.

4.3.1. Les marchés de biens finaux

A l'équilibre, l'offre de chaque bien final égale la demande. On a en conséquence :

$$\text{Bien } l : \quad Y_l^+ = Y_l^- = \zeta \frac{L + wH}{p_l} \quad (\text{El})$$

$$\text{Bien } h : \quad Y_h^+ = Y_h^- = (1 - \zeta) \frac{L + wH}{p_h} \quad (\text{Eh})$$

où l'exposant "+" indique qu'il s'agit d'une offre.

4.3.2. Le marché du travail d'exécution (L)

L'offre de travail non qualifié est exogène : $L^+ = \bar{L}_N$. La demande s'écrit $L^- = L_l + L_h + L_K$. La relation d'équilibre est en conséquence :

$$\bar{L}_N = \left((1 - \alpha)\zeta + \frac{\beta(1 - \zeta)}{1 + \left(\frac{1 - \alpha}{\alpha}\right)^{\frac{1}{1 - \theta}} \left(\frac{1}{\rho}\right)^{\frac{\theta}{1 - \theta}}} \right) (\bar{L}_N + w\bar{H}) + \frac{K}{A\lambda_L} \quad (\text{EL})$$

4.3.3. Le marché du travail qualifié (H)

La demande de travail qualifié H^- s'écrit : $H^- = H_h + H_K + H_A$. L'offre de travail qualifié est exogène : $H^+ = \bar{H}$. Soit à l'équilibre :

$$\bar{H} = (1 - \beta)(1 - \zeta)(\bar{L} / w + \bar{H}) + \frac{K}{A\lambda_H} + \left(\delta\sigma \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{1}{Aw\lambda_L} \right) K \right)^{\frac{1}{1 - \sigma}} \quad (\text{EH})$$

4.3.4. Equilibre sur le marché du capital (K)

La demande de capital s'écrit :

$$K^- = K_h + K_l = \beta \frac{p_h Y_h}{\rho} \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{\rho}{w_l} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1} + \frac{\alpha}{\rho} p_l Y_l$$

Soit en insérant (El) et (Eh) dans l'égalité précédente :

$$K^- = \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{\rho \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)} + \frac{\alpha\zeta}{\rho} \right] (\bar{L}_N + w\bar{H}_N) \quad (K^-)$$

On peut noter que la demande de capital est une fonction décroissante du prix relatif du capital ρ ($\partial K^- / \partial \rho < 0$).

L'offre de capital est définie par l'équation (4.13) :

$$K^+ = \left[\frac{\rho/w - 1/A\lambda_H - 1/wA\lambda_L}{(\delta\sigma(1/A\lambda_H + 1/wA\lambda_L))^{\frac{1}{1-\sigma}}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \quad (K^+)$$

4.3.5. Travail qualifié alloué à la R&D et croissance de la productivité A

La quantité de travail qualifié utilisé dans l'activité de R&D s'écrit (équation 4.11) :

$$H_A = \left(\delta\sigma \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{1}{Aw\lambda_L} \right) K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (HAA)$$

Le taux de croissance de la PTF dans le secteur du capital est :

$$\gamma_A = \frac{\dot{A}}{A} = \delta(H_A)^\sigma \quad (\text{VAA})$$

4.3.6. Equilibres statiques et dynamique du modèle

Le modèle développé définit une suite d'équilibres statiques. A chaque instant t , pour une offre donnée des facteurs "premiers" H et L , et pour un niveau de PTF A dans le secteur du capital posé égal à 1 en $t=1$, les équations (EH), (EL) et $(K^+)=(K^-)$ déterminent un unique équilibre de plein-emploi caractérisé par :

- la valeur de la prime de qualification w ,
- la valeur du coût relatif du capital p , et
- la quantité produite de capital K ;

Lorsque deux de ces relations sont vérifiées, la troisième l'est également. Ainsi, le choix de deux des trois premières relations définit totalement les rémunérations relatives w et p .

Une fois ces rémunérations définies, les équations (HAA) et (VAA) déterminent la quantité de travail qualifié alloué à la R&D et le taux de variation des connaissances A . Cette dernière valeur détermine la dynamique du modèle, chaque instant étant caractérisé par une augmentation des connaissances, donc de la productivité globale des facteurs dans la production du capital.

Cet équilibre déterminé, on peut calculer toutes les autres variables endogènes du modèle : demandes de biens finaux, prix de chaque bien, demandes de chaque facteur, revenu réel du Nord, pouvoir d'achat de chaque type de travailleur, etc...

Il faut enfin souligner que, toutes les relations déterminant l'équilibre du modèle en autarcie (section 4.3.) sont fortement non linéaires. Il est donc impossible de définir une solution analytique simple. En conséquence, les principales caractéristiques de l'équilibre et la dynamique du modèle seront analysées à partir d'exercices de simulations numériques opérés au chapitre 5. Notons néanmoins que ces relations permettront d'interpréter analytiquement les mécanismes et séquences qui expliquent les résultats des exercices de simulations.

4.4. Le modèle en ouverture Nord-Sud

Dans un premier temps, nous présentons les règles d'ouverture Nord-Sud, puis nous étendons le modèle développé précédemment à deux zones géographiques. Dans une troisième section, nous exposons l'équilibre des échanges Nord-Sud. Enfin, la dernière section est consacrée à l'équilibre mondial et à la dynamique du système.

4.4.1. Différenciation Nord-Sud et conditions de localisation des activités

L'économie mondiale est formée de deux zones, le Nord (N) et le Sud (S).

Le Sud est uniquement doté en travail non qualifié ($\bar{L}_S$), alors que le Nord possède les deux types de travail en quantités $\bar{L}_N$ et $\bar{H}$. On suppose également que la dotation en travail non qualifié du Sud est suffisante pour que tous les biens et les stades de production qui n'utilisent pas de travail qualifié, c'est à dire les biens l et le stade aval de la production de K , puissent être produit dans cette zone. Cela signifie que $\bar{L}_S$ est supérieur à la valeur qui permettrait d'égaliser les salaires des non qualifiés des deux zones pour une totale délocalisation au Sud du secteur l et du stade aval du secteur K : le coût du travail non

qualifié au Sud demeure donc inférieur à celui du Nord. Si on note w_L^N le coût du travail non qualifié au Nord et w_L^S celui au Sud, on aura en conséquence : $w_L^S < w_L^N$.

L'ouverture se traduit par une mobilité parfaite, et donc sans coûts, des biens, du capital et des technologies. En revanche, les travaux qualifié et non qualifié sont supposés immobiles internationalement. Etant données les hypothèses retenues sur les fonctions de production et les dotations factorielles, l'ouverture se traduit par les localisations suivantes:

- (i) Toute la production du secteur I s'opère au Sud.
- (ii) Le stade de production du secteur K utilisant uniquement du travail d'exécution (stade d'assemblage) est entièrement localisé au Sud.
- (iii) Le Nord accueille l'ensemble de la production de h , et des stades amont (R&D et fabrication de composants sophistiqués) de la production de K .

Le premier résultat est directement lié à l'avantage absolu dont bénéficie le Sud dans la production de L . Les résultats (ii) et (iii) sont la conséquence du comportement d'"outsourcing" du monopole dans le secteur K . Le stade aval (assemblage) de la production de K est logiquement délocalisé au Sud en raison du coût plus faible du travail non qualifié dans cette zone. En conséquence, la production et la vente de K et de ses composants s'ordonnent comme suit :

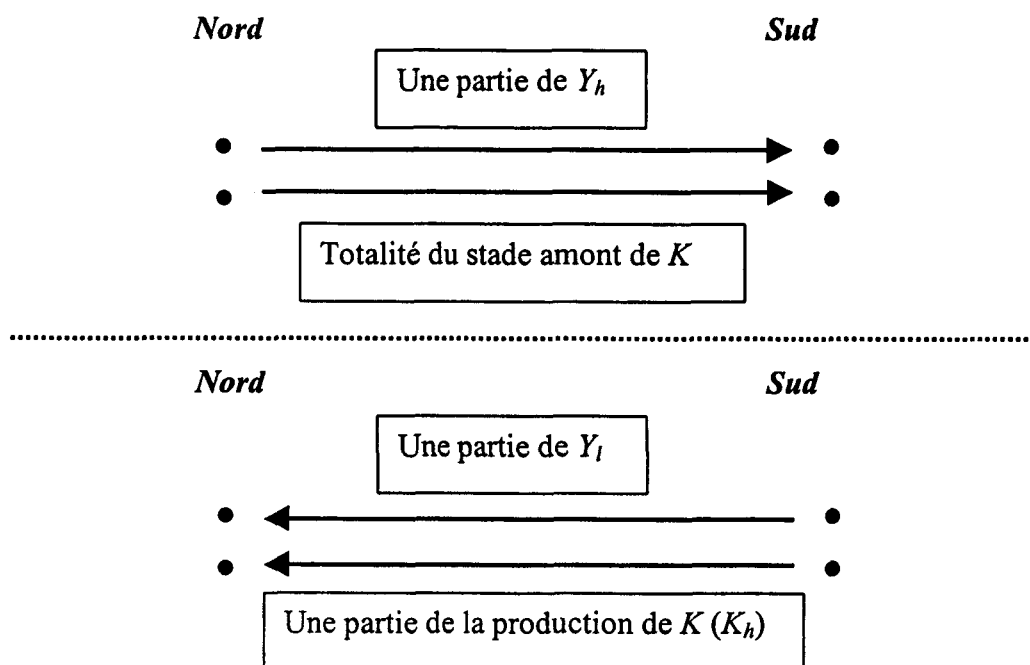
- (i) Les stades de R&D et de fabrication de composants sophistiqués (utilisant uniquement du travail qualifié) sont entièrement localisés au Nord.
- (ii) Ces composants sont alors totalement exportés vers le Sud pour être assemblés.
- (iii) La production de K ainsi réalisée est alors, soit vendue au Sud pour la production de I , soit exportée au Nord pour la production de h .

Enfin, les échanges de biens finaux s'ordonnent de la façon suivante :

- (i) Les biens l demandés et consommés au Nord sont importés du Sud.
- (ii) Les biens h demandés et consommés au Sud sont importés du Nord.

Le schéma 2 résume la structure des échanges à l'ouverture Nord-Sud.

Schéma 2 : Structure des échanges Nord-Sud



On doit enfin souligner que le modèle sectoriel présenté en 4.2. n'est pas applicable à la modélisation du Sud en autarcie. En effet, les technologies retenues ne permettent de produire aucun des deux biens finaux sans utilisation, directe ou indirecte, de travail qualifié : la production de l utilise obligatoirement du facteur K , qui utilise lui même du facteur H ; la production de h utilise à la fois des facteurs H et K . En fait, l'histoire racontée ici est la suivante. Avant l'ouverture, le Sud produisait du bien l (par exemple du textile-confection) et du bien h (par exemple un moyen de transport) avec le seul facteur L ,

soient des technologies différentes de celles du Nord. Le bien h est alors d'une autre "qualité" que celui produit au Nord : par exemple, des charrettes, contre des automobiles au Nord. L'ouverture se traduit (i) par une adoption au Sud de la technologie du Nord dans le secteur l en raison de sa plus grande efficacité, et (ii) par la substitution du bien h produit au Nord à celui du Sud (les automobiles remplacent les charrettes) en raison d'un rapport qualité/coût supérieur (différenciation verticale). Comme notre analyse est centrée sur l'impact de l'ouverture sur le Nord, la situation du Sud en autarcie n'est pas modélisée.

4.4.2. Le modèle en ouverture Nord-Sud

Soient w_L^N , w_H^N et w_L^S , les salaires respectifs des non qualifiés et des qualifiés du Nord et des non qualifié du Sud en monnaie commune (on choisit la monnaie du Nord). w et ω sont la prime de qualification au Nord et le salaire des travailleurs (non qualifiés) du Sud relativement à celui du Nord. Ils s'écrivent en conséquence : $w \equiv w_H^N / w_L^N$; $\omega \equiv w_L^S / w_L^N$. Le salaire du travail d'exécution au Nord est choisi unitaire ($w_L^N \equiv 1$). On a en conséquence : $w \equiv w_H^N$ et $\omega \equiv w_L^S$. On peut souligner que ω est également une mesure du taux de change réel entre le Nord et le Sud en termes de salaires des non qualifiés. Comme précédemment, on note $\rho \equiv p_K / w_L^N \equiv p_K$, le prix relatif du capital exprimé en monnaie du Nord.

Nous présentons successivement les demandes de biens de consommation finale, la production de biens finaux, et le secteur du capital.

a) *Comportement des ménages et demande de biens finaux*

Les ménages du Nord et du Sud maximisent la même fonction d'utilité présentée en 4.2.1.

Comme l'ensemble du revenu va à la rémunération du travail, les revenus agrégés au Nord, au Sud, et au niveau mondial (respectivement R_N , R_S et R_W) s'écrivent :

$$R_N = L_N + wH ;$$

$$R_S = \omega L_S ;$$

$$R_W = L_N + \omega L_S + wH .$$

où L_N , L_S , et H sont les quantités totales employées des facteurs.

Les demandes mondiales de biens l et h s'écrivent donc :

$$Y_l^- = \zeta \frac{L_N + \omega L_S + wH}{p_l} \quad (4.15)$$

$$Y_h^- = (1 - \zeta) \frac{L_N + \omega L_S + wH}{p_h} \quad (4.16)$$

b) Demandes de facteurs dans la production de biens finaux

Les demandes de facteurs du secteur l

Les demandes de facteurs du secteur l entièrement localisé au Sud s'écrivent (équations 4.3 et 4.4) :

$$K_l = \alpha p_l Y_l / \rho \quad (4.17)$$

$$L_l^S = (1 - \alpha) p_l Y_l / \omega \quad (4.18)$$

Les demandes de facteurs du secteur h

La production du bien h est entièrement située au Nord. Les demandes de facteurs restent inchangées par rapport au modèle en autarcie du Nord :

$$H_h = (1 - \beta) \frac{p_h Y_h}{w} \quad (4.19)$$

$$L_h = \beta p_h Y_h \left(1 + \left(\frac{1-a}{a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{1}{\rho} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1} \quad (4.20)$$

$$K_h = \beta \frac{p_h Y_h}{\rho} \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1} \quad (4.21)$$

c) Demandes de facteurs du secteur K et offre de capital

Dans le secteur K , les activités utilisant du travail qualifié (production amont de K et activité de R&D) sont localisées au Nord, et l'assemblage est délocalisé au Sud. En conséquence, le salaire payé pour les premières est w , le salaire payé pour les secondes est ω . Les demandes de facteurs s'écrivent :

$$L_K^S = \frac{K}{A\lambda_L} \quad (4.22)$$

$$H_K = \frac{K}{A\lambda_H} \quad (4.23)$$

Comme précédemment, la firme qui produit le capital maximise son profit supplémentaire tiré de l'activité de R&D sous contrainte de l'équation (4.10).

Le programme de maximisation s'écrit en conséquence :

$$\max_{H_A(t)} \pi_K(t) = \rho K - \omega \left(\frac{K}{A(t)\lambda_L} \right) - w \left(\frac{K}{A(t)\lambda_H} \right) - wH_A(t),$$

sous la contrainte : $A(t) = A_0 \exp \left[\int_0^t \delta(H_A(i))^\sigma di \right]$

L'effort optimal de R&D issu de ce programme est :

$$H_A = \left(\delta \sigma \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{\omega}{Aw\lambda_L} \right) K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (4.24)$$

La condition de profit nul $\pi_K = (\rho - w/A\lambda_H - \omega/A\lambda_L)K - wH_A = 0$ entraîne :

$$\rho - w/A\lambda_H - \omega/A\lambda_L - wH_A/K = 0 \quad (4.25)$$

En introduisant (4.24) dans (4.25), on détermine l'offre de capital (en fonction de ρ) et le prix du capital (en fonction de K) qui annulent le profit :

$$K^+ = \left[\frac{\rho/w - 1/A\lambda_H - \omega/wA\lambda_L}{(\delta\sigma)^{\frac{1}{1-\sigma}} (1/A\lambda_H + \omega/wA\lambda_L)^{\frac{1}{1-\sigma}}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \quad (OK^+)$$

$$\rho = w(\delta\sigma)^{\frac{1}{1-\sigma}} \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{\omega/w}{A\lambda_L} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} K^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} + \frac{w}{A\lambda_H} + \frac{\omega}{A\lambda_L} \quad (4.26)$$

La demande de capital est égale à l'utilisation de ce facteur dans les secteurs l et h , soit à partir de (4.15), (4.16), (4.17) et (4.21) :

$$K^- = \left(\frac{\alpha\zeta}{\rho} + \frac{\beta(1-\zeta)}{\rho + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{1}{1-\theta}}} \right) (L_N + \omega L_S + wH) \quad (OK^-)$$

L'égalisation $K^+ = K^-$ détermine la valeur de ρ qui annule le profit, soit l'équilibre du monopole en situation de marché contestable.

4.4.3. Equilibre des échanges Nord-Sud

Le Nord exporte du bien h dans la proportion $(1-\zeta)$ du revenu total du Sud, et la totalité du produit des deux premiers stades (R&D et stade de production amont) de la production de K . Cette valeur exportée est donc égale à la somme du coût de la R&D wH_A et du coût du stade amont de production wH_K .

Le Nord importe du bien l dans la proportion ζ de son revenu total, et la quantité de K nécessaire pour la production dans le secteur h (soit ρK_h en valeur). Si l'on note X^N et M^N respectivement les valeurs d'exportations et d'importations du Nord, on peut donc écrire :

$$M^N = \zeta(L_N + w\bar{H}) + \beta p_h Y_h \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1}$$

$$X^N = (1-\zeta)\omega L_S + \underbrace{wK / A\lambda_H + wH_A}_{\text{stade amont de K}}$$

Comme $\rho K = wK / A\lambda_{II} + \omega K / A\lambda_L + wH_A$ (équation 4.25, correspondant au profit nul dans la production de capital), les exportations du Nord s'écrivent également :

$$X^N = (1 - \zeta)\omega L_S + \rho K - \omega K / A\lambda_L \quad (4.27)$$

En introduisant (4.2) dans M^N , on détermine la relation :

$$M^N = \zeta(L_N + w\bar{H}) + \beta \frac{(1 - \zeta)(\omega L_S + L_N + w\bar{H})}{1 + \left(\frac{a}{1-a}\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}}} \quad (4.28)$$

L'équilibre des échanges Nord-Sud s'écrit en conséquence :

$$\omega L_S + \left(\rho - \frac{\omega}{A\lambda_L}\right)K = \left(\zeta + \frac{\beta(1 - \zeta)}{1 + \left(\frac{a}{1-a}\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}}} \right) (\omega L_S + L_N + w\bar{H}) \quad (4.29)$$

4.4.4. Equilibre mondial et dynamique du système

Nous commençons par présenter les équilibres sur les marchés du travail, le marché du capital, puis l'équilibre des échanges Nord-Sud, et enfin la quantité de travail qualifié alloué à la R&D et le taux de croissance du stock des connaissances. Nous présentons ensuite la dynamique du système.

a) Equilibre sur le marché du travail (non qualifié) au Sud

L'offre (L_S^+) de travail non qualifié au Sud est supposée exogène :

$$L_S^+ = \bar{L}_S$$

La demande (L_S^-) de travail (non qualifié) au Sud s'écrit :

$$L_S^- = L_I + L_K$$

$$\text{avec : } L_I = (1 - \alpha)p_I Y_I / \omega \quad ; \quad L_K = \frac{K}{A\lambda_L} \quad ; \quad p_I Y_I = \zeta(L_N + \omega L_S + wH)$$

Soit :

$$L_S^- = (1 - \alpha)\zeta \frac{(L_N + \omega L_S + wH)}{\omega} + \frac{K}{A\lambda_L}.$$

En plaçant K^- dans cette expression et en supposant que le travail au Sud est totalement employé, on détermine la relation d'équilibre sur le marché du travail non qualifié au Sud :

$$\bar{L}_S = \left(\frac{(1 - \alpha)\zeta}{\omega} + \frac{\alpha\zeta}{A\lambda_L \rho} + \frac{\beta(1 - \zeta) / A\lambda_L}{\rho + \left(\frac{a}{1 - a} \right)^{\frac{1}{1 - \theta}} \rho^{\frac{1}{1 - \theta}}} \right) (L_N + \omega \bar{L}_S + wH) \quad (\text{ELS})$$

b) Les marchés du travail au Nord

L'offre de travail non qualifié du Nord est donnée exogène : $L_N^+ = \bar{L}_N$.

La production du bien l et du stade aval de K étant délocalisés au Sud, la demande de travail non qualifié au Nord est déterminée par le seul secteur h . On a donc : $L_N^- = L_h$, soit :

$$L_N^- = \frac{\beta(1-\zeta)(\omega L_s + wH)}{1 - \beta(1-\zeta) + \left(\frac{1-a}{a}\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{1}{\rho}\right)^{\frac{\theta}{1-\theta}}}$$

Dans les exercices de simulations numériques menés au chapitre 5, les valeurs de w et ω correspondront toujours à des situations, soit d'équilibre offre-demande, soit de contrainte par la demande. On a en conséquence :

$$L_N = \frac{\beta(1-\zeta)(\omega L_s + wH)}{1 - \beta(1-\zeta) + \left(\frac{1-a}{a}\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{1}{\rho}\right)^{\frac{\theta}{1-\theta}}} \leq \bar{L}_N \quad (\text{ELN})$$

L'offre de travail qualifié (au Nord) est exogène : $H^+ = \bar{H}$. La demande de travail qualifié est déterminée par les demandes nécessaires à la production de h , à la production de K , et à l'activité de R&D : $H^- = H_h + H_K + H_A$. En supposant une totale utilisation du travail qualifié, l'équilibre offre-demande s'écrit :

$$\bar{H} = (1-\beta) \frac{(1-\zeta)(L_N + \omega L_s + w\bar{H})}{w} + \frac{K}{A\lambda_H} + \left(\delta\sigma \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{\omega}{Aw\lambda_L} \right) K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (\text{EHN})$$

c) *Equilibre sur le marché du capital*

L'équilibre sur le marché du capital, issu des équations (OK⁺) et (OK⁻), s'écrit :

$$\left[\frac{\rho/w - 1/A\lambda_H - \omega/wA\lambda_L}{(\delta\sigma)^{\frac{1}{1-\sigma}} (1/A\lambda_H + \omega/wA\lambda_L)^{\frac{1}{1-\sigma}}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} = \left(\frac{\alpha\zeta}{\rho} + \frac{\beta(1-\zeta)}{\rho + \left(\frac{a}{1-a}\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{1}{1-\theta}}} \right) (L_N + \omega L_s + wH) \quad (\text{EK})$$

d) Equilibre des échanges Nord-Sud

Il est déterminé par l'équation (4.31) :

$$\omega L_S + \left(\rho - \frac{\omega}{A\lambda_L} \right) K = \left(\zeta + \frac{\beta(1-\zeta)}{1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}}} \right) (\omega L_S + L_N + w\bar{H}) \quad (\text{ENS})$$

e) Travail qualifié dans la R&D et croissance du stock de connaissances

La quantité de travail qualifié alloué à la R&D est donnée par l'équation (4.24.) :

$$H_A = \left(\delta \sigma \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{\omega}{Aw\lambda_L} \right) K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (\text{HAO})$$

Le taux de croissance des connaissances technologiques dans le secteur K est :

$$\gamma_A = \delta (H_A)^\sigma \quad (\text{VAO})$$

f) Dynamique du modèle

Comme pour l'autarcie, le modèle en ouverture Nord-Sud définit une suite d'équilibres statiques. A chaque période, les équations (ELS), (ELN) et (EK) déterminent un unique équilibre de plein-emploi pour une offre donnée des facteurs "premiers" H et L , et pour un niveau de PTF A posé égal à 1 en $t=1$. La résolution du modèle en ouverture aboutit à l'unique triplet de solutions réelles positives constitué des valeurs de la prime de qualification (w), du coût relatif du capital (ρ), et du coût relatif des travailleurs du Sud (ω).

Les équations d'équilibre du modèle Nord-Sud sont plus nombreuses que les inconnues, mais lorsque les équilibres sont réalisés sur les marchés du travail non qualifié au Nord et au Sud et sur le marché du capital (équations (ELS), (ELN) et (EK)), l'équilibre des échanges Nord-Sud et l'équilibre sur le marché du travail qualifié sont assurés⁸.

Une fois les valeurs de w , ω , et ρ déterminées par (ELS), (ELN) et (EK), les équations (HAO) et (VAO) définissent la quantité de travail qualifié allouée à la R&D et la croissance de A qui détermine la dynamique du système. On peut alors calculer toutes les autres variables endogènes du modèle : demandes de biens finaux, prix de chaque bien, demandes de chaque facteur, niveau général des prix, revenu réel du Nord et du Sud, pouvoir d'achat de chaque type de travailleur, intensités factorielles, etc...

Il faut enfin souligner que, comme pour le modèle autarcique, toutes les relations déterminant l'équilibre du modèle en ouverture (sous-section 4.4.4.) sont fortement non linéaires. Une solution analytique simple ne peut donc être définie. En conséquence, les principales propriétés statiques et dynamiques du modèle seront analysées à partir de simulations numériques menées au chapitre 5. Notons néanmoins que les mécanismes qui expliquent les résultats des simulations pourront être interprétés analytiquement à partir de ces relations.

⁸ En portant (ELS) et (ELN) dans la relation (ENS), on vérifie que l'équilibre des échanges est toujours réalisé. De même, en portant (ELS) et (ELN), dans la relation (EHN), on obtient la même équation qu'en portant (ELS) et (ELN) dans la relation (EK).

Conclusion du chapitre 4

Les principales caractéristiques du modèle développé dans ce chapitre visent à rendre possibles certains mécanismes et/ou spécificités du progrès technique et de l'ouverture Nord-Sud qui ont été soulignés dans les faits stylisés présentés au chapitre 1.

Les hypothèses sur la technologie visent à focaliser l'attention sur un progrès technique concentré sur le seul capital informatique, sur ses caractéristiques soulignées au chapitre 1, et sur certaines spécificités connues de la substitution intersectorielle :

- (i) Le progrès technique prend la forme d'une augmentation très rapide de la productivité totale des facteurs dans le secteur du capital informatique.
- (ii) La durée de vie des biens capitaux est très courte.
- (iii) On suppose une complémentarité entre capital et travail qualifié dans le secteur des biens finaux de type h .

Du côté des échanges Nord-Sud, le modèle, même s'il repose sur une différenciation (néo) factorielle des avantages comparatifs, diffère sensiblement de l'approche H-O-S standard :

- (i) Le passage de l'autarcie à l'ouverture conduit à une totale spécialisation des deux zones géographiques dans chacun des secteurs de biens finaux en raison des hypothèses sur les dotations factorielles et les fonctions de production.
- (ii) Le capital est un facteur à la fois produit et échangeable.
- (iii) Le comportement d'«*outsourcing*» des firmes est pris en compte à travers la

possible déconnexion géographique des deux stades de production du

capital, qui se traduit à l'équilibre par une délocalisation au Sud du stade aval (assemblage).

Ces hypothèses génèrent plusieurs interactions entre ouverture Nord-Sud et progrès technique qui influencent les demandes de facteurs et les inégalités. Les mécanismes de ces interactions seront détaillés et analysés dans le prochain chapitre. Nous pouvons toutefois faire ressortir dès à présent certaines séquences potentiellement générées par le modèle, et qui avaient déjà été soulignées au chapitre 3 :

- (i) Si l'ouverture se traduit par une baisse du prix du capital, ce qui est très probable en raison de la délocalisation au Sud du stade d'assemblage, la complémentarité capital-qualification dans la production de h entraînera une hausse de la demande relative de qualification provenant de ce secteur.
- (ii) L'ouverture Nord-Sud augmente la taille du marché total des différents secteurs. Ceci devrait pousser la R&D, et donc le progrès technique.
- (iii) Si l'ouverture entraîne une hausse de la rémunération de la main d'œuvre qualifiée au Nord, ce qui est très probable dans un modèle factoriel Nord-Sud, cette hausse devrait avoir un impact négatif sur l'activité de R&D dont l'unique facteur de production est justement le travail qualifié.

Il faut enfin souligner que les équations d'équilibre du modèle (sous-sections 4.3.6. et 4.4.4.) sont fortement non linéaires, ce qui interdit la détermination de solutions analytiques simples. L'émergence et l'analyse de ses principaux résultats appellent en conséquence des exercices de simulations numériques, qui seront menés dans le chapitre 5. On peut toutefois souligner que, malgré sa complexité, le modèle permettra d'extraire des équations les mécanismes en œuvre, ce qui est essentiel pour l'analyse des résultats des simulations.

Chapitre 5

Simulations et principaux résultats du modèle

Introduction

Les simulations numériques menées dans ce chapitre répondent à deux objectifs principaux :

- 1) Evaluer l'impact du changement technologique et de l'ouverture Nord-Sud sur la dynamique des inégalités entre qualifiés et non qualifiés, les interactions entre les deux déterminants étant privilégiées.
- 2) Mesurer l'impact de certaines interventions publiques, ou de défauts d'ajustement, sur le progrès technique, les inégalités salariales et le chômage. Les interventions prendront la forme, soit de contrainte sur les ajustements salariaux, soit d'une modification de la structure par qualification de la population active. Le cas d'une sous-évaluation du taux de change du Sud est également étudié.

L'analyse s'opère par simulation de cinq scénarios qui correspondent aux situations suivantes :

- (i) l'autarcie du Nord,
- (ii) l'ouverture Nord-Sud avec ajustements parfaits sur les différents marchés du travail,
- (iii) l'ouverture Nord-Sud avec une politique de salaire minimum au Nord,
- (iv) l'ouverture Nord-Sud avec sous évaluation du taux de change du Sud,
- (v) l'ouverture Nord-Sud avec augmentation de la qualification de la population active du Nord.

La comparaison des différents scénarios révèle deux catégories de résultats.

Un premier groupe de résultats concerne la R&D et le progrès technologique :

- (i) Le modèle génère un biais technologique endogène.
- (ii) Comparée à l'autarcie, l'ouverture Nord-Sud ralentit le progrès technique lorsque les marchés du travail sont concurrentiels.
- (iii) En revanche, la mise en place d'un salaire minimum augmente fortement la R&D et le progrès technique qui sont alors nettement supérieurs à ceux observés en autarcie.

Un second groupe de résultats concerne les inégalités :

- (i) Comparée à l'autarcie, l'ouverture Nord-Sud se traduit par une augmentation très sensible de la prime de qualification, donc des inégalités salariales, au Nord.
- (ii) La mise en place d'un salaire minimum entraîne un fort sous-emploi des non qualifiés au Nord.

Une fois déterminées par les exercices de simulation, ces évolutions sont analysées et discutées. L'analyse témoigne du rôle central joué par la variation de la prime de qualification dans l'explication des résultats. Elle montre également que, contrairement à l'approche H-O-S, l'augmentation de la prime de qualification liée à l'ouverture ne se traduit pas obligatoirement par une baisse des intensités sectorielles en qualification.

Le chapitre comporte quatre sections. Les différents scénarios et les valeurs des paramètres sont d'abord définis (5.1.). On présente ensuite une comparaison des résultats de chaque scénario (5.2.). Dans une troisième section, ces résultats sont analysés et discutés (5.3.). Les conséquences d'une politique de qualification de la population active du Nord sont ensuite examinées (5.4.). On termine sur une discussion générale des conditions d'applicabilité et des principaux enseignements du modèle (5.5.).

On peut enfin souligner que les différentes simulations numériques ont été opérées en utilisant le logiciel "*Mathematica*".

5.1. Scénarios et simulations numériques

Dans cette section, nous simulons le modèle de façon à analyser les impacts de l'ouverture Nord-Sud sur le progrès technique, les inégalités salariales et la croissance. Nous commençons par présenter les différents scénarios retenus pour les exercices de simulation numérique, puis nous examinons les valeurs des paramètres et les caractéristiques des simulations. Pour finir, nous développons la méthode de résolution utilisée pour déterminer l'équilibre du modèle.

5.1.1. Présentation des scénarios

Deux groupes de cinq scénarios sont simulés (soit 8 scénarios au total). Le premier groupe correspond à une valeur moyenne de croissance de la productivité totale des facteurs (PTF) dans la production du capital de 15% en économie ouverte ; le second groupe à une croissance moyenne de 45%. Ces choix reproduisent respectivement la croissance moyenne de la PTF dans la fabrication d'ordinateurs et de semi-conducteurs dans la seconde moitié des années quatre-vingt-dix (Artus, 2001).

Les cinq scénarios correspondent aux situations suivantes :

Scénario A (pour Autarcie du Nord) : L'économie se résume au Nord produisant et consommant en autarcie, l'ajustement des rémunérations assurant le plein emploi des facteurs à chaque moment.

Scénario O (pour Ouverture Nord-Sud) : On se place en situation de libre échange Nord-Sud avec parfaite mobilité des connaissances et du capital. Les rémunérations de

facteurs au Nord et au Sud sont supposées s'ajuster parfaitement de façon à assurer le plein emploi pour tous les types de travail.

Scénario OW (pour Ouverture avec contrainte sur la prime de qualification w) : Comme pour le scénario O, on se place en ouverture Nord-Sud, mais on ajoute un salaire minimum au Nord qui prend la forme d'une contrainte sur la prime de qualification w . Cette contrainte stipule qu'à chaque période de temps, la prime en économie ouverte est égale à la valeur qu'elle aurait eu en autarcie, c'est à dire dans le scénario A. Cette hypothèse permet d'étudier l'évolution en ouverture Nord-Sud correspondant à une variation des inégalités salariales au Nord similaire à celle déterminée en autarcie. Comme l'ouverture Nord-Sud avec marchés du travail parfaitement compétitifs se traduit par un écartement des inégalités de salaires, ce scénario répond à la question suivante : que se passe-t-il lorsque l'on s'oppose à l'augmentation des inégalités qui résulte de l'ouverture ?

Scénario OΩ (pour Ouverture avec contrainte sur ω) : On se place en ouverture Nord-Sud, mais l'on pose maintenant une contrainte sur la variation du salaire relatif des non qualifiés du Sud $\omega \equiv ew_L^S / w_L^N$ (où e est le taux de change du Nord), la prime de qualification w étant parfaitement flexible. Ce scénario correspond en conséquence (i) à un non-ajustement du taux de change entre le Sud et le Nord, et (ii) à une rigidité nominale du salaire des non qualifiés du Nord. Dans ce cas, en raison de la flexibilité de la prime de qualification (liée à la flexibilité du salaire des qualifiés w_H), la sous-évaluation de la monnaie du Sud ne touche au Nord que les non qualifiés. C'est le taux de change réel du Nord en termes de rémunération des non qualifiés qui est surévalué.

Scénario OH (pour ouverture avec variation du travail qualifié H) : Ce scénario vise à révéler l'augmentation du poids du travail qualifié dans la population active du Nord nécessaire pour s'opposer au creusement des inégalités qu'imprime l'ouverture. Il se justifie par le fait qu'un salaire minimum qui s'oppose à l'augmentation des inégalités liée à l'ouverture entraîne un fort chômage de la main d'œuvre peu qualifiée. En conséquence, on se place en ouverture Nord-Sud et l'on contraint la prime de qualification à évoluer comme en autarcie, c'est-à-dire dans le scénario A. On calcule alors la modification dans la structure par qualification de la population active du Nord qui permet d'obtenir cette



évolution de la prime de qualification tout en maintenant le plein emploi. Ce scénario peut déterminer en particulier les objectifs d'une politique d'éducation qui vise à s'opposer à la montée des inégalités en économie ouverte.

Ce dernier cas sera étudié séparément. En effet, les quatre premiers scénarios sont homogènes en termes de dotations factorielles ; ils peuvent donc être directement comparés. En revanche, le scénario OH a un objectif différent : révéler l'ampleur des modifications factorielles (en termes de qualification) nécessaires pour s'opposer à l'effet inégalitaire de l'ouverture.

5.1.2. Valeurs des paramètres et simulations numériques

Le tableau suivant donne les valeurs des paramètres qui sont appliquées à tous les scénarios.

Tableau 5.1. : Valeurs des paramètres utilisées dans les simulations numériques

Paramètres	a	θ	α	β	ζ	σ	λ_L	λ_H
Valeurs	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.3

Les valeurs choisies pour les paramètres permettent à la fois :

- (i) de calibrer sans trop de difficultés les modèles dans tous les scénarios,
- (ii) de représenter des situations proches de la réalité observée notamment en termes de répartition du produit global entre les facteurs, et
- (iii) de tenir compte de certaines caractéristiques des secteurs qui sont modélisés, en particulier dans l'industrie informatique. La valeur du paramètre δ est notamment choisie de manière à obtenir une croissance

moyenne de la PTF dans le secteur du capital égale à 15% ou à 45% sur une période totale de vingt-cinq années.

L'hypothèse $\alpha = 1/2$ a été choisie de façon à simplifier les calculs dans le modèle.

Etant donnée la fonction de production choisie dans le secteur du bien final h , $\theta = 1/2$ signifie que l'élasticité de substitution entre L et K est égale à 2, soit deux fois supérieure à l'élasticité de substitution entre H et les autres facteurs.

L'hypothèse $\zeta = 1/2$ dans les équations 4.1 et 4.2 répartit la consommation nominale de façon égale entre le bien L - intensif et le bien H - intensif.

L'hypothèse $\sigma = 1/2$ dans la fonction de R&D (équation VAA) n'a d'autre justification que de simplifier les équations du modèle, et donc les exercices de simulations numériques. Rappelons que $0 < \sigma < 1$ signifie que, à un moment donné, la productivité marginale du nombre de chercheurs employés est décroissante. La valeur choisie pour ce coefficient peut être jugée faible, entraînant une baisse trop rapide de l'efficacité marginale des ressources (chercheurs) utilisées pour la R&D. En fait, il serait plus réaliste de supposer que σ diminue avec la quantité de connaissances nouvelles créées sur la période, ce qui signifierait que le coefficient $1/2$ ne serait atteint qu'à partir d'un certain niveau de ressources déjà allouées à la R&D. Toutefois, ce cadre aboutirait à une forte complexification de la représentation de la R&D et du progrès des connaissances. Surtout, un σ plus élevé ne remettrait aucunement en cause les résultats obtenus en termes de comparaison des différents scénarios ; il entraînerait simplement un effort plus important de R&D, et donc une croissance plus rapide de la productivité dans le secteur K . La faiblesse de σ peut alors être compensée en jouant sur le coefficient δ , paramètre de productivité des chercheurs.

Enfin, les valeurs 0.2 et 0.3 pour λ_L et λ_H signifient que la quantité de travail d'exécution utilisée pour la production de capital est supérieure de 50% à la quantité de travail qualifié, ce qui correspond à une intensité en travail qualifié plutôt forte.

Les valeurs choisies pour les dotations du Nord et du Sud en travaux qualifié et non qualifié sont portées dans le tableau 5.2.

Tableau 5.2. : Valeurs des offres de travaux qualifié et non qualifié au Nord et au Sud

Travaux	$\bar{L}_N$	$\bar{H}_N$	$\bar{L}_S$	$\bar{H}_S$
Quantité	10^7	2×10^6	10^8	0

Les niveaux sont assez faibles comparés à l'économie mondiale, mais ils ont peu d'importance car seules les dotations relatives sont significatives¹. De ce point de vue, on a choisi une dotation en travail qualifié dans le rapport d'1/5 de la population active au Nord. Nous avons également supposé des dotations constantes en travaux qualifié et non qualifié au Nord et au Sud. Cette hypothèse qui contredit les faits stylisés présentés au chapitre 1 a pour objectif de mesurer l'impact des changements dans les demandes de travail sans modification de l'offre. Elle est d'ailleurs abandonnée dans le scénario OH.

La distinction entre les situations de croissance à 15% et 45% de la PTF dans le secteur K s'opère par modification du coefficient δ . Deux valeurs ont donc été choisies de façon à obtenir les taux croissance moyens désirés de A sur vingt-cinq ans :

Tableau 5.3. : Valeurs des offres de travail qualifié et non qualifié au Nord et au Sud

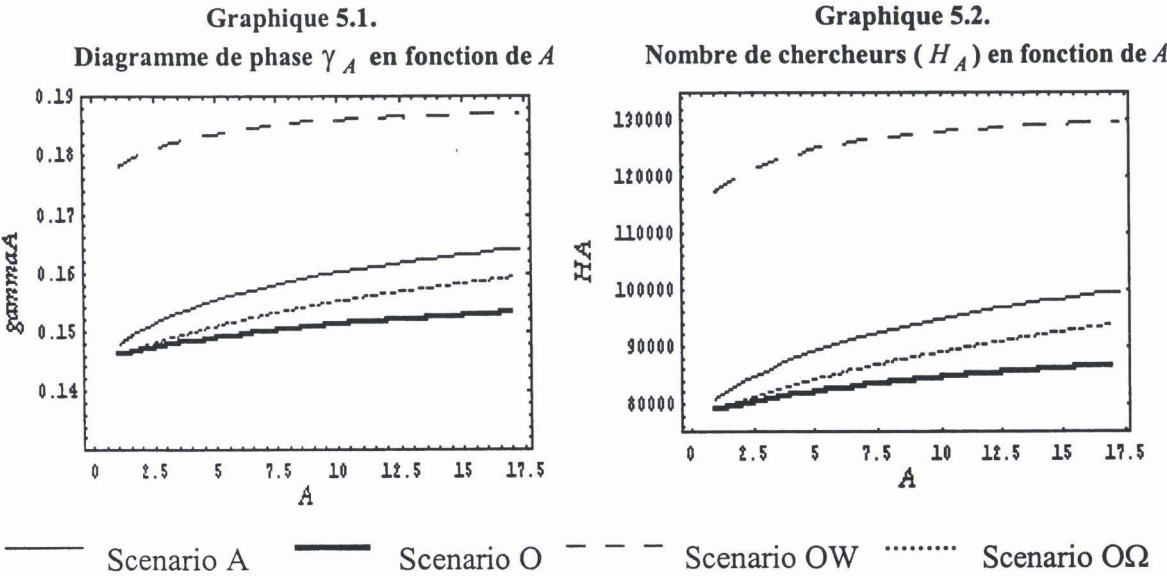
Scénario	Croissance moyenne de $A = 15\%$	Croissance moyenne de $A = 45\%$
δ	5.2×10^{-4}	9.4×10^{-4}

¹ Le niveau de $\bar{H}$ est certes déterminant pour l'équation de R&D, mais il peut être contrôlé à travers le coefficient δ .

5.1.3. Méthode de résolution du modèle

Le modèle définit un équilibre statique à chaque période. Il détermine, pour chaque valeur donnée du niveau de la PTF A dans le secteur K , l'ensemble des variables endogènes: les prix relatifs des facteurs et notamment la prime de qualification, la quantité de chaque facteur utilisée dans chaque secteur, la production par secteur (Y_l, Y_h , and K), les prix des biens finaux, les salaires réels, les valeurs réelles du revenu total dans chaque zone géographique, le niveau d'emploi (ou de sous-emploi) de chaque type de travail, et le taux de croissance de A (le système d'équations utilisé pour les simulations en autarcie est présenté en annexe 2, celui utilisé pour les simulations en ouverture est présenté en annexe 3).

Les différentes variables endogènes sont déterminées en fonction de A . On choisit $A = 1$ comme valeur initiale pour tous les scénarios, et on examine le diagramme de phase qui relie la croissance de A (γ_A) à A (croissance qui dépend de la quantité de chercheurs H_A). Les graphiques suivants montrent l'évolution de γ_A et H_A en fonction de A dans le cas d'une croissance de la PTF égale à 15% pour les quatre scénarios A, O et OW et OΩ.



Ce calcul initial révèle que la connaissance de la PTF A est sensiblement différente d'un scénario à l'autre. Cela signifie qu'un niveau donné de A est atteint à des dates différentes selon les scénarios. Ainsi, une présentation des résultats qui déterminerait le niveau des différentes variables en fonction de A ne permettrait pas de comparer les scénarios en évolution temporelle. Pour pallier cette difficulté, nous proposons une approximation des valeurs des variables endogènes par la méthode suivante.

Nous partons d'une valeur de la PTF A unitaire au temps $t=1$ dans tous les scénarios : $A(1)=1$.

Nous calculons ensuite toutes les variables endogènes du modèle au temps 1 pour chaque scénario, dont le taux de croissance γ_A .

Appliqué au niveau de A au temps 1 ($A(1)=1$), ce taux de croissance détermine la valeur de A au temps 2. Cette valeur varie suivant les scénarios.

Ces différentes valeurs permettent alors de calculer toutes les autres variables endogènes au temps 2, dont la croissance de A , γ_A .

Il est alors possible de calculer le niveau $A(3)$ pour chaque scénario, et ainsi de suite jusqu'à $A(25)$, nos simulations portant sur vingt-cinq ans.

Cette méthode présente un biais. En effet, nous utilisons des valeurs déterminées en temps continu pour effectuer des calculs en temps discret. Ce biais est néanmoins limité dans la mesure où le taux de croissance de A varie très lentement, ce qui conduit à de faibles erreurs d'approximation.

5.2. Comparaison des résultats des quatre scénarios à dotations fixes

Dans cette section, nous comparons les résultats obtenus pour les quatre scénarios : A, O, OW et O Ω . Les résultats du scénario OH seront présentés à la section 5.4.

Les simulations pour des croissances moyennes de 15% et 45% de la PTF dans le secteur K témoignent d'évolutions identiques de l'ensemble des variables ; seuls les niveaux sont différents. Dans le corps de la thèse, nous nous limiterons en conséquences aux résultats des estimations avec $\gamma_A = 15\%$. En effet, le choix de la croissance de la PTF dans la fabrication d'ordinateurs plutôt que dans la production de semi-conducteurs est à la fois plus réaliste et mieux adapté à la logique générale du modèle : ce sont les ordinateurs et les machines qui utilisent l'informatique, et non les semi-conducteurs eux-mêmes, qui sont habituellement utilisés dans les différents secteurs aval. Les résultats pour $\gamma_A = 45\%$ sont néanmoins portés en annexe 4.

Nous commençons par étudier la dynamique de long terme du modèle. Cet exercice préalable nous permet de diagnostiquer l'existence d'un état stationnaire. On compare ensuite les résultats sur une période de vingt-cinq ans des quatre scénarios A, O, OW et O Ω en termes de :

- (i) R&D et dynamique de la productivité,
- (ii) inégalités salariales, salaires réels et revenus réels,
- (iii) utilisations de facteurs, et
- (iv) productions et productivités apparentes.

Une dernière sous-section propose une synthèse des principaux résultats du modèle révélés par les exercices de simulation.

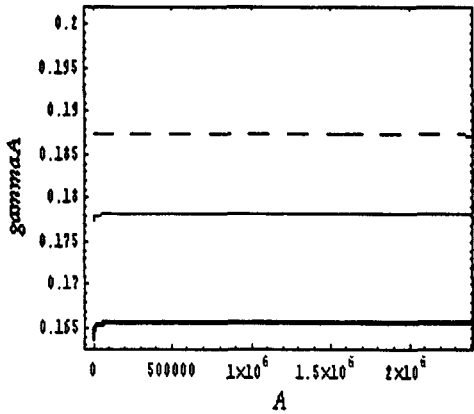
Rappelons enfin que l'analyse de ces résultats sera menée à la section suivante (5.3).

5.2.1. Dynamique de la croissance de long terme

Les graphiques 5.3. et 5.4. présentent respectivement (i) le diagramme de phase qui relie le taux de croissance γ_A de la PTF à son niveau A , et (ii) l'évolution du nombre de chercheurs H_A pour des valeurs très élevées de la PTF A dans l'hypothèse d'un taux de croissance moyen de A égal à 15% en économie ouverte. Etant donnée la valeur la plus élevée choisie pour A , ces calculs correspondent à une durée d'environ 90 ans.

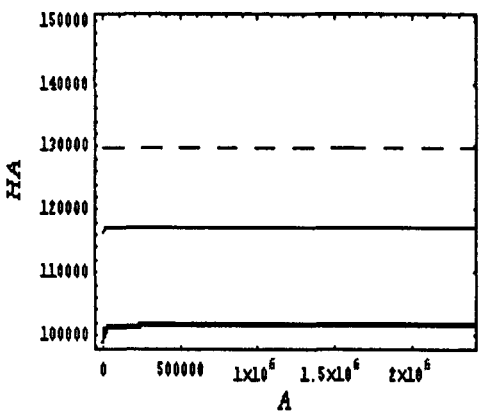
Graphique 5.3.

Diagramme de phase γ_A en fonction de A



Graphique 5.4.

Nombre de chercheurs (H_A) en fonction de A



— Scenario A — Scenario O - - - Scénario OW

On constate que le modèle tend vers une croissance stationnaire de 17,8% par an en autarcie et de 16,6% en ouverture Nord-Sud avec marchés du travail concurrentiel. Il faut également préciser qu'il n'y a pas d'état stationnaire dans le scénario OW. Ce résultat s'explique par le fait que le niveau de la prime de qualification est contraint et qu'il varie à chaque moment. On peut néanmoins remarquer que le taux de croissance de la PTF A est toujours plus élevé dans le scénario OW qu'à l'autarcie (Scénario A) ou à l'ouverture avec des marchés du travail concurrentiels (Scénario O).

La simulation des évolutions de long-terme permet d'établir deux premiers résultats:

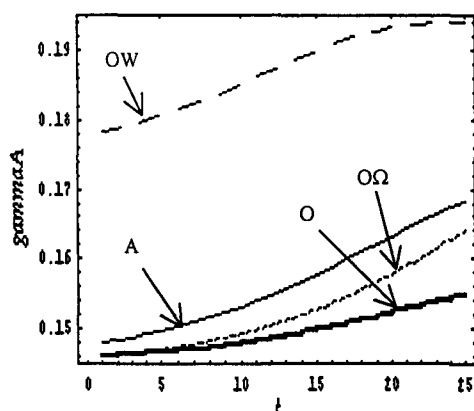
1. *A dotations factorielles inchangées au Sud et au Nord, la croissance stationnaire est plus élevée en autarcie du Nord qu'en ouverture Nord-Sud concurrentielle.*
2. *A dotations factorielles inchangées au Sud et au Nord, la croissance est plus élevée en ouverture avec contrainte sur la prime de qualification qu'en autarcie du Nord ou en ouverture Nord-Sud concurrentielle.*

5.2.2. R&D, changement technologique et productivité

Sur 25 ans, en termes de ressources (travail qualifié) allouées à la R&D et donc de croissance des connaissances (PTF dans le secteur K), les scénarios se classent par ordre croissant suivant : O, $O\Omega$, A, et OW (graphiques 5.5. et 5.6.).

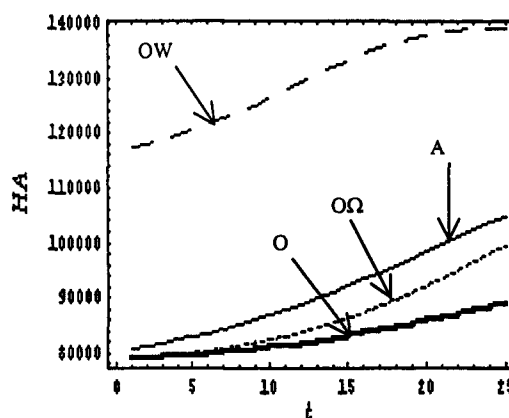
Graphique 5.5.

Croissance de la productivité (γ_A)



Graphique 5.6.

Nombre de chercheurs (H_A)



La hiérarchie des scénarios montre que :

- (i) comparée à la situation d'autarcie du Nord (A), l'ouverture Nord-Sud (O) se traduit par une réduction de l'effort de R&D, et donc par un ralentissement de la croissance de la PTF dans le secteur K.
- (ii) la mise en place d'un salaire minimum au Nord entraîne en économie ouverte (OW), une remontée de l'effort de recherche donc de la croissance de la productivité qui est nettement au-dessus de la situation autarcique.

Ce dernier résultat dépend clairement du niveau du salaire minimum. Rappelons que dans nos simulations, la politique de salaire minimum consiste à appliquer à l'ouverture la prime de qualification observée en autarcie. Cela signifie que l'accroissement de la prime de qualification résultant de l'ouverture est annulé.

Une dernière remarque doit être faite. Dans le scénario OW, le nombre de chercheurs, et donc la croissance de la productivité, commencent à décroître à la fin de la période.

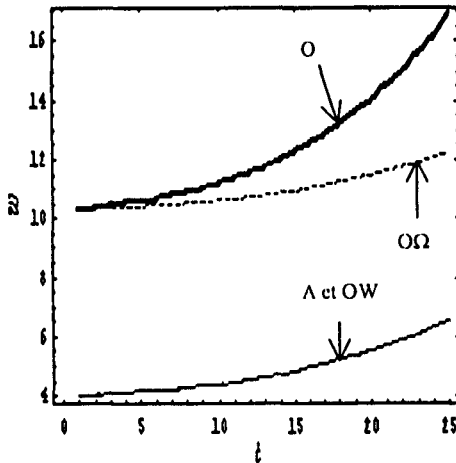
5.2.3. Prime de qualification, salaires et revenus réels

a) *La prime de qualification*

Comparée à la situation autarcique, l'ouverture Nord-Sud sans contrainte sur le marché du travail (scénario O) se traduit par une forte hausse de la prime de qualification (graphique 5.7.). Ceci est lié à la spécialisation (dans le bien final l au Sud et dans le bien h au Nord) qui reproduit la distribution des avantages comparatifs. La prime de qualification est la plus forte dans le scénario O, puis dans le scénario $O\Omega$ (économie ouverte avec contrainte sur ω), les scénarios A et OW présentant la même prime (par définition) située nettement en deçà des autres configurations.

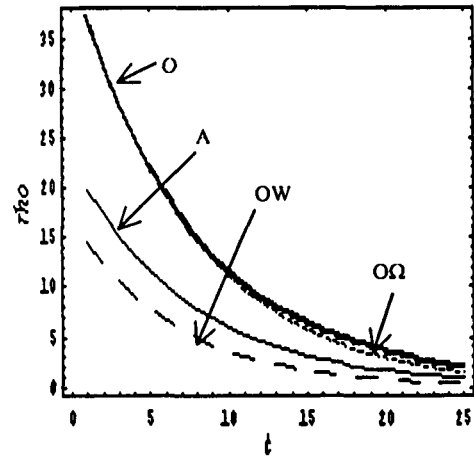
Graphique 5.7.

Prime de qualification w



Graphique. 5.8.

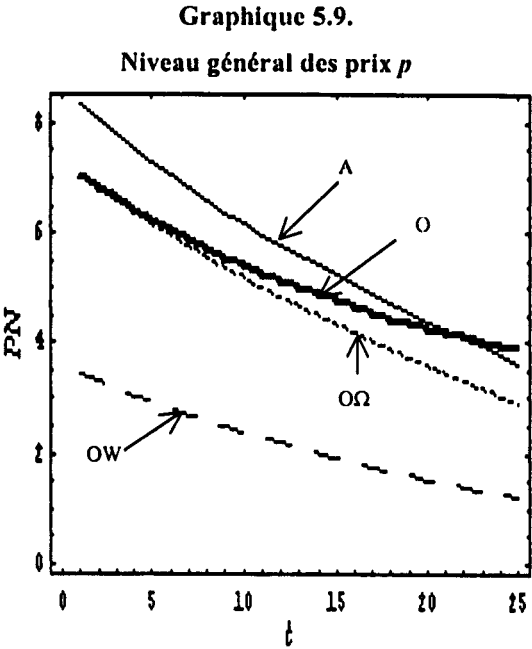
Prix relatif du capital ρ



Le prix relatif du capital diminue fortement dans tous les scénarios (graphique 5.8.). Ceci s'explique par la forte croissance de la PTF A dans le secteur du capital (15% au minimum, c'est-à-dire dans le scénario O). Notons également que le prix du capital est nettement inférieur dans le scénario OW , ce qui est logique puisque l'activité de R&D est stimulée par rapport à l'ouverture sans contrainte. Ce scénario présente donc un niveau de R&D plus élevé, un faible coût du travail qualifié en raison de l'existence du salaire minimum, ainsi qu'un faible coût du travail non qualifié en raison de la délocalisation au Sud du stade d'assemblage de la production de K .

b) Les salaires réels

Les salaires réels sont calculés en divisant les salaires nominaux par l'indice des prix à la consommation p calculé de la manière suivante : $p = (p_l)^\zeta \cdot (p_h)^{1-\zeta}$. Le graphique 5.9. présente l'évolution du niveau général des prix.



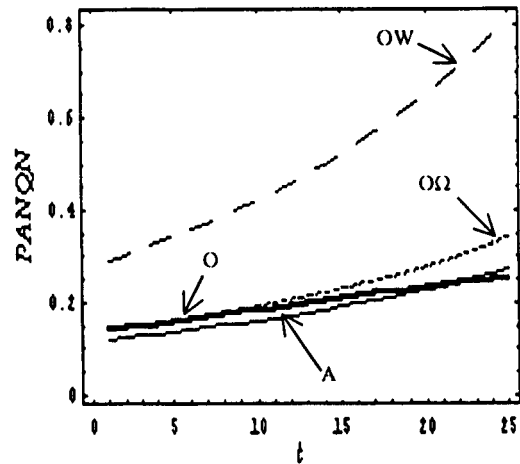
Logiquement, le salaire réel des travailleurs non qualifiés du Nord est le plus élevé dans le scénario OW. Cela s'explique par la combinaison d'une prime de qualification moins élevée que dans les autres scénarios (mis à part le scénario A), et d'un prix à la consommation lui-même faible. Sur les vingt premières années, il est le plus faible dans le scénario A. Toutefois, à la fin de la période, le salaire réel des travailleurs non qualifiés du Nord à l'autarcie dépasse celui en ouverture concurrentielle (graphique 5.10.). Ce retournement en fin de période s'explique par le niveau des prix à la consommation qui devient plus faible à l'autarcie qu'à l'ouverture concurrentielle.

La mise en place d'un salaire minimum au Nord commence par diminuer le salaire réel des travailleurs qualifiés (graphique 5.11.). Néanmoins, celui-ci augmente avec le temps et dépasse au bout de 17 années le niveau correspondant au scénario O (graphique 5.11).

Pour les travailleurs du Sud, le scénario O est initialement le meilleur en termes de salaire réel (graphique 5.12.). Cependant, l'écart entre les scénarios O et OW tend à se réduire avec le temps, en raison de l'impact du progrès technique plus rapide sur les prix. A la fin de la période, le scénario OW dépasse le scénario O.

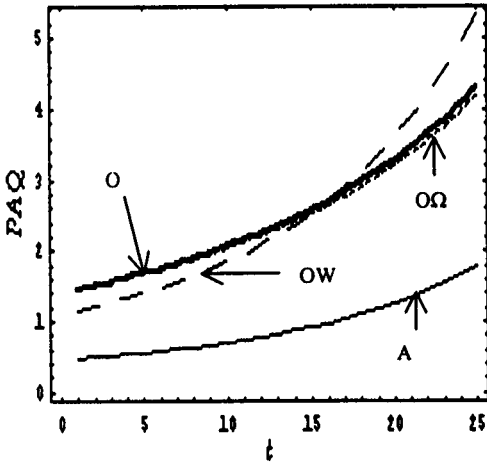
Graphique 5.10.

Salaire réel des non qualifiés du Nord



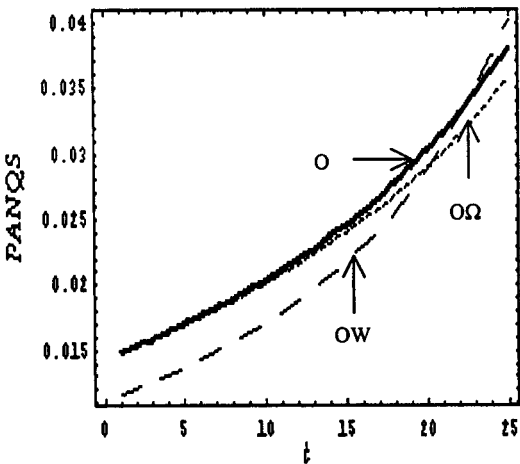
Graphique. 5.11.

Salaire réel des travailleurs qualifiés



Graphique 5.12.

Salaire réel des travailleurs du Sud

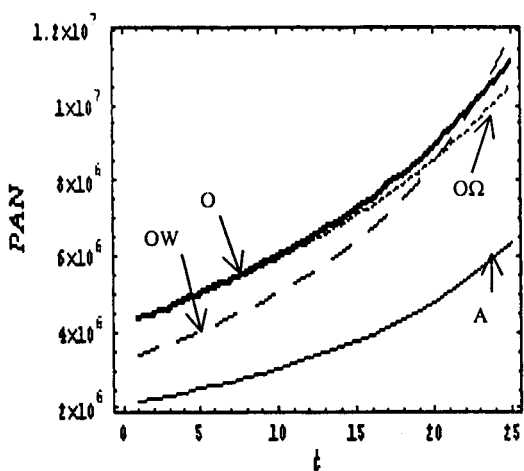


c) Les revenus réels globaux

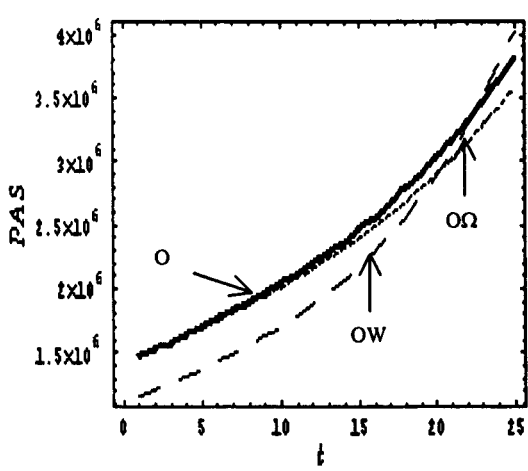
Le revenu réel global est égal à $(L_N + w\bar{H})/p$ au Nord, et $\omega\bar{L}_S/p$ au Sud. L'évolution du revenu réel global est également une mesure du revenu réel par tête dans chaque zone puisque la population est supposée constante.

Au début de la période de simulation et pendant 23 années, l'ouverture avec des marchés du travail concurrentiels (O) est la meilleure situation à la fois au Nord et au Sud (graphiques 5.13. et 5.14.). Au Nord, la mise en place d'un salaire minimum (OW) entraîne d'abord un ralentissement du revenu réel total qui s'explique par l'existence d'un chômage élevé des non qualifiés. Toutefois, au bout de 23 ans, le scénario OW dépasse le scénario O au Nord et au Sud (graphiques 5.13. et 5.14.). Ce rattrapage s'explique par la baisse des prix liée à la croissance accélérée de la productivité.

Graphique 5.13.
Revenu réel du Nord

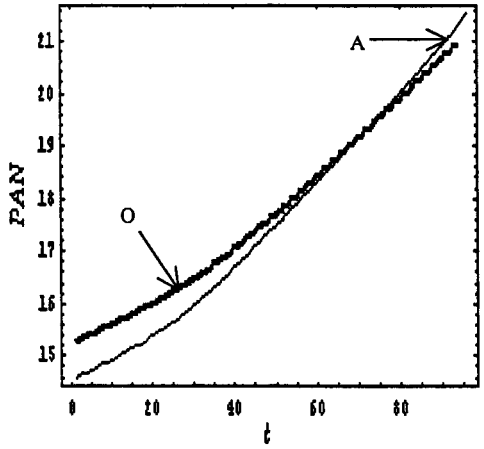


Graphique 5.14.
Revenu réel du Sud



Notons qu'à plus long terme (ici au bout de 73 ans environ), le revenu réel du Nord à l'autarcie dépasse également celui existant à sa valeur en ouverture concurrentielle (graphique 5.15.), toujours en raison de la baisse des prix liée à un progrès technique plus rapide.

Graphique 5.15.
Revenu réel du Nord à long terme en logarithme



Enfin, on remarque que le non-ajustement du taux de change réel (scénario $O\Omega$) entraîne un ralentissement du revenu réel global du Nord en raison de l'existence de chômage pour les non qualifiés (graphique 5.13.).

En résumé, si l'ouverture concurrentielle est le meilleur scénario en termes de revenu réel du Nord pendant une période relativement longue, elle est ensuite dépassée par l'ouverture avec salaire minimum (au bout de 23 ans), et même par l'autarcie au bout de 73 ans.

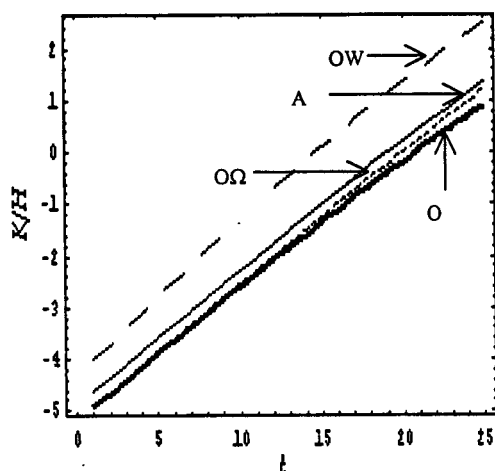
5.2.4. Utilisation des facteurs

a) Intensités capitalistiques

Dans tous les scénarios et pour les secteurs l et h , les intensités capitalistes (K/L et K/H) augmentent fortement en raison de la baisse rapide du prix relatif du capital liée à la R&D (graphiques 5.16., 5.17. et 5.18.). L'augmentation de l'intensité capitalistique est la plus forte dans le scénario OW en raison de la baisse plus rapide du prix ρ .

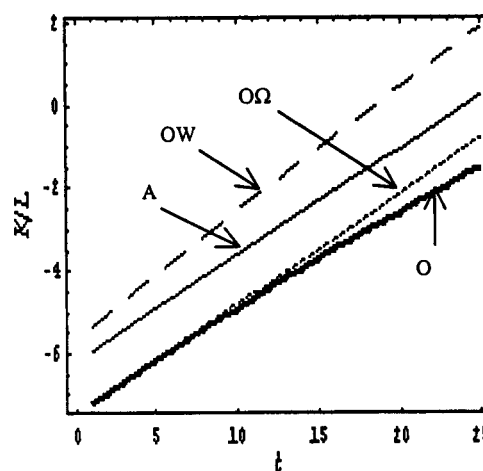
Graphique 5.16.

Intensité capitalistique K_h/H_h
(en logarithme)

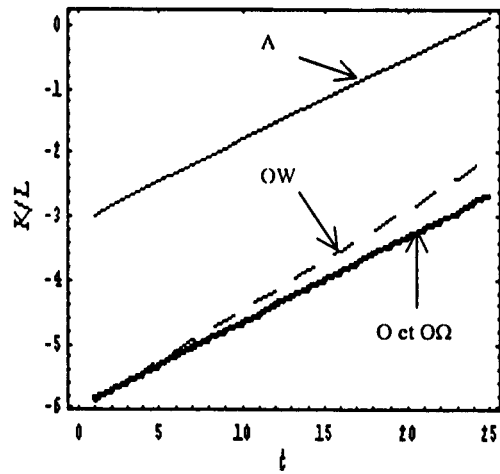


Graphique. 5.17.

Intensité capitalistique K_h/L_h
(en logarithme)



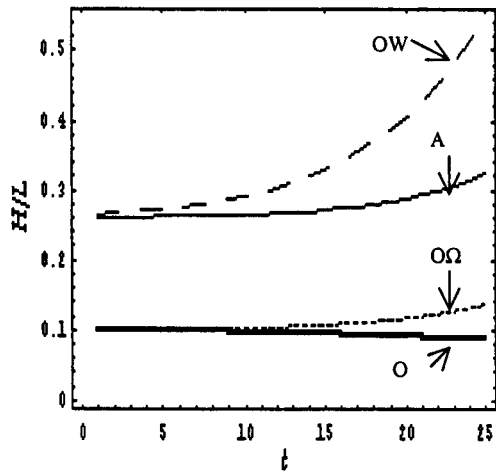
Graphique 5.18.
Intensité capitalistique K_i/L_i
(en logarithme)



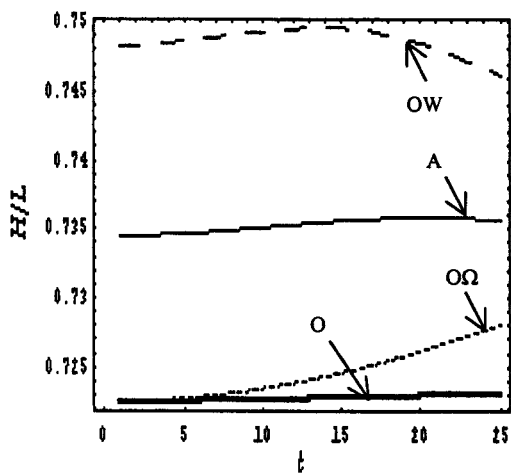
b) Intensités en qualification

Nous examinons les variations des intensités en qualification dans les secteurs h et K (graphiques 5.19. et 5.20.).

Graphique 5.19.
Intensité en qualification H_h/L_h



Graphique 5.20.
Intensité en qualification $(H_K + H_A)/L_K$



Dans le secteur h , le niveau de l'intensité en qualification H_h/L_h est nettement plus élevée en ouverture avec salaire minimum (OW) et en économie fermée du Nord (A) qu'en économie ouverte concurrentielle (O) et économie ouverte sans augmentation du salaire relatif du Sud ($O\Omega$). En termes d'évolution, l'intensité en qualification varie très différemment selon les scénarios. Dans les scénarios A, OW et $O\Omega$, l'intensité en qualification H_h/L_h augmente avec le temps. En revanche, dans le scénario O, cette intensité baisse très lentement (graphique 5.19).

De même, l'intensité en qualification $(H_K + H_A)/L_K$ est nettement plus élevée en ouverture avec salaire minimum (OW)², même si elle tend à décroître en fin de période (graphique 5.20.). Ce retournement en fin de période s'explique par la quantité élevée de travailleurs qualifiés utilisés dans la recherche (H_A), qui se traduit par une baisse sensible de leur productivité marginale comparée aux autres scénarios. A partir d'un certain niveau, cette dernière devient insuffisante pour pouvoir compenser l'accroissement du coût du travail qualifié w ; H_A diminue alors.

On peut enfin noter que, hormis le cas où les marchés du travail sont parfaitement concurrentiels, l'ouverture peut combiner une hausse de la prime de qualification et une hausse des intensités en qualification dans tous les secteurs.

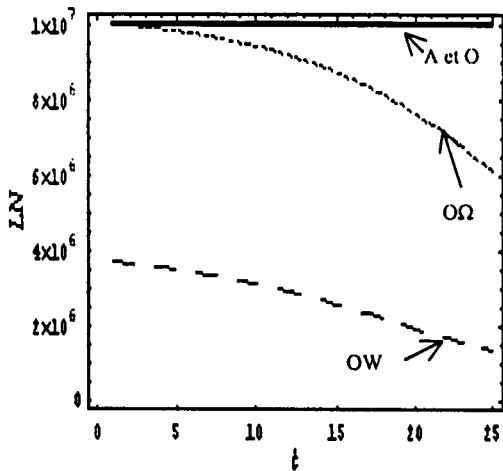
c) Utilisation de la main d'œuvre non qualifiée au Nord

Les scénarios OW et $O\Omega$ génèrent du chômage de la main d'œuvre non qualifiée du Nord comparé à la situation autarcique et à l'ouverture concurrentielle. Ce résultat est trivial pour le scénario OW. Dans le cas $O\Omega$, une surévaluation de la monnaie du Nord se traduit par du sous-emploi du seul travail non qualifié, aboutissant à un écart de chômage entre qualifiés et non qualifiés (graphique 5.21.).

² H_K/L_K est par définition constante.

Graphique 5.21.

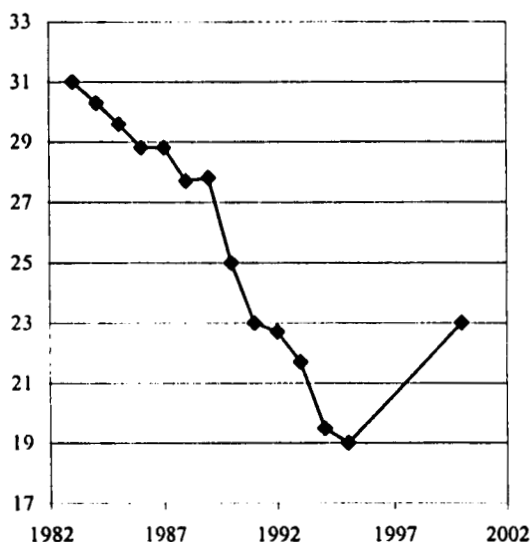
Main d'œuvre non qualifiée employée au Nord ($L^N = L_h^N$)



Dans le cas OW, le taux de chômage est très élevé (60% en début de période et 83% en fin de période). Ce fort taux de chômage reproduit le fait que, dans le modèle en ouverture, seul le secteur h emploie de la main d'œuvre non qualifiée au Nord. L'insertion d'un secteur des non-échangeables employant de la main d'œuvre non qualifiée réduirait sensiblement le chômage des non qualifiés en ouverture avec salaire minimum. Ce point est discuté à la section 5.5. On peut toutefois noter que, dans l'industrie manufacturière française³, on assiste depuis 25 ans à une baisse très sensible de l'emploi des non qualifiés dans la population employée, qui passe de 31% en 1983 à 23% en 2000 (graphique 5.22.).

³ Se limiter à l'industrie manufacturière plutôt que de considérer l'ensemble de l'économie est mieux adapté à l'approche développée ici puisque le modèle ne prend pas en compte les non échangeables ou les matières premières.

Graphique 5.22.
Part des non qualifiés⁴ dans l'industrie manufacturière française
(% des actifs occupés)



Source : *L'emploi non qualifié en France*, DARES, INSEE.

5.2.5. Productions et productivités apparentes

a) Production des biens finaux

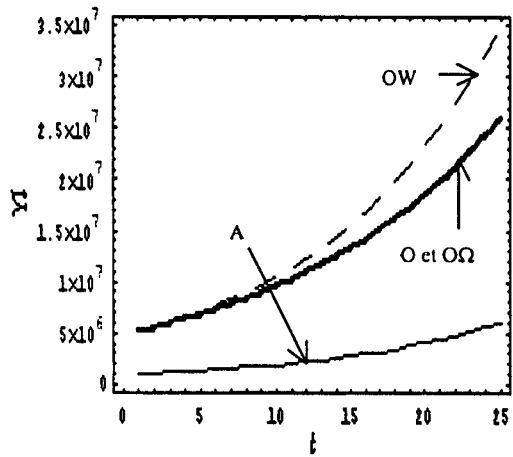
Comparée à l'autarcie, l'ouverture avec flexibilité du marché du travail (O) se traduit par une hausse de la production et de la demande de l et de h en raison de l'élargissement de la taille du marché (graphiques 5.23. et 5.24.). De plus, l'augmentation de la demande de biens l est plus forte que celle de h puisque le prix du bien l baisse car il est produit à moindre coût au Sud, alors que le prix de h augmente en raison de la hausse de la prime de qualification (graphiques 5.25. et 5.26.).

⁴ Selon la définition de l'INSEE, les non qualifiés correspondent aux employés non qualifiés et aux ouvriers non qualifiés.

Comparée à tous les autres scénarios, la mise en place d'un salaire minimum au Nord commence par ralentir la demande de bien h ; mais avec le temps, celle-ci augmente, dépasse son niveau autarcique, et tend à rattraper son niveau existant à l'ouverture concurrentielle en raison de (i) la baisse du prix de h liée au changement technologique rapide qui abaisse le prix de K , et (ii) au maintien du coût relatif des qualifiés à son niveau existant à l'autarcie.

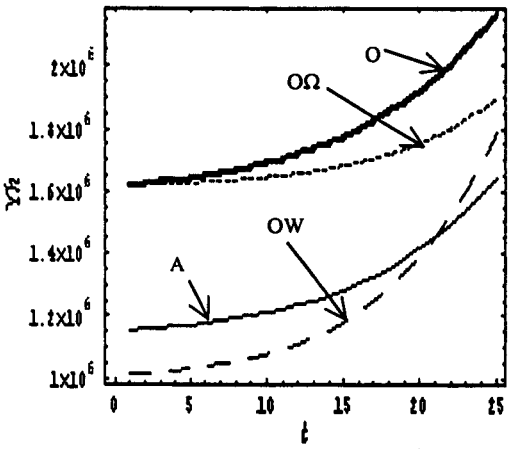
Graphique 5.23.

Production de bien l (Y_l)



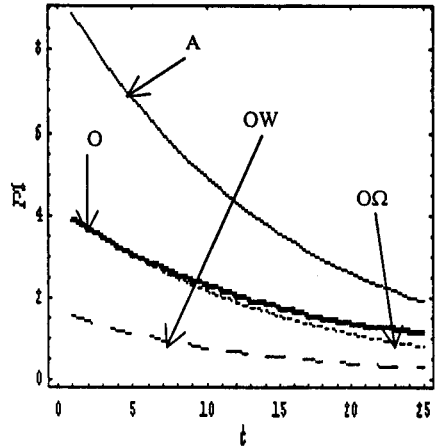
Graphique 5.24.

Production de bien h (Y_h)



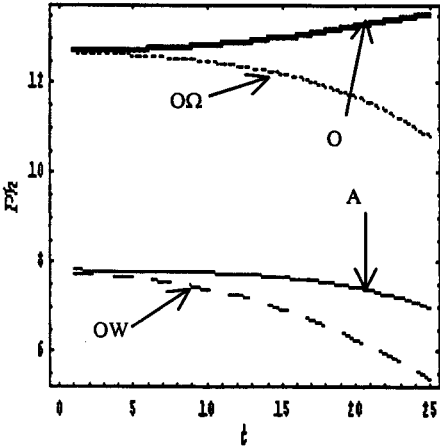
Graphique 5.25.

Prix du bien l (p_l)



Graphique 5.26.

Prix du bien h (p_h)

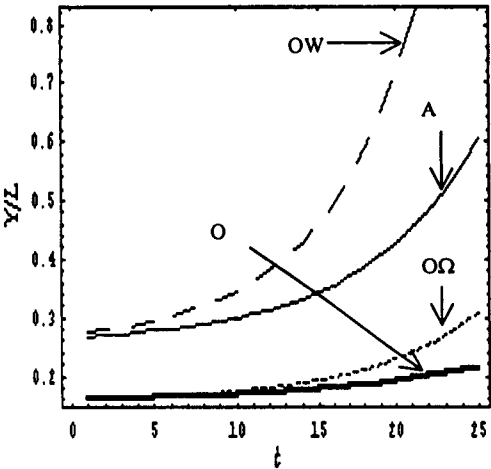


b) Productivités apparentes

Le modèle est construit de façon à maintenir constante la productivité totale des facteurs dans les secteurs l et h . En revanche, les productivités apparentes varient fortement. Dans les secteurs de bien finaux, la productivité des travaux qualifié et non qualifié augmente rapidement (graphiques 5.27, 5.28, 5.29), et la productivité du capital décroît (graphiques 5.30. et 5.31.). Ces évolutions reproduisent les hausses d'intensités capitalistiques qu'entraîne la baisse accélérée du prix du capital liée au progrès technique.

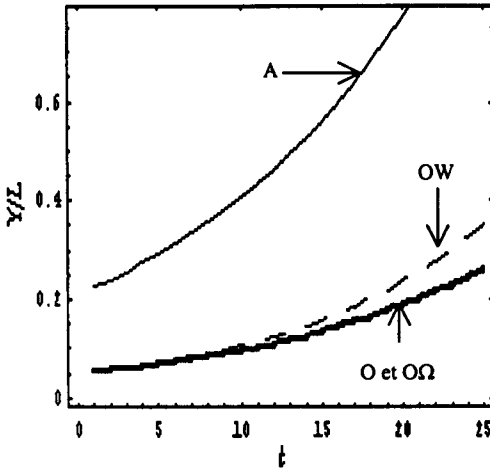
Graphique 5.27.

Productivité apparente Y_h/L_h



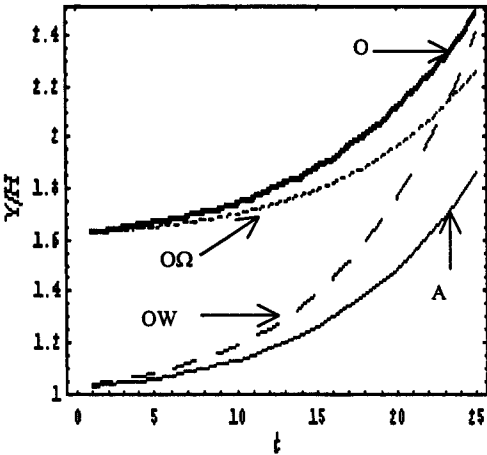
Graphique. 5.28.

Productivité apparente Y_l/L_l

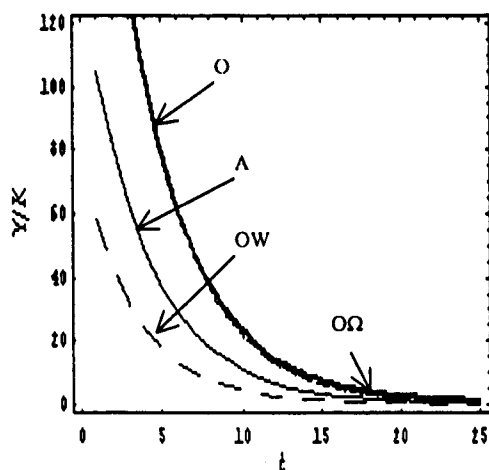


Graphique 5.29.

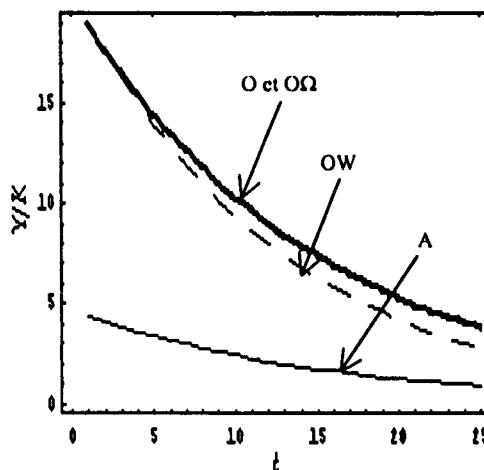
Productivité apparente Y_h/H_h



Graphique 5.30.

Productivité apparente Y_h/K_h 

Graphique 5.31.

Productivité apparente Y_l/K_l 

5.2.6. Les principaux résultats des simulations : une synthèse

Les exercices de simulation révèlent plusieurs évolutions majeures et parfois inattendues. Les résultats principaux peuvent être classés suivant qu'ils concernent (i) le progrès technique et l'effort de R&D, (ii) les inégalités, et (iii) la croissance du revenu réel.

En termes de progrès technique biaisé et de R&D, les simulations aboutissent aux conclusions suivantes :

1. En autarcie, les intensités en qualification (H/L) augmentent dans les secteurs h et K malgré une hausse constante de la prime de qualification. On en déduit une augmentation de la demande relative H^-/L^- dans les deux secteurs. Au niveau macroéconomique, le maintien du plein emploi des deux types de travail n'est assuré qu'au prix d'une croissance de la production de l nettement plus rapide que celle de h . En conséquence, *le modèle génère un biais technologique endogène en faveur de la qualification.*
2. Comparée à l'autarcie du Nord, *l'ouverture Nord-Sud avec marchés du travail concurrentiels se traduit par une diminution de l'effort de R&D (nombre de chercheurs) et*

un ralentissement de la croissance de la productivité. Ce résultat est vérifié tant à court terme qu'à long terme.

3. En revanche, lorsque l'ouverture s'accompagne d'un salaire minimum qui maintient la prime de qualification à son niveau en autarcie, l'effort de R&D et la croissance de la productivité sont augmentés et se situent nettement au-dessus de leurs valeurs en autarcie.

En termes d'inégalités, trois résultats principaux ont été mis en évidence :

- 1. Dans tous les scénarios, la prime de qualification augmente avec le temps.*
- 2. Le passage de l'autarcie à l'ouverture concurrentielle (scénario O) entraîne une forte élévation de la prime de qualification.*
- 3. Dans le cas où l'ouverture s'accompagne d'un salaire minimum qui maintient la prime de qualification au Nord à sa valeur en autarcie, la décélération induite de la dynamique inégalitaire se paie par un niveau élevé de chômage des non qualifiés au Nord.*

En termes de croissance du revenu réel, deux résultats principaux retiendront notre attention :

- 1. L'ouverture concurrentielle permet d'augmenter le revenu réel du Nord relativement à la situation autarcique sur une période assez longue (ici environs 70 ans), mais elle se traduit à plus long terme par un niveau plus faible du revenu réel global, et donc du revenu réel par tête.*
- 2. Le même type d'évolution, mais plus rapide, peut être diagnostiqué en comparant l'ouverture concurrentielle (O) à l'ouverture avec salaire minimum (OW). Le revenu réel du Nord est supérieur dans le cas O aux premiers stades de l'ouverture, mais il devient plus élevé dans le cas OW à moyen terme (ici au bout de 20 années environ).*

5.3. Analyse et discussion des principaux résultats

Nous analysons maintenant les mécanismes qui génèrent les principaux résultats déterminés à la section 5.2. Nous aborderons successivement l'analyse du biais technologique endogène, des inégalités salariales, des effets de l'ouverture sur le progrès technique, et enfin de l'évolution du revenu réel.

5.3.1. Un biais technologique endogène

Au chapitre 2, le biais technologique en faveur de la qualification a été défini comme une situation où le progrès technique entraîne une hausse de la demande relative de qualification H^- / L^- pour un niveau inchangé de la prime de qualification w^5 . Ainsi défini, le biais technologique est considéré *ceteris paribus*. Or, lorsqu'un élément autre que la technologie agit sur la demande relative H^- / L^- , le biais technologique peut être masqué au niveau des évolutions révélées par les simulations. Il est donc essentiel de bien isoler l'impact du progrès technique des autres facteurs agissant sur la demande relative H^- / L^- .

Dans cette sous-section, nous analysons les mécanismes du biais technologique présents dans le modèle. Ce biais est évident en situation autarcique (a). En ouverture Nord-Sud, nous montrons que la dynamique de spécialisation induite par la répartition des avantages comparatifs modifie l'impact et l'intensité du biais technologique (b). Enfin,

⁵ Ce biais peut également prendre la forme d'un maintien de H^- / L^- pour une hausse de la prime de qualification, voire d'une baisse de H^- / L^- pour une forte hausse de w .

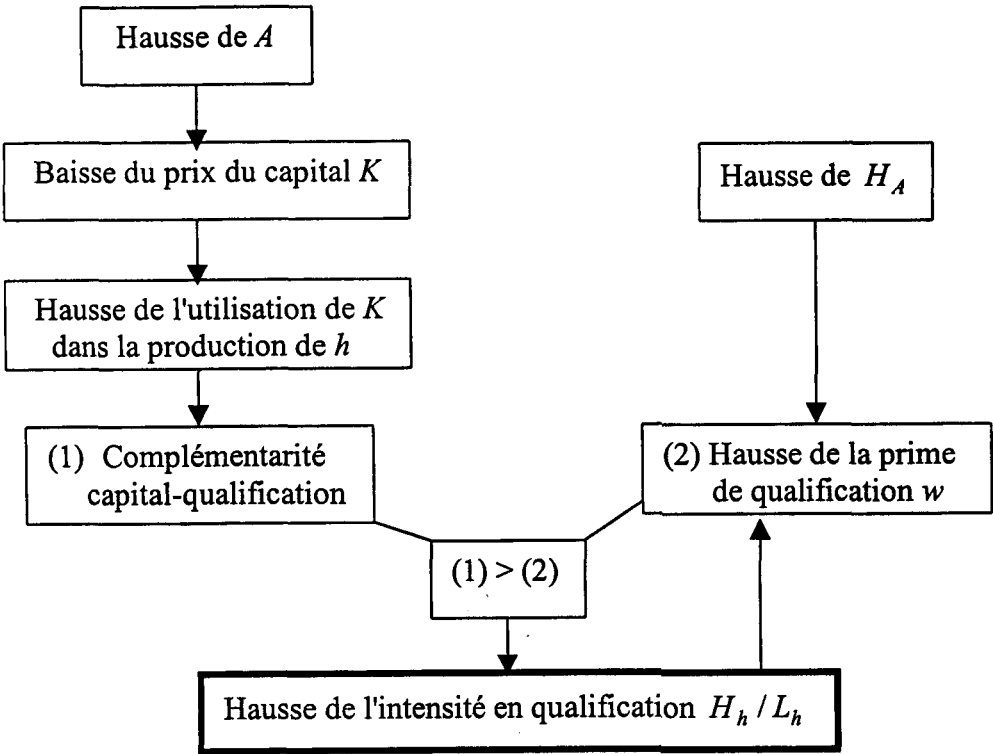
comme deux secteurs (h et K) utilisent les facteurs L et H dans le modèle, l'analyse devra distinguer entre ces deux biais sectoriels.

a) Le biais technologique en autarcie

En autarcie, les simulations (section 5.2) ont révélé (i) une dynamique d'augmentation de la prime de qualification, et (ii) une hausse de l'intensité en qualification dans les deux secteurs h et K ⁶ (graphiques 5.19 et 5.20). Comme, en autarcie, la dynamique du modèle est entièrement et uniquement déterminée par le progrès technique, le biais technologique est évident. Ses mécanismes diffèrent suivant les secteurs.

Dans le secteur h , le biais est totalement lié à l'hypothèse de complémentarité relative entre capital et travail qualifié. Le schéma suivant dessine les mécanismes en œuvre :

Schéma 5.1. Hausse de l'intensité en qualification dans le secteur h .



⁶ Dans le secteur du capital, l'intensité en qualification diminue en fin de période.

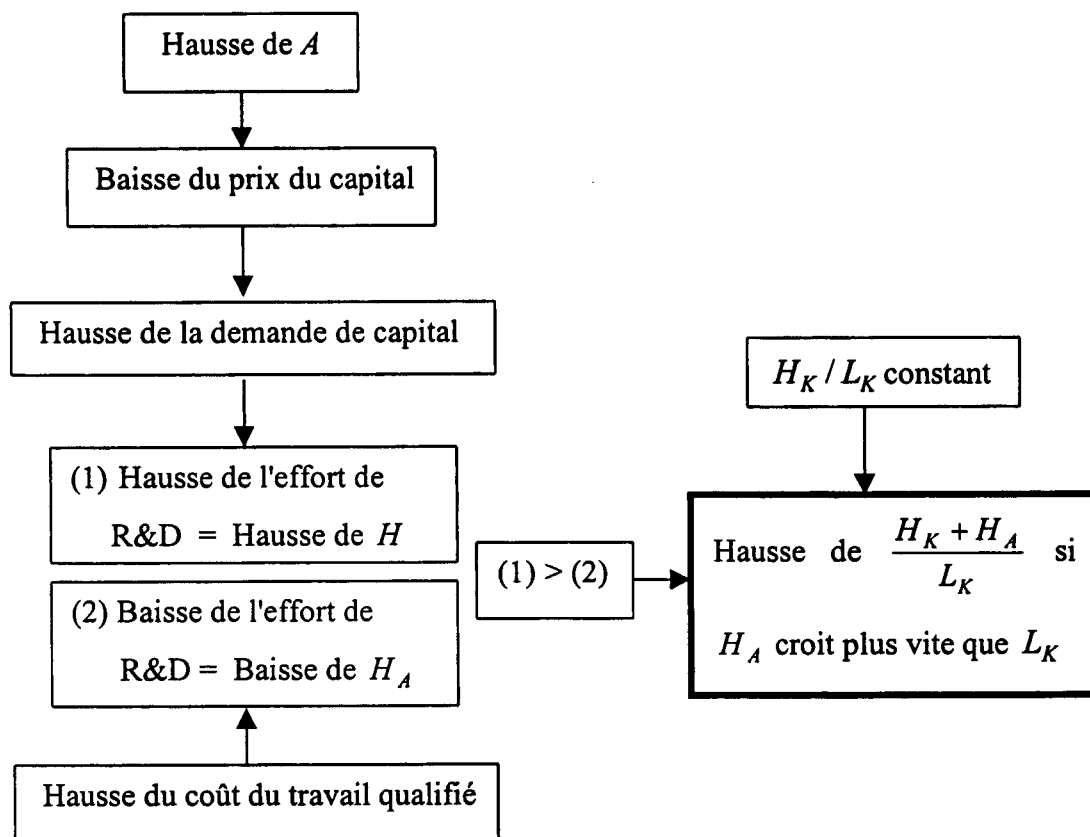
Comme le progrès technique prend la forme d'une augmentation de la productivité dans la production de capital, il entraîne une baisse du prix du capital, et donc une utilisation plus forte de ce facteur. Enfin, comme la production de h est caractérisée par une complémentarité relative entre capital et qualification, la hausse de l'intensité capitalistique se traduit par une augmentation de l'intensité en qualification H_h / L_h . On doit souligner qu'un effet en sens inverse joue également : la hausse chronique du coût du travail qualifié (hausse de la prime de qualification w) tend à réduire l'utilisation de ce facteur. Dans la configuration autarcique, ce second effet est toutefois dominé.

Dans le secteur K, l'intensité en qualification dans la production est par définition constante puisque la fonction de production est à facteurs complémentaires. En revanche, l'intensité en qualification de l'ensemble du secteur intègre le travail qualifié utilisé dans la R&D. Comme ce dernier tend à augmenter, le rapport $(H_K + H_A) / L_K$ augmente également. On sait toutefois que le nombre de chercheurs H_A tend vers une valeur constante. La hausse de l'intensité en qualification du secteur K est donc transitoire.

La dynamique du progrès technique qui détermine ces résultats est portée sur le schéma 5.2. Dans ce mécanisme, la hausse de l'intensité sectorielle en qualification $(H_K + H_A) / L_K$ est tributaire de deux effets contradictoires. D'une part, l'augmentation de la demande de capital favorise l'effort de R&D, ce qui pousse le ratio $(H_K + H_A) / L_K$. D'autre part, la hausse du coût des qualifiés (donc des chercheurs) tend à freiner la recherche, et donc l'intensité en qualification. Au début du processus, le premier effet l'emporte et le secteur K voit son ratio H/L progresser. A plus long terme, en raison (i) de la hausse chronique du coût des qualifiés (hausse de la prime de qualification), et (ii) de la baisse de la productivité marginale des chercheurs, le second effet compense le premier. L'effort de R&D (nombre de chercheurs) se stabilise. Or, comme la part des facteurs H et L

allouée à la production de K continue d'augmenter, le ratio $(H_K + H_A)/L_K$ se met à baisser⁷ (graphique 5.19).

Schéma 5.2. Hausse de l'intensité en qualification dans le secteur K.



En conclusion, dans une configuration autarcique, le modèle génère un biais technologique endogène dans les deux secteurs h et K . Dans le secteur h , ce biais est permanent (les non qualifiés du secteur h étant réembauchés dans le secteur l) et il résulte de la complémentarité relative entre capital et qualification. Dans le secteur K , il prend la forme d'une augmentation du nombre de chercheurs, et il tend à disparaître à long terme.

⁷ H_K / L_K reste constant, mais H_A / L_K diminue en raison de la hausse de L_K .

b) Le biais technologique en ouverture

A l'ouverture Nord-Sud, les mécanismes décrits plus hauts sont toujours vérifiés, mais leur portée varie. De plus, le résultat final en termes d'intensité en qualification dépend maintenant d'un autre effet : l'impact de l'ouverture sur la prime de qualification.

On peut d'abord remarquer que, dans le scénario O, soit avec des marchés du travail concurrentiels, une augmentation du rapport H/L dans l'un des deux secteurs utilisant du travail qualifié au Nord doit obligatoirement être compensée par une diminution de ce rapport dans l'autre secteur. En effet, comme (i) les dotations en H et L du Nord sont fixes, (ii) la flexibilité des salaires assure le plein emploi des facteurs, et (iii) seuls les secteurs h et K restent localisés au Nord, toute augmentation de l'intensité H/L dans l'un des secteurs se traduit par sa diminution dans l'autre.

Une seconde remarque concerne le secteur K . En ouverture, seuls les stades de production utilisant de la main d'œuvre qualifiée restent localisés au Nord ; les stades amont intensifs en travail d'exécution sont entièrement transférés au Sud.

Enfin, ces mouvements de délocalisation aboutissent au résultat suivant : en situation d'ouverture, seul le secteur h utilise du travail non qualifié au Nord.

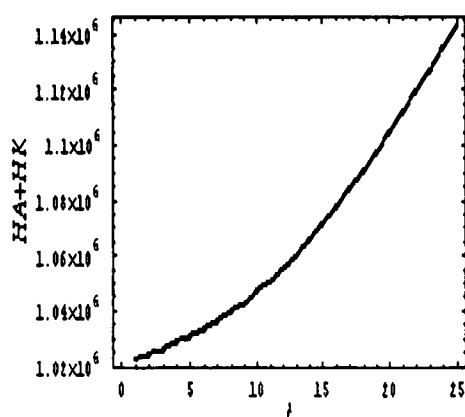
Ces processus de spécialisation, qui résultent de la répartition Nord-Sud des avantages comparatifs, se traduisent par une baisse très sensible de la demande de travail non qualifié au Nord. Dans la configuration avec marchés du travail concurrentiels (scénario O), il s'ensuit une forte hausse de la prime de qualification, qui s'ajoute aux mécanismes étudiés en autarcie.

Dans le secteur K , l'intensité en qualification au Nord est infinie puisque tous les stades de production utilisant de la main d'œuvre non qualifiée sont délocalisés ($L_K^N = 0$). On peut toutefois remarquer que la quantité de main d'œuvre qualifiée utilisée dans le secteur K au Nord tend à augmenter (graphique 5.32). Cette augmentation résulte (i) de la croissance de la production dans ce secteur (graphique 5.33.), et (ii) de la croissance du

nombre de chercheurs employés. Cette dernière évolution tend toutefois à s'estomper à long terme, le nombre de chercheurs étant stable à l'état stationnaire.

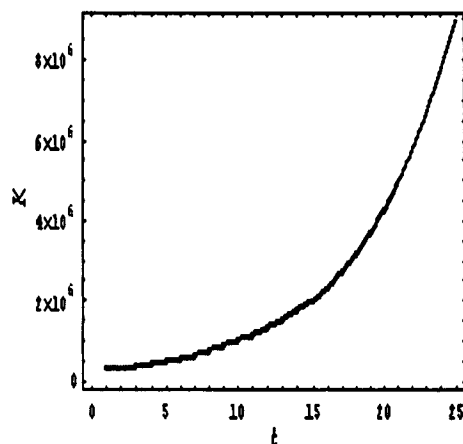
Graphique 5.32.

Travail qualifié utilisé dans la production de capital
 $(H_A + H_K)$
Ouverture concurrentielle



Graphique 5.33.

Production de capital
 (K)
Ouverture concurrentielle



Dans le secteur h , le mécanisme du schéma 5.1. est toujours actif, mais :

- (i) L'effet négatif sur l'intensité H_h / L_h de la hausse de la prime de qualification est nettement renforcé puisque w est beaucoup plus élevé.
- (ii) L'effet positif sur H_h / L_h du progrès technique est à l'inverse réduit. En effet, le progrès technique étant ralenti (plus faible progression de A), la baisse du prix du capital et l'augmentation induite de son utilisation sont freinées. L'effet complémentarité capital-qualification est donc ralenti.

En définitive l'effet négatif l'emporte maintenant sur l'effet positif et l'intensité en qualification H_h / L_h diminue. Ce résultat n'est pas surprenant. En effet, nous savons que le nombre de qualifiés utilisés au Nord dans le secteur K tend à augmenter. Alors, si les marchés du travail sont parfaitement concurrentiels, le rapport H/L dans l'autre secteur du Nord doit diminuer pour assurer le plein emploi. Ce résultat est atteint par une hausse très forte de la prime de qualification au Nord.

L'analyse montre donc que, dans le scénario O et pour le secteur h , le biais technologique continue de jouer, mais qu'il est maintenant dominé par l'impact négatif sur H_h / L_h de la prime de qualification liée à la spécialisation internationale. On retrouve ici l'enseignement traditionnel du modèle Heckscher-Ohlin, mais il est limité au seul secteur h (ce point sera discuté à la section 5.5).

Lorsque l'ouverture s'accompagne au Nord d'un salaire minimum qui maintient la croissance de la prime de qualification sur son profil en autarcie (scénario OW), on observe une augmentation de l'intensité en qualification H_h / L_h dans le secteur h . Dans ce cas, l'effet négatif sur l'intensité en qualification de l'augmentation de la prime de qualification est gommé par le salaire minimum. Le biais technologique véhiculé par la complémentarité capital-qualification redevient le déterminant principal. De plus, comme le scénario OW est caractérisé par une accélération du progrès technique (voir l'analyse en 5.3.3. ci-après), le biais technologique est plus fort que dans les autres scénarios. En fait, comme nous le montrerons ultérieurement, l'ouverture Nord-Sud stimule le biais technologique dans ce scénario.

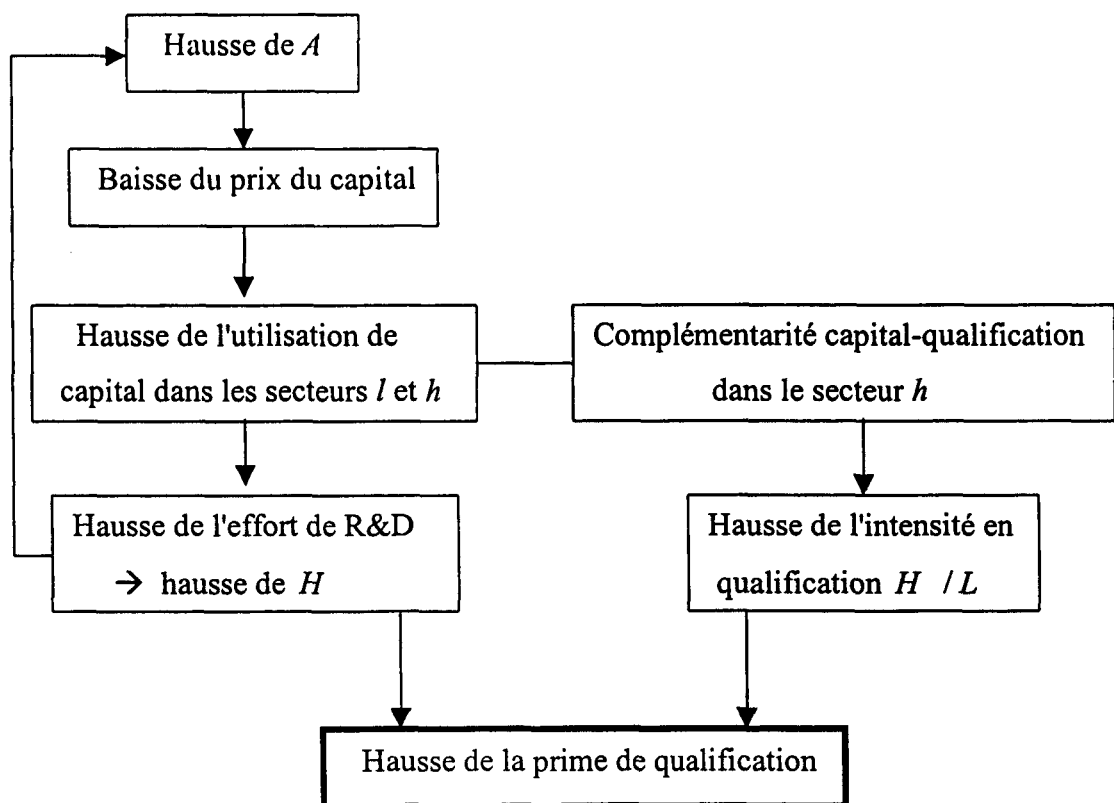
5.3.2. Les inégalités salariales

Les simulations ont montré que tous les scénarios présentaient une croissance continue de la prime de qualification. Toutefois, tant en niveau qu'en rythme d'accroissement, le scénario O (ouverture Nord-Sud avec marchés du travail concurrentiels) apparaît nettement plus favorable à la prime de qualification que la situation autarcique. Le scénario OW présente par définition une prime de qualification égale à celle de l'autarcie, mais ce résultat est atteint au prix d'un fort chômage des non qualifiés du Nord. Enfin, le scénario OΩ est intermédiaire entre O et OW.

Dans un premier stade, l'augmentation de la prime de qualification en autarcie est directement imputable au biais technologique endogène analysé plus haut.

Tant que la quantité de travail qualifié alloué à la recherche-développement augmente, les deux canaux dessinés sur le schéma 5.3. augmentent la prime de qualification : l'augmentation du nombre de chercheurs et la hausse de l'intensité en qualification dans le secteur h . Toutefois, la hausse de la prime w a un effet en retour sur la R&D : en renchérissant le coût des chercheurs, elle tend à freiner l'effort de recherche.

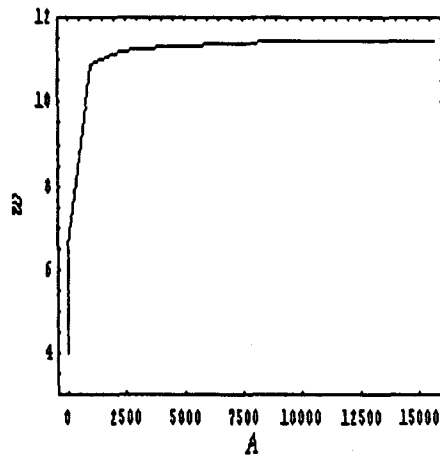
Schéma 5.3. La hausse de la prime de qualification liée au biais technologique endogène



A long-terme, la prime de qualification en autarcie atteint un état stationnaire. Les graphiques 5.34. et 5.35. témoignent de cette évolution pour des valeurs très élevées de A correspondant à des périodes de 59 et 90 ans. Une fois l'état stationnaire atteint, le nombre de chercheurs est stabilisé et seule la complémentarité capital-qualification dans h continue de pousser la prime de qualification.

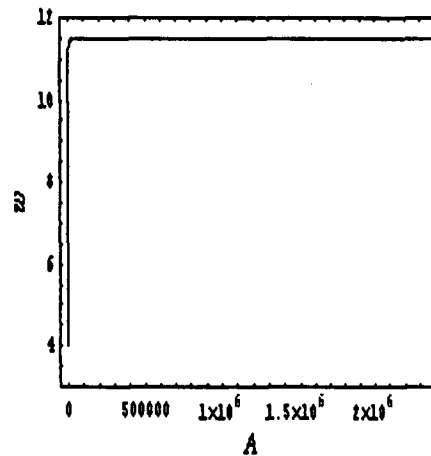
Graphique 5.34.

Prime de qualification w en fonction de A
Autarcie (Scénario A)
59 ans



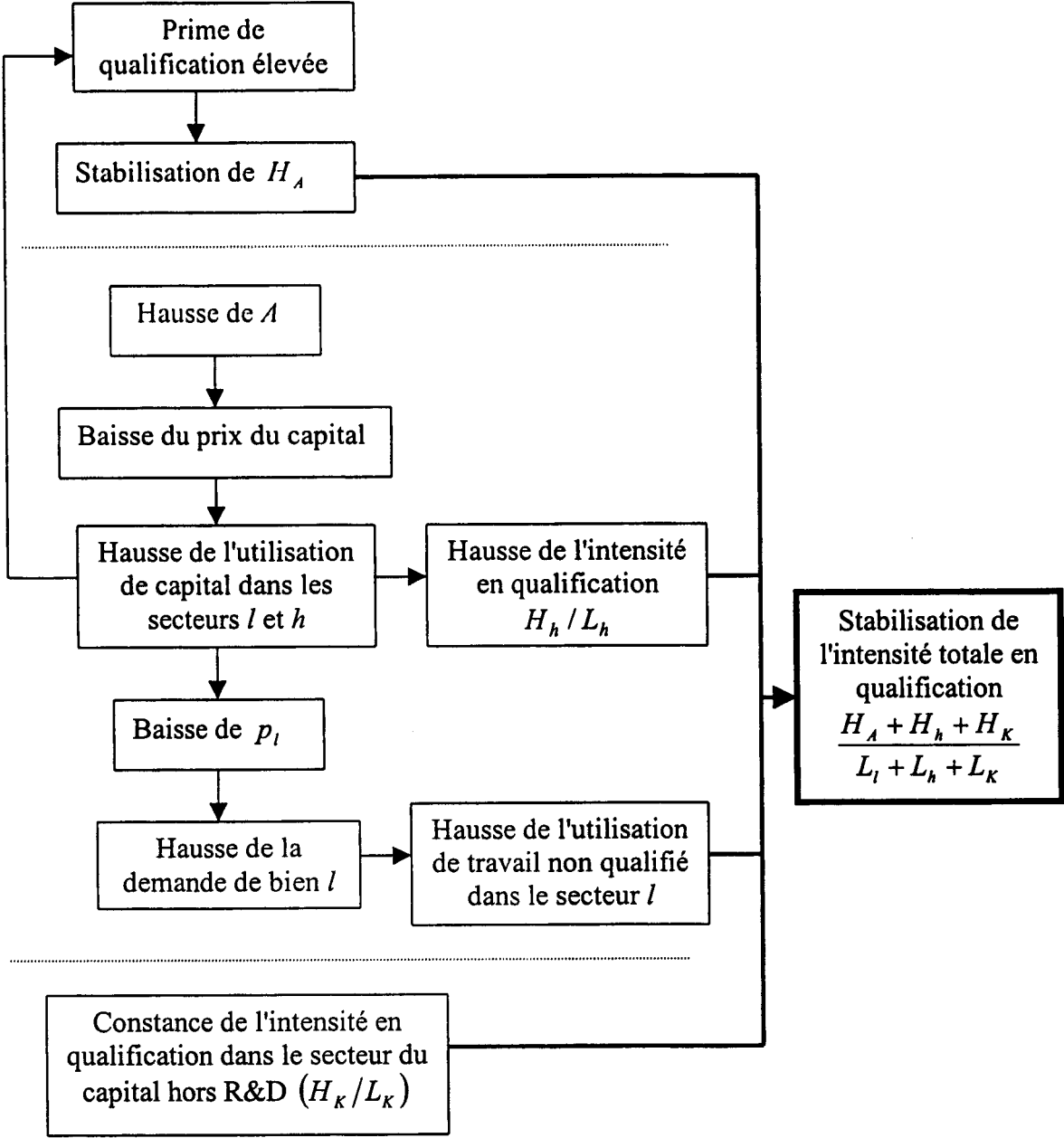
Graphique 5.35.

Prime de qualification w en fonction de A
Autarcie (Scénario A)
90 ans



En autarcie, la stabilisation de la prime de qualification à long-terme passe par quatre canaux dessinés sur le schéma 5.4. : (i) la stabilisation du nombre de chercheurs qui atteint un état stationnaire pour un niveau élevé de la prime de qualification, (ii) la constance de l'intensité en qualification dans la production de capital hors R&D $\left(\frac{H_K}{L_K}\right)$, (iii) l'accroissement de l'intensité en qualification dans le secteur h $\left(\frac{H_h}{L_h}\right)$ lié au biais technologique endogène, et (iv) l'augmentation de l'utilisation de travail non qualifié dans la production du bien l liée à la baisse du prix de ce dernier. En définitive, l'intensité totale en qualification $\frac{H_A + H_h + H_K}{L_l + L_h + L_K}$ est stabilisée, l'augmentation de l'utilisation de travail non qualifié dans le secteur l venant compenser la hausse de l'intensité en qualification dans le secteur h : à long-terme, la prime de qualification cesse de croître.

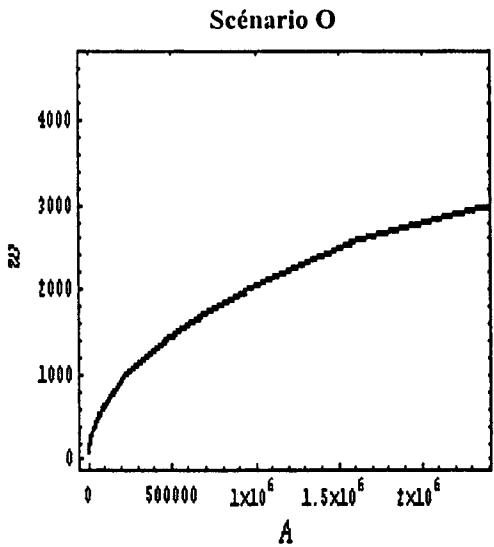
Schéma 5.4. La stabilisation de la prime de qualification à long-terme



Dès que l'on se place en économie ouverte, la totalité de la production de l et le stade amont de la production de K sont transférés au Sud. Au Nord, seul le secteur h continue d'employer de la main d'œuvre non qualifiée. Ce mouvement de spécialisation lié aux avantages comparatifs se traduit par une très forte baisse de la demande de travail peu qualifié au Nord, et donc une hausse très sensible de la prime de qualification lorsque son appréciation n'est pas gênée (c'est-à-dire en marchés du travail concurrentiels). Le graphique 5.36. témoigne de cette évolution pour des valeurs très élevées de A correspondant à une période de 95 ans.

Graphique 5.36.

Prime de qualification w en fonction de A à l'ouverture



A long-terme, on constate que la prime de qualification n'atteint pas d'état stationnaire à l'ouverture.

5.3.3. Les salaires réels

Si la montée des inégalités salariales liée à l'ouverture se traduisait par une progression de la rémunération réelle des deux types de travail au Nord, l'ouverture pourrait être considérée comme Pareto-supérieure : tous les travailleurs, qualifiés ou non, verraient leur situation s'améliorer. En fait, nous avons constaté que les non qualifiés du Nord voyaient leur salaire réel diminuer relativement à l'autarcie en fin de période, leur rémunération réelle augmentant de moins en moins vite à partir de 19 années (graphique 5.10.). On peut interpréter ce résultat à la lumière des évolutions contradictoires des prix des biens finaux l et h .

A l'ouverture concurrentielle, la production du bien l est entièrement délocalisée au Sud en raison d'un coût du travail non qualifié nettement réduit : le prix du bien l diminue en conséquence. On constate néanmoins que ce dernier diminue très lentement à la fin de la période (graphique 5.25.). En effet, l'élargissement du marché se traduit par une demande accrue de bien l , donc par une hausse de la demande de travail non qualifié nécessaire à sa production, et donc par une sensible augmentation du salaire relatif des travailleurs du Sud.

Parallèlement, l'ouverture avec des marchés du travail compétitifs entraîne une forte augmentation de la prime de qualification donc du coût relatif du travail qualifié. En définitive, le prix du bien h augmente sensiblement, la production de ce dernier requérant du travail qualifié (graphique 5.26.).

Au total, à l'ouverture concurrentielle, la baisse du niveau général des prix ralentit en fin de période, et au bout de 23 années le niveau des prix dépasse celui de l'autarcie (graphique 5.9.).

On a également constaté que, comparée à l'ouverture avec des marchés du travail compétitifs, la mise en place d'un salaire minimum au Nord commence par diminuer le salaire réel des travailleurs qualifiés. Néanmoins, celui-ci augmente avec le temps et

rattrape, au bout de 17 années, le niveau correspondant à l'ouverture concurrentielle. Ce résultat s'explique par la contrainte sur l'appréciation de la prime de qualification qui supprime l'impact négatif de la hausse du coût du travail qualifié sur la R&D et le prix du capital. La demande de capital est stimulée, et donc l'effort de R&D. Le changement technologique intensifié accélère la baisse du prix du capital et par conséquent celle du prix des biens finaux, qui devient plus rapide qu'à l'ouverture concurrentielle. Le salaire réel des travailleurs qualifiés augmente, et l'écart entre les scénarios O et OW se réduit.

Parallèlement, la contrainte sur la prime de qualification commence par réduire le salaire réel des travailleurs du Sud. Cependant, avec le temps, l'intensification du progrès technique se traduit par une baisse rapide du prix des biens finaux, et l'écart entre les scénarios O et OW disparaît totalement en fin de période. Le salaire réel des travailleurs du Sud en situation d'ouverture avec salaire minimum dépasse son niveau à l'ouverture concurrentielle au bout de 23 années.

5.3.4. L'impact de l'ouverture sur le progrès technique

Les exercices de simulation montrent que l'ouverture Nord-Sud agit différemment sur l'effort de R&D suivant les scénarios :

- 1) Comparée à l'autarcie, l'ouverture avec marchés du travail concurrentiels ralentit la R&D et la productivité totale des facteurs dans la production du capital (A).
- 2) En revanche, en situation d'ouverture avec un salaire minimum au Nord, l'effort de R&D est augmenté, et la croissance de la productivité A accélérée par rapport à l'autarcie.

L'explication de ces résultats appelle une analyse des mécanismes qui concourent à la détermination de l'effort de R&D.

L'effort de R&D est mesuré par la quantité H_A de travail qualifié alloué à la recherche.

Soit, en raison des relations (HAA) et (HAO) déterminées au chapitre 4 :

- en économie fermée : $H_A = \left(\delta \sigma \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{1}{A\lambda_L w} \right) K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$,
- en économie ouverte : $H_A = \left(\delta \sigma \left(\frac{1}{A\lambda_H} + \frac{\omega}{A\lambda_L w} \right) K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$.

Le profit pur étant nul à l'équilibre pour la production de K , on peut écrire :

- en économie fermée (relation 4.12) : $\pi_K = 0 \Rightarrow \frac{1}{A\lambda_L w} + \frac{1}{A\lambda_H} = \frac{\rho}{w} - \frac{H_A}{K}$,
- en économie ouverte (relation 4.25) : $\pi_K = 0 \Rightarrow \frac{\omega}{A\lambda_L w} + \frac{1}{A\lambda_H} = \frac{\rho}{w} - \frac{H_A}{K}$.

En portant dans les relations déterminant H_A , (i) les égalités précédentes, et (ii) les relations (AK^-) et (OK^-) définissant les demandes de capital en autarcie et en ouverture (voir chapitre 4), il vient :

- en autarcie du Nord :

$$H_A = (\delta \sigma)^{\frac{1}{1-\sigma}} \left[\underbrace{\frac{\beta(1-\zeta)}{1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}}}}_{\text{Effet prix du capital}} + \alpha \zeta \underbrace{\frac{\text{Effet taille du marché}}{\left(\bar{L} + w\bar{H} \right)}}_{\frac{w}{\text{Effet coût du travail qualifié}}} - H_A \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (5.1)$$

- en ouverture Nord-Sud :

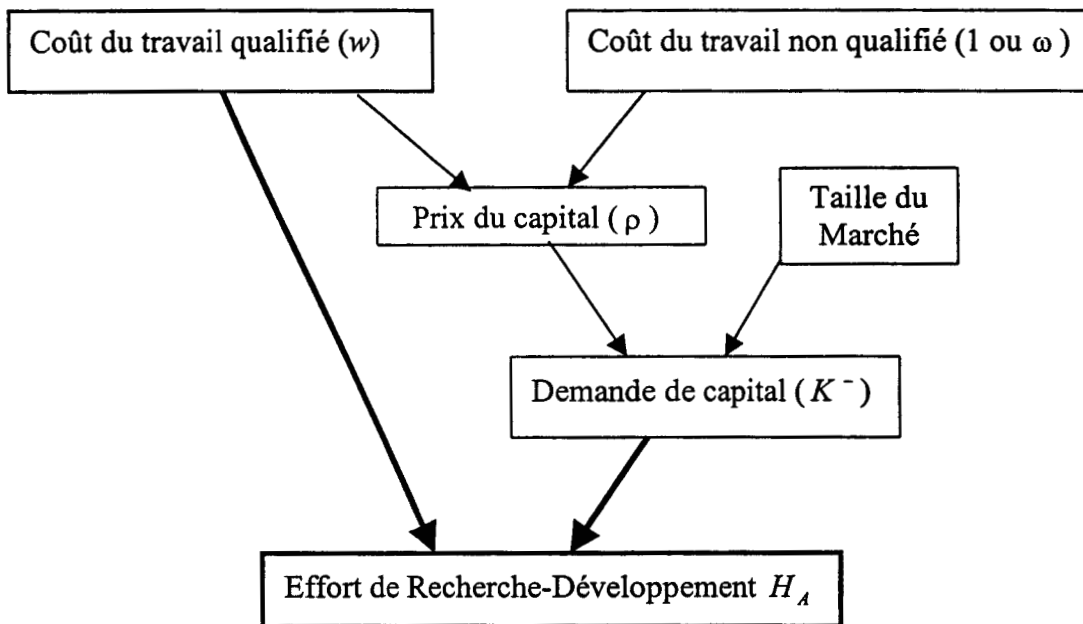
$$H_A = (\delta\sigma)^{\frac{1}{1-\sigma}} \left[\underbrace{\frac{\beta(1-\zeta)}{1 + \left(\frac{a}{1-a}\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}}}}_{\text{Effet prix du capital}} + \alpha\zeta \underbrace{\frac{\overbrace{(\bar{L}_N + \omega\bar{L}_S + w\bar{H})}^{\text{Effet taille du marché}}}{\underbrace{w}_{\text{Effet coût du travail qualifié}}}}_{\text{Effet taille du marché}} - H_A \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (5.2)$$

Les équations (5.1) et (5.2) font clairement apparaître trois effets déterminant l'effort de recherche-développement :

- (i) un effet taille du marché, qui agit positivement ;
- (ii) un effet coût du travail qualifié, qui agit négativement, et
- (iii) un effet prix du capital, qui agit négativement.

Le schéma (5.4) dessine les mécanismes par lesquels agissent ces trois déterminants.

Schéma 5.4. Les facteurs déterminant la R&D



Deux éléments déterminent directement l'effort de R&D :

- (i) négativement, le coût du travail qualifié, qui est le seul facteur utilisé dans l'activité de R&D, et
- (ii) positivement, la demande de biens capitaux puisque l'innovation s'opère dans ce secteur.

La demande de capital dépend elle-même :

- (i) positivement de la taille du marché, c'est à dire de la demande globale de biens finaux, puisque le capital est utilisé dans ces deux secteurs, et
- (ii) négativement du prix du capital, déterminé par son coût de production.

Enfin, le coût de production du capital dépend des coûts des travaux qualifiés et non qualifiés.

A partir des mécanismes précédents, on peut analyser les impacts de l'ouverture et du salaire minimum en prenant la situation autarcique comme point de départ.

Comparée à la situation autarcique, l'ouverture Nord-Sud avec marchés du travail concurrentiels (scénario O) a trois conséquences majeures sur la R&D :

- (1) L'ouverture élargit la taille du marché des biens finaux *via* l'insertion des travailleurs du Sud à l'économie mondiale. Comme la production des biens finaux requière du capital, la demande de capital augmente. L'innovation s'opérant dans le secteur K, l'effort de R&D est stimulé, ainsi que la demande de chercheurs.
- (2) La délocalisation au Sud de la production de bien *l* et du stade aval de la production de capital réduit fortement la demande de travail non qualifié au Nord. En conséquence, la prime de qualification s'accroît sensiblement. La hausse du coût relatif du travail qualifié réduit alors l'effort de R&D, et la demande de chercheurs diminue.

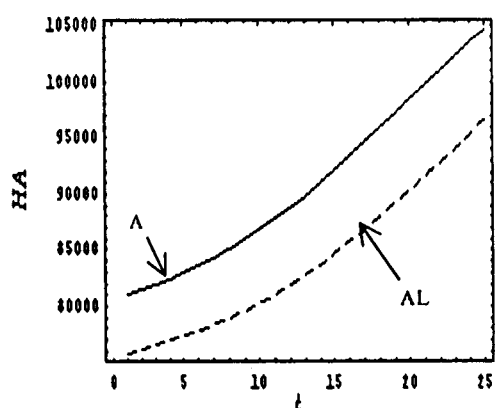
- (3) L'ouverture Nord-Sud modifie le prix du capital, mais son sens de variation est ambiguë car il dépend de deux effets opposés. D'une part, l'accroissement du coût du travail qualifié renchérit le prix du capital. D'autre part, la délocalisation au Sud du stade aval de K se traduit par une diminution de son prix en raison du faible coût du travail non qualifié dans cette zone. Si le premier effet est supérieur au second, la demande de capital et l'effort de R&D sont ralentis ; à l'inverse, si le second effet l'emporte, la demande de capital augmente et l'innovation est stimulée.

En résumé, comparée à l'autarcie, l'ouverture avec des marchés du travail concurrentiels se traduit par deux modifications principales dont les effets sur l'effort de R&D sont opposés. D'une part, la hausse du coût du travail qualifié ralentit l'effort de recherche, et donc le progrès technique. D'autre part, l'élargissement du marché pousse la R&D et accélère le progrès technique.

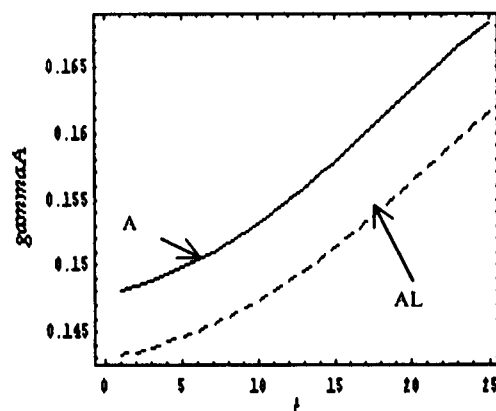
Lorsque l'ouverture s'opère avec des marchés du travail concurrentiels (scénario O), l'effet négatif du renchérissement coût de la recherche l'emporte très nettement sur l'impact positif de l'élargissement du marché. Il s'ensuit une baisse de la R&D. Dans le modèle, cette propriété résulte de l'importance des délocalisations au Sud, qui entraînent une forte hausse du prix relatif du travail qualifié. On doit toutefois remarquer qu'elle se produirait dans tous les cas où le Sud n'est pas doté (ou : est très faiblement doté) en travail qualifié. En effet, les simulations montrent clairement qu'une simple hausse du travail non qualifié au Nord à l'autarcie⁸ (qui peut également être interprétée comme une économie mondiale Nord-Sud où la quantité de travail non qualifié au Sud serait insuffisante pour permettre de délocaliser à la fois l'ensemble du secteur l et tout le stade aval de K) se traduit par une baisse du nombre de chercheurs H_A et donc un ralentissement du progrès technique (graphiques 5.37. et 5.38.).

⁸ Le scénario AL correspond au modèle simulé à l'autarcie du Nord, avec une quantité de travail non qualifié supérieure à celle supposée dans le scénario A. L'offre de travail non qualifié du Nord est égale à 13 millions au lieu de 10 millions. Les autres paramètres restent identiques à ceux utilisés pour simuler le scénario A.

Graphique 5.37.

Croissance de la productivité (γ_A)

Graphique 5.38.

Nombre de chercheurs (H_A)

Lorsqu'un salaire minimum maintient la prime de qualification à son niveau en autarcie (scénario OW), l'effet négatif de la hausse du coût relatif des qualifiés disparaît. L'impact positif de l'élargissement du marché est en revanche maintenu, même s'il est réduit en raison du sous-emploi des non qualifiés au Nord. Enfin, comparé aux scénarios A et O, le coût de production du capital est maintenant abaissé puisque (i) le salaire des qualifiés est le même qu'en autarcie, et (ii) le coût des non qualifiés est nettement diminué en raison de la délocalisation au Sud du stade aval de production. Ainsi, l'ouverture avec salaire minimum se traduit bien par une hausse de l'effort de R&D et une accélération du progrès technique comparée à la situation autarcique (et donc également comparée à l'ouverture concurrentielle O).

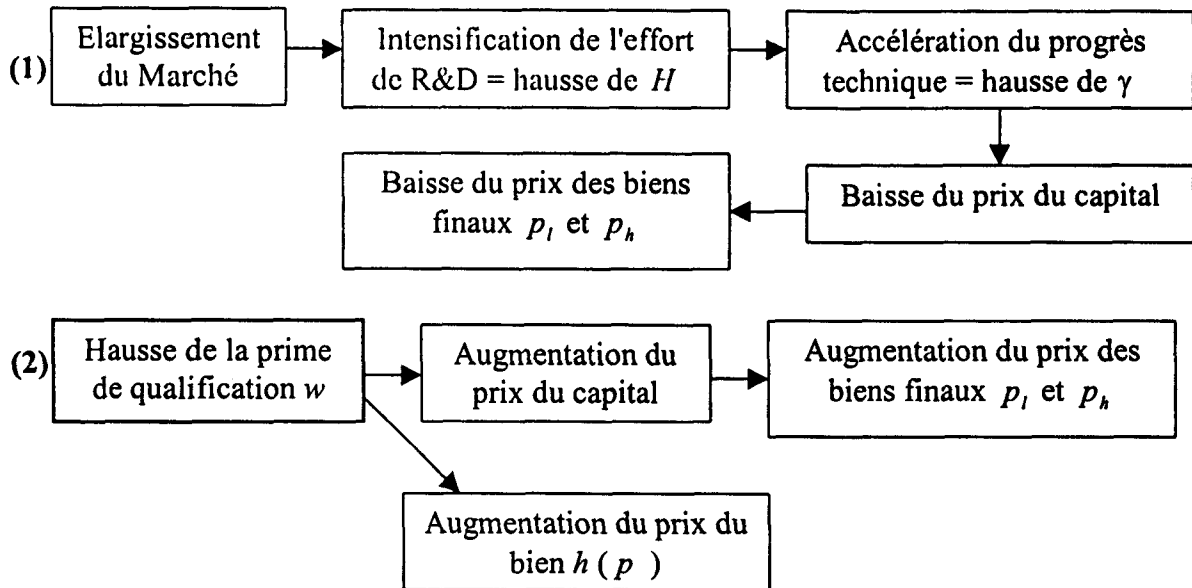
5.3.5. Le revenu réel

Les simulations ont révélé qu'au début du processus et sur une période relativement longue, le revenu réel global du Nord en ouverture concurrentielle était supérieur à son niveau d'autarcie et en ouverture avec salaire minimum. En revanche, à plus long terme, le revenu réel du Nord en situation d'autarcie et d'ouverture avec salaire minimum dépasse son niveau à l'ouverture concurrentielle, l'écart tendant ensuite à se creuser. On peut

expliquer ces résultats par les conséquences de l'ouverture sur l'effort de R&D et le progrès technique.

Le schéma 5.5. résume les conséquences de l'ouverture sur le revenu réel du Nord.

Schéma 5.5. Les conséquences de l'ouverture sur le revenu réel du Nord



Lorsque l'on se place à l'ouverture avec des marchés du travail compétitifs, la prime de qualification s'accroît sensiblement. Dans cette configuration, il arrive un moment où l'accroissement du coût du travail qualifié est si élevé que l'élargissement du marché lié à l'intégration des travailleurs du Sud à l'économie mondiale est insuffisant pour stimuler la demande de capital, donc l'effort de R&D. Le progrès technique est freiné comparé à la situation en autarcie, et si le prix du capital diminue, il est supérieur à son niveau d'autarcie.

Parallèlement, l'accroissement du coût du travail qualifié renchérit le prix du capital et du bien h . Néanmoins, le prix du bien l est sensiblement abaissé en raison de la délocalisation de sa production au Sud.

En définitive, comparé à l'autarcie, le prix du bien h augmente fortement, ce qui pousse le niveau général des prix. Ce dernier en situation d'ouverture dépasse le niveau général des prix à l'autarcie au bout de 23 années. On assiste alors à une baisse du revenu réel du Nord comparé à son niveau observé à l'autarcie.

Lorsqu'un salaire minimum qui empêche la prime de qualification d'augmenter est mis en place (scénario OW), la contrainte sur l'appréciation de la prime de qualification se traduit d'abord par un ralentissement du revenu réel total en raison de l'existence d'un chômage élevé pour les non qualifiés. Cet écart est ensuite graduellement comblé. En effet, dans cette configuration, l'impact négatif de la hausse du coût du travail qualifié sur la R&D et le prix du capital est supprimé. Comparée à l'ouverture concurrentielle, le prix du capital est nettement plus faible, et la demande de capital est stimulée. L'impact positif du progrès technique sur la baisse du prix du capital est donc intensifié. Parallèlement, le prix du bien h est plus faible qu'à l'ouverture concurrentielle. En outre, l'impact positif de la délocalisation sur le prix du bien l continue de jouer. Au total, le niveau général des prix en situation d'ouverture avec salaire minimum est très inférieur au niveau à l'ouverture concurrentielle : le revenu réel du Nord s'accroît, rattrapant le niveau du salaire réel observé en situation d'ouverture concurrentielle.

Enfin, en situation d'autarcie du Nord, la prime de qualification augmente, mais elle reste très inférieure à celle observée à l'ouverture concurrentielle. Dans cette configuration, même si l'effort de R&D n'est pas stimulé par l'élargissement du marché lié à l'insertion du Sud à l'économie mondiale, il l'est néanmoins en raison d'un accroissement modéré de la prime de qualification comparé à l'ouverture. En conséquence, il est logique d'observer au bout d'un certain temps, un rattrapage du revenu réel du Nord en situation d'ouverture concurrentielle par son niveau à l'autarcie. En effet, la hausse modérée de la prime de qualification a un impact positif (i) sur le prix du capital qui est très inférieur à celui en situation d'ouverture concurrentielle (mais supérieur à celui dans le scénario OW), et (ii) sur le prix du bien h . En revanche, l'impact positif de la délocalisation sur le prix de l disparaît. Initialement supérieur à son niveau à l'ouverture concurrentielle, le niveau général des prix en situation d'autarcie devient inférieur à ce dernier au bout d'un certain temps, lorsque l'effort de R&D est suffisamment important pour compenser l'absence des effets positifs de l'élargissement du marché et de la délocalisation. Il faut cependant encore plusieurs années (73 au total) pour que la baisse du prix du capital et du bien h compense totalement le manque à gagner subi par les travailleurs qualifiés du fait de la faible hausse de la prime de qualification donc de leur salaire réel.

5.4. L'augmentation de la qualification de la population active

Les conséquences contrastées de l'ouverture et d'une politique de salaire minimum constituent un enseignement important du modèle. L'ouverture enrichit le Nord dans un premier temps et permet la croissance au Sud, mais elle ralentit le progrès technique et accroît fortement les inégalités. A l'inverse, l'instauration d'un salaire minimum qui s'oppose à l'augmentation des inégalités liées à l'ouverture stimule la recherche et le progrès technique, mais entraîne un fort chômage des non qualifiés du Nord.

Dans le modèle avec dotations fixes en facteurs primaires, il existe donc une contradiction entre le plein-emploi et le progrès technique, contradiction qui résulte de la variation de la prime de qualification. A l'ouverture concurrentielle, la prime s'apprécie en raison des mouvements de spécialisation, ce qui permet de maintenir le plein-emploi. Cette appréciation freine l'effort de R&D et donc le progrès technique.

Un moyen de s'opposer à la hausse de la prime de qualification sans déprimer la R&D et en garantissant le plein-emploi au Nord, consisterait à augmenter la proportion de qualifiés dans la population active du Nord. C'est cette solution qui est simulée dans le scénario OH présenté maintenant.

Le scénario OH (O pour ouverture et H pour travail qualifié) vise à révéler l'augmentation du poids des qualifiés dans la population active du Nord nécessaire pour s'opposer au creusement des inégalités qu'imprime l'ouverture tout en garantissant le plein emploi. En conséquence, on se place en ouverture Nord-Sud et l'on contraint la prime de qualification à évoluer comme en autarcie, c'est-à-dire dans le scénario A. On calcule alors la modification dans la structure par qualification de la population active du Nord, soit l'augmentation du poids des qualifiés qui permet d'obtenir cette évolution de la prime de qualification tout en maintenant le plein-emploi. Le fait de savoir si cette augmentation résulte de l'effort privé d'éducation des ménages, de la politique d'éducation des pouvoirs publics, ou encore d'une combinaison de ces deux comportements n'est pas abordé ici.

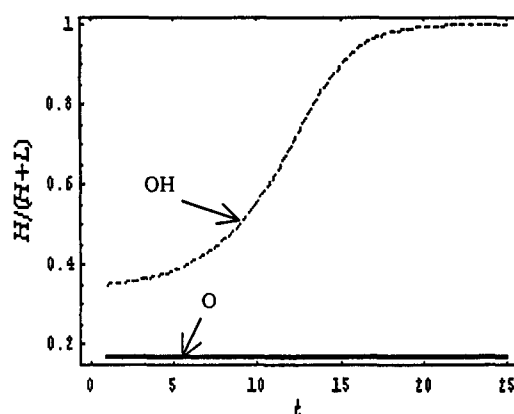
Le scénario OH permet en conséquence d'allier une augmentation ralentie des inégalités, une croissance rapide du progrès technique et une situation de plein-emploi de tous les facteurs. Dans le modèle simulé, la prime de qualification est donc une variable exogène, et le rapport $H(t)/L_N(t)$ des dotations relatives au Nord devient endogène à chaque période pour une population active totale donnée et invariante dans le temps : $H(t) + L_N(t) = \text{constante}, \forall t$. En modifiant le poids des qualifiés dans la population active, on modifie également l'ensemble des variables endogènes du modèle. Les résultats du scénario OH sont alors comparés à ceux de l'ouverture concurrentielle (scénario O).

5.4.1. L'augmentation du travail qualifié

En ouverture Nord-Sud, l'obtention du plein emploi en maintenant l'inégalité à son niveau autarcique requière une augmentation très rapide de la qualification. En 25 ans, le poids des qualifiés doit passer de 35% à 99% de la population active (graphique 5.39.). Une variation aussi considérable reproduit évidemment certaines caractéristiques du modèle, en particulier le fait que seul le secteur h continue d'employer du travail non qualifié au Nord lorsque l'on se place en économie ouverte. C'est bien l'étendue du mouvement de délocalisation qui explique une telle amplitude dans l'accroissement de qualification. Le relâchement de ces hypothèses, aboutissant à une évolution moins extrême du poids des qualifiés au Nord, est discuté à la section 5.5.

Graphique 5.39.

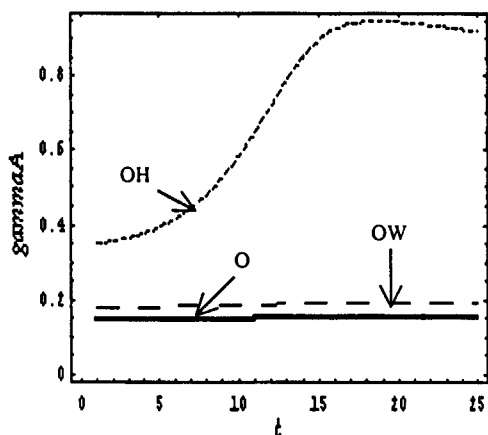
Part des qualifiés dans la population active $H_N/(H_N + L_N)$



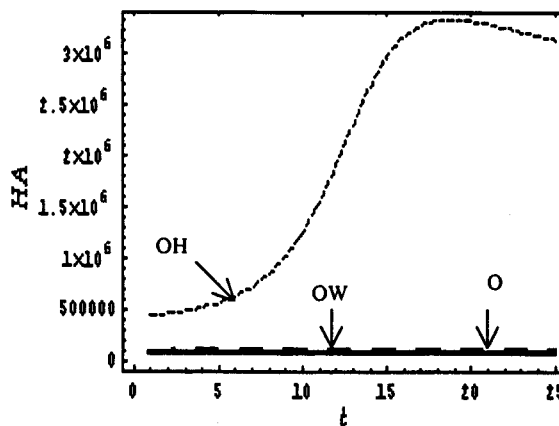
5.4.2. R&D et progrès technique

Logiquement, l'augmentation des qualifiés dans la population active permet de stimuler le progrès technique (graphique 5.40.). En effet, le coût (salaire réel) des qualifiés diminue, ce qui accroît le nombre de chercheurs et le progrès technique (graphiques 5.40. et 5.41.). On peut également remarquer que le nombre de chercheurs (H_A) et la croissance de la productivité (γ_A) augmentent plus rapidement que dans le scénario OW. Ce résultat est logique puisque le coût relatif des qualifiés est le même en OH et OW, mais la taille de marché est augmentée dans le premier cas puisque les chômeurs non qualifiés sont remplacés par de la main d'œuvre qualifiée employée.

Graphique 5.40.
Croissance de la productivité (γ_A)



Graphique 5.41.
Nombre de chercheurs (H_A)



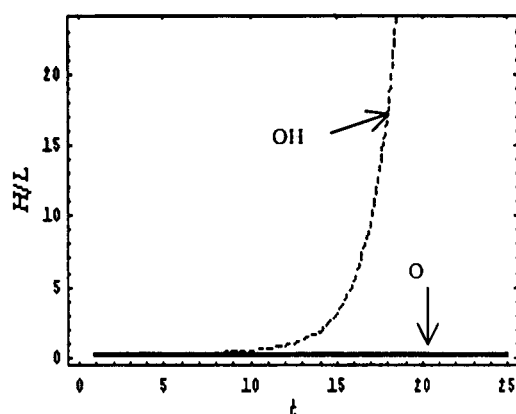
En définitive, les niveaux de R&D et de progrès technique observés avec une hausse du niveau d'éducation sont nettement supérieurs à ceux résultant de l'ouverture concurrentielle. On peut noter que le nombre de chercheurs et donc la productivité ralentissent en fin de période. Ce résultat s'explique par l'intensification de l'effort de R&D qui conduit à une forte utilisation de chercheurs, et donc une baisse accélérée de leur productivité marginale. A partir d'un certain point, l'augmentation de la prime de qualification entraîne une baisse du nombre de chercheurs en raison de leur productivité marginale décroissante dans l'activité de R&D.

5.4.3. L'intensité en qualification

Avec la hausse du poids des qualifiés dans la population active, l'intensité en qualification s'accroît très fortement dans les secteurs h et K (graphiques 5.42. et 5.43.).

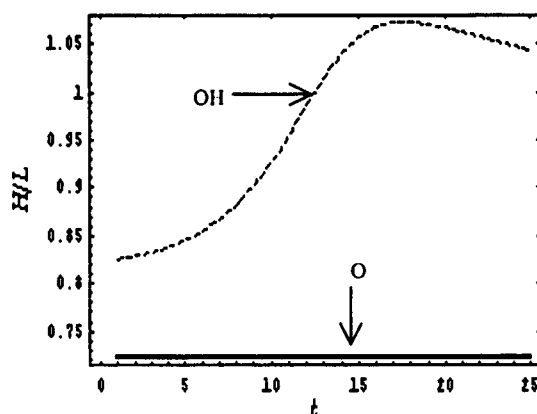
Graphique 5.42.

Intensité en qualification H_h/L_h



Graphique 5.43.

Intensité en qualification $(H_K + H_A)/L_K$



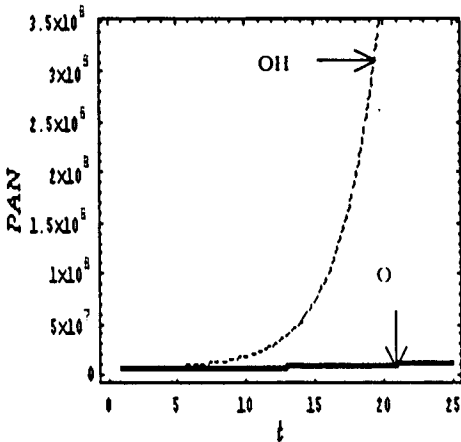
Ce résultat s'explique évidemment par la baisse du coût des qualifiés (liée à l'augmentation de l'offre de H) qui se traduit (i) par une augmentation de l'effort de R&D dans le secteur K , et (ii) par une demande supplémentaire de qualifiés dans le secteur h .

5.4.4. Les revenus réels

La hausse du poids des qualifiés dans la population active se traduit logiquement par une sensible augmentation du revenu réel du Nord (graphique 5.44.). Elle conduit également à une forte hausse du revenu réel du Sud en raison de (i) la forte baisse du niveau général des prix, et de (ii) l'accroissement du salaire réel des travailleurs du Sud (graphique 5.45.).

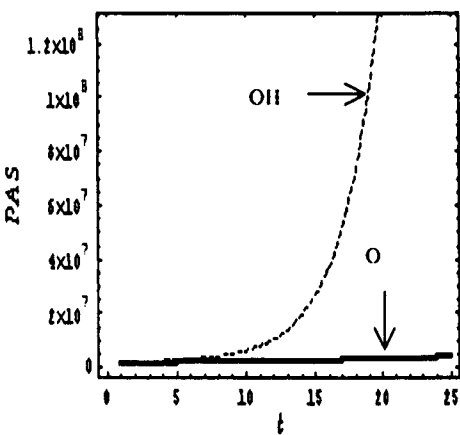
Graphique 5.44.

Revenu réel du Nord $((wH_N + L_N)/p)$



Graphique 5.45.

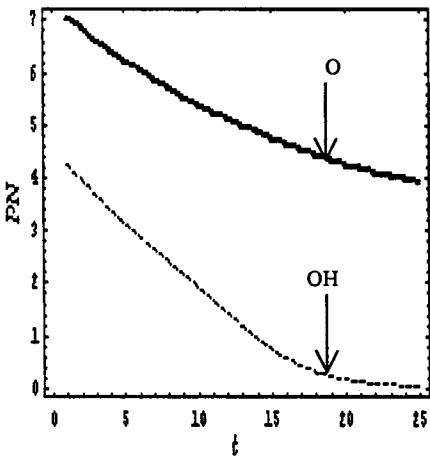
Revenus réels du Sud $(\omega L_S/p)$



La hausse de la part des qualifiés dans la population active se traduit par une intensification de l'effort de R&D et donc du progrès technique. L'impact positif de ce dernier sur le prix du capital et donc des biens finaux est alors nettement supérieur à celui en ouverture concurrentielle, ceci d'autant plus que la hausse des qualifiés permet de maintenir la prime de qualification à son niveau d'autarcie. Le niveau général des prix dans le scénario OH est donc très en-dessous de son niveau à l'ouverture concurrentielle (graphique 5.46.).

Graphique 5.46.

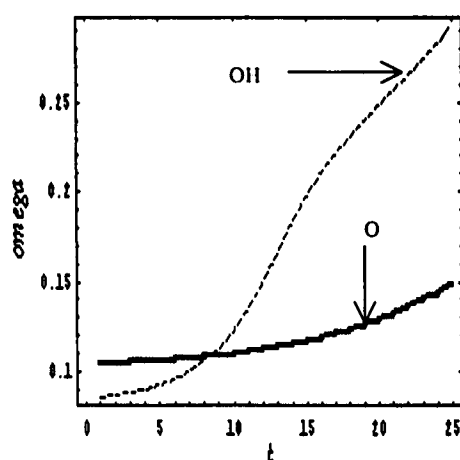
Niveau général des prix $p (p = (p_l)^\zeta \cdot (p_h)^{1-\zeta})$



Parallèlement, le salaire réel des travailleurs du Sud est inférieur à son niveau d'ouverture concurrentielle en début de période, mais il connaît ensuite une sensible augmentation en raison de la forte baisse du prix du capital qui conduit à une augmentation de la demande de bien l (graphique 5.47.).

Graphique 5.47.

Salaire réel des travailleurs du Sud ($\omega L_s / p$)



En définitive, il existe un moyen de s'opposer à la hausse de la prime de qualification sans ralentir le progrès technique tout en garantissant le plein-emploi au Nord. Pour cela, il faut sortir du modèle avec dotations fixes en facteurs primaires, et augmenter la part des qualifiés dans la population active du Nord. L'obtention du plein emploi en maintenant l'inégalité à son niveau autarcique requière alors une augmentation très rapide de la qualification. Cette hausse du niveau d'éducation conduit à des niveaux de R&D et de progrès technique qui sont nettement supérieurs à ceux résultant de l'ouverture concurrentielle. Au total, le revenu réel du Nord et du Sud augmente sensiblement.

L'ensemble des résultats analysés dans cette section et la précédente méritent d'être discutés.

5.5. Discussion générale

Dans cette section, quatre points principaux seront successivement discutés. On revient dans un premier temps sur certaines hypothèses simplificatrices et l'on aborde les conditions d'acceptabilité des résultats (5.5.1). On discute ensuite les enseignements et interprétations du modèle en termes d'interventions publiques et de bien-être, en particulier sur les politiques de salaire minimum et d'éducation (5.5.2). Les résultats du modèle sont alors comparés à ceux de l'approche H-O-S (5.5.3). On propose enfin plusieurs voies d'extensions permettant d'élargir la portée explicative du modèle (5.5.4).

5.5.1. Hypothèses simplificatrices et conditions d'acceptabilité

Il faut d'abord rappeler que le modèle développé dans ce papier est, par construction, une approche partielle, et qu'il ne peut représenter l'ensemble des modalités d'interactions entre progrès technique, ouverture Nord-Sud et inégalités salariales. Il vise à analyser un progrès technique particulier, dans le secteur informatique, et qui s'exprime uniquement par une hausse de la productivité dans la fabrication d'un certain type de capital et de biens intermédiaires, ordinateurs et semi-conducteurs. Si l'utilisation du capital avait augmenté la productivité totale des facteurs dans les secteurs h et l , si les produits du secteur K étaient également consommés par les ménages, les résultats du modèle auraient été différents. Il faut donc interpréter le modèle pour ce qu'il est : un instrument d'analyse de l'impact de l'informatisation des processus productifs en économie ouverte Nord-Sud. Dans ce cadre, l'hypothèse d'un impact faible de ce phénomène sur la PTF dans les autres secteurs reproduit une caractéristique couramment observée (Gordon, 2000a).

Une limite majeure du modèle simulé concerne la dynamique des inégalités salariales, mesurées par la prime de qualification, qui paraît largement exagérée lorsqu'on la compare à la réalité observée. Cette dynamique concerne à la fois l'évolution de la prime de qualification à l'autarcie et en ouverture Nord-Sud, et l'importance du saut que doit

réaliser cette prime pour maintenir le plein emploi lorsque l'on passe de l'autarcie à l'ouverture. Enfin, ce même phénomène se retrouve dans la montée substantielle du chômage des non qualifiés du scénario OW, et dans l'augmentation disproportionnée de la qualification du scénario OH. En définitive, dans les scénarios simulés du modèle, le Nord en économie ouverte a le choix entre (i) une montée dramatique des inégalités, (ii) une hausse toute aussi dramatique du chômage des non qualifiés, et (iii) un effort colossal de qualification de sa main d'œuvre ; il peut également se placer en position intermédiaire entre ces trois situations. Ces résultats souvent excessifs s'expliquent par la combinaison d'hypothèses, soit liées au modèle lui-même, soit choisies pour les exercices de simulation.

Du côté du modèle, le choix d'une économie à trois secteurs (L , h , et K), dont l'un seulement (h) maintient une demande de travail non qualifié au Nord en situation d'ouverture, explique en grande partie la baisse dramatique de la demande de main d'œuvre non qualifiée (au Nord), et la hausse induite des inégalités. Or, (i) la délocalisation totale de la production des biens échangeables très intensifs en travail d'exécution, et (ii) le transfert au Sud des stades aval de production du secteur informatique, représentent assez fidèlement la réalité observée. En fait, il manque au modèle un secteur de produits non échangeables internationalement et intensifs en main d'œuvre faiblement qualifiée, comme les services de proximité ou la majeure partie du bâtiment - travaux publics. L'introduction d'un quatrième secteur représentant les non échangeables pourrait alors maintenir une demande de non qualifiés au Nord qui réduirait sensiblement la hausse de la prime de qualification en ouverture.

Une seconde série d'hypothèses, choisies pour les exercices de simulation, tendent à surestimer la dynamique des inégalités. Il s'agit d'abord, dans tous les scénarios sauf OH, des dotations constantes en L et H au Nord et au Sud. Dans la réalité (i) le Nord a connu une augmentation forte de la part des qualifiés dans sa population active sur les 25 dernières années (voir les faits stylisés du chapitre 1), et (ii) on peut penser que la quantité de travail non qualifié au Sud a augmenté dans le temps avec l'insertion à l'économie mondiale de nouveaux producteurs de plus en plus nombreux (première, deuxième et troisième vagues de NPI, auxquels il faut ajouter la Chine depuis les années quatre-vingt et une partie de l'Inde dans les années quatre-vingt-dix). Ainsi, il n'y a pas de "saut" entre autarcie du Nord et ouverture Nord-Sud, mais bien une dynamique d'insertion d'une partie

croissante du Sud à l'économie mondiale. La prise en compte de ces évolutions, en augmentant le rapport H_N / L_N de la dotation relative en qualification du Nord, et en accroissant progressivement la dotation L_S à partir d'une valeur initiale relativement faible, permettrait à la fois de réduire l'ampleur et de lisser les évolutions liées à l'ouverture. Les scénarios n'ont pas intégré ces évolutions car leur objectif était bien de révéler les résultats du modèle pour des dotations invariantes en travaux qualifiés et non qualifiés.

Une autre caractéristique des simulations (mais également de l'architecture générale du modèle) tend à amplifier la baisse de demande de non qualifiés, et donc à encourager la hausse des inégalités salariales : l'existence d'un unique secteur de biens capitaux (informatiques) dont la PTF croît très rapidement (15 % par an en ouverture concurrentielle dans les scénarios présentés à la section 5.2. ; 45 % par an dans les scénarios présentés en annexe 4). Si le choix d'une croissance de la PTF de 15 % dans le secteur informatique est parfaitement justifié, le choix d'un secteur de bien capitaux limité aux seuls biens informatiques induit incontestablement un biais. Dans la réalité, l'informatique représente moins de la moitié des biens capitaux utilisés, même si sa part est difficilement mesurable en raison du caractère diffus de l'informatisation. L'identification du capital aux seuls biens informatiques se traduit alors par une surestimation de la demande de chercheurs, liée au choix d'un δ (mesure de l'efficacité de la R&D) élevé dans la fonction de R&D permettant d'atteindre la croissance de 15 % de la PTF. Enfin, la demande de chercheurs est également rehaussée par la forme de la fonction de R&D, qui crée un processus de croissance endogène. Si, dans la lignée de Jones (1995), une approche en croissance semi-endogène avait été choisie, la constance de la dotation en travail qualifié aurait abouti à une baisse continue de la croissance de la PTF, qui s'annulerait à l'infini. Les équations du modèle en croissance semi-endogène sont portées en annexe 8.

5.5.2. Politiques publiques et bien-être

Nous nous intéressons ici au seul bien-être des ménages du Nord. Pour le Sud en effet, il est d'abord difficile de comparer les scénarios A et O puisqu' aucune hypothèse n'a été faite sur la situation du Sud en autarcie. On peut simplement présumer que, si la technologie transférée du Nord est supérieure à celle du Sud en autarcie, et puisque l'on suppose par construction que tous les non qualifiés du Sud sont employés, l'ouverture améliore le bien-être de tous les ménages du Sud. Ces hypothèses ont toutefois été choisies de façon à fournir un cadre pratique pour l'analyse des inégalités au Nord. En fait, le modèle développé dans cette thèse n'a aucune vocation à analyser la dynamique de développement du Sud. Limiter l'analyse au bien-être des catégories sociales du Nord est donc non seulement légitime (c'est le sujet de la thèse), mais également nécessaire étant donné le cadre d'hypothèses choisi pour le Sud.

Tels qu'ils sont présentés, les différents scénarios sont difficilement comparables en termes de bien-être. En effet, hormis le cas OH qui est qualitativement différent des autres en raison du changement dans les dotations factorielles, aucun scénario n'est supérieur à un autre pour tous les agents. Habituellement, un scénario qui augmente le revenu réel d'une catégorie de la population le diminue pour une autre catégorie.

En supposant une politique de redistribution neutre du point de vue de l'offre de travail (et de l'effort consenti), on peut toutefois comparer les scénarios à partir du revenu réel par tête, c'est-à-dire du revenu réel global puisque la population ne varie pas. En effet, si, entre deux scénarios, le premier produit un revenu réel supérieur au second, une politique de redistribution peut toujours améliorer le sort de tous les individus dans le premier cas comparativement au second. Pour que cette règle soit applicable, encore faut-il que la politique de taxation - redistribution n'ait pas d'impact sur l'offre et l'effort au travail. Cette neutralité de la redistribution est néanmoins cohérente avec les hypothèses du modèle puisque l'offre d'une unité de travail par ménage n'est pas modifiée lorsque les revenus réels varient.

Toutefois, une comparaison fondée sur le revenu réel se heurte à un nouveau problème : la hiérarchie des scénarios en termes de revenu par tête varie dans le temps. On

sait en particulier que, pendant une période relativement longue, l'ouverture concurrentielle est supérieure aux autres situations (autarcie et ouverture avec salaire minimum au Nord) pour le revenu réel, mais que l'ordre s'inverse ensuite. En fait, dans les simulations opérées plus haut, le revenu réel par tête dépassait son niveau en ouverture concurrentielle (scénario O) après 23 ans pour le scénario OW, et après 73 ans pour le scénario A. La comparaison des scénarios en termes de bien-être nécessite alors le choix d'un taux d'escompte psychologique représentant la préférence pour le présent des ménages. Outre le fait que ce choix est peu cohérent avec les hypothèses du modèle (en particulier l'absence d'épargne), il est évident qu'il existe deux taux seuils permettant de renverser l'ordre des scénarios en termes de bien-être. Il existe ainsi un taux d'escompte psychologique en deçà duquel A est supérieur à O, un autre (supérieur au premier) en deçà duquel OW est supérieur à O. Enfin, le cas OW est toujours supérieur à l'autarcie en termes de revenu réel.

Il faut enfin souligner que toute analyse du bien-être à partir d'un modèle partiel tel que celui développé ici risque d'être fortement biaisée dans la mesure où les impacts de l'ouverture sur les comportements et variables qui ne sont pas intégrés au modèle peuvent modifier sensiblement le bien-être des individus.

Dans la suite de cette section, nous discutons de l'impact du salaire minimum et d'une politique d'éducation. Plutôt que de parler bien-être, on se référera à l'impact de chaque situation sur le revenu réel dans le temps, ce qui est plus adapté à l'analyse d'un mécanisme partiel.

a) La politique de salaire minimum

Le modèle simulé révèle un double impact du salaire minimum. D'une part, son instauration se traduit par un chômage élevé et croissant de la main d'œuvre peu qualifiée. Ce résultat est habituel pour une approche où il n'y a ni monopsonne sur le marché du travail, ni salaire d'efficience, ni influence positive du salaire minimum sur le comportement d'éducation des ménages. D'autre part, le salaire minimum se traduit par une hausse de l'effort de R&D, du progrès technique et de la croissance à long-terme du produit

réel. Ce résultat rejoint celui d'Askenazy (2001), mais pour des raisons différentes. Chez Askenazy, il découlait d'un transfert intersectoriel de main d'œuvre vers les industries "*high tech*" et d'une hausse induite de l'effort de R&D. En outre, l'impact positif du salaire minimum sur la recherche et la croissance ne pouvait s'opérer qu'en économie ouverte. Dans le modèle développé ici, c'est la baisse du coût relatif des chercheurs qui stimule la R&D, le progrès technique et la croissance. On peut d'ailleurs remarquer qu'une indexation contractuelle des salaires des non qualifiés sur celui des qualifiés (ou sur le salaire moyen) aurait un effet similaire. De plus, étant donné que le mécanisme est guidé par le coût du travail qualifié, la mise en place d'un salaire minimum en autarcie a le même effet qu'en ouverture : il encourage la R&D et pousse la croissance à long-terme (voir le scénario AW en annexe 6⁹).

On peut enfin rappeler qu'une politique de salaire minimum réduit le revenu par tête du Nord dans un premier temps en raison du chômage important des non qualifiés, mais que l'accélération du progrès technique se traduit ensuite par un rattrapage. Dans le scénario OW, il faut 23 ans pour que le revenu réel par tête rattrape le niveau d'ouverture concurrentielle. Après, le revenu par tête avec salaire minimum est de plus en plus élevé comparé à la situation d'ouverture concurrentielle.

Le tableau suivant synthétise l'évolution du salaire réel et de l'emploi par qualification, et l'évolution du produit par tête au Nord dans les scénarios O et OW *en prenant la situation autarcique comme point de comparaison*.

⁹ Ce scénario simule, à l'autarcie, la mise en place d'une contrainte sur l'évolution de la prime de qualification qui s'apparente à un salaire minimum. On pose la prime de qualification égale à sa valeur de première période, soit le w obtenu pour un niveau de PTF A posé égal à 1.

Tableau 5.1. Impact de l'ouverture sur les revenus réels relativement à l'autarcie

Type d'ouverture Travailleurs	Ouverture concurrentielle	Ouverture avec salaire minimum
Qualifiés	- Très forte amélioration du salaire réel. - Plein emploi.	- Amélioration du salaire réel. - Plein emploi.
Non qualifiés	- Forte détérioration du salaire réel. - Plein emploi.	- Amélioration du salaire réel - Fort chômage.
Tous : revenu réel par tête (RRT)	- Forte amélioration immédiate, puis lent rattrapage par le RRT en autarcie - Le RRT en autarcie rejoint et dépasse sa valeur en ouverture concurrentielle au bout de 73 ans.	- Amélioration immédiate, puis de plus en plus forte. - Le revenu réel par tête rejoint et dépasse sa valeur en ouverture concurrentielle au bout de 23 ans.

Comparée à l'autarcie, l'ouverture concurrentielle est très favorable aux travailleurs qualifiés, et fortement défavorable aux non qualifiés. Même si le gain relatif des qualifiés tend à s'estomper avec le temps en raison d'une croissance plus faible de la productivité, il demeure très important, même à long-terme.

L'ouverture avec salaire minimum est également favorable aux qualifiés (en raison de la baisse des prix des biens finaux), mais ce gain est logiquement beaucoup moins élevé que dans le scénario concurrentiel (O). Contrairement au cas O, il tend néanmoins à s'accroître en raison de la progression rapide la productivité. Les non qualifiés employés gagnent également en pouvoir d'achat. Toutefois, une part importante des non qualifiés se retrouvent sans emploi. On peut néanmoins remarquer que, le revenu réel par tête étant toujours supérieur dans le cas OW à sa valeur en économie fermée du Nord, une politique de redistribution des actifs vers les chômeurs pourrait améliorer la situation de tous les ménages par rapport à l'autarcie¹⁰. Sur le long-terme enfin (23 ans), le revenu réel par tête en ouverture avec salaire minimum dépasse sa valeur en ouverture concurrentielle : malgré le niveau très élevé du chômage, tous les ménages peuvent avoir en moyenne un revenu réel supérieur à celui de l'ouverture concurrentielle. Même en supposant une redistribution

¹⁰ Puisque la prime de qualification est par définition égale à celle de l'autarcie.

des actifs vers les chômeurs, cette situation n'est pas immédiatement Pareto-supérieure à l'ouverture concurrentielle car, en raison du salaire minimum, la situation des qualifiés est détériorée. Toutefois, comme l'écart des revenus réels moyens entre les scénarios OW et O ne cesse de s'élargir, il arrive un moment où l'ouverture avec salaire minimum peut dominer à la fois l'autarcie et l'ouverture concurrentielle : les qualifiés et les non qualifiés, actifs ou chômeurs, peuvent moyennant une politique redistributive adéquate atteindre un niveau de vie supérieur en OW qu'en O.

Le diagnostic précédent signifie-t-il que, pour autant que la préférence pour le présent n'est pas trop forte, ou simplement dans une optique de justice sociale, la politique de salaire minimum peut être considérée comme une solution optimale lorsque les dotations en L et H sont constantes ? Certainement pas, car il existe une autre politique qui est dans tous les cas supérieure au salaire minimum puisqu'elle permet à la fois, (i) de maintenir des niveaux de progrès technique et d'inégalités comparables à ceux qu'imprime le salaire minimum, et (ii) de s'opposer au chômage des non qualifiés, et, ainsi, de produire plus et d'atteindre un revenu moyen supérieur au Nord. Cette politique consiste simplement à imposer les revenus des qualifiés de façon (i) à subventionner la R&D pour s'opposer à l'effet négatif du coût des chercheurs, et (ii) à redistribuer une partie du revenu vers les non qualifiés. La supériorité d'une politique redistributive sur le salaire minimum est habituelle dans les modèles où ce dernier entraîne du chômage. On doit toutefois souligner que, dans le modèle présenté ici, une action purement redistributive n'est pas supérieure au salaire minimum puisqu'elle ne s'oppose pas à la réduction de l'effort de R&D. Pour être plus efficace que le salaire minimum, la politique redistributive doit s'accompagner d'une subvention à l'emploi de chercheurs qui stimule la recherche. On doit enfin remarquer que la politique alliant subvention à la recherche et redistribution passe par une imposition des actifs, et particulièrement des qualifiés, qui peut s'avérer très lourde. Parce qu'elle est moins directement ressentie par les contribuables et qu'elle est beaucoup plus simple à mettre en œuvre, une politique (au moins partielle) de salaire minimum peut alors être préférée par les pouvoirs public, même si elle est sous-optimale.

Enfin, il faut rappeler que les résultats du modèle avec salaire minimum sont fondés sur l'hypothèse d'un monde à deux espaces, Nord et Sud, ce qui signifie que le Nord forme

implicitement une zone homogène du point de vue des contraintes et des politiques suivies. Ces résultats seraient évidemment différents si l'on instaurait, par exemple, un Nord formé de deux pays dont l'un fixerait un salaire minimum, et l'autre pas. Dans ce cas, et en supposant que le travail qualifié est mobile à l'intérieur de la zone Nord, le pays avec salaire minimum risquerait (i) soit de connaître un chômage encore plus élevé des non qualifiés, (ii) soit de subir un exode des cerveaux, et donc s'appauvrir. Toutefois, même si les pays du Nord sont différents en termes de politiques sociales, on peut penser que les salaires des non qualifiés n'ont jamais été au terme du processus d'ajustement imprimé par l'ouverture au Sud et le changement technique, comme le montre le maintien d'un sous emploi important des non qualifiés dans la plupart des pays, y compris ceux qui, comme les Etats-Unis et le Royaume-Uni, témoignent d'une baisse très sensible du chômage et d'une forte hausse de la prime de qualification (voir chapitre 1). Ainsi, l'hypothèse d'une limite à l'élargissement de la prime de qualification, représentée dans le modèle par un salaire minimum, peut être acceptée comme une propriété commune aux pays du Nord. En suivant les enseignements du modèle, cela signifie que ce non-ajustement a favorisé la recherche et le progrès technique.

Même si l'instauration d'un salaire minimum permet de maintenir un effort soutenu de recherche, et donc de pérenniser le progrès technique, son impact en termes de sous emploi des non qualifiés montre qu'il a peu de chance de perdurer lorsque la dotation relative du Nord $\bar{H}_N / \bar{L}_N$ demeure constante. Il appelle en conséquence un effort parallèle d'éducation de la population active.

b) La politique d'éducation

Une politique visant à augmenter la qualification de la population active permet *a priori* de rendre compatibles les trois objectifs de plein emploi, de lutte contre les inégalités salariales et de progrès technique rapide. On n'aborde pas ici les modalités d'une telle politique (éducation publique, aide aux personnes, incitation au comportement éducatif des agents privés, etc.) ; on se limite à l'influence d'une hausse exogène de la

qualification. En particulier, l'impact sur le coût des qualifiés, et donc sur la R&D, d'une demande plus forte d'enseignants n'est pas pris en compte.

La simulation du scénario OH a montré que l'augmentation de la qualification qui assure une progression des inégalités en ouverture concurrentielle identique à celle de l'autarcie doit être rapide et massive. Dès la quatorzième année après le début du processus, la part des qualifiés dans la population dépasse 80%.

Il a été souligné plus haut (5.5.1) qu'une modification de la structure productive par intégration des non échangeables pourrait modifier sensiblement la demande des non qualifiés, et donc réduire l'ampleur de l'augmentation requise des qualifications. De même, une insertion graduelle du Sud à l'économie mondiale, correspondant à une hausse dans le temps de la quantité de non qualifiés du Sud à partir d'un niveau initial plutôt faible, réduirait la vitesse d'accroissement des qualifications du scénario OH, laissant plus de temps au Nord pour éduquer sa main d'œuvre. La prise en compte de ces modifications aboutirait sans doute à une augmentation nettement plus lente du niveau de qualification qui tendrait vers une valeur à long-terme de l'ordre de 70 % de la population active (voir la discussion des extensions possibles en 5.5.4). On peut remarquer que dans certains pays (Etats-Unis, Europe du Nord), la part des qualifiés dans la population active tend à s'approcher de ce niveau (aux Etats-Unis en 1998, 49,3 % des adultes nationaux en âge de travailler et 40,9 % des adultes étrangers ont fait des études supérieures¹¹). De plus, dans la plupart des pays avancés, la proportion d'une génération qui accède aux études supérieures est proche de, ou supérieure à, 60%.

Si la qualification de la main d'œuvre est une réponse clairement adaptée au triple objectif d'égalité salariale, de plein emploi et de progrès technique, une politique favorisant l'éducation ne peut toutefois être menée que sur le moyen et long-terme. Une variation sensible du niveau de qualification de la population active n'est habituellement atteinte que dix à vingt ans après la mise en place d'une politique adaptée à cet objectif. Une action où l'effort d'éducation s'accompagnerait de mesures dont l'impact est plus rapide serait alors

¹¹ OCDE (2001) "Trends in immigration and economic consequences", *Economics Department Working Paper* N°284.

appropriée. Ainsi, une politique alliant salaire minimum à court et moyen termes et augmentation de la qualification à moyen et long termes pourrait, au prix d'un chômage transitoire des non qualifiés, assurer le plein emploi à long-terme sans freiner le progrès technique à court terme. On a souligné plus haut que, dans le modèle, une action fondée sur la redistribution et la subvention à la R&D est supérieure à l'instauration d'un salaire minimum. On devrait alors privilégier le triptyque "redistribution - subvention à la R&D - éducation", dont les deux premiers éléments agiraient à court et moyen termes, le troisième à moyen et long termes. Toutefois, ces trois actions doivent être financées par l'impôt, ce qui induit un niveau élevé d'imposition. Ici encore, lorsque qu'une fiscalité élevée est contradictoire avec certains objectifs des pouvoirs publics, le couple "salaire minimum - éducation" peut être utilisé. Il est, de toute façon, supérieur à une simple politique d'éducation en termes de revenu réel, sauf au début du processus.

5.5.3. Comparaison des résultats avec ceux de l'approche H-O-S

Dans tous les scénarios, l'ouverture Nord-Sud entraîne une spécialisation du Nord dans les productions intensives en qualification (secteur h et stade aval de la production de K). Cette spécialisation résulte de la répartition des avantages comparatifs factoriels (dotation en H et L) entre le Nord et le Sud.

Le passage de l'autarcie au Nord à l'ouverture concurrentielle se traduit par :

- (i) Une baisse de l'intensité en qualification dans l'ensemble du secteur K (Nord et Sud) ;
- (ii) une disparition totale des non qualifiés dans la production de K au Nord ;
- (iii) enfin, une baisse de l'intensité en qualification dans le secteur h (au Nord).

Lorsque l'ouverture s'accompagne d'un salaire minimum au Nord (scénario OW), une hausse de l'intensité en qualification s'observe pour tous les secteurs de l'économie du Nord (secteurs h et K).

Les résultats en termes d'intensité en qualification du passage de la situation autarcique à l'ouverture concurrentielle sont triviaux eu égard aux hypothèses du scénario O. En effet, comme les marchés du travail sont parfaitement concurrentiels, la prime de qualification doit augmenter suffisamment pour que le secteur h , le seul qui emploie du travail non qualifié du Nord en ouverture, absorbe l'ensemble des non qualifiés présents sur le marché. Dans ce cas, l'intensité en qualification dans la production de h ne peut que diminuer. L'effet négatif de la hausse de la prime de qualification l'emporte largement sur l'effet positif de la complémentarité capital - qualification supposée pour ce secteur.

On peut toutefois remarquer que, si la dotation relative en travail qualifié du Nord ($\bar{H}_N / \bar{L}_N$) augmente avec le temps, la baisse initiale de l'intensité en qualification dans h qu'imprime le passage de l'autarcie à l'ouverture est suivie d'une augmentation de cette intensité dans les périodes suivantes.

Plus intéressant est le cas d'une ouverture avec salaire minimum. Le passage de l'autarcie à l'ouverture se traduit alors par une hausse de l'intensité en qualification dans les deux secteurs qui restent localisés au Nord, h et K : dans K , pour le motif habituel de délocalisation du stade de production aval ; pour h , en raison de la complémentarité capital- qualification et de l'utilisation plus importante de capital. En fait, le scénario OW entraîne une hausse de la R&D et de la productivité A , qui abaisse le prix du capital, augmente son utilisation dans le secteur h , et accroît l'intensité en qualification en raison de la complémentarité relative capital - travail qualifié. Cet effet n'est pas contrecarré par la hausse de la prime de qualification qui est empêchée par le salaire minimum. Dans ce mécanisme, l'ouverture augmente l'intensité en qualification car, en stimulant le progrès technique, elle favorise le biais technologique. Ces évolutions se traduisent également par un fort chômage des non qualifiés du Nord. Plusieurs propriétés supplémentaires méritent d'être soulignées :

- (i) La prime de qualification augmente dans le temps puisqu'elle suit par définition le profil temporel déterminé en autarcie ;
- (ii) Il existe une marge d'augmentation de la prime w par rapport à la situation autarcique qui ne remet pas en cause l'augmentation de l'intensité H_h/L_h dans le

secteur h . Cela signifie que cette augmentation peut s'opérer même pour une augmentation des inégalités par rapport à l'autarcie, soit dans des scénarios intermédiaires entre O et OW en termes de prime de qualification. A chaque moment, il existe évidemment un niveau de la prime de qualification au-delà duquel l'intensité H_h/L_h diminue.

- (iii) Si la dotation relative en qualification du Nord $\bar{H}_N / \bar{L}_N$ augmente avec le temps, la hausse de l'intensité en qualification dans h est favorisée en raison d'une accélération du progrès technique.

Ainsi, comparée à l'analyse H-O-S, le modèle développé ici présente à la fois une similitude et une différence majeure :

- (i) Comme dans l'approche H-O-S, la spécialisation dans la production et l'échange est fondée sur l'avantage comparatif factoriel (ici : néo-factoriel) et entraîne une baisse du prix du facteur relativement rare, le travail non qualifié pour le Nord.
- (ii) En revanche, ces évolutions ne s'accompagnent pas d'une baisse de l'intensité en qualification dans tous les secteurs au Nord. En particulier, lorsque l'augmentation de la prime de qualification est partiellement empêchée, cette intensité augmente dans les deux secteurs qui demeurent au Nord, h et K. Cette évolution est encore renforcée lorsque la dotation en qualification du Nord augmente.

La concomitance d'une spécialisation factorielle, d'une hausse de la prime de qualification et d'une augmentation des intensités sectorielles en qualification au Nord par rapport à l'autarcie, constitue un résultat important dans la mesure où Krugman (1994, 2000a) s'est appuyé sur ces évolutions pour nier l'impact de l'ouverture sur les inégalités et affirmer l'explication par le biais technologique. Or, nous montrons ici que les deux facteurs, ouverture et biais technologique, se combinent et interagissent pour expliquer la hausse des inégalités :

- (i) En ouverture concurrentielle, l'ouverture pousse très fortement les inégalités et elle réduit l'effet inégalitaire du biais technologique en freinant le progrès technique.

- (ii) En ouverture avec salaire minimum, elle stimule le biais technologique en raison de l'effet taille de marché (voir 5.3.) et se traduit par une hausse très sensible du chômage des non qualifiés.
- (iii) Enfin, dans un scénario intermédiaire entre O et OW, c'est-à-dire avec un salaire minimum qui n'effacerait qu'imparfaitement la hausse de la prime de qualification liée à l'ouverture, le modèle pourrait combiner une prime de qualification croissante et supérieure à sa valeur en autarcie, un chômage des non qualifiés, et une hausse de l'intensité en qualification dans tous les secteurs.

Si l'on ajoute à ce scénario intermédiaire une augmentation dans le temps de la dotation en qualification du Nord et, le cas échéant, un secteur des non échangeables qui accroît la demande de non qualifiés, on détermine des évolutions assez proches des faits observés au Nord :

- (i) spécialisation dans les secteurs intensifs en qualification et délocalisation des productions et de certains stades de production intensifs en travail d'exécution,
- (ii) hausse de la prime de qualification et de l'écart de chômage entre qualifiés et non qualifiés,
- (iii) hausse de l'offre de travail qualifié par rapport au travail non qualifié au Nord (par définition),
- (iv) hausse des intensités sectorielles en qualification.

5.5.4. Extensions possibles

La discussion menée dans cette section a montré que certaines extensions ou modifications de l'approche développée au chapitre 4, et/ou l'estimation de nouveaux scénarios, pourraient à la fois rapprocher les résultats des évolutions empiriquement observées et élargir la portée analytique du modèle.

Quatre extensions possibles sont maintenant présentées :

- (i) L'insertion d'un secteur de biens non-échangeables.

- (ii) L'introduction d'un processus de croissance semi-endogène.
- (iii) La simulation de nouveaux scénarios de politique économique.
- (iv) La partition du Nord en plusieurs zones menant des politiques sociales différentes.

On se limite aux grandes lignes de ces extensions possibles, sans détailler les modèles et les simulations qu'ils peuvent engendrer.

a) L'insertion d'un secteur de biens non-échangeables

L'analyse développée dans cette section a montré que la hausse dramatique des inégalités au Nord en situation d'ouverture concurrentielle était essentiellement imputable aux effets de spécialisation. L'introduction d'un secteur de biens non-échangeables internationalement et intensifs en main d'œuvre d'exécution, tels que les services de proximité, permettrait de limiter la baisse de la demande de non qualifiés au Nord tout en rapprochant le modèle des conditions réelles de fonctionnement des économies.

Le modèle avec un secteur de biens non-échangeables pourrait être construit de la façon suivante.

Les biens non-échangeables, qui sont des services de proximité (transports, commerces etc.), sont produits au Nord et au Sud. Le service non-échangeable noté z est produit avec une technologie Léontief utilisant uniquement du travail non qualifié et supposée identique dans les deux zones¹² :

$$Y_z = \phi \cdot L_z^i, \quad i = N, S \quad (5.1)$$

La demande de travail non qualifié par le secteur z s'écrit en conséquence :

$$L_z^- = Y_z / \phi \quad (5.2)$$

¹² On reprend ici une forme simple de l'hypothèse Balassa-Samuelson suivant laquelle, pour les services non échangeables internationalement, la différence de productivité entre pays développés et en développement est faible.

En supposant que le secteur z est parfaitement concurrentiel, le profit est nul à l'équilibre ($\pi_z = p_z Y_z - w_L L_z = 0$), et le prix p_z du bien non-échangeable s'écrit :

$$p_z = w_L / \phi \quad (5.3)$$

Comme au chapitre 4, les ménages maximisent une fonction d'utilité $u = (x_l)^\chi (x_h)^\xi (x_z)^{1-\chi-\xi}$ (avec $\chi > 0$, $\xi > 0$, $\chi + \xi < 1$) sous contrainte de revenu, où x_l , x_h et x_z sont respectivement les consommations de bien l , h et z . Ce programme détermine les fonctions de demandes individuelles de biens l et h , et donc au niveau macroéconomique (agrégé) :

$$Y_l^- = \chi \frac{R}{p_l} \quad ; \quad Y_h^- = \xi \frac{R}{p_h} \quad ; \quad Y_z^- = (1 - \chi - \xi) \frac{R}{p_z}$$

A l'autarcie, la demande totale de travail non qualifié s'écrit : $L^- = L_l^- + L_h^- + L_z^-$.

A l'ouverture, la demande de travail non qualifié du Nord est $L^{N-} = L_h^- + L_z^{N-}$, et celle du Sud $L^{S-} = L_l^- + L_K^{S-} + L_z^{S-}$.

Le mouvement de spécialisation résultant de l'ouverture Nord-Sud est similaire à celui du chapitre 4, mais son ampleur est modifiée par le fait que le Nord et le Sud emploient maintenant une partie de leur main d'œuvre peu qualifiée à la production du service z .

Du point de vue des inégalités et du progrès technique, le modèle avec un secteur de biens non échangeables intensifs en main d'œuvre peu qualifiée corrige les résultats de l'approche initiale à travers les mécanismes suivants :

- (i) La baisse de la demande de non-qualifiés au Nord liée à l'ouverture sur le Sud est réduite, non seulement parce que le secteur z continue d'employer des non-qualifiés, mais également par ce qu'il en emploie plus en raison de la baisse du salaire relatif de ces derniers.

- (ii) Une partie des non-qualifiés du Sud étant employés dans le secteur z , le salaire au Sud est plus élevé et le prix relatif de h par rapport à l est réduit au niveau mondial. Il s'ensuit une hausse de la demande de H et de L dans le secteur h , qui entraîne habituellement une baisse de la demande relative H/L au Nord puisque h est le seul secteur de biens échangeables utilisant du travail non qualifié au Nord¹³.
- (iii) Les deux évolutions précédentes se combinent pour abaisser la demande relative de qualification H/L au Nord, et donc la prime de qualification, qui est à chaque moment inférieure à sa valeur en ouverture concurrentielle dans le modèle sans biens non échangeables.
- (iv) Finalement, une prime de qualification moins élevée réduit l'impact négatif de l'ouverture sur le progrès technique et la croissance.

La discussion précédente esquisse l'architecture et les conséquences d'une extension du modèle par adjonction d'un secteur de biens non-échangeables intensifs en travail peu qualifié.

b) La croissance semi-endogène

Dans le modèle présenté au chapitre 4, une augmentation du nombre de chercheurs employés se traduisait par une accélération du progrès technique. Ce résultat traditionnel des modèles de croissance endogène à la Romer (1990), Grossman et Helpman (1991) et Aghion et Howitt (1992) a été critiqué en raison de son inadéquation avec la réalité observée, aboutissant à la présentation de l'approche en croissance semi-endogène (Jones, 1995).

¹³ On doit toutefois remarquer que cet impact positif sur la demande relative de travail peu qualifié dépend du poids de z (l'autre secteur utilisant du facteur L) et de K (le secteur n'utilisant plus de travail non qualifié en ouverture) dans le système productif du Nord car, par ailleurs, la baisse de la prime de qualification entraîne une substitution de H à L dans le secteur h .

Dans les modèles de croissance semi-endogène, la contribution marginale des connaissances accumulées (ici A) à l'accroissement des connaissances $\dot{A}$ est décroissante. En conséquence, le maintien au même rythme de la croissance des connaissances technologiques ($\gamma_A = \dot{A}/A$) suppose une augmentation dans le temps du nombre de chercheurs.

Dans l'approche développée au chapitre 4, la dotation en travail qualifié est constante (excepté dans le scénario OH). En supposant un processus de croissance semi-endogène, le rythme de croissance technologique doit alors diminuer continuellement jusqu'à s'annuler à l'infini.

En croissance semi-endogène, la création de connaissances technologiques nouvelles s'opère suivant la fonction de R&D suivante :

$$\dot{A} = \delta(H_A)^\sigma A^\kappa, \quad 0 < \sigma < 1, 0 < \kappa < 1$$

Comparé au modèle développé au chapitre 4, seul le paramètre κ est ajouté. $0 < \kappa < 1$ indique que la contribution marginale des connaissances accumulées à l'augmentation des connaissances est décroissante : $\partial^2 \dot{A} / \partial A^2 < 0$ ¹⁴. La croissance des connaissances technologiques est alors décroissante avec les connaissances déjà accumulées :

$$\gamma_A \equiv \dot{A}/A = \delta(H_A)^\sigma A^{\kappa-1} \Rightarrow \partial \gamma_A / \partial A = (\kappa - 1) \delta(H_A)^\sigma A^{\kappa-2} < 0$$

Les équations définissant l'équilibre du modèle en croissance semi-endogène sont portées en annexe 8.

Dans un tel modèle, la productivité marginale des chercheurs dans l'activité de R&D tend à décroître avec les connaissances accumulées

¹⁴ $\frac{\partial \dot{A}}{\partial A} = \kappa \delta(H_A)^\sigma A^{\kappa-1} \Rightarrow \frac{\partial^2 \dot{A}}{\partial A^2} = (\kappa - 1) \kappa \delta(H_A)^\sigma A^{\kappa-2} < 0$ puisque $0 < \kappa < 1$.

$\left(\frac{\partial(\partial\gamma_A / \partial H_A)}{\partial A} = (\kappa - 1)\delta\sigma(H_A)^{\sigma-1} A^{\kappa-2} > 0 \right)$. En supposant des dotations fixes en travaux qualifié et non qualifié (donc une impossibilité de compenser cette baisse de productivité marginale par une baisse du coût marginal du chercheur), cela entraîne une demande plus faible de chercheurs à l'équilibre. On doit donc avoir à la fois un ralentissement de la R&D, de la productivité et de l'augmentation de la prime de qualification.

c) Taxation des qualifiés, subvention à la R&D et redistribution

La discussion menée à la section 5.2.2.a. a montré qu'il existe une politique dans tous les cas supérieure au salaire minimum.

Cette politique consiste à imposer les revenus des qualifiés de façon à :

- (i) subventionner l'emploi des chercheurs pour s'opposer à l'effet négatif du coût de ces derniers et stimuler la R&D, et
- (ii) redistribuer une partie du revenu vers les non qualifiés qui voient leur situation détériorée en ouverture concurrentielle.

La formalisation de cette politique appelle les transformations suivantes du modèle initial développé au chapitre 4 :

L'introduction d'une taxe τ sur les qualifiés et d'une redistribution sous forme d'allocations aux non qualifiés a_L permet de dissocier la prime de qualification nette $\hat{w}$ (après impôts et redistribution) de sa valeur brute w ¹⁵:

$$\hat{w} = w(1 - t)/(1 + a_L) \quad (5.4)$$

¹⁵ Le salaire brut des non qualifiés est toujours choisi unitaire.

La mise en place d'une subvention à la R&D $s_{R\&D}$ proportionnelle à la quantité de chercheurs employés permet de dissocier le coût d'un chercheur $c_{R\&D}$ du salaire d'un qualifié w :

$$c_{R\&D} = w - s_{R\&D} \quad (5.5)$$

Enfin, le total des impôts perçus doit couvrir la subvention à la R&D et la redistribution :

$$\tau w \bar{H} = s_{R\&D} H_A + a_L L \quad (5.6)$$

Le problème consiste alors pour le décideur public à choisir un rythme de progrès technique γ_A et une prime de qualification nette $\hat{w}$, et à calculer le taux d'imposition τ compatible avec ces deux objectifs. Cela devrait être possible puisque, comparé à sa forme sans taxation, le modèle comporte maintenant cinq variables supplémentaires ($\tau, a_L, \hat{w}, s_{R\&D}, c_{R\&D}$) dont quatre endogènes ($\tau, a_L, s_{R\&D}, c_{R\&D}$), une variable endogène en moins (γ_A), et trois équations supplémentaires ((5.4), (5.5), et (5.6)).

d) Deux zones au Nord : une zone égalitaire et une zone inégalitaire

Une dernière extension, qui est uniquement esquissée, consisterait à supposer que le Nord est composé de plusieurs pays menant des politiques sociales différentes. Conformément à la différenciation observée entre pays inégalitaires (Canada, Etats-Unis, Royaume-Uni) et égalitaires (Europe continentale), on pourrait supposer que le Nord est formé de deux zones. La première (inégalitaire) serait caractérisée par un marché du travail concurrentiel, alors que la seconde (égalitaire) mettrait en place un salaire minimum. L'appréciation de la prime de qualification serait donc contrainte dans la seconde zone, mais pas dans la première. On supposerait également une mobilité parfaite ou partielle du travail qualifié à l'intérieur de la zone Nord.

Ce modèle pourrait aboutir aux résultats suivants. Comme le travail qualifié est mobile à l'intérieur de la zone Nord, le pays avec salaire minimum connaîtrait non

seulement du chômage des non qualifiés, mais également un exode de ses travailleurs qualifiés. Le pays égalitaire pourrait donc subir un appauvrissement relatif, alors que le pays inégalitaire verrait son inégalité diminuer (en raison de l'afflux de travailleurs qualifiés). La croissance mondiale serait également stimulée (en raison de la baisse du prix relatif des qualifiés). En fait la mise en place du salaire minimum dans la zone égalitaire pourrait se traduire assez rapidement par une accélération du revenu réel par tête au niveau mondial, mais également par une situation où cette amélioration générale profiterait principalement (voir uniquement) au pays inégalitaire qui deviendrait "naturellement" plus égalitaire grâce aux flux migratoires.

Des résultats comparables devraient également résulter de la mise en place d'une taxe sur les qualifiés dans le seul pays égalitaire, selon le modèle présenté précédemment.

Enfin, en complétant l'analyse par un jeu entre les deux pays, ce type d'approche pourrait aboutir à décourager la mise en place de mesures égalitaires dans les deux zones, alors même que cette politique serait supérieure à long-terme à une situation sans intervention. L'équilibre de Nash du jeu serait sous-optimal, du moins à long-terme. Le résultat final dépendrait toutefois, (i) des hypothèses faites sur le taux de change entre zones du Nord, (ii) de l'existence ou non de coûts de migration, et (iii) des hypothèses sur l'activité de R&D (localisation dans un seul pays ou possibilité de localisation simultanée dans les deux zones du Nord).

Conclusion générale

L'objet de cette thèse était d'apporter une contribution à l'explication de l'accroissement des inégalités de salaires et d'emploi entre travailleurs qualifiés et non qualifiés dans les pays avancés depuis la fin des années soixante-dix. Nous avons donc proposé un modèle d'équilibre général Nord-Sud qui permet de répondre partiellement à certaines limites de la littérature empirique et théorique sur le sujet.

Après avoir rappelé les principaux enseignements que l'on peut retenir de cette thèse, nous en soulignerons les limites. Enfin, nous tracerons deux principales pistes de recherche ouvertes par ce travail.

La première partie de la thèse propose une revue de la littérature théorique et empirique sur le creusement des inégalités salariales au Nord. Elle examine les fondements et le rôle respectif des deux explications traditionnelles, le progrès technique biaisé et le développement des échanges avec le Sud. D'un point de vue théorique, ces explications souffrent de certaines lacunes. En particulier, le biais technologique n'est pas expliqué, et le modèle H-O-S occulte de nombreuses caractéristiques des échanges Nord-Sud. Dans les études empiriques, ces deux explications ont été systématiquement opposées. Une première série d'estimations aboutissait à une influence sensible du biais technologique et à un impact négligeable des échanges. Ce premier diagnostic a ensuite été révisé dans plusieurs travaux qui corrigent certaines faiblesses des méthodes d'estimations retenues. L'impact des échanges Nord-Sud est alors nettement réévalué. Toutefois, en cherchant un "coupable" à l'augmentation des inégalités salariales entre qualifiés et non qualifiés, les travaux empiriques et théoriques supposent implicitement que le biais technologique et

l'ouverture Nord-Sud sont indépendants l'un de l'autre. Ils ignorent en conséquence les mécanismes par lesquels le biais technologique et les échanges interagissent pour expliquer la demande relative de qualification.

A la fin des années quatre-vingt-dix, une littérature théorique "nouvelle" a alors tenté de réconcilier l'ouverture et le progrès technique en modélisant plusieurs canaux par lesquels ils influencent les demandes de facteurs et donc la prime de qualification. Ces nouvelles approches présentent néanmoins certaines lacunes. Elles occultent plusieurs propriétés du progrès technique dans le secteur informatique. Elles négligent également certaines caractéristiques essentielles des échanges Nord-Sud, et donc plusieurs interactions entre ouverture Nord-Sud et progrès technique. La double constatation d'une interdépendance entre progrès technique et ouverture Nord-Sud, et d'une occultation de certains mécanismes que nous considérons comme essentiels est à la base de cette thèse.

La seconde partie propose une approche originale qui prend en compte ces critiques.

On construit un modèle Nord-Sud avec croissance endogène fondée sur l'amélioration des connaissances techniques dans la production de capital informatique. A chaque période, le bien capital est produit à partir de la nouvelle technique inventée, et il est totalement utilisé et détruit.

Ce modèle intègre également plusieurs caractéristiques absentes de l'approche HOS traditionnelle. Les échanges de bien capital (informatique) sont pris en compte, de même que la délocalisation au Sud de leurs stades de production intensifs en main d'œuvre d'exécution. En outre, le passage de l'autarcie à l'ouverture conduit à la totale spécialisation du Nord dans la production du bien final intensif en qualification, et du Sud dans celle du bien final intensif en travail non qualifié. Le modèle intègre également la possibilité d'un non-ajustement du taux de change réel du Sud. Finalement, le capital et la qualification sont supposés complémentaires dans la production du bien final intensif en travail qualifié.

Le tableau suivant liste les différents mécanismes liés au changement technologique et/ou à l'ouverture Nord-Sud analysés à la section 3.1., et il diagnostique leur présence ou leur absence dans le modèle développé aux chapitres 4 et 5. Il montre que ce modèle réunit une part importante des séquences analysées.

Les mécanismes intégrés au modèle

Mécanismes	Modèle
<i>Ouverture Nord-Sud</i>	
• <i>Avantage comparatif factoriel</i>	OUI
• <i>Avantage comparatif technologique</i>	NON
• <i>Non ajustement du taux de change</i>	OUI
• <i>Totale spécialisation dans les secteurs de biens finaux</i>	OUI
• <i>Délocalisation de certains stades de production (outsourcing)</i>	OUI
<i>Changement technologique</i>	
• <i>Progrès technique défensif</i>	NON
• <i>Changement technologique dans la production de biens capitaux et intermédiaires</i>	OUI
• <i>Complémentarité capital – travail qualifié</i>	OUI
<i>Interactions progrès technique - ouverture</i>	
• <i>Effet positif sur la R&D de l'élargissement du marché</i>	OUI
• <i>Effet négatif sur la R&D d'une hausse de la prime de qualification</i>	OUI
• <i>Effet positif sur la R&D d'une baisse du prix du capital</i>	OUI

En introduction, nous avons posé deux enjeux principaux pour notre recherche. D'une part, nous voulions identifier et théoriser certains mécanismes d'interaction entre ouverture Nord-Sud et changement technologique, et leurs conséquences en termes d'inégalités. D'autre part, nous voulions analyser l'impact de certaines politiques publiques sur ces mécanismes et sur la dynamique inégalitaire.

Du point de vue des mécanismes, nous avons souligné l'opposition entre l'élargissement du marché et le renchérissement du travail qualifié, tous deux liés à l'ouverture Nord-Sud, pour la détermination du rythme de progrès technique et de l'évolution des inégalités.

Du point de vue de l'influence de l'ouverture Nord-Sud, trois résultats principaux peuvent être soulignés :

1. Comparée à la situation autarcique, l'ouverture Nord-Sud avec marchés du travail concurrentiels se traduit (i) par une forte hausse de la prime de qualification au Nord, et (ii) par un ralentissement de la R&D et de la productivité totale des facteurs dans la production du capital.

2. Comparé à la situation autarcique, l'instauration d'un salaire minimum au Nord qui maintient la prime de qualification à son niveau en autarcie se traduit (i) par du chômage pour les non qualifiés du Nord, et (ii) par une intensification de l'effort de R&D et une accélération de la croissance de la productivité. Ce résultat s'explique par la combinaison de la baisse du coût relatif des chercheurs et de l'élargissement du marché, qui stimulent la R&D et le progrès technique. Dans un premier temps, la politique de salaire minimum réduit le revenu par tête du Nord en raison du chômage important des non qualifiés ; l'accélération du progrès technique se traduit ensuite par un rattrapage et un dépassement du produit par tête avec marchés du travail concurrentiels.
3. Contrairement à l'approche H-O-S traditionnelle, les échanges ne s'accompagnent pas d'une baisse de l'intensité en qualification dans tous les secteurs au Nord. L'ouverture concurrentielle entraîne une baisse de l'intensité en qualification dans un seul secteur. De plus, l'ouverture avec salaire minimum se traduit par une augmentation des intensités en qualification dans tous les secteurs du Nord. Ce résultat est important dans la mesure où Krugman (1994, 2000a) s'est appuyé sur ces évolutions pour réfuter l'impact de l'ouverture sur les inégalités.

En termes de politique économique, le modèle génère les résultats suivants :

1. Une politique d'éducation qui augmente la proportion de qualifiés dans la population active permet à la fois de réduire les inégalités salariales et de stimuler la R&D, et donc la progression de la productivité et du produit par tête.
2. Une politique de salaire minimum, malgré ses effets très défavorables sur l'emploi des non qualifiés, se révèle bénéfique en termes de produit par tête lorsque l'on se place à long-terme. Bien que non optimale, elle peut donc néanmoins apparaître supérieure à l'ouverture concurrentielle.
3. Enfin, même si elle n'est pas simulée dans cette thèse, la politique la mieux adaptée à la recherche conjointe de l'égalité salariale, du progrès technique et du plein-emploi, passe par une imposition des qualifiés permettant de subventionner la R&D et d'opérer une redistribution du revenu.

Enfin, ce modèle ouvre des voies de recherche qui devraient permettre (i) d'améliorer les performances en intégrant, par exemple, un secteur de biens non échangeables et des processus de croissance semi-endogène et (ii) de simuler de nouvelles formes d'action publique, comme les politiques de taxation, de subvention et de redistribution.

Références Bibliographiques

Acemoglu D. (1998a), « Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technological Change and Wage Inequality », *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), Novembre, 1055-1089.

Acemoglu D. (1998b), « Changes in Unemployment and Wage Inequality: An Alternative Theory and Some Evidence », *NBER Working Paper*, n°6658 (Juillet).

Acemoglu D. (1999), « Patterns of Skill Premia », *NBER Working Paper*, n°7018 (Mars).

Acemoglu D. (2000), « Labor- and Capital-Augmenting Technical Change », *NBER Working Paper*, n°7544 (Février).

Acemoglu D. (2002), « Technical Change, Inequality, and the Labor Market », *Journal of Economic Literature*, 40 (1), Mars, 7-72.

Acemoglu D. & J-S. Pischke (1998), « The Structure of Wages and Investment in General Training », *CEPR Discussion Paper*, n°1833 (Mars).

Adams J.D. (1997), « Technology, Trade, and Wages », *NBER Working Paper*, n°5940 (Février).

Adams J.D. (1999), « The Structure of Firm R&D, the Factor Intensity of Production, and Skill Bias », *The Review of Economics and Statistics* (Août), 499-510.

Adsera A. & C. Boix (2000), « Must we choose? European unemployment, American inequality, and the impact of education and labour market institutions », *European Journal of Political Economy*, 16, 611-638.

Agénor P.-R. & J. Aizenman (1996), « Wage Dispersion and Technical Progress », *NBER Working Paper*, n°5417 (Janvier).

Agénor P.-R. & J. Aizenman (1997), « Technological Change, Relative Wages, and Unemployment », *European Economic Review*, 41 (2), Février, 187-205.

Aghion P. & P. Howitt (1992), « A model of Growth through Creative Destruction », *Econometrica*, 80 (2), 323-351.

Aghion P. & P. Howitt (1998), *Endogenous Growth Theory*, Cambridge: MIT Press. Traduction française : *Théorie de la croissance endogène*, Paris, Dunod, 2000.

Aghion P., Caroli E. & C. Garcia-Penalosa (1999), « Inequality and Economic Growth: The perspective of the New Growth Theories », *Journal of Economic Literature*, 27 (Decembre), 1615-1660.

Alic J.A. & M.C. Harris (1992), « Appendix: the NBER Immigration Trade and Labour Markets Data Files », in *Immigration and the Work force: Economic Consequences for the United States and Source Areas*. in: G.J. BORJAS & R.B. FREEMAN, Eds., Chicago: U. of Chicago Press, 407-20.

Allen S.G. (1996), « Technology and the Wage Structure », *NBER Working paper*, n°5534 (Avril).

Allen S.G. (2001), « Technology and the Wage Structure », *Journal of Labor Economics*, 19 (2), 440-483.

Altonji J.G. & D. Card (1991), « The effects of immigration on the labor market outcomes of less-skilled natives », in: *Immigration, Trade, and the Labor Market*. J.M. Abowd & R.B. Freeman, Eds., Chicago: U. of Chicago Press.

Anderton B. & P. Brenton (1998), « Outsourcing and Low-Skilled Workers in the UK », *CSGR Working Paper*, n°12/98 (Juillet).

Anderton B. & P. Brenton (1999), « Did Outsourcing to Low-wage Countries Hurt Less-skilled Workers in the UK? », in: *Global Trade and European Workers*. P. Brenton & J. Pelkmans, Eds., MacMillan Press, 147-166.

Arthuis J. (1993), *Rapport d'information sur les délocalisations hors du territoire national des activités industrielles et de service*, rapport fait au nom de la Commission des Finances, du Contrôle budgétaire et des Comptes économiques de la Nation, Sénat.

Artus P. (1999), « Développement des nouvelles technologies, nature des inégalités et moyen de les corriger », *Service des Etudes Economiques et Financières, Document de travail*, n°1999-44/MA (Décembre).

Artus P. (2001), *La Nouvelle Economie*, coll. Repères, ed. La Découverte.

Askenazy P. (1997), « Commerce Nord-Sud, inégalités et croissance endogène », *Revue Économique*, 48 (5), Septembre, 1219-1240.

Askenazy P. (2001), « Minimum Wage, Exports and Growth », *CEPREMAP Working Papers (Couverture Orange)*, n°2001-09.

Atkinson A.B., Rainwater L. & T. Smeeding (1995), *La distribution des revenus dans les pays de l'OCDE*, OCDE.

Autor D.H., Katz L.F. & A.B. Krueger (1998), « Computing Inequalities: Have Computers Changed the Labor Market? », *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), Novembre, 1169-1213.

Baldwin R. (1994), « Les effets des échanges et de l'investissement direct international sur l'emploi et les salaires relatifs », *Revue de l'OCDE*, n°23, (Hiver).

Baldwin R.E. & G.G. Cain (1997), « Shifts in U.S. Relative Wages: The Role of Trade, Technology and Factor Endowments », *NBER Working Paper*, n°5934 (Février).

Baldwin R.E. & R. Forslid (1998), « Incremental Trade Policy and Endogeneous Growth: A q-Theory Approach », *NBER Working Paper*, n°6477 (Mars).

Bartel A.P. & F.R. Lichtenberg (1987), « The Comparative Advantage of Educated Workers in implementing New Technology », *Review of Economics and Statistics*, 69 (1), Février, 1-11.

Bartel A.P. & F.R. Lichtenberg (1991), « The Age of Technology and Its Impact on Employee Wages », *Economic Innovation and New Technology*, 1 (2), 215-31.

Bartel A.P. & N. Sicherman (1999), « Technological Change and Wages: an inter-industry Analysis », *Journal of political Economy*, 107 (2), Avril, 285-325.

Bartel A.P. & N. Sicherman (1999), « Technological Change and the Skill Acquisition of Young Workers », *NBER Working Paper*, n°5107 (Août).

Bartelsman E. & W. Gray (1996), « The NBER Manufacturing Productivity Database », *NBER Technical Working Paper*, n°. 205 (Octobre).

Beaudry P. & D. Green (1998), « What is Driving US and Canadian Wages: Exogenous Technical Change or Endogenous Choice of Technique? », *NBER Working Paper*, n°6853 (Décembre).

Benaroya F. & D. Janci (1996), « La sous-évaluation des monnaies asiatiques », *Economie Internationale*, n°66 (2^{ème} trim.), 7-42.

Bensaid A., Greenan N. & J. Mairesse (1996), *Informatisation, emploi et productivité : une étude sur données de panel, industrie et services, 1986-1992*, miméo INSEE (Avril).

Bergstrand J.H. & AL., Eds. (1994), *The changing distribution of income in an open U.S. economy*, Amsterdam: North-Holland.

Bergström V. & E.E. Panas (1992), « How Robust is the Capital-Skill Complementarity Hypothesis », *Review of Economics and Statistics*, 74 (3), Août.

Berman E., Bound J. & Z. Griliches (1994), « Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturing: Evidence from the Annual Survey of Manufactures », *Quarterly Journal of Economics*, 109 (Mai), 367-397.

Berman E., Bound J. & S. Machin (1998), « Implications of Skill-biased Technological Change: International Evidence », *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), Novembre, 1245-1279.

Berndt E.R. & C.J. Morrison (1991), « High-Tech Capital, Economic Performance and Labor Composition in U.S. Manufacturing Industries: An Exploratory Analysis », mimeo, Massachusetts Institute of Technology.

Betts J.R. (1997), « The Skill Bias of technological Change in Canadian Manufacturing Industries », *Review of economics and Statistics*, 79, (1), Février.

Bhagwati J. & V.H. Dehejia (1994), « Freer Trade and Wages of the Unskilled—Is Marx Striking Again? » in BHAGWATI & KOSTERS, 36-75.

Bhagwati J. & M.H. Kusters, Eds. (1994), *Trade and wages: Leveling wages down?*, Washington, DC: AEI Press.

Bhagwati J. (1995), « Trade and wages: Choosing among Alternative Explanations », *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, 1 (1), Janvier.

Bin Xu (2001), « Factor bias, sector bias, and the effects of technical progress on relative factor prices », *Journal of International Economics*, 54, 5-25.

Blanchflower D.G. & S. Burgess (1995), « New Technology and Jobs: Comparative Evidence from a Two Country Study », Paper written for the *Conference on Technology, Firm Performance and Employment* at the National Academy of Sciences, Washington DC, Mai.

Bonnaz H., Courtot N. & D. Nivat (1994), « Le contenu en emplois des échanges industriels de la France avec les pays en développement », *Économie et Statistique*, n°279-280, 13-33.

Borjas G.J. (1995), « The Internationalization of the U.S. Labor Market and the Wage Structure », *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, 1 (1), Janvier.

Borjas G.J. & V.A. Ramey (1993), « Foreign Competition, Market Power, and Wage Inequality: Theory and evidence », *NBER Working Paper*, n°4556 (Décembre).

Borjas G.J. & V.A. Ramey (1994a), « Rising Wage Inequality in the United States: Sources and Consequences », *American Economic Review*, 84 (2), 10-16.

Borjas G.J. & V.A. Ramey (1994b), « The relationship between Wage Inequality and International Trade », in: BERGSTRAND & AL., Eds., 217-242.

Borjas G.J., Freeman R.B. & L.F. Katz (1992), « On the Labor Market Effects of Immigration and Trade », in *Immigration and the Work force: Economic Consequences for the United States and Source Areas*. in: G.J. BORJAS & R.B. FREEMAN, Eds., Chicago: U. of Chicago Press, 213-244.

Borjas G.J., Freeman R.B. & L.F. Katz (1997), « How Much Do Immigration and Trade Affect Labor Market Outcomes? », *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 1-90.

Bouabdallah K. & M-C. Villeval (1997), « Innovation et croissance des inégalités sur le marché du travail », *Revue d'Économie Politique*, 107 (5), Septembre-Octobre, 567-605.

Bound J. & G. Johnson (1991), « Wages in the United-States during the 1980s and Beyond », in: *Workers and their wages: Changing patterns in the United States*. Ed.: KOSTERS M.H., Washington, DC: AEI Press, 1991, 77-103.

Bound J. & G. Johnson (1992), « Changes in the Structure of Wages in the 1980's: An Evaluation of Alternative Explanations », *American Economic Review*, 82 (3), Juin, 371-392.

Bound J. & G. Johnson (1995), « What are the Causes of Rising Wage Inequality in the United States », *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, 1(1), Janvier.

Brauer D. & S. Hickok (1994), « Explaining the Growing Gap Between Low-Skilled and High-Skilled Wages », *Federal Reserve Bank of New York Research Paper*, n°9418, Octobre.

Brauer D. & S. Hickok (1995), « Explaining the Growing Inequality in Wage across Skill Levels », *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, 1 (1), Janvier.

Braverman, H. (1974), *Labor and Monopoly Capital: the Degradation of Works in the twentieth Century*, New York, Monthly Review Press.

Brenton P. & J. Pelkmans, Eds. (1999), *Global trade and European Workers*, Macmillan, Basingstoke and London.

Burgess S. & M.M. Knetter (1996), « An International Comparison of Employment Adjustment to Exchange Rate Fluctuations », *NBER Working Paper*, n°5861 (Septembre).

Burtless G. (1995), « International Trade and the Rise in Earnings Inequality », *Journal of Economic Literature*, 33 (2), Juin, 800-816.

- Cahuc P., Saint-Martin A. & A. Zylberberg (1998), « The Consequences of the Minimum Wage when other Wages are bargained over », MAD, mimeo.
- Card D., Kramarz F. & T. Lemieux (1996), « Changes in the Relative Structure of Wages and Employment: A Comparison of the United States, Canada and France », *NBER Working Paper*, n°5487.
- Cardebat J-M. & J. Teiletche (1997), « Salaires relatifs, commerce Nord-Sud et progrès technique », *Revue Économique*, 48 (5), Septembre, 1337-1357.
- Caroli E. & J. Van Reenen (2001), « Skill Biased Organizational Change? Evidence From A Panel of British and French Establishments », *Quarterly Journal of Economics*, 116 (4), Novembre, 1449-1492.
- Cassing J.H. & S.A. Cassing (1996), « Changes in the Wages and Production Mix of Skilled and Unskilled Manufacturing Workers in the Nex Global Economy: The role of Non-Traded Goods », *Document de travail du CESSEFI*, n°07/96.
- Center For Economic Policy Research [CEPR] (1995), *Unemployment: Choices for Europe*, in the series « Monitoring European Integration 5 », London: CEPR.
- Cette G., Mairesse J. et Y. Koçoglu (2000), « La diffusion des technologies de l'information et de la communication en France : mesure et contribution à la croissance », in *Réduction du chômage : les réussites en Europe*, Rapport du CAE.
- Chui M., Levine P. & J. Pearlman (2001), « Winners and Losers in a North-South Model of Growth, Innovation and Product Cycles », *Journal of Development Economics*, 65, 333-365.
- Cline W. (1997), *Trade and Income Distribution*, Washington: Institute for International Economics.
- Cling J-P. (1994), « Les échanges avec les pays en développement et leurs conséquences sur l'emploi », *Économie et Statistique*, n°279-280, 47-68.
- Cohen D. (1997), *Richesse du monde, pauvreté des nations*, coll. Champs Flammarion.
- Cohen D. & M. Debonneuil (2000), « L'économie de la nouvelle économie », Rapport du Conseil d'Analyse Economique.
- Cohen D. & G. Saint Paul (1994), « Uneven Technical Progress and Job Destructions », *CEPR Discussion Paper*, n°979.
- Cohen D., Lefranc A. & G. Saint-Paul (1997), « French unemployment: a transatlantic perspective », *Economic Policy*, n°25, Octobre, 265-285.
- Commissariat général du Plan (1999), *Technologies de l'information, organisation et performances économiques*, in: BROUSSEAU & RALLET, Eds.

Cooper R.N. (1994), « Foreign Trade, Wages, and Unemployment », *Harvard Institute of Economic Research Discussion Paper*, n°1701 (Novembre), Cambridge, Mass.

Cortes O. & S. Jean (1995a), « Commerce international et emploi : l'expérience européenne — Compte-rendu de la conférence organisée par ECARE et le CEPII », *Économie Internationale*, n°64 (4^{ème} Trimestre), 99-106.

Cortes O. & S. Jean (1995b), « Échange international et marché du travail, une revue critique des méthodes d'analyse », *Revue d'Économie Politique*, 105 (3), Mai-Juin, 359-407.

Cortes O. & S. Jean (1995c), « Comment mesurer l'impact du commerce international sur l'emploi ? Une note méthodologique », *Économie et Statistique*, n°279-280.

Cortes O. & S. Jean (1997a), « Commerce international, emploi et productivité », *Travail et Emploi*, n°70, 61-79.

Cortes O. & S. Jean (1997b), « L'impact du commerce extérieur sur le marché du travail : un débat renouvelé », *Travail et Emploi*, n°70, 51-59.

Cortes O. & S. Jean (1997c), « Les échanges internationaux modifient la demande de travail », *Économie et Statistique*, n°301-302, 45-50.

Cortes O. & S. Jean (1997d), « Progrès technique, commerce international et inégalités », *Économie Internationale*, n°71 (3^{ème} Trimestre 1997), 169-181.

Cortes O. & S. Jean (1999), « Does Competition from Emerging Countries Threaten Unskilled Labour in Europe? An Applied General Equilibrium Approach », in: P. BRENTON, PELKMANS J., Eds., *Global Trade and European Workers*. Macmillan Press, 97-122.

Cotis J-P., Germain J-M. & A. Quinet (1997), « Les effets du progrès technique sur le travail peu qualifié sont indirects et limités », *Économie et Statistique*, n°301-302, 23-43.

Cserc (1996), *Les inégalités d'emploi et de revenu. Mise en perspective et nouveaux défis*, Éditions La Découverte, Paris.

Davis D.R. (1998), « Technology, Unemployment, and Relative Wages in a Global Economy », *European Economic Review*, 42, 1613-1633.

Deardorff A.V. (1984), « Testing Trade Theories and Predicting Trade Flows », in: JONES R.W. & KENEN P.B. Eds., *Handbook of International Economics*, 1, 467-517.

Deardorff A. (2000), « Factor prices and the factor content of trade revisited: what's the use? », *Journal of International Economics*, 50 (1), 73-90.

Deardorff A.V. & D.S. Hakura (1994), « Trade and Wages—What Are the Questions? » in: BHAGWATI & KOSTERS, 76-107.

Deardorff A.V. & R. Staiger (1988), « An interpretation of the factor content of trade », *Journal of International Economics*, 24, 93-107.

Dinardo J. & T. Lemieux (1996), « Diverging male wage inequality in the United States and Canada, 1981-1988: Do Institutions explain the difference », *Industrial and Labor Relations Review*, 50, 629-651.

Dixit A. & J.E. Stiglitz (1977), « Monopolistic Competition and Equilibrium Product Diversity », *American Economic Review*, 67, 297-308.

Doms M., Dunne T. & K. Troske (1997), « Workers, Wages, and Technology », *Quarterly Journal of Economics*, 112 (1), Février, 253-90.

Duguet E. & N. Greenan (1997), « Le biais technologique : une analyse économétrique sur données individuelles », *Revue Économique*, 48 (5), Septembre, 1061-1090.

Dunne T. & J.A. Schmitz (1995), « Wages , Employment Structure and Employer Size-Wage Premia: Their Relationship to Advanced-technology Usage at US-Manufacturing Establishments », *Economica*, n°62, 89-107.

Dunne T., Haltiwanger J. & L. Foster (2000), « Wage and Productivity Dispersion in U.S. Manufacturing: The Role of Computer Investment », *NBER Working Paper*, n°7465 (Janvier).

Engel C. (1992), « Real Exchange Rates and Relative Prices: an Empirical Investigation », *NBER Working Paper*, n°4231 (Décembre).

Ethier W.J. & L.E.O. Svensson (1986), « The Theorems of International Trade with Factor Mobility », *Journal of International Economics*, 20, 21-42.

Falk M. & B. Koebel (1997), « The demand for Heterogeneous Labour in Germany », *Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Discussion Paper*, n°97-28, Mannheim.

Falkinger J. & J. Zweimüller (1998), « Learning for Employment, Innovating for Growth », *CEPR Discussion Paper*, n°1856 (Avril).

Fallon P. & P. Layard (1975), « Capital-Skill Complementarity, Income Distribution, and Output Accounting », *Journal of Political Economy*, 83 (2), 279-301.

Fatemeh S-M. & H. Sneesens (1995), « Skill Demand and Factor Substitution », *CEPR Discussion Paper*, n°1279 (Novembre).

Feenstra R.C. & G.H. Hanson (1995), « Foreign Investment, Outsourcing and relative Wages », *NBER Working Paper*, n°5121 (Mai).

Feenstra R.C. & G.H. Hanson (1996a), « Foreign Investment, Outsourcing, and relative Wages », in: FEENSTRA R.C., GROSSMAN G.M., IRWIN D.A., Eds., *The political Economy of Trade Policy*. M.I.T. Press, Cambridge, MA.

Feenstra R.C. & G.H. Hanson (1996b), « Globalization, Outsourcing, and Wage Inequality », *NBER Working paper*, n°5424 (Janvier).

Feenstra R.C. & G.H. Hanson (1997), « Productivity Measurement and the Impact of Trade and Technology on Wages: Estimates for the U.S., 1972-1990 », *NBER Working paper*, n°6052 (Juin).

Feenstra R.C. & G.H. Hanson (1999), « The Impact of Outsourcing and High-Technology Capital on Wages: Estimates for the United-States, 1979-1990 », *Quarterly Journal of Economics*, 114 (3), 907-940.

Fitoussi J.P. & O. Passet (2000), « Réformes structurelles et politiques macroéconomiques : les enseignement des "modèles" de pays », in *Réduction du chômage : les réussites en Europe*, Rapport du CAE.

Flam H. & E. Helpman (1987), « Vertical Product differentiation and North-South Trade », *American Economic Review*, 77, 810-822.

FMI (2001), *Perspectives de l'économie mondiale*, Chapitre 3 : « The Information Technology Revolution », Septembre.

Fortin N., T. Lemieux & J. DiNardo (1996), « Labor market institutions and the distribution of wages, 1973-1992 : A semiparametric approach », *Econometrica*, 64, 1001-14.

François J.F. & D. Nelson (1998), « Trade, Technology and Wages: General Equilibrium Mechanics », *CEPR Discussion Paper*, n°1919 (Juillet).

Freeman R.B. (1986), « Demand for education », in: ASHENFELTER & LAYARD, Eds., *Handbook of Labour Economics*, 1, Elsevier.

Freeman R.B. (1993), « How much has de-unionization contributed to the rise in male earnings inequality », in *Uneven Tides: Rising Inequality in America*. in: S. DANZIGER & P. GOTTSCHALK, Eds., New York, NY: Russell Sage Foundation, 133-163.

Freeman R.B. (1995), « Are your Wages set in Beijing? », *Journal of Economic Perspectives*, 9 (3), Été, 15-32.

Freeman R. & L. Katz (1994), « Rising Wage Inequality: The United-States vs Other Advanced Countries », in: FREEMAN R.B., Eds., *Working Under Different Rules*, 29-63.

Fronzel M. et C.M. Schmidt (2001), « Rejecting Capital-Skill Complementarity at all Costs », *IZA Discussion Paper No. 316*, Department of Economics, University of Heidelberg.

Fuchs G. (1997), « Chômage et inégalités : quel coupable ? », *Revue Économique*, 48 (5), Septembre, 1199-1217.

Funk P. (1997), « Induced Innovation Revisited », *Document du DELTA*, n°97.22 (Juin).

Galor O. & D. Tsiddon (1997), « Technological Progress, Mobility, and Economic Growth », *American Economic Review*, 87 (3), Juin, 363-382.

Gereffi G. (1993), « The Role of big Buyers in global Commodity Chains: how US Retail Networks affect overseas Production Patterns », in: GEREFFI G. & KORZENIEWICZ M., Eds., *Commodity Chains and Global Capitalism*, Westport, CT: Praeger, 95-122.

Glass A.J. & K. Saggi (2001), « Innovation and wage effects of international outsourcing », *European Economic Review*, 45, 67-86

Gordon R.J. (2000a), « Does the "New Economy" Measure up to the Great Inventions of the Past? », *Journal of Economic Perspectives*, 14 (Fall), 49-74.

Gordon R.J. (2000b), « Interpreting the "One Big Wave" in U.S. Long-term Productivity Growth », in: B. VAN ARK, S. KUIPERS & G. KUPER, Eds., *Productivity, Technology and Economic Growth*, Kluwer Publishers, 19-65.

Gottschalk P. & R. Moffitt (1994), « The Growth of Earnings Instability in the U.S. Labor Market », *Brookings Papers on Economic Activity*, n°2, 217-272.

Goux D. & E. Maurin (1995), « La transformation de la demande de travail par qualification en France », INSEE, Juin.

Goux D. & E. Maurin (1997), « Le déclin de la demande de travail non qualifié. Une méthode d'analyse empirique et son application au cas de la France », *Revue Économique*, 48 (5), Septembre.

Greenan N. (1996a), « Innovation technologique, changements organisationnels et évolution des compétences », *Economie et Statistiques*, n°298, 15-33.

Greenan N. (1996b), « Progrès technique et changements organisationnels : leur impact sur l'emploi et les qualifications », *Economie et Statistiques*, n°298, 35-44.

Greenan N. (1997), « Innovation et qualité du facteur travail, une étude empirique sur l'industrie manufacturière », in BOUABDALLAH K., DURAND J.P., KIRA T.

Greenan N. (1999), « Technologie de l'information et de la communication, productivité et emploi : deux paradoxes », in: BROUSSEAU & RALLET, Eds., *Technologies de l'information, organisation et performances économiques*, Commissariat Général du Plan.

Greenwood J., Hercowitz Z., & P. Krusell (1997), « Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change », *American Economic Review*, 87, 342-362.

- Greg P. & A. Maning (1997)**, « Skill-biased Change, Unemployment and Wage Inequality », *European Economic Review*, 41, 1173-1200.
- Griliches Z. (1969)**, « Capital-Skill Complementarity », *Review of Economics and Statistics*, 51 (4), Novembre.
- Grossman G.M. & E. Helpman (1991)**, « Quality Ladders in the Theory of Growth », *Review of Economic Studies*, n° 58, 43-61.
- Hamermesh D.S. (1986)**, « The demand for labour in the long-run », in: ASHENFELTER & LAYARD, Eds., *Handbook of Labour Economics*, 1, Elsevier.
- Hamermesh D.S. (1993)**, *Labour Demand*, Princeton University Press.
- Harrigan J. (1998)**, « International Trade and American Wages in General Equilibrium, 1967-1995 », *NBER Working Paper*, n°6609 (Juin).
- Haskel J.E. & M.J. Slaughter (1998)**, « Does the Sector Bias of Skill-Biased Technical Change Explain Changing Wage Inequality? », *CEPR Discussion Paper*, n°1940 (Août).
- Haskel J.E. & M.J. Slaughter (2000)**, « Have Falling Tariffs and Transportation Costs Raised U.S. Wage Inequality? », *NBER Working Paper*, n°7539 (Février).
- Haskel J.E. & M.J. Slaughter (2001)**, « Trade, Technology and U.K. Wage Inequality », *The Economic Journal*, 111 (468), Janvier, 163-187.
- Helpman & Trajtenberg (1996)**, « Diffusion of General Purpose Technologies », *NBER Working Paper*, n°5773 (Septembre).
- Hicks J.R. (1932)**, *The Theory of Wages*, London: Macmillan.
- INSEE (2000)**, *Séries longues sur les salaires*, Emploi-Revenus, n°172 (Décembre).
- James J.A. & J.S. Skinner (1985)**, « The resolution of the labor-scarcity paradox », *Journal of Economic History*, 45, 513-540.
- Jean S. (2000)**, « The Effect of International Trade on Labour-Demand Elasticities: Intersectoral Matters », *Document de travail du CEPII*, n°00-07.
- Jean S. & O. Bontout (1998)**, « Wages and Uemployment: Trade-Off Different Labour Market Paradigms », *Document de travail du CEPII*, n°98-13.
- Jean S. & O. Bontout (1999)**, « Sensibilité des salaires relatifs aux chocs de commerce international et de progrès technique : une évaluation d'équilibre général », *Revue d'économie politique*, 109 (2), Mars-Avril, 241-271.

- Jean S. & O. Bontout (2000)**, « What Drove Relative Wages in France? Structural Decomposition Analysis in a General Equilibrium Framework, 1970-1992 », *Document de travail du CEPII*, n°00-03.
- Johnson G.E. (1997)**, « Changes in Earnings Inequality: The Role of Demand Shifts », *Journal of Economic Perspectives*, 11 (2), Printemps, 41-54.
- Jones C.I. (1995)**, « R&D Based Models of Economic Growth », *Journal of Political Economy*, 103 (41), 759-784.
- Jones R.W. (2000)**, « Technical Progress, Price Adjustments and Wages », *Review of International Economics*, 8, 497-503.
- Jorgenson D. (2001)**, « Information Technology and the U.S. Economy », *American Economic Review*, 91 (Mars), 1-32.
- Jorgenson D. & K. Stiroh (2000)**, « Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age », *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, Brookings Institution, 161-167.
- Jorgenson D., Gollop F. & B. Fraumeni (1987)**, *Productivity and U.S. Economic Growth*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Jovanovic B. (1998)**, « Vintage Capital and Inequality », *NBER Working Paper*, n°6416 (Février).
- Juhn C. & M. Murphy (1995)**, « Inequality in Labor Market Outcomes », *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, 1 (1), Janvier.
- Juhn C., Murphy K. & R. Topel (1991)**, « Why has the Natural Rate of Unemployment increase over time? », *Brookings Papers on Economic Activity*, 75-126.
- Kahn J.A. & J-S. Lim (1998)**, « Skilled Labor Augmenting Technical Progress In US Manufacturing », *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), Novembre, 1281-1308.
- Katz D.H. & A.B. Krueger (1997)**, « Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market? », *NBER Working Paper*, n° 5956 (Mars).
- Katz L.F. (1992-93)**, « Understanding Recent Changes in the Wage Structure », *NBER Reporter* (Hiver), 10-15.
- Katz L.F. & K.M. Murphy (1992)**, « Changes in Relative Wages, 1963-1987: Supply and Demand Factors », *Quarterly Journal of Economics*, 107 (1), 35-78, Février.
- Katz L.F., Loveman G.W. & D.G. Blanchflower (1993)**, « A Comparison of Changes in the Structure of Wages in Four OECD Countries », *NBER Working Paper*, n°4297 (Mars).

- Katz L.F. & AL. (1995), « A Comparison of Changes in the Structure of Wages in Four OECD Countries », in: FREEMAN R.B. & KATZ L.F., Eds., *Differences and Changes in Wage Structures*, Chicago: University of Chicago.
- Koebel B. (1997), Aggregation in Production Analysis: Heterogeneity and Representativity, PHD Thesis, Louis Pasteur Un., Strasbourg.
- Kortum S. & J. Putnam (1995), « Predicting Patents by Industry: Tests of the Yale-Canada Concordance », mimeo, Boston University.
- Kosters M.H. (1994), « An Overview of Changing Wage Patterns in the Labor Market » in BHAGWATI & KOSTERS, .
- Kremer M. & E. Maskin (1996), « Wage Inequality and Segregation by Skill », *NBER Working Paper*, n°5718 (Août).
- Krueger A.B. (1993), « How Computers Have Changed the Wage Structure: Evidence from Microdata, 1984-89 », *Quarterly Journal of Economics* (Février), 36-78.
- Krueger A.O. (1983), *Trade and Employment in Developing Countries: 3 Synthesis and Conclusions*, University of Chicago Press, Chicago, III.
- Krugman P. (1980), « Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade », *American Economic Review*, 70, 950-959.
- Krugman P. (1994), « Europe Jobless, America Penniless », *Foreign Policy*, n°95.
- Krugman P. (1995), « Growing world Trade: causes and consequences », *Brookings Papers on Economic Activity*, n°1, 327-362.
- Krugman P. (2000a), « Technology, Trade, and Factor Prices », *Journal of International Economics*, 50, 51-71.
- Krugman P. (2000b), *La mondialisation n'est pas coupable: vertus et imites du libre-échange*, Eds. La Découverte, Paris.
- Krugman P. & R.Z. Lawrence (1993), « Trade, Jobs and Wages », *NBER Working Paper*, n°4478 (Septembre).
- Krugman P. & A. Venables (1995), « Globalisation and the Inequality of Nations », *NBER Working Paper*, n°5098.
- Krusell P., Ohanian L., Rios-Rull J-V. & G. Violante (2000), « Capital-Skill Complementarity and Inequality: A Macroeconomic Analysis », *Econometrica*, 68 (5), 1029-1053.
- Kuznets S. (1955), « Economic Growth and Economic Inequality », *American Economic Review*, 45, 1-28.

Laffargue J-P. & A. Saint-Martin (1997), « Biais de progrès technique, imperfections de marché et inégalités en France, de 1974 à 1993 », *CEPREMAP Working Papers (Couverture Orange)*, n°9712.

Lawrence R.Z. (1995), « U.S. Wage Trends in the 1980s: The Role of International Factors », *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, 1 (1), Janvier.

Lawrence R.Z. & M.J. Slaughter (1993), « International Trade and american Wages in the 1980s: Giant Sucking Sound or Small Hiccup? », *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, n°2, 161-226.

Leamer E.E. (1993), « Wage Effects of a U.S.-Mexican Free Trade Agreement » in Garber ed., *The Mexico-U.S. free trade agreement*, Cambridge: MIT Press, 57-125.

Leamer E.E. (1994a), « Trade, Wages and Revolving-Doors Ideas », *NBER Working Paper*, n°4716 (Avril).

Leamer E.E. (1994b), « American Regionalism and Global Free Trade », *NBER Working Paper*, n°4763, Mai.

Leamer E.E. (1995), « The Heckscher-Ohlin Model in Theory and Practice », *Princeton Studies in International Finance*, n°77 (Février).

Leamer E.E. (1996), « In Search of Stolper-Samuelson Effects on U.S. Wages », *NBER Working Paper*, n°5427 (Janvier).

Leamer E.E. (2000), « What's the Use of Factor Contents? », *Journal of International Economics*, 50 (1), 17-49.

Leamer E.E. & J. Levinsohn (1994), « International Trade Theory: the Evidence », *NBER Working Paper*, n°4940 (Novembre).

Lefranc A. (1997a), « Quelques éléments de comparaison des taux de chômage français et américain », *Économie et Statistique*, n°301-302, 61-72.

Lefranc A. (1997b), « Salaires relatifs et chômage : une analyse comparative France/États-Unis », *Revue Économique*, 48 (5), Septembre, 1041-1060.

Leontief W.W. (1953), « Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Reexamined », *Proceedings of the American Philosophical Society*, 97, 332-349.

Leontief W.W. (1956), « Factor Proportions and the Structure of American Trade: Further theoretical and empirical analysis », *Review of Economics and Statistics*, 38, 386-407.

Levy F. & R. Murnane (1992), « U.S. Earnings Levels and Earnings Inequality: A Review of Recent Trends and Proposed Explanations », *Journal of Economic Literature*, 30 (3), Septembre, 1333-1381.

- Levy F. & R. Murnane (1996)**, « Whith What Skills Are Computer Complement », *AEA Papers and Proceedings*, 86 (2), Mai.
- L'Horty Y. & A. Saint-Martin (1997)**, « Une comparaison France-Europe des taux de chômage », *Revue française d'économie*, 12 (1), Hiver.
- Lloyd-Ellis H. (1999)**, « Endogenous Technological Change and Wage Inequality », *American Economic Review*, 89 (1), Mars, 47-77.
- Lindert P.H. & J.G. Williamson (2001)**, « Does Globalization Make the World More Unequal? », *NBER Working Paper*, n° 8228.
- Machin S. (1994)**, « Changes in the Relative Demand for Skills in the U.K. Labour Market », *CEPR Discussion Paper*, n°952.
- Machin S. (1997)**, « The Decline of Labour Market Institutions and the Rise in Wage Inequality in Britain », *European Economic Review*, 41, 647-657.
- Machin S. & A. Manning (1997)**, « Can Supply Create its Own Demand? Implications for Rising Skill Differentials », *European Economic Review*, 41, 507-516.
- Machin S., Ryan A. & J. Van Reenen (1996)**, « Technology And Changes In Skill Structure: Evidence From Seven Oecd Countries », *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), Novembre, 1215-1244.
- Maddison A. (1995)**, *L'économie mondiale, 1820-1992*, OCDE, Paris.
- Magaziner K. & M. Patinkin (1989)**, « Fast Heat: How Korea won the Microwave War », *Harvard Business Review*, Janvier-Février, 83-92.
- Mairesse J., Cette G; & Y. Kocoglu (2000)**, « La mesure de l'investissement en technologies de l'information et de la communication : quelques considérations méthodologiques », *Economie et Statistique*, n°339-340, 73-91.
- Mairesse J., Cette G; & Y. Kocoglu (2000)**, « Les technologies de l'information et de la communication en France : diffusion et contribution à la croissance », *Economie et Statistique*, n°339-340, 117-146.
- Manacorda M. & B. Petrongolo (1999)**, « Skill Mismatch and Unemployment in OECD Countries », *Economica*, 66 (262), Mai, 181-207.
- Manasse P. & A. Turrini (2001)**, « Trade, wages and 'superstars' », *Journal of International Economics*, 54 (Juin), 97-117.
- Marglin S.A. (1974)**, « What do bosses do? The origins and functions of hierarchy in capitalist production », *Review of Radical Political Economy*, 33, 33-60.

Mathieu C. (1994), « Quel est l'impact des échanges commerciaux avec les pays d'Asie en développement sur l'emploi en Europe ? », in P-A. MUET ed., *Le chômage persistant en Europe*, Presse de la Fondation Nationale de Sciences Politiques.

Mathieu C. & H. Sterdyniak (1994), « L'émergence de l'Asie en développement menace-t-elle l'emploi en Europe ? », *Observations et diagnostics économiques : Revue de l'OFCE*, n°48 (Janvier).

Mendez R. (1997), « Croissance et inégalités dans un modèle Nord-Sud », *Revue Économique*, 48 (5), Septembre, 1241-1263.

Mendez R. (1998), « Growth, Trade and Inequality in an Efficiency-Wage Framework », Communication au colloque *Théories et Modèles de la Macroéconomie*, Aix-Marseille, Mai 1998.

Mihoubi F. (1997), « Coûts des facteurs et substitution capital-travail : une analyse sur le secteur manufacturier », *Économie et Statistique*, n°301-302, 129-148.

Mincer J. (1974), *Schooling, Experience and Earnings*, National Bureau of Economic Research.

Morrisson C. (1996), *La répartition des revenus*, PUF, Paris.

Morrison P.C.J. & D.S. Siegel (2001), « The Impacts of Technology, Trade and Outsourcing on Employment and Labour composition », *Scandinavian Journal of Economics*, 103 (2), 241-264.

Moutos T. (2000) « Neutral technological change and the skill premium », *Economics Letters*, 69, 365-370

Murphy K.M. & F. Welch (1991), « The Role of International Trade in Wage Differentials », in *Workers and their wages: Changing patterns in the United States*. Ed.: KOSTERS M.H., Washington, DC: AEI Press, 1991, 39-69.

Murphy K.M. & F. Welch (1992), « The Structure of Wages », *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (1), Février.

Murphy K.M., Riddell & Romer (1998), « Wages, Skills, and Technology in the United States and Canada », in *General Purpose Technologies and Economic Growth*. Ed.: HELPMAN, ELHANEN, Cambridge: MIT Press, 1998.

Nickell S. (1997), « Unemployment and Labor Market Rigidities: Europe versus North America », *Journal of Economic Perspectives*, 11 (3), Été, 55-74.

OCDE (1994), « Etude sur l'emploi », 2 volumes, OCDE, Paris.

OCDE (1996), *Technologie, productivité et créations d'emplois*, OCDE, Paris.

OCDE (1997a), « Echanges, salaires et emploi : évaluation de l'impact des échanges avec les économies émergentes sur les marchés du travail des pays de l'OCDE », *Perspectives de l'Emploi*, Juillet.

OCDE (1997b), *Information Technology Outlook*, OCDE, Paris.

OCDE (2000a), *Perspectives Economiques de l'OCDE*, n°67 (Juin).

OCDE (2000b), *Measuring the ICT Sector*, OCDE, Paris.

OCDE (2000c), *Information Technology Outlook*, OCDE, Paris.

OCDE (2001), « Trends in immigration and economic consequences », *Economics Department Working Paper*, n°284.

Oliner S. & D. Sichel (2000), « The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? », *Journal of Economic Perspectives*, 14 (Fall), 3-22.

Oliviera-Martins J. (1994), « Market Structure, Trade and Industry Wages », *OECD Economic Studies*, n°22, 131-154.

Panagariya A. (2000), « Evaluating the factor-content approach to measuring the effect of trade on wage inequality », *Journal of International Economics*, vol.50, n°1, 73-90.

Piketty T. (1997), *L'économie des inégalités*, Paris, La Découverte.

Rajhi T. & F. Serranito (1997), « L'impact du commerce de biens intermédiaires sur la croissance et les inégalités salariales », *Document de travail LEO-IOF* (Juin).

Revenge A.L. (1992), « Exporting Jobs: The Impact of Import Competition on Employment and Wages in U.S. Manufacturing », *The Quarterly Journal of Economics*, 107, 255-284.

Richardson J.D. (1995), « Income inequality and Trade: How to think, what to conclude? », *Journal of Economic Perspectives*, 9 (3), Été, 33-56.

Rodrik D. (1997), *Has Globalization Gone too far?*, Institute for International Economics, Washington D.C. (Mars 1997).

Romer P.M. (1990), « Endogenous Technological Change », *Journal of Political Economy*, 98 (5), 71-102.

Rowthorn R., Kozul-Wright R. & Y. Akyüz (1997), « Adapting to North-South Trade: a General Equilibrium Approach to Policy Options », *Oxford Economic Papers*, 49 (4), Octobre, 483-503.

Sachs J.D. & Shatz H.J. (1994), « Trade and Jobs in U.S. Manufacturing », *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, n°1, 1-84.

Sachs J.D. & Shatz H.J. (1996), « U.S. Trade with Developing Countries and Wage Inequality », *American Economic Review*, 86 (2), 234-239.

Saint-Martin A. (1998), « Le chômage des travailleurs peu qualifiés : mondialisation versus biais technologique », Université d'Evry val d'Essonne et MAD, mimeo.

Samuelson P.A. (1948), « International Trade and the Equalisation of Factor Prices », *Economic Journal*, 58 (230), Juin, 163-184.

Samuelson P.A. (1949), « International Factor-Price Equalisation Once Again », *Economic Journal*, 59 (234), Juin, 181-197.

Sato R. (1970), « The Estimation of Biased Technological Progress and the production function », *International Economic Review*, 11, 179-208.

Sichel D.E. (2000), Comments and discussion, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 222-227.

Siebert H. (1997), « Labor Market Rigidities: At the Root of Unemployment in Europe », *Journal of Economic Perspectives*, 11 (3), Été, 37-54.

Slaughter M.J. (1995), « Multinational Corporations, Outsourcing, and American Wage Divergence », *NBER Working Paper*, n°5253.

Slaughter M.J. (1998), « International Trade and Labour-Market Outcomes: Results, Questions, and Policy Options », *Economic Journal*, 108 (450), Septembre, 1452-1462.

Stolper W. & P.A. Samuelson (1941), « Protection and real Wages », *Review of Economic Studies*, 9 (1), Novembre, 58-73.

Stoneman P. & O. Toivanen (1997), « The Diffusion of Multiple Technologies: An Empirical Study », *Economics of Innovation and New Technology*, 5, 1-17.

Thoenig M. (1998), « Biais du progrès technique induit par le commerce international », Delta et MAD, mimeo.

Thoenig M. & T. Verdier (2000), « Trade Induced Technical Bias and Wage Inequalities: A Theory of Defensive Innovations », *CEPR Discussion Paper*, n°2401.

Topel R.H. (1997), « Factor Proportions and Relative Wages: The Supply-Side Determinants of Wage Inequality », *Journal of Economic Perspectives*, 11 (2), Printemps, 55-74.

Turrini A. (1998), « Endogenous education policy and increasing income inequality between skilled and unskilled workers », *European Journal of Political Economy*, 14 (2), 303-326.

Vellas F. (1981), *Echange international et Qualification du travail*, Paris, Economica.

Vellutini C. (1998), « Inégalités et mobilité du capital dans le modèle néo-classique à horizon infini », *Cahiers Eco et Maths*, n°98.06 (Janvier).

Vimont C. (1993), *Le Commerce Extérieur Français créateur ou destructeur d'emplois ? Le cas des produits industriels et des services*, Paris, Economica.

Vimont C. & F. Farhi (1997), *Concurrence internationale et Balance en emplois . Les échanges de produits industriels*, Paris, Economica.

Waldinger R.D. (1986), *Through the Eye of the Needle*, New York: New York University Press.

Wood A. (1991), « The Factor Content of North-South Trade in Manufactures Reconsidered », *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127 (4), 719-743.

Wood A. (1994a), *North-south trade, employment and inequality. Changing fortune in a skill-driven world*, Clarendon Press, Oxford.

Wood A. (1994b), « Give Heckscher and Ohlin a Chance! », *Weltwirtschaftliches Archiv*, 130 (1), 20-49.

Wood A. (1995), « How Trade hurts Unskilled Workers », *Journal of Economic Perspectives*, 9 (3), Été, 57-80.

Wood A. (1998), « Globalisation and the Rise in Labour Market Inequalities », *Economic Journal*, 108 (450), Septembre, 1463-1482.

Xu B. (2001), « Factor bias, sector bias, and the effects of technical progress on relative factor prices », *Journal of International Economics*, 54 (Juin), 5-25.

Yoffie D.B. & B. Gomes-Casseres (1994), *International Trade and Competition*, New York: McGraw-Hill.

ANNEXES

Liste des annexes

Annexe 1	Détermination de la quantité de travail qualifié allouée à la R&D et de l'offre de capital.....	295
	Détermination de la quantité de travail qualifié allouée à la R&D	295
	Détermination de l'offre de capital	296
Annexe 2	Le modèle simulé en autarcie.....	297
Annexe 3	Le modèle simulé en ouverture	299
Annexe 4	Représentation des scénarios A, O, OW et OΩ pour une croissance de la PTF A de 45%.....	301
	R&D et productivité	301
	Prix relatifs	302
	Productions et utilisations de facteurs	302
	Prix des biens.....	304
	Revenus et salaires réels.....	305
	Intensités factorielles	306
	Productivités apparentes.....	307
Annexe 5	Représentation des scénarios A, O, OW et OΩ pour une croissance de la PTF A de 15%.....	309
	R&D et productivité	309
	Prix relatifs	310
	Productions et utilisations de facteurs	311
	Prix des biens.....	312
	Revenus et salaires réels.....	313
	Intensités factorielles	314
	Productivités apparentes.....	315

Annexe 6	Représentation des scénarios A (Autarcie) et AW (Autarcie avec salaire minimum) pour une croissance de la PTF A de 15%	317
	R&D et productivité	317
	Prix relatifs	318
	Productions et utilisations de facteurs	318
	Prix des biens.....	320
	Revenus et salaires réels.....	321
	Intensités factorielles	321
	Productivités apparentes	322
Annexe 7	Représentation des scénarios O (Ouverture) et OH (Ouverture avec qualification de la population active) pour une croissance de la PTF A de 15%	324
	R&D et productivité	324
	Prix relatifs	325
	Productions et utilisations de facteurs	325
	Prix des biens.....	328
	Revenus et salaires réels.....	328
	Intensités factorielles	329
	Productivités apparentes	330
Annexe 8	Les équations du modèle en croissance semi-endogène	332

Annexe 1

Détermination de la quantité de travail qualifié allouée à la R&D et de l'offre de capital

a) Détermination de la quantité de travail qualifié allouée à la R&D

La firme choisit son effort de R&D H_A qui maximise son profit

$$\pi_K(t) = \rho K(t) - w_L(t) \left(\frac{K(t)}{A(t)\lambda_L} \right) - w_H(t) \left(\frac{K(t)}{A(t)\lambda_H} \right) - w_H(t) H_A(t) \quad \text{sous contrainte de}$$

$$\text{l'équation } A(t) = A_0 \exp \left[\int \delta \cdot H_A(\chi)^\sigma d\chi \right].$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_K(t)}{\partial H_A(t)} = 0 &\Rightarrow -\frac{w_L K}{\lambda_L} A_0^{-1} \exp \left[- \int \delta (H_A(\chi))^\sigma d\chi \right] \left[-\delta \sigma H_A^{\sigma-1} \right] \\ &\quad - \frac{w_H K}{\lambda_H} A_0^{-1} \exp \left[- \int \delta (H_A(\chi))^\sigma d\chi \right] \left[-\delta \sigma H_A^{\sigma-1} \right] - w_H = 0 \end{aligned}$$

$$\text{Soit : } w_H = KA^{-1} \delta \sigma H_A^{\sigma-1} \left[\frac{w_L}{\lambda_L} + \frac{w_H}{\lambda_H} \right]$$

$$\text{Donc : } H_A = \left[\frac{KA^{-1} \delta \sigma \left[\frac{w_L}{\lambda_L} + \frac{w_H}{\lambda_H} \right]}{w_H} \right]^{1/(1-\sigma)} \quad (1)$$

b) Détermination de l'offre de capital

Comme le profit du monopole est nul à l'optimum (voir section 4.2.3. c. équation 4.12), on

$$\text{a donc l'égalité : } K \left(\rho - \frac{w_L}{A\lambda_L} - \frac{w_H}{A\lambda_H} \right) = w_H H_A \quad (2)$$

A partir des équations (1) et (2), on peut alors déduire l'offre de capital par le monopole.

(1) dans (2) entraîne :

$$\begin{aligned} K \left(\rho - \frac{w_L}{A\lambda_L} - \frac{w_H}{A\lambda_H} \right) &= w_H^{-\sigma/1-\sigma} \left(KA^{-1} \delta \sigma \left(\frac{w_L}{\lambda_L} + \frac{w_H}{\lambda_H} \right) \right)^{1/1-\sigma} \\ \text{Soit : } K^{-\sigma/1-\sigma} &= \frac{w_H^{-\sigma/1-\sigma} \left(A^{-1} \delta \sigma \left(\frac{w_L}{\lambda_L} + \frac{w_H}{\lambda_H} \right) \right)^{1/1-\sigma}}{\rho - \frac{w_L}{A\lambda_L} - \frac{w_H}{A\lambda_H}} \\ \text{Donc : } K^+ &= w_H \left[\frac{\left(\rho - \frac{w_L}{A\lambda_L} - \frac{w_H}{A\lambda_H} \right)}{\left(A^{-1} \delta \sigma \left(\frac{w_L}{\lambda_L} + \frac{w_H}{\lambda_H} \right) \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \end{aligned} \quad (3)$$

Annexe 2

Le modèle simulé en autarcie du Nord

En choisissant les valeurs $a = \theta = \sigma = 1/2$, les équations déterminant les valeurs d'équilibre à chaque instant sont¹ (les valeurs ont été justifiées à la section 5.1.2.) :

$$\bar{L} = \left((1-\alpha)\zeta + \frac{\beta(1-\zeta)}{1+\rho} + \frac{1}{A\lambda_L\rho} \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{1+\rho} + \alpha\zeta \right] \right) (\bar{L} + w\bar{H}) \quad (\text{A1})$$

$$\begin{aligned} \bar{H} = & \left(\frac{(1-\beta)(1-\zeta)}{w} + \frac{1}{A\lambda_H\rho} \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{1+\rho} + \alpha\zeta \right] \right) (\bar{L} + w\bar{H}) \\ & + \left(\frac{\delta A^{-1}}{2} \left(\frac{1}{\lambda_H} + \frac{1}{w\lambda_L} \right) \frac{1}{\rho} \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{1+\rho} + \alpha\zeta \right] (\bar{L} + w\bar{H}) \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \end{aligned} \quad (\text{A2})$$

$$\frac{1}{\rho} \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{1+\rho} + \alpha\zeta \right] (\bar{L} + w\bar{H}) = \left[\frac{\rho/w - 1/A\lambda_H - 1/wA\lambda_L}{(\delta\sigma(1/A\lambda_H + 1/wA\lambda_L))^{\frac{1}{1-\sigma}}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \quad (\text{A3})$$

$$H_A = \left(\delta\sigma A^{-1} \left(\frac{1}{\lambda_H} + \frac{1}{w\lambda_L} \right) \frac{1}{\rho} \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{1+\rho} + \alpha\zeta \right] (\bar{L} + w\bar{H}) \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (\text{A4})$$

$$\gamma_A = \delta \left(\delta\sigma A^{-1} \left(\frac{1}{\lambda_H} + \frac{1}{w\lambda_L} \right) \frac{1}{\rho} \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{1+\rho} + \alpha\zeta \right] (\bar{L} + w\bar{H}) \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \quad (\text{A5})$$

¹ Les équations sont notées A pour "Autarcie (du Nord)".

Pour une valeur de A , les cinq équations précédentes s'expriment en w et p . Les équations (A1), (A2), et (A3) représentent respectivement les équilibres sur les marchés du travail d'exécution, du travail qualifié, et du capital. Lorsque deux de ces relations sont vérifiées, la troisième l'est également. Ainsi, le choix de deux des trois premières relations définit totalement les rémunérations relatives w et p .

Ces rémunérations une fois définies, les équations (A4) et (A5) déterminent la quantité de travail qualifié alloué à la R&D et le taux de croissance de la productivité totale des facteurs dans le secteur K, soit la dynamique du modèle.



Annexe 3

Le modèle simulé en ouverture Nord-Sud

Après simplification on peut réduire le modèle présenté au chapitre 4 en section 4.4.4. à cinq équations : trois déterminent l'équilibre en L_N , L_S , w , ω et ρ ; les deux autres déterminent, à partir des valeurs précédentes, les valeurs qui créent la dynamique du système, H_A et γ_A .

Les équations présentées ici se fondent sur les valeurs $\alpha = \theta = \sigma = 1/2$ utilisées dans les exercices de simulation (ces valeurs ont été justifiées à la section 5.1.2.).

Le modèle simplifié, utilisé pour les simulations, est le suivant (on note $t = 1/\rho$)¹:

$$L_N = \frac{\beta(1-\zeta)}{(1-(1-\alpha)\zeta)(1+t) - \beta(1-\zeta) - \frac{t\omega}{A\lambda_L}(\alpha\zeta(1+t) + \beta(1-\zeta)t)} w\bar{H} \quad (O1)$$

$$L_S = \frac{\frac{(1-\alpha)\zeta}{\omega}(1+t) + \frac{t}{A\lambda_L}(\alpha\zeta(1+t) + \beta(1-\zeta)t)}{(1-(1-\alpha)\zeta)(1+t) - \beta(1-\zeta) - \frac{t\omega}{A\lambda_L}(\alpha\zeta(1+t) + \beta(1-\zeta)t)} w\bar{H} \quad (O2)$$

$$\left(\frac{\delta A^{-1}}{2} \left(\frac{wt}{\lambda_H} + \frac{\omega t}{\lambda_L} \right) \right)^2 \bar{H} = \left(1 - \frac{wt}{A\lambda_H} - \frac{\omega t}{A\lambda_L} \right) \left(\frac{(1-(1-\alpha)\zeta)(1+t) - \beta(1-\zeta)}{\alpha\zeta(1+t) + \beta(1-\zeta)t} - \frac{t\omega}{A\lambda_L} \right) \quad (O3)$$

¹ Les équations sont notées O pour "Ouverture Nord-Sud".

$$H_A = \left(\frac{\delta \sigma \left(\frac{tw}{A\lambda_H} + \frac{t\omega}{A\lambda_L} \right)}{1 + \frac{(1-\beta)(1-\zeta)(1+t)}{\alpha\zeta(1+t) + t\beta(1-\zeta)} - \frac{t\omega}{A\lambda_L}} \bar{H} \right)^2 \quad (O4)$$

$$\gamma_A = \frac{\frac{(\delta)^2}{2} \left(\frac{tw}{A\lambda_H} + \frac{t\omega}{A\lambda_L} \right)}{1 + \frac{(1-\beta)(1-\zeta)(1+t)}{\alpha\zeta(1+t) + t\beta(1-\zeta)} - \frac{t\omega}{A\lambda_L}} \bar{H} \quad (O5)$$

Les équations (O1) et (O2), déterminées par rapprochement des relations (ELS) et (ELN), représentent les équilibres sur les marchés du travail non qualifié au Sud et au Nord. L'équation (O3) peut être générée en portant (O1) et (O2), soit dans la relation d'équilibre du marché de H (relation (EHN)), soit dans la relation d'équilibre sur le marché de K (relation (EK)).

En portant (O1) et (O2) dans la relation (ENS), on vérifie que l'équilibre des échanges est toujours réalisé.

Une fois les valeurs de w , ω , et t déterminées par (O1), (O2), et (O3), les équations (O4) et (O5) définissent la quantité de travail qualifié allouée à la R&D et la croissance de A , soit la dynamique du système.

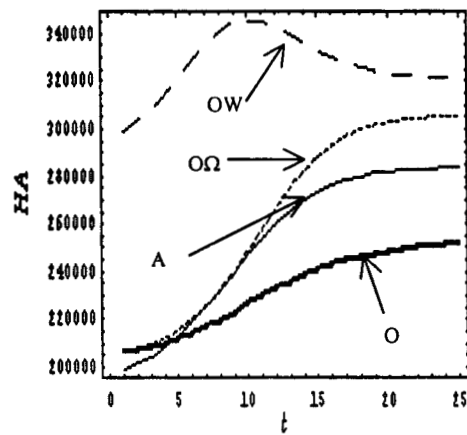
Annexe 4

Représentation des scénarios A, O, OW et OΩ
pour une croissance de la PTF A de 45%

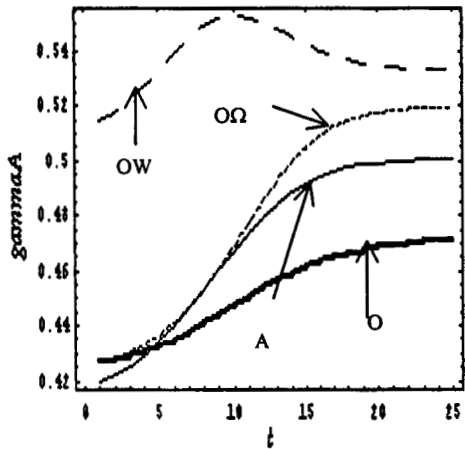
— Scenario A — Scenario O - - - Scenario OW Scenario OΩ

R&D et productivité

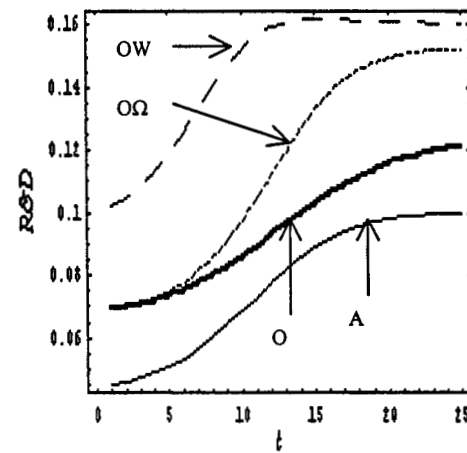
Nombre de chercheurs (H_A)



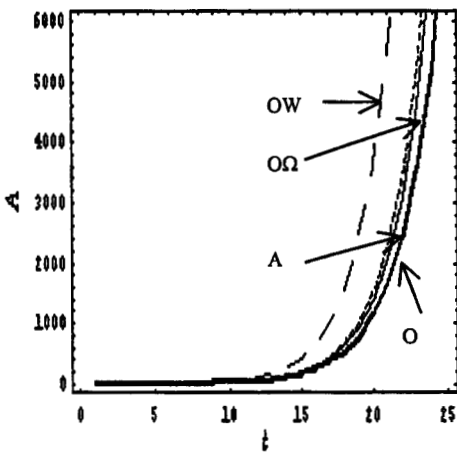
Taux de croissance de la PTF en K (γ_A)



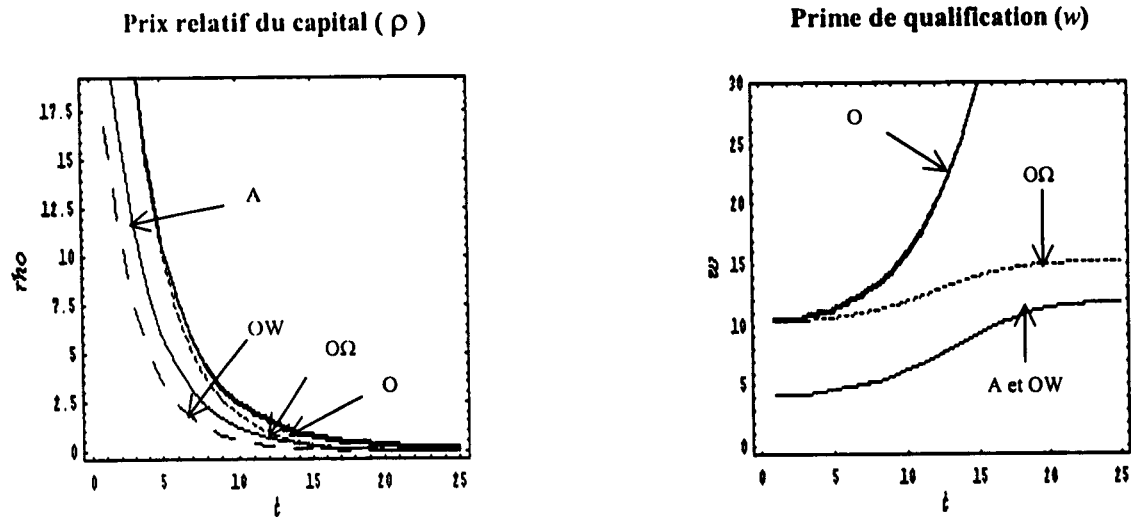
Dépenses en R&D dans le revenu (wH_A)/($w\bar{H} + \bar{L}$)



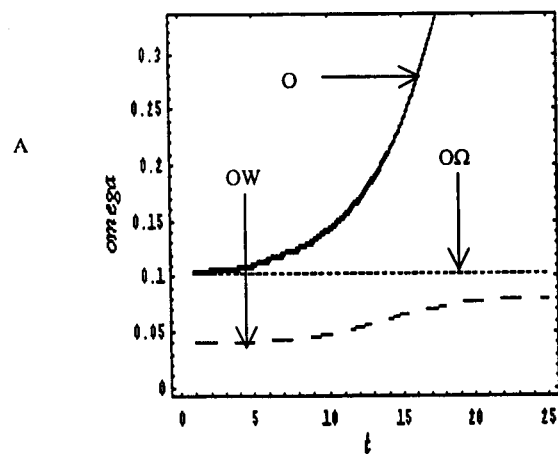
Productivité totale des facteurs (A)



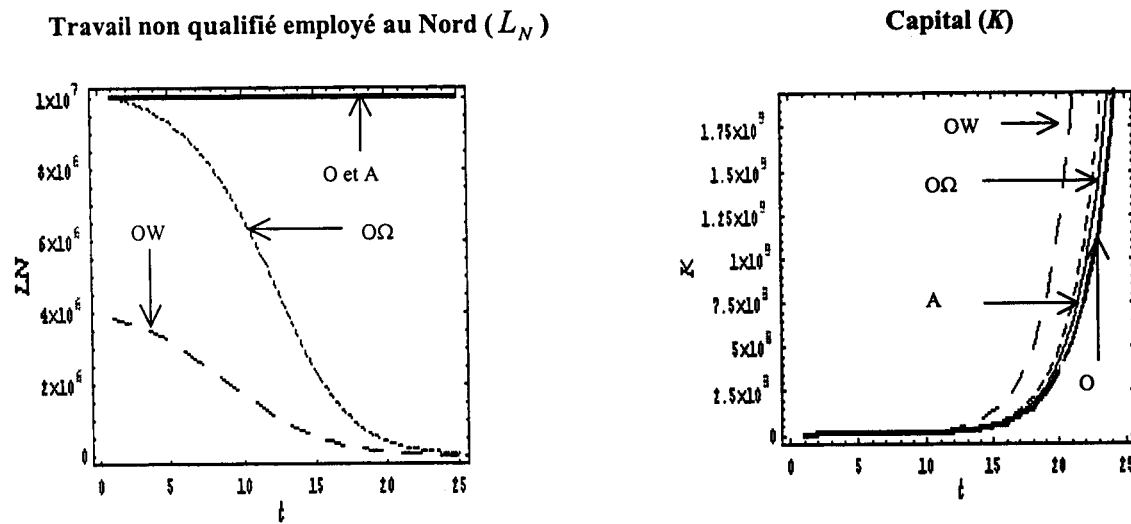
Prix relatifs



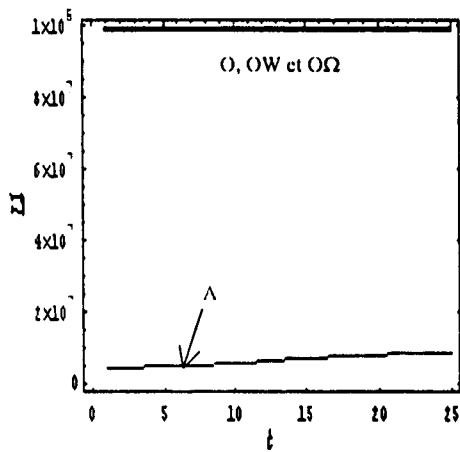
Salaire relatif des travailleurs du Sud (ω)



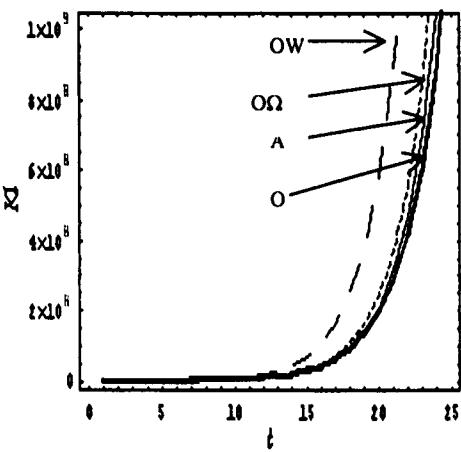
Productions et utilisations de facteurs



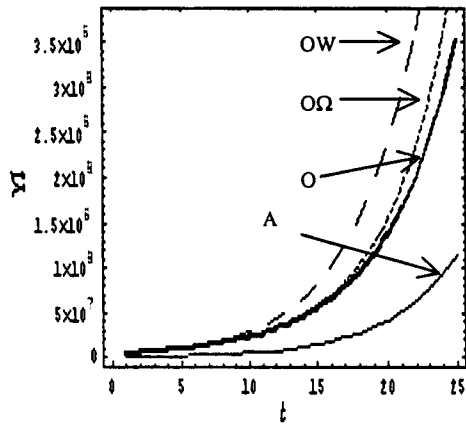
Travail non qualifié dans l (L_l)



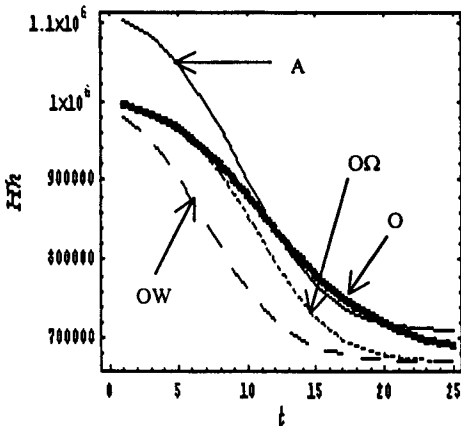
Capital nécessaire à la production de l (K_l)



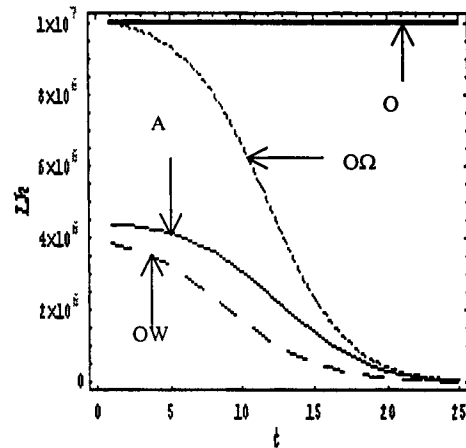
Production de l (Y_l)



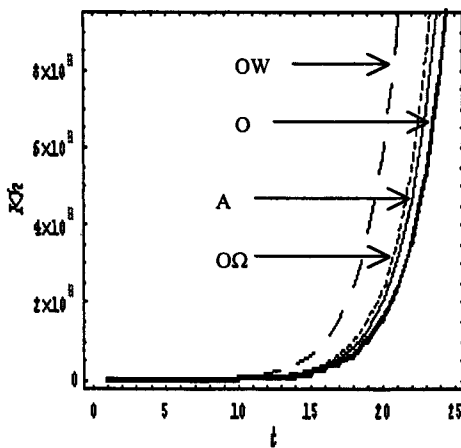
Travail qualifié dans h (H_h)



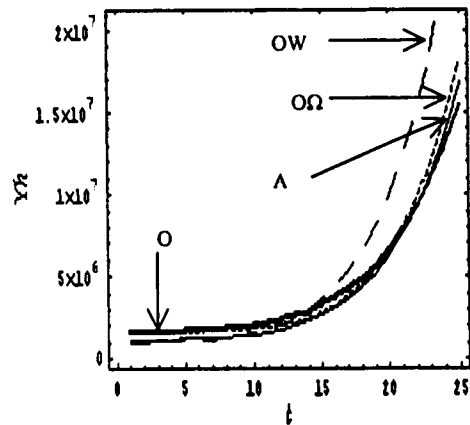
Travail non qualifié dans h (L_h)



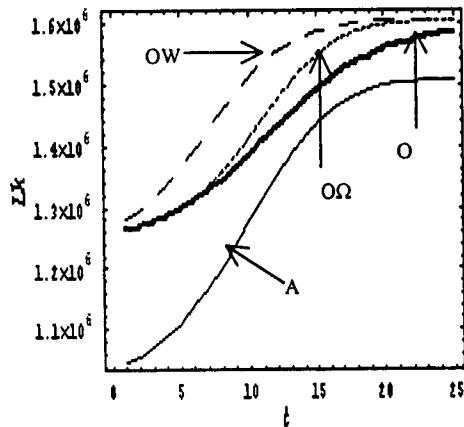
Capital dans la production de h (K_h)



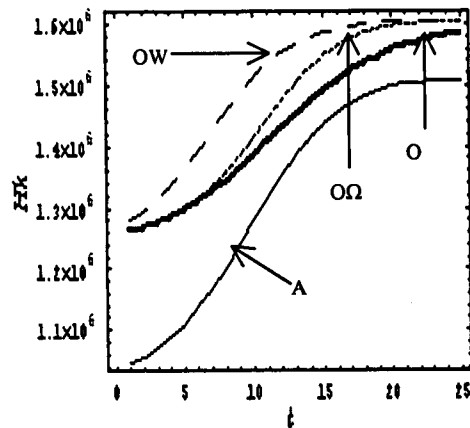
Production de h (Y_h)



Travail non qualifié dans K (L_K)

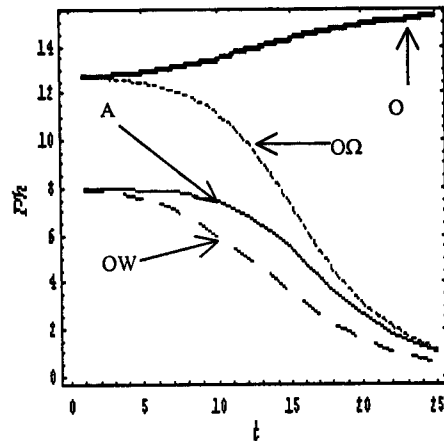


Travail qualifié dans K (H_K)

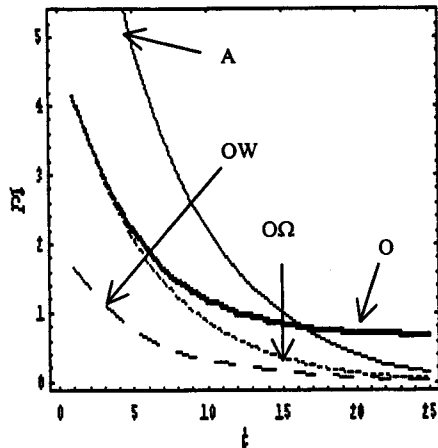


Prix des biens

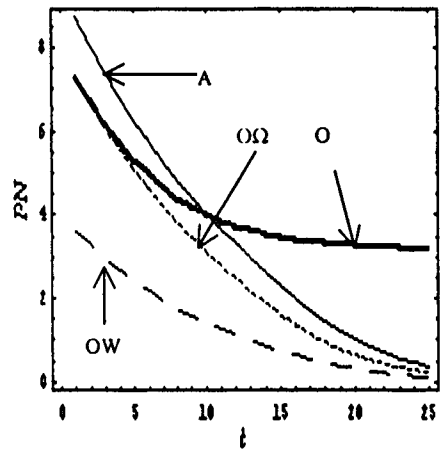
Prix du bien h (p_h)



Prix du bien l (p_l)

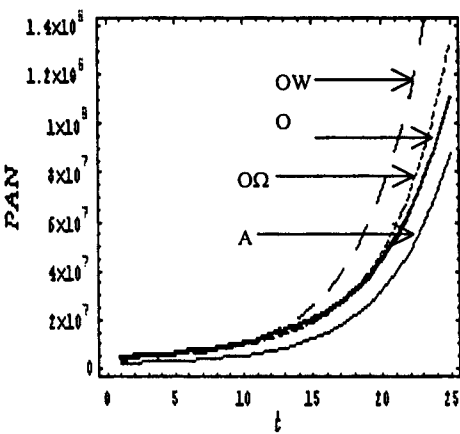


Indice de prix P ($p = p_l^\zeta \cdot p_h^{(1-\zeta)}$)

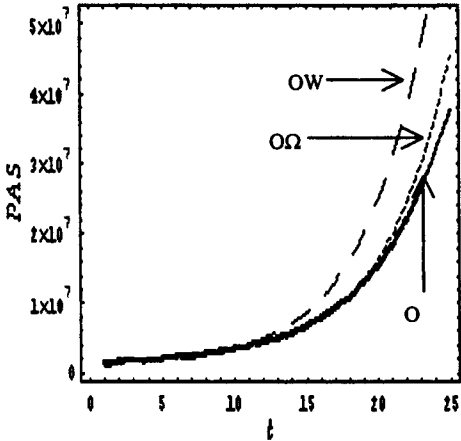


Revenus et salaires réels

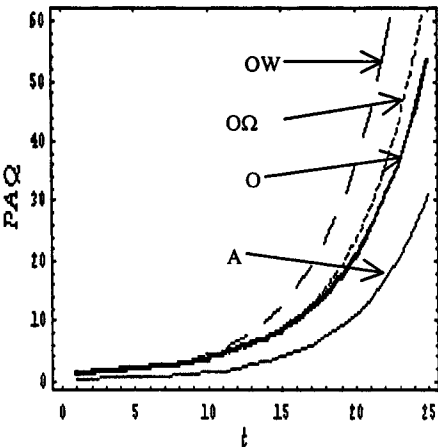
Revenu réel du Nord ($(w\bar{H} + \bar{L})/p$)



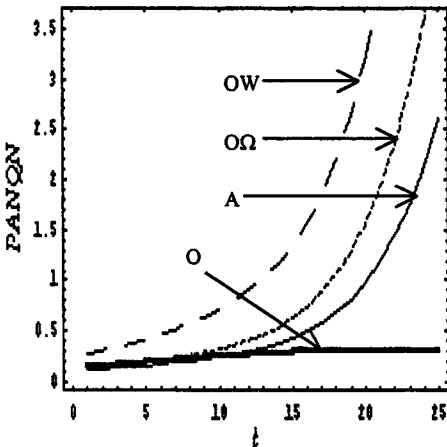
Revenu réel du Sud ($(\omega L_s)/p$)



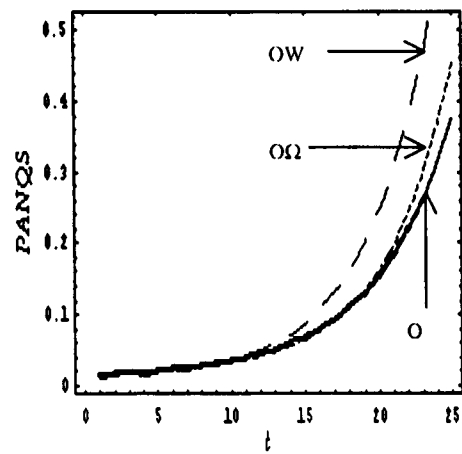
Salaire réel des qualifiés au Nord (w/p)



Salaire réel des non qualifiés au Nord ($1/p$)

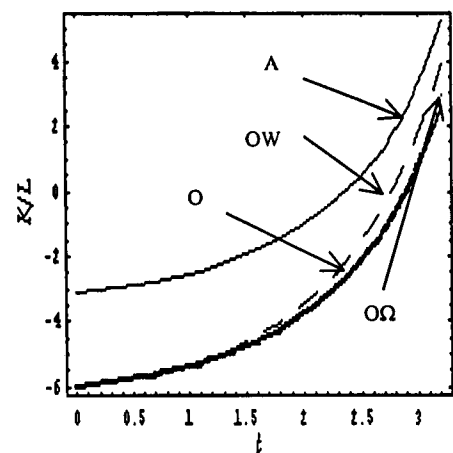


Salaire réel des travailleurs du Sud (ω/p)

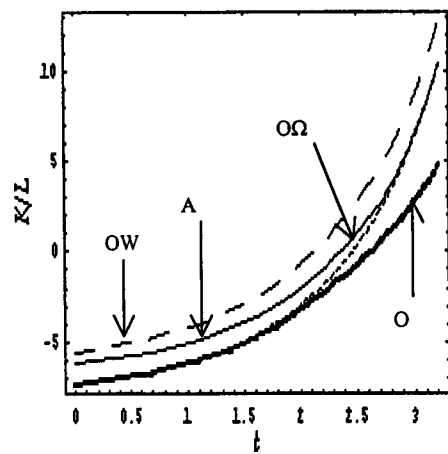


Intensités factorielles

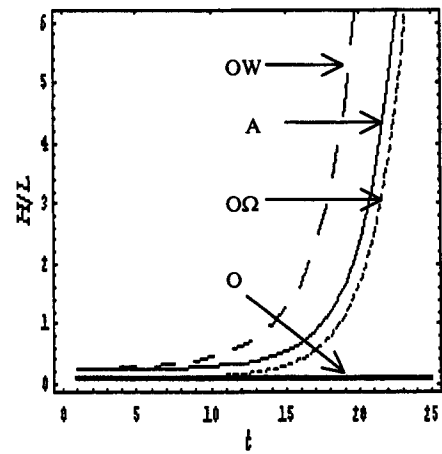
K/L dans la production de l (logarithme) (K_l/L_l)



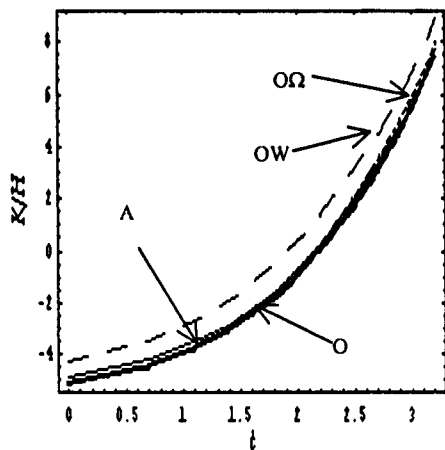
K/L dans la production de h (logarithme) (K_h/L_h)



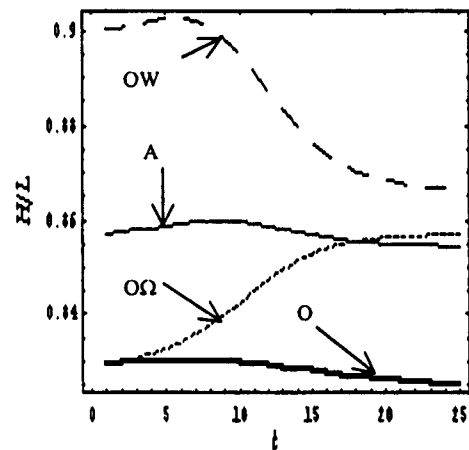
H/L dans la production de h (H_h/L_h)



K/H dans la production de h
(en logarithme) (K_h/L_h)

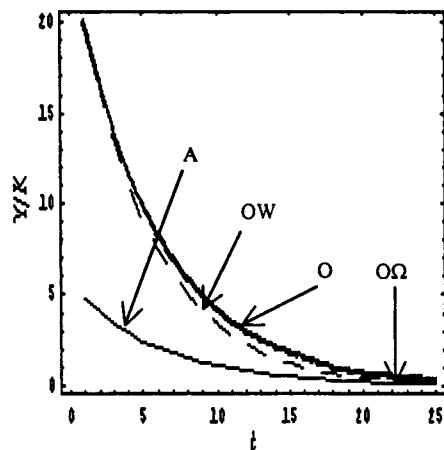


Intensité en qualification dans le secteur K
($H_K + H_A$)/ L_K

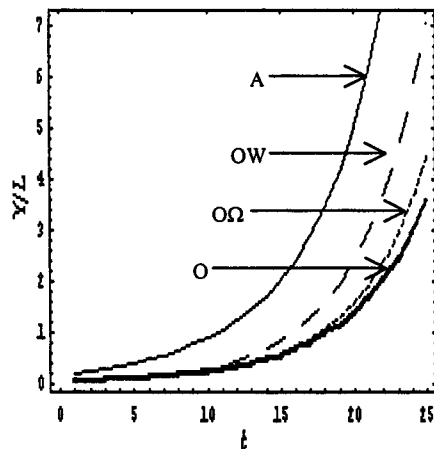


Productivités apparentes

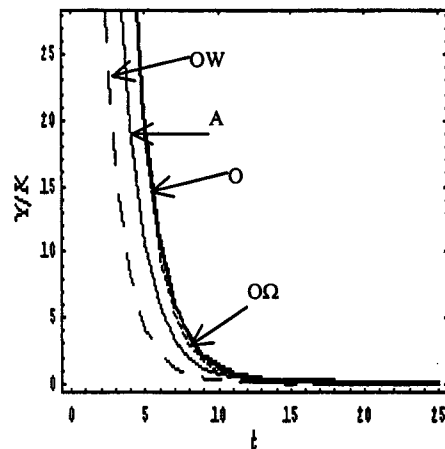
Y/K dans la production de l (Y_l/K_l)



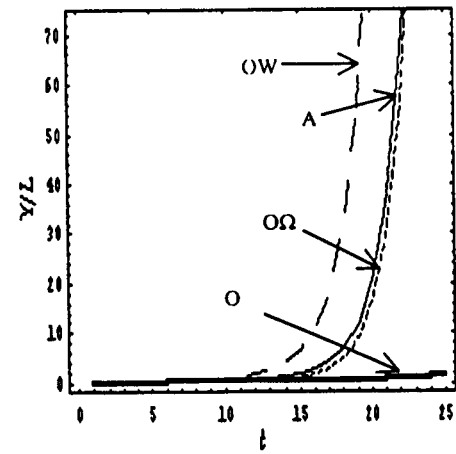
Y/L dans la production de l (Y_l/L_l)



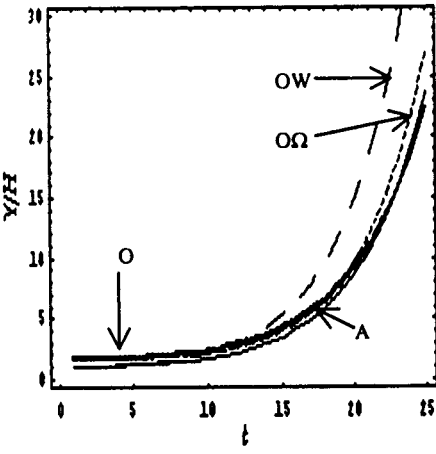
Y/K dans la production de h (Y_h/K_h)



Y/L dans la production de h (Y_h/L_h)



Y/H dans la production de h (Y_h/H_h)



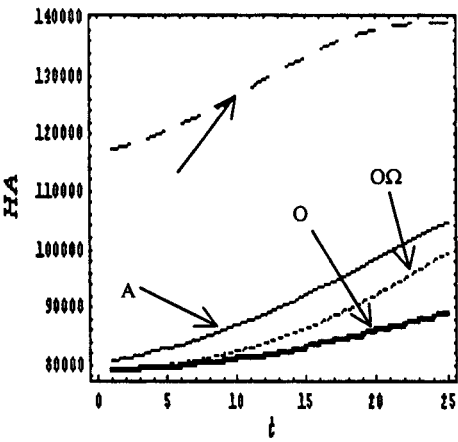
Annexe 5

Représentation des scénarios A, O, OW et OΩ
pour une croissance de la PTF A de 15%

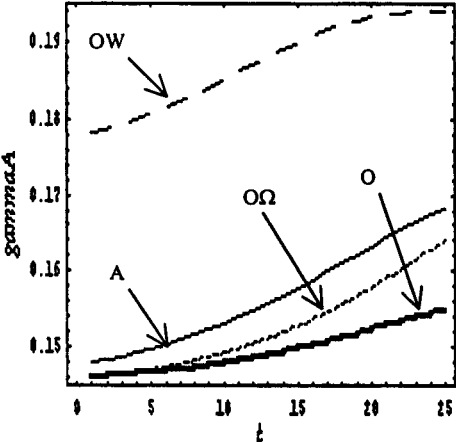
— Scenario A — Scenario O - - - Scenario OW Scenario OΩ

R&D et productivité

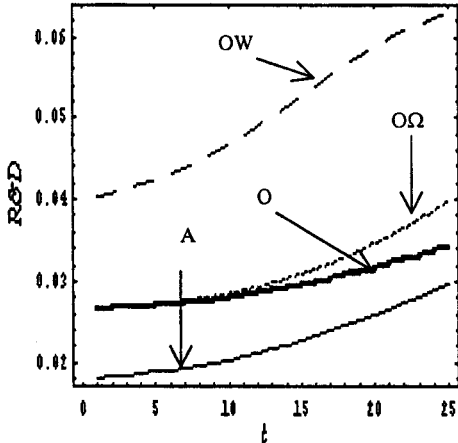
Nombre de chercheurs (H_A)



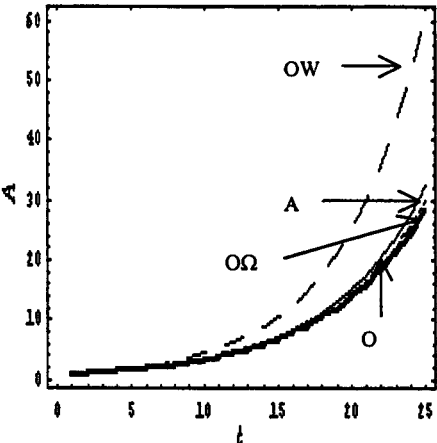
Taux de croissance de la PTF en K (γ_A)



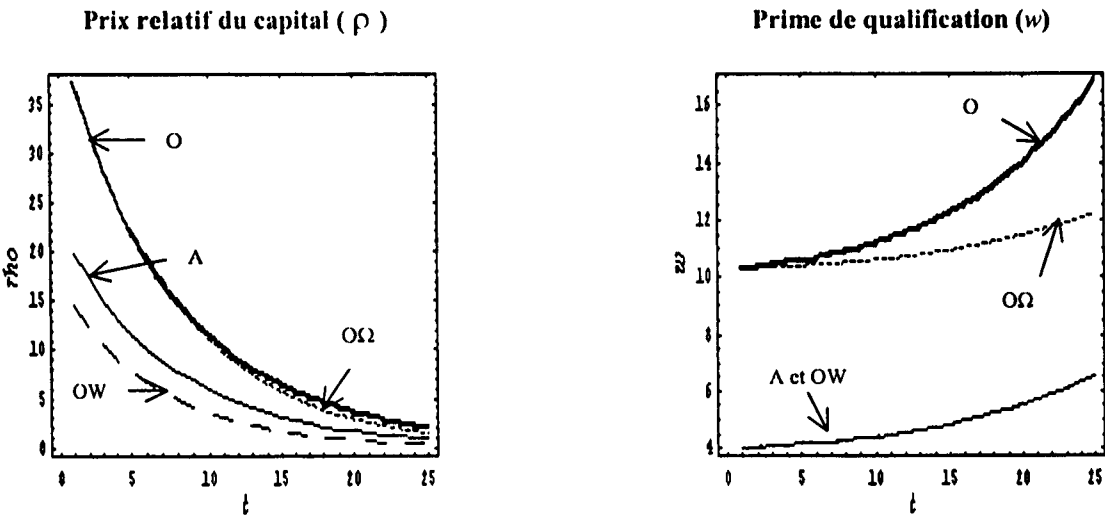
Dépenses en R&D dans le revenu (wH_A)/($w\bar{H} + \bar{L}$)



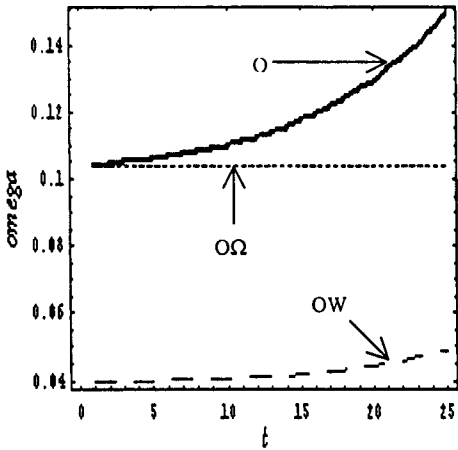
Productivité totale des facteurs (A)



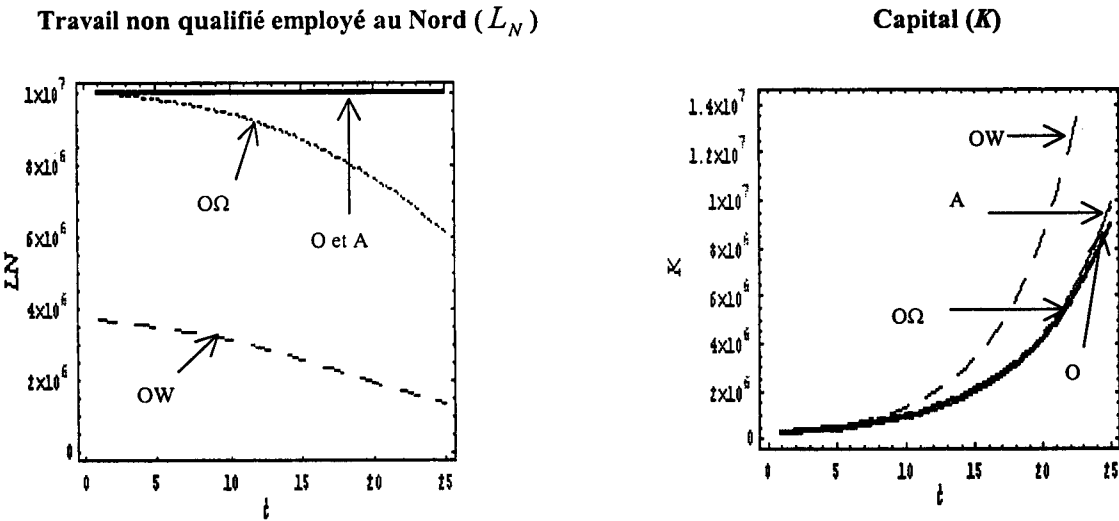
Prix relatifs



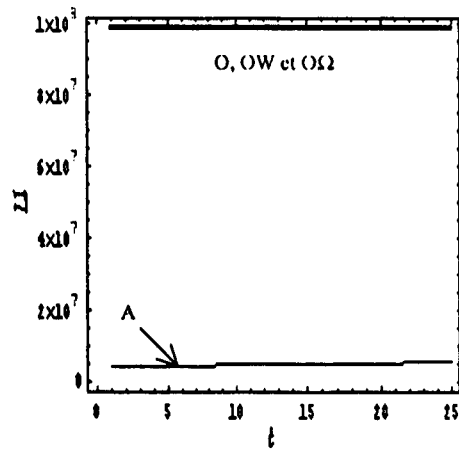
Salaire relatif des travailleurs du Sud (ω)



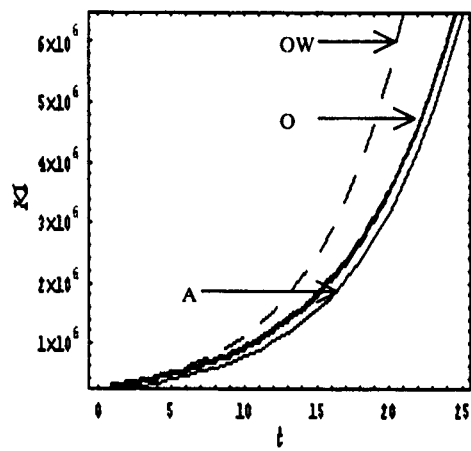
Productions et utilisations de facteurs



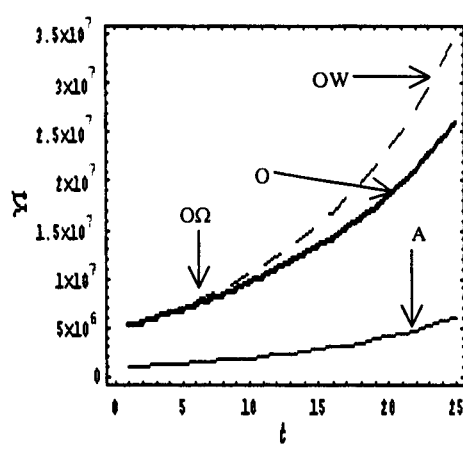
Travail non qualifié dans l (L_l)



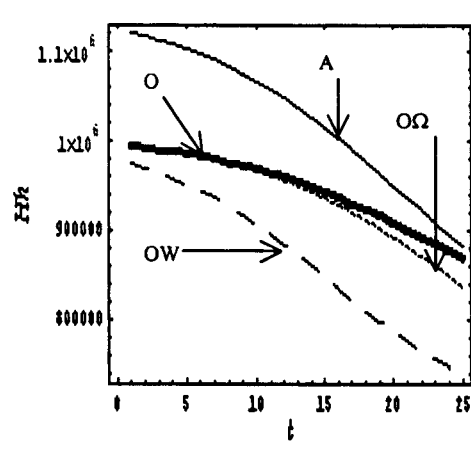
Capital nécessaire à la production de l (K_l)



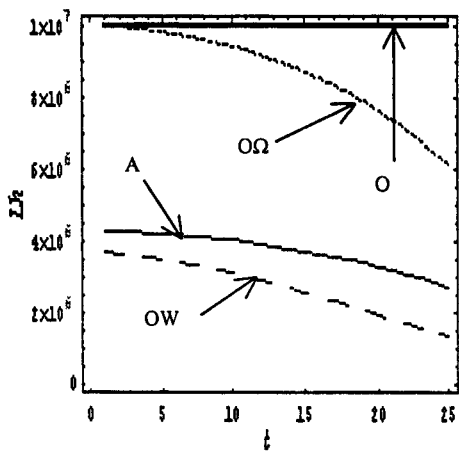
Production de l (Y_l)



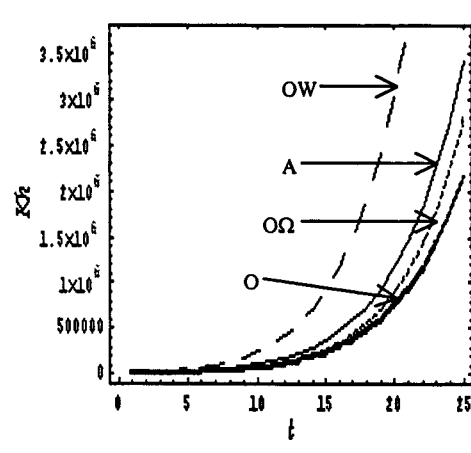
Travail qualifié dans h (H_h)



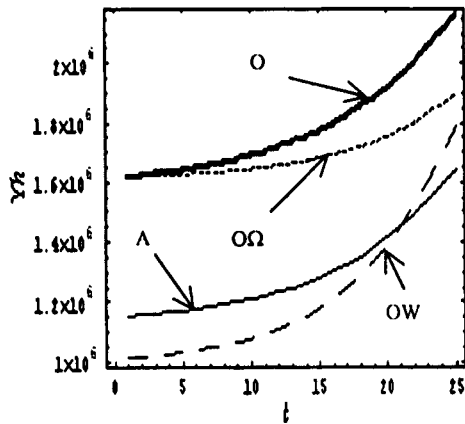
Travail non qualifié dans h (L_h)



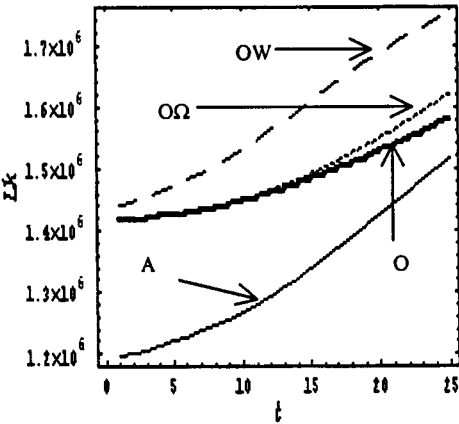
Capital dans la production de h (K_h)



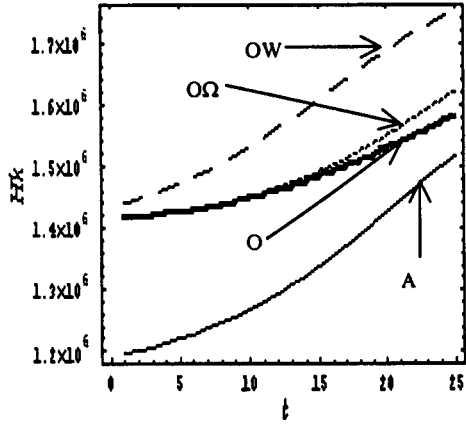
Production de h (Y_h)



Travail non qualifié dans K (L_K)

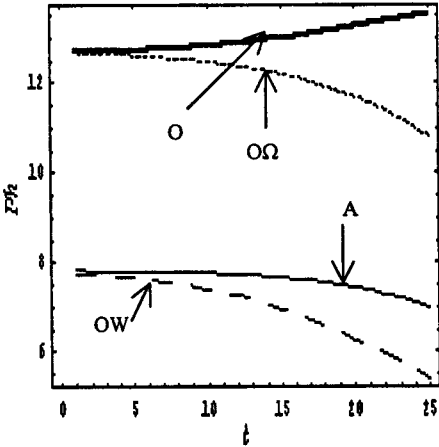


Travail qualifié dans K (H_K)

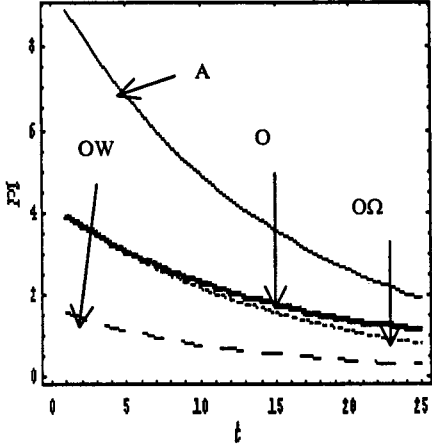


Prix des biens

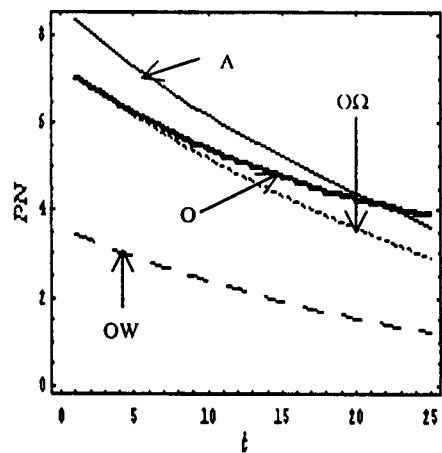
Prix du bien h (p_h)



Prix du bien l (p_l)

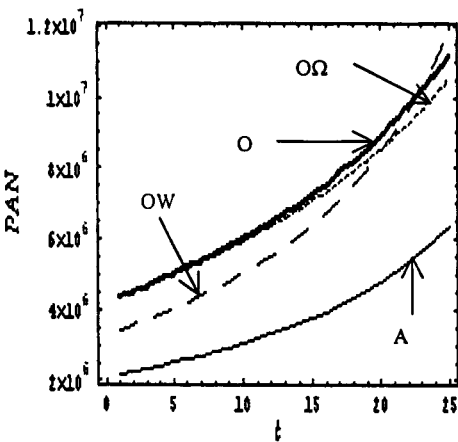


Indice de prix $P (p = p_l^\zeta \cdot p_h^{(1-\zeta)})$

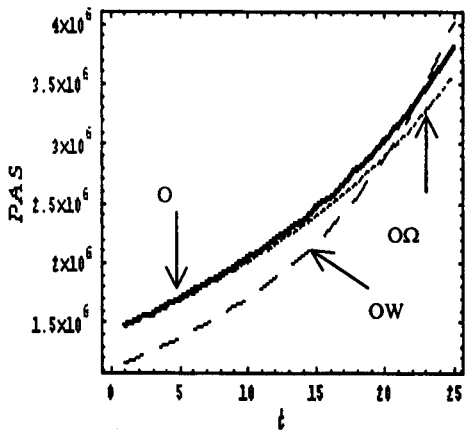


Revenus et salaires réels

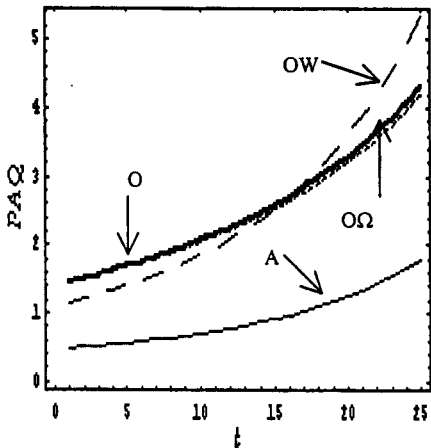
Revenu réel du Nord $((w\bar{H} + \bar{L})/p)$



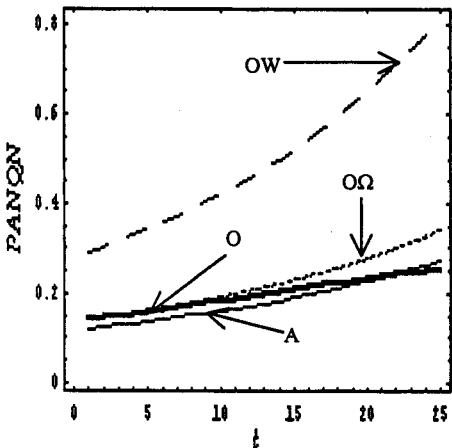
Revenu réel du Sud $((\omega L_s)/p)$



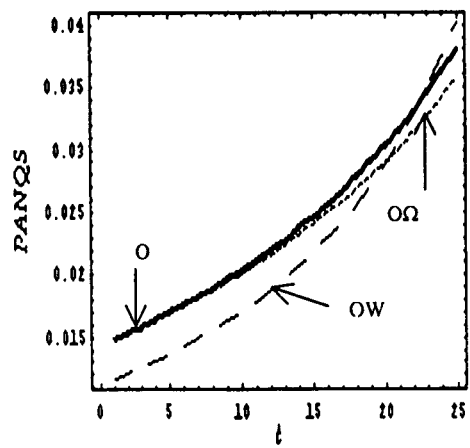
Salaire réel des qualifiés au Nord (w/p)



Salaire réel des non qualifiés au Nord $(1/p)$

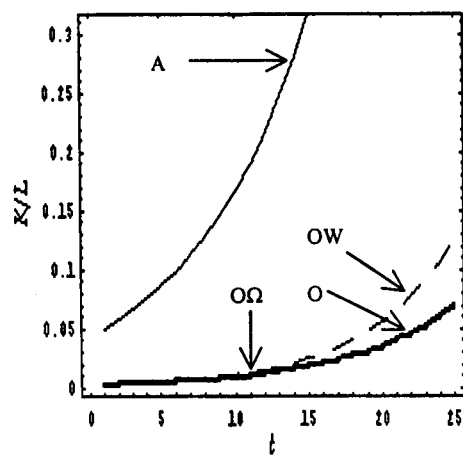


Salaire réel des travailleurs du Sud (ω/p)

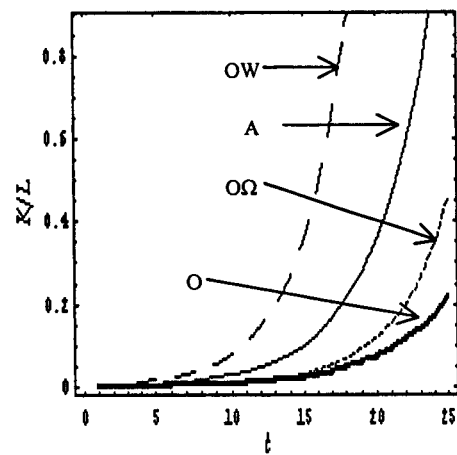


Intensités factorielles

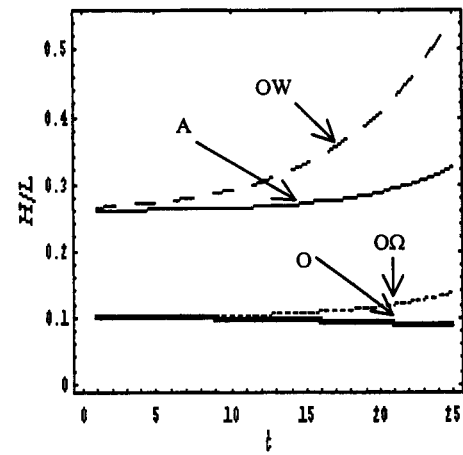
K/L dans la production de l (K_l/L_l)



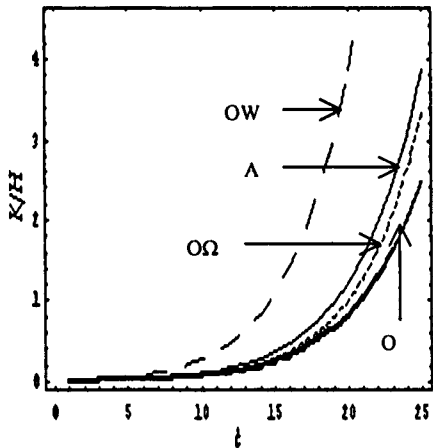
K/L dans la production de h (K_h/L_h)



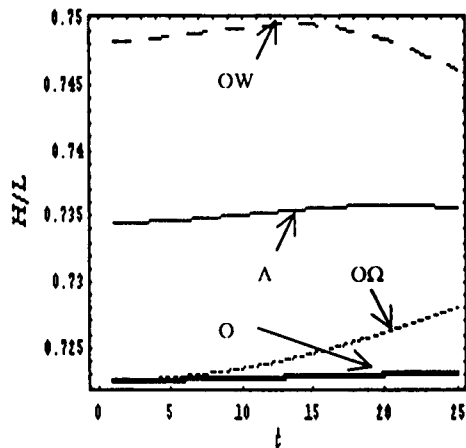
H/L dans la production de h (H_h/L_h)



K/H dans la production de h
 (K_h/L_h)

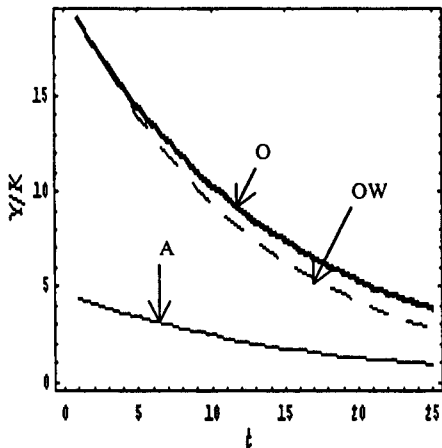


Intensité en qualification dans le secteur K
 $(H_K + H_A)/L_K$

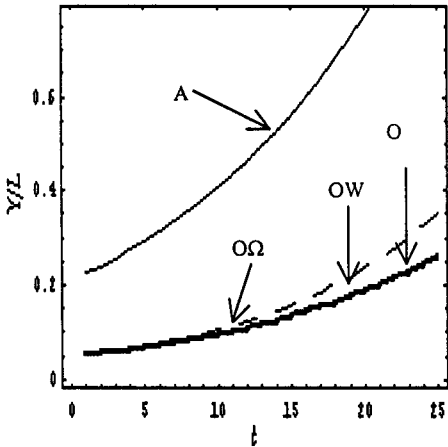


Productivités apparentes

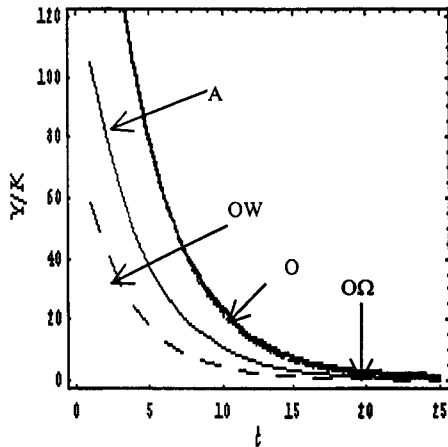
Y/K dans la production de l (Y_l/K_l)



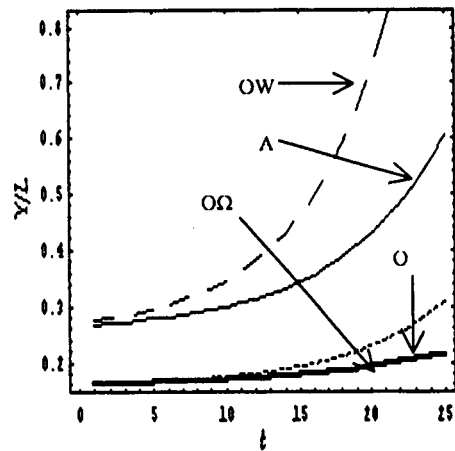
Y/L dans la production de l (Y_l/L_l)



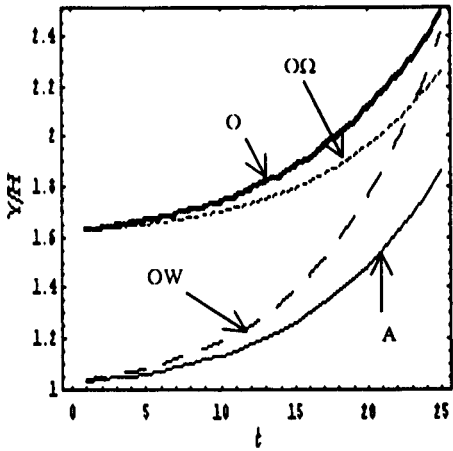
Y/K dans la production de h (Y_h/K_h)



Y/L dans la production de h (Y_h/L_h)



Y/H dans la production de h (Y_h/H_h)



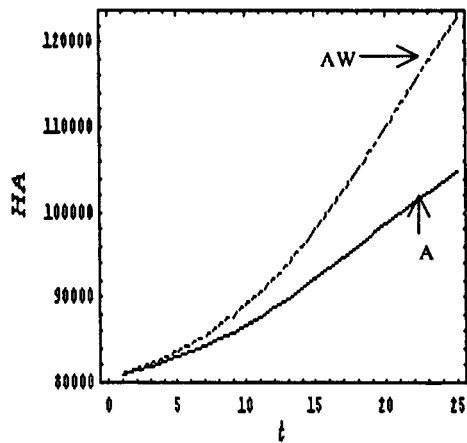
Annexe 6

Représentation des scénarios A (Autarcie) et AW (Autarcie avec salaire minimum) pour une croissance de la PTF A de 15%

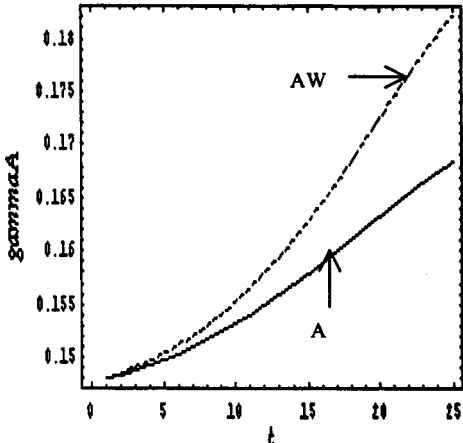
— Scenario A Scenario AW

R&D et productivité

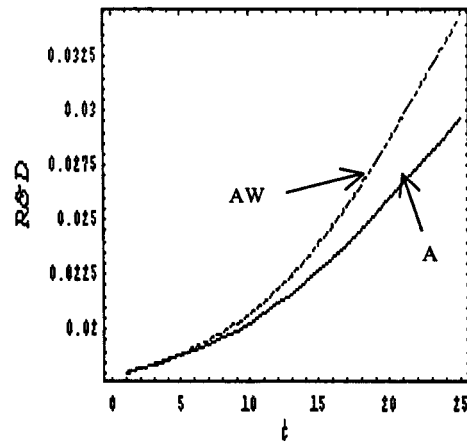
Nombre de chercheurs (H_A)



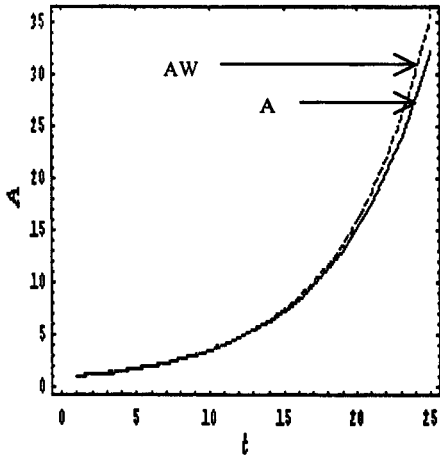
Taux de croissance de la PTF en K (γ_A)



Dépenses en R&D dans le revenu (wH_A)/($w\bar{H} + \bar{L}$)

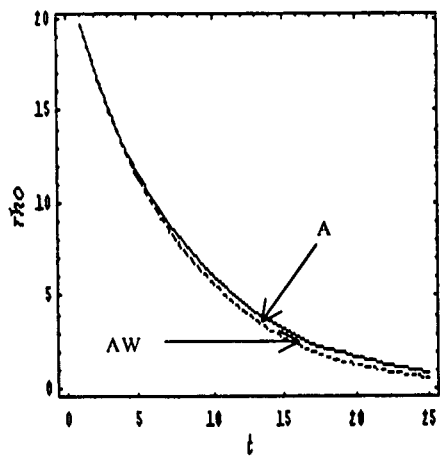


Productivité totale des facteurs (A)

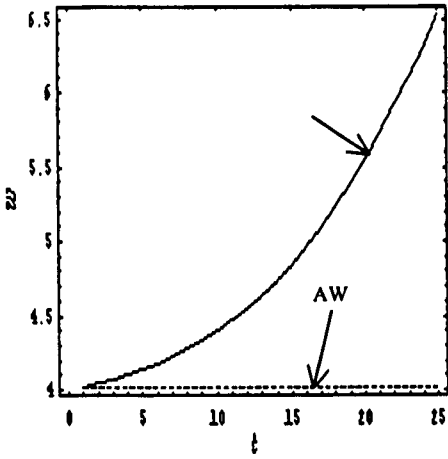


Prix relatifs

Prix relatif du capital (ρ)

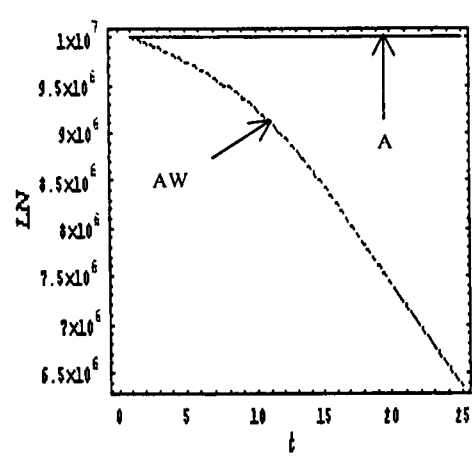


Prime de qualification (w)

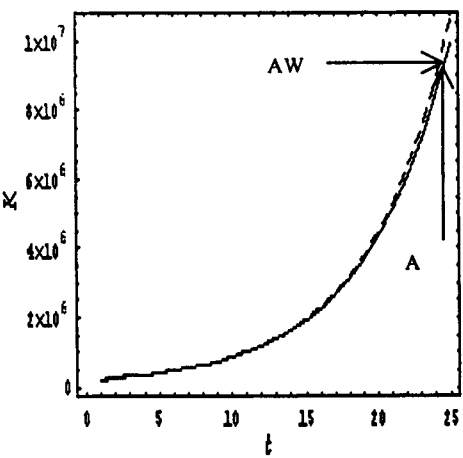


Productions et utilisations de facteurs

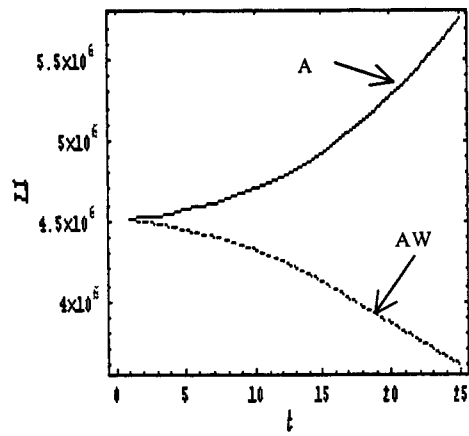
Travail non qualifié employé au Nord (L_N)



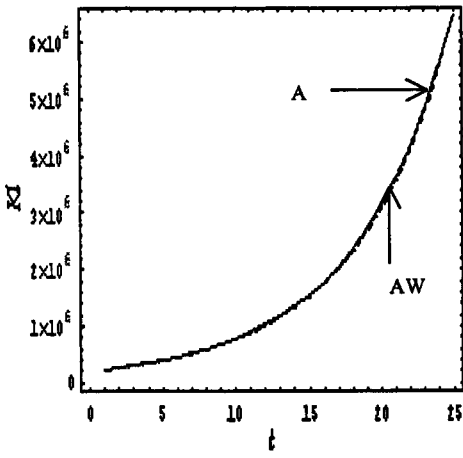
Capital (K)



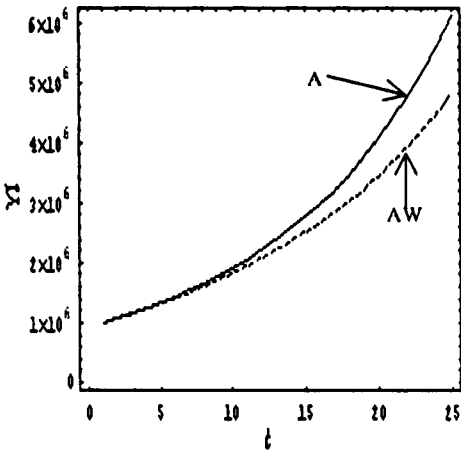
Travail non qualifié dans I (L_I)



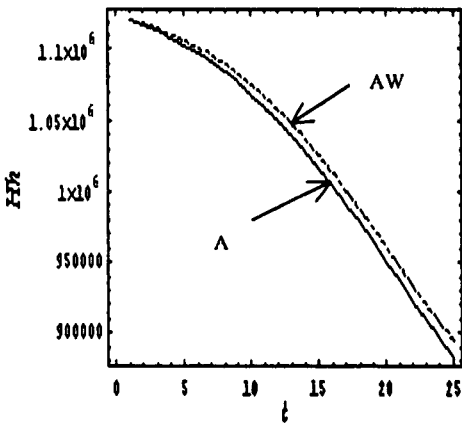
Capital nécessaire à la production de I (K_I)



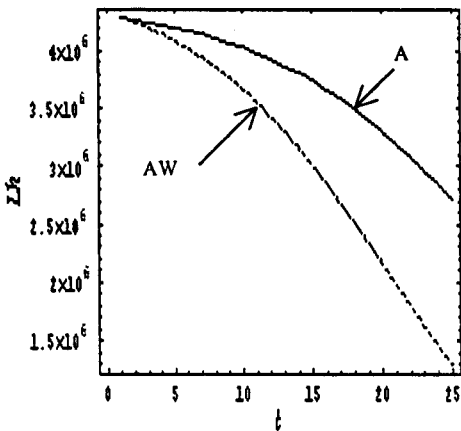
Production de l (Y_l)



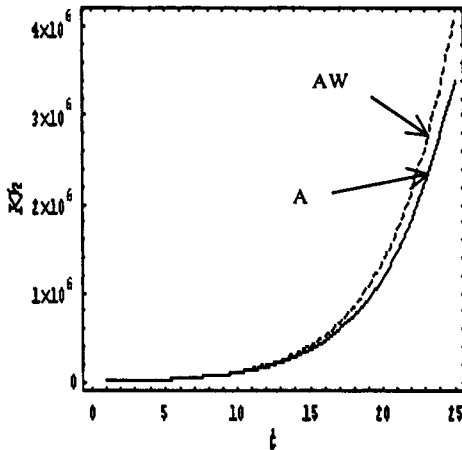
Travail qualifié dans h (L_h)



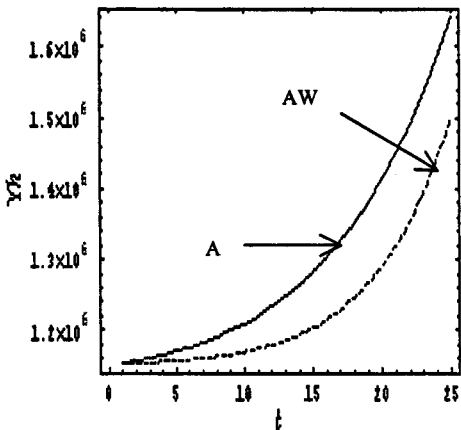
Travail non qualifié dans h (L_h)



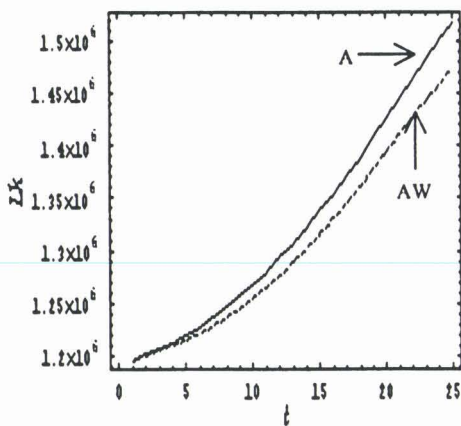
Capital dans la production de h (K_h)



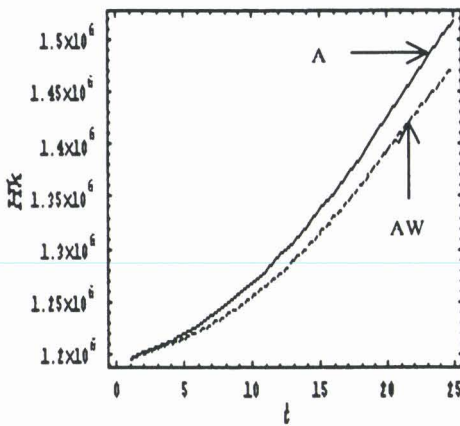
Production de h (Y_h)



Travail non qualifié dans K (L_K)

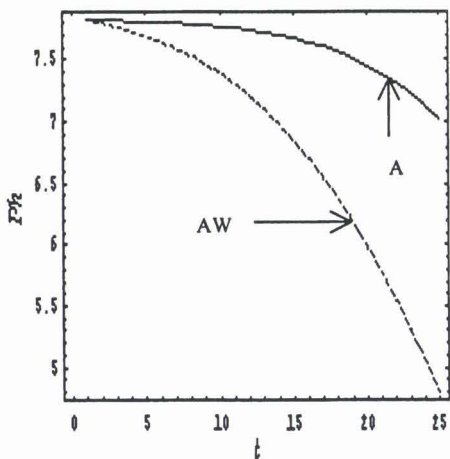


Travail qualifié dans K (H_K)

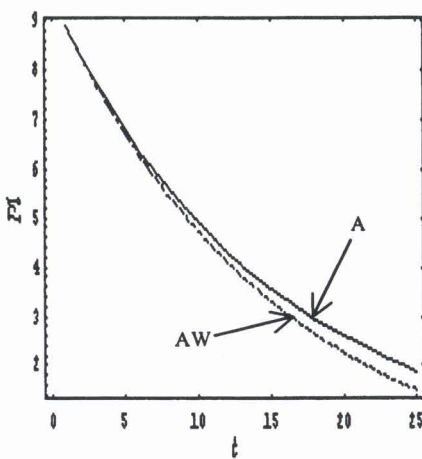


Prix des biens

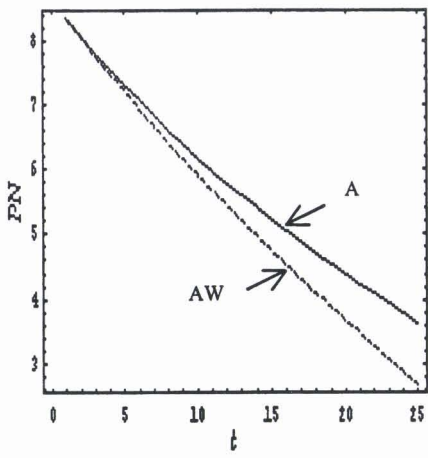
Prix du bien h (p_h)



Prix du bien l (p_l)

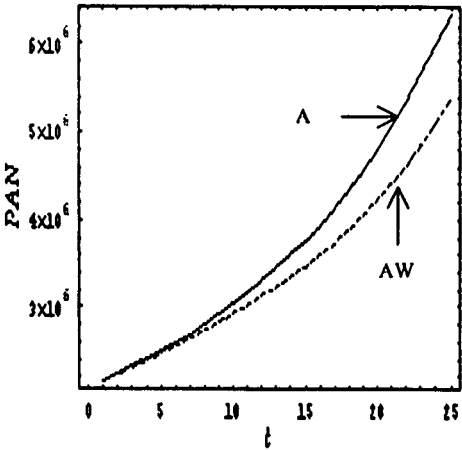


Indice de prix p ($p = p_l^\zeta \cdot p_h^{(1-\zeta)}$)

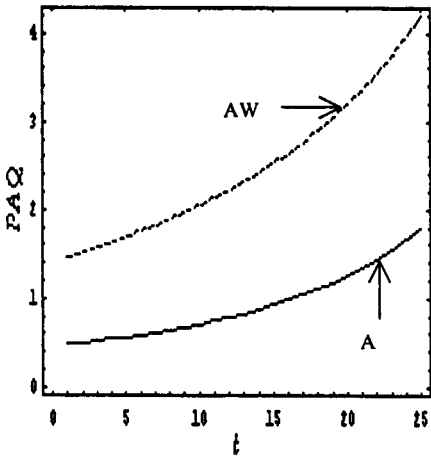


Revenus et salaires réels

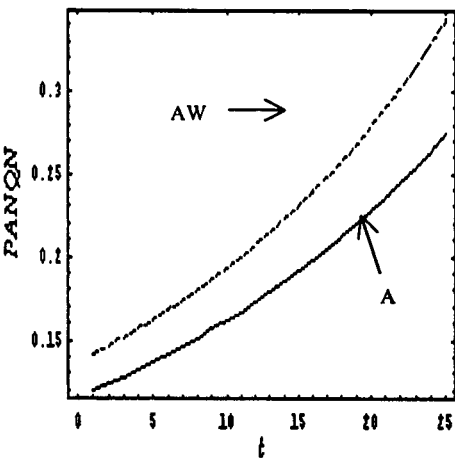
Revenu réel du Nord $((w\bar{H} + \bar{L})/p)$



Salaire réel des qualifiés (w/p)

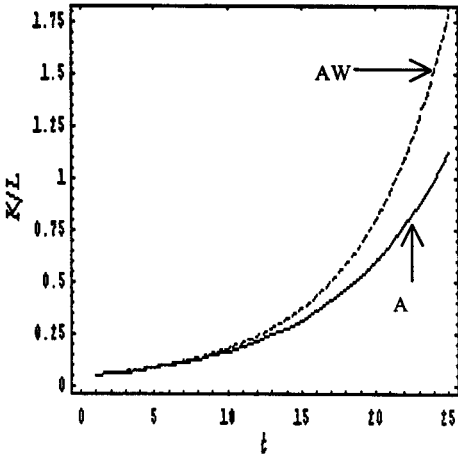


Salaire réel des non qualifiés (l/p)

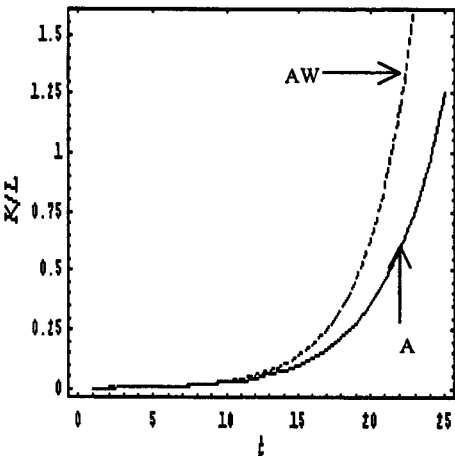


Intensités factorielles

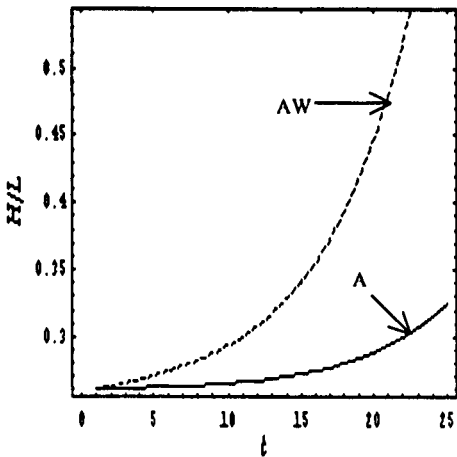
K/L dans la production de l (K_l/L_l)



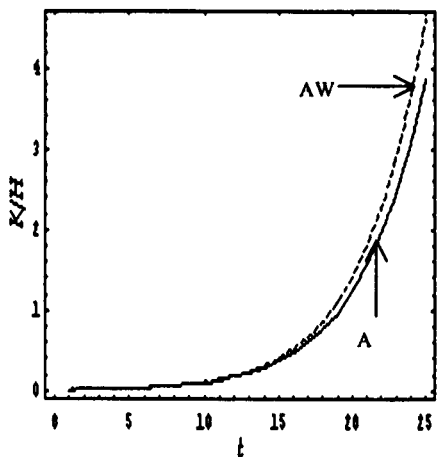
K/L dans la production de h (K_h/L_h)



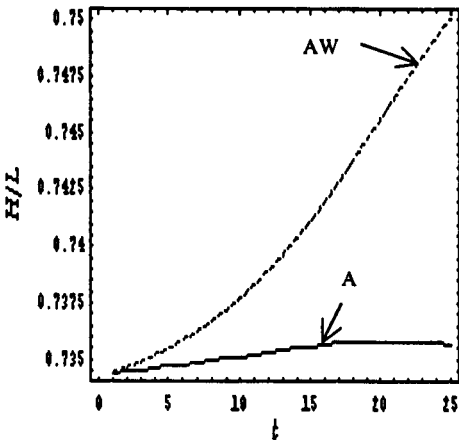
H/L dans la production de h (H_h/L_h)



K/H dans la production de h (K_h/L_h)

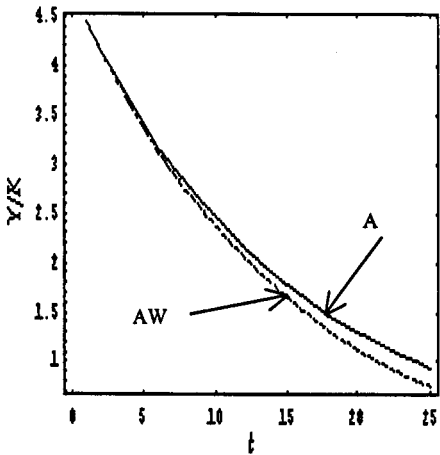


Intensité en qualification dans le secteur K ($H_K + H_A$)/ L_K

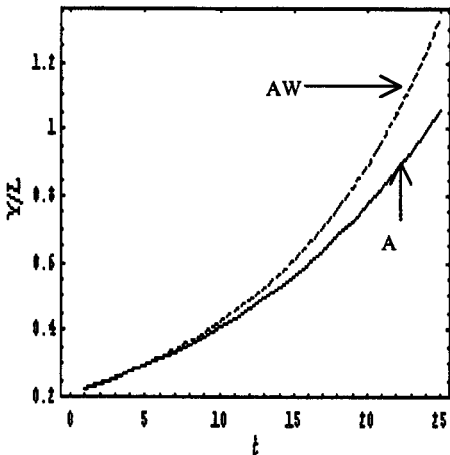


Productivités apparentes

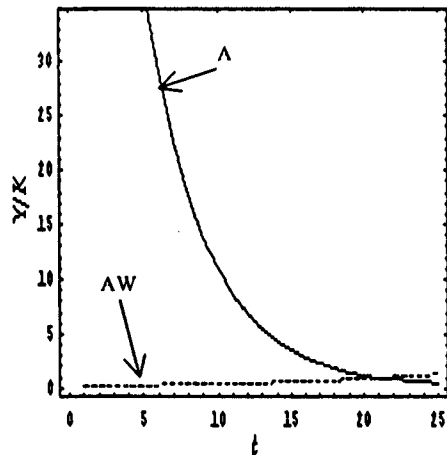
Y/K dans la production de l (Y_l/K_l)



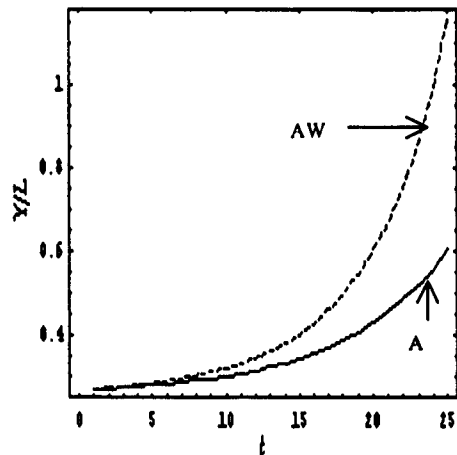
Y/L dans la production de l (Y_l/L_l)



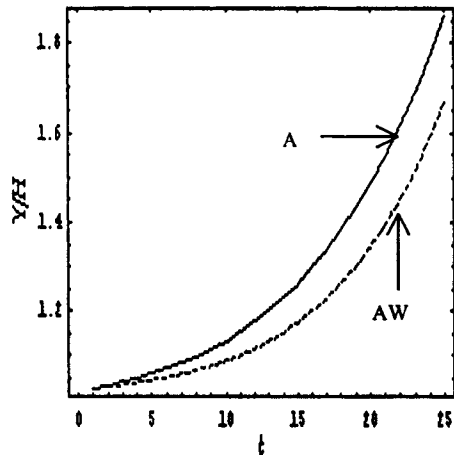
Y/K dans la production de h (Y_h/K_h)



Y/L dans la production de h (Y_h/L_h)



Y/H dans la production de h (Y_h/H_h)



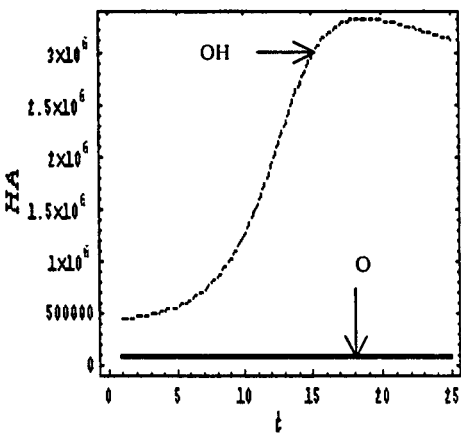
Annexe 7

Représentation des scénarios O (Ouverture) et
OH (Ouverture avec qualification de la population active)
pour une croissance de la PTF A de 15%

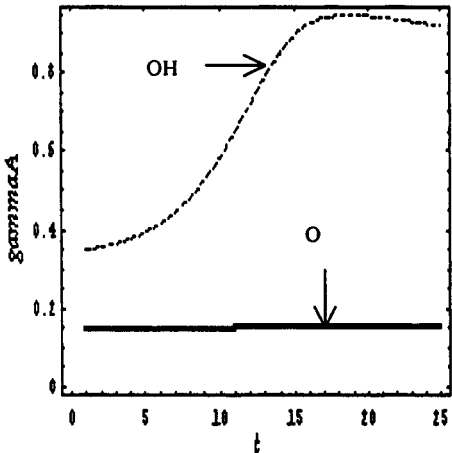
— Scenario O Scenario OH

R&D et productivité

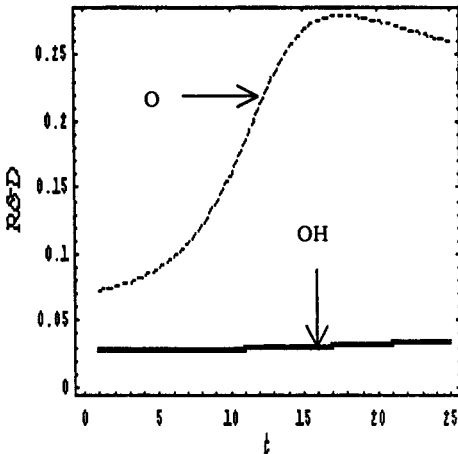
Nombre de chercheurs (H_A)



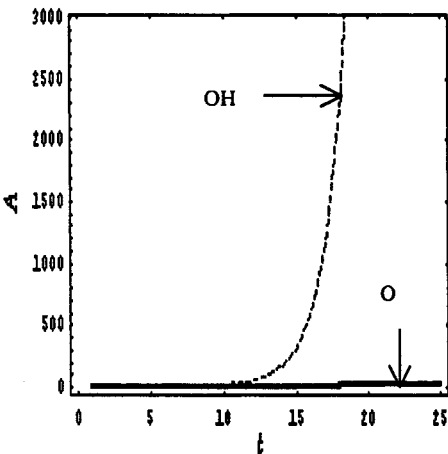
Taux de croissance de la PTF en K (γ_A)



Dépenses en R&D dans le revenu (wH_A)/($w\bar{H} + \bar{L}$)

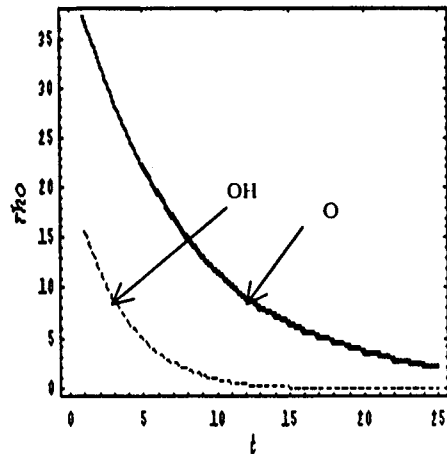


Productivité totale des facteurs (A)

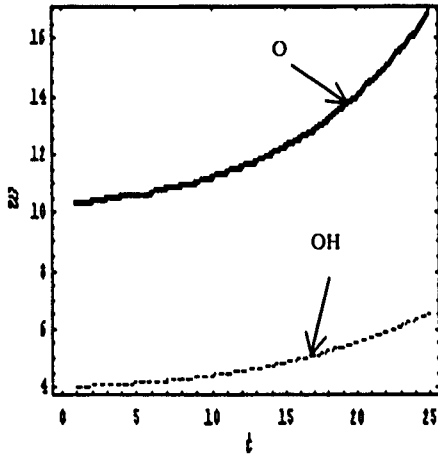


Prix relatifs

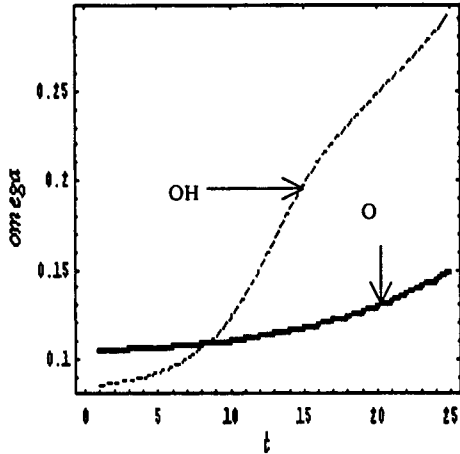
Prix relatif du capital (ρ)



Prime de qualification (w)

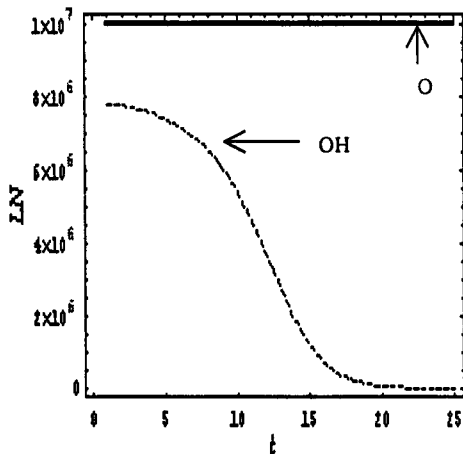


Salaire relatif des travailleurs du Sud (ω)

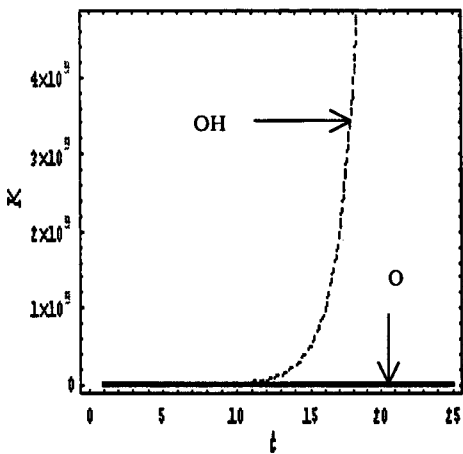


Productions et utilisations de facteurs

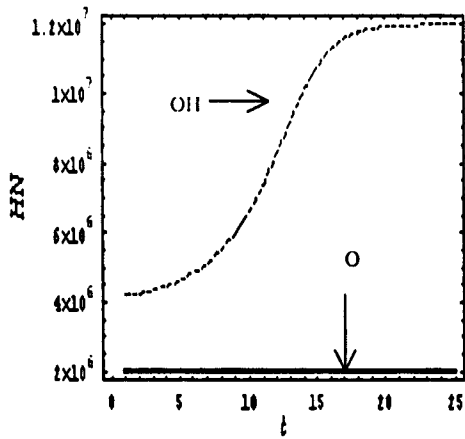
Travail non qualifié employé au Nord (L_N)



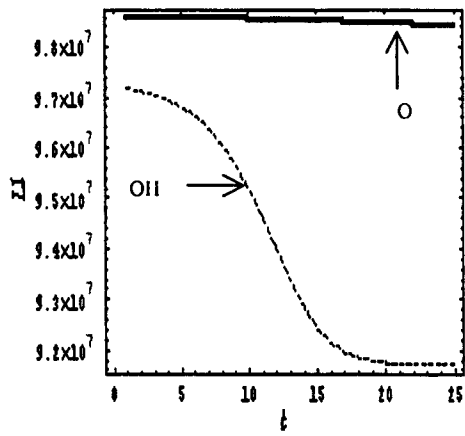
Capital (K)



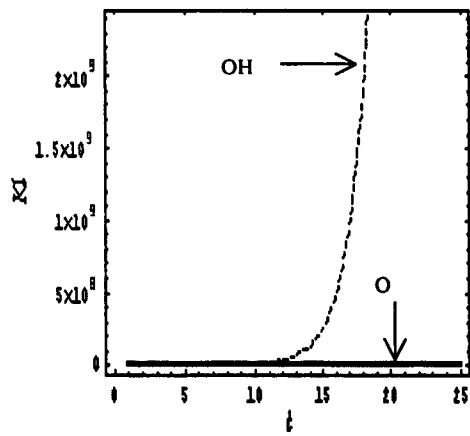
Travail qualifié (H_N)



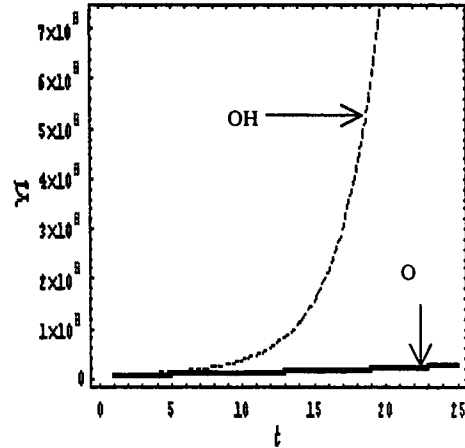
Travail non qualifié dans l (L_l)



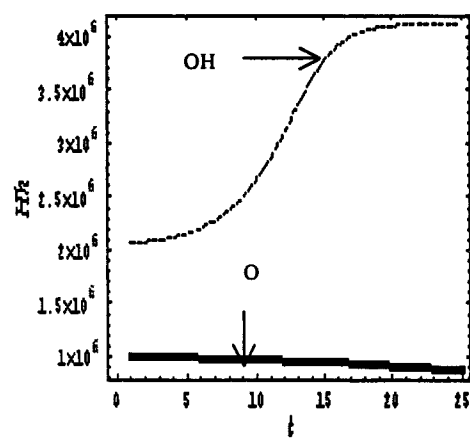
Capital nécessaire à la production de l (K_l)



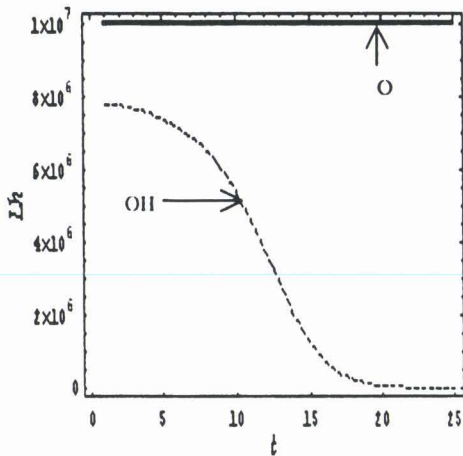
Production de l (Y_l)



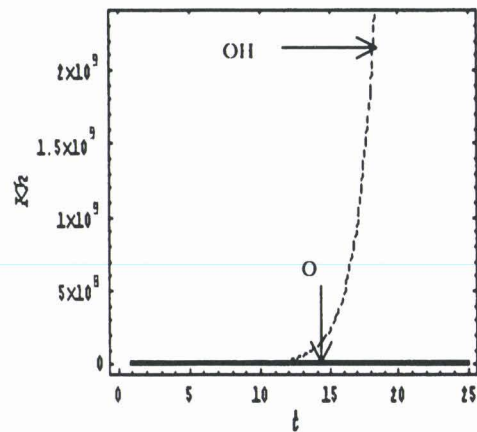
Travail qualifié dans h (L_h)



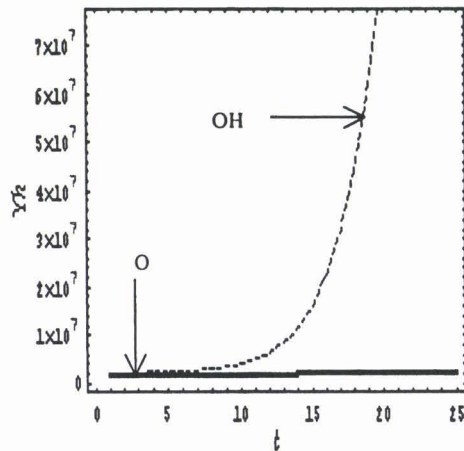
Travail non qualifié dans h (L_h)



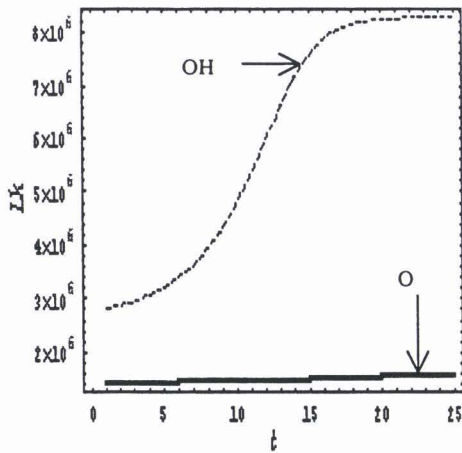
Capital dans la production de h (K_h)



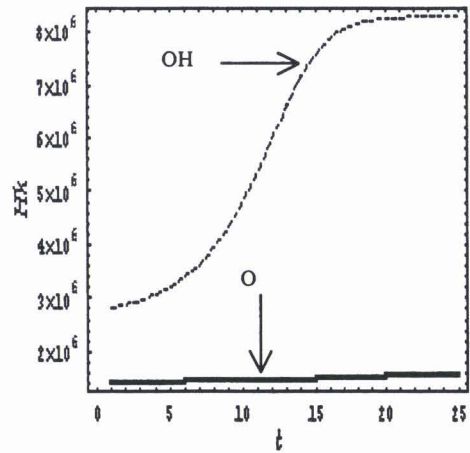
Production de h (Y_h)



Travail non qualifié dans K (L_K)

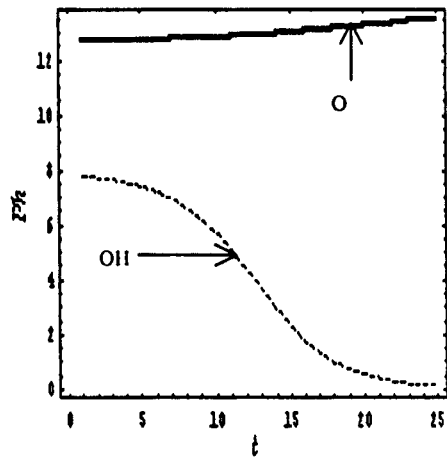


Travail qualifié dans K (H_K)

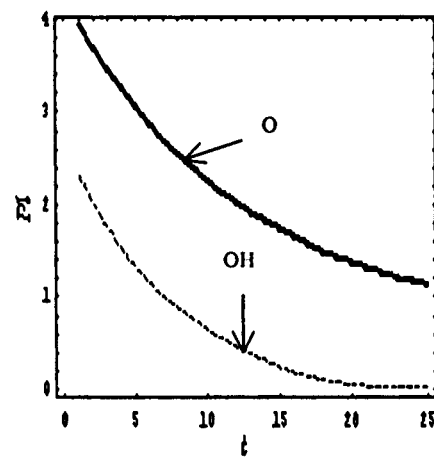


Prix des biens

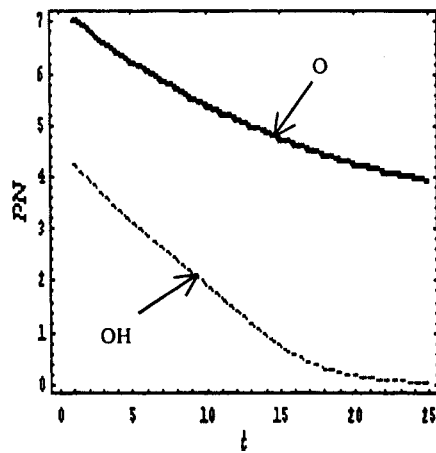
Prix du bien h (p_h)



Prix du bien l (p_l)

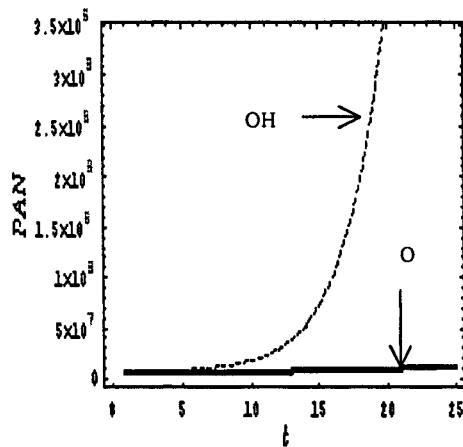


Indice de prix p ($p = p_l^\zeta \cdot p_h^{(1-\zeta)}$)

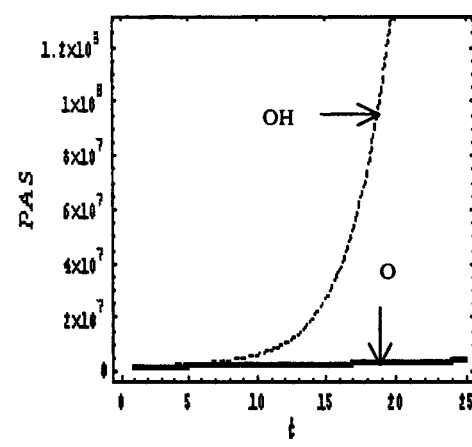


Revenus et salaires réels

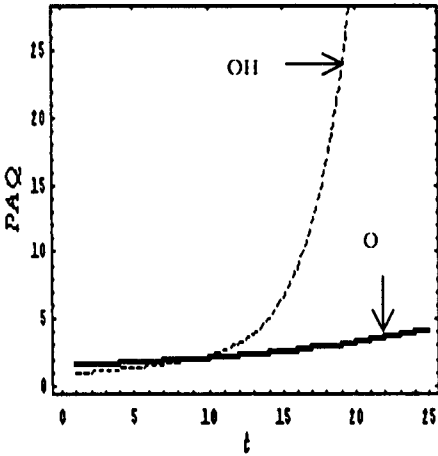
Revenu réel du Nord ($(w\bar{H} + \bar{L})/p$)



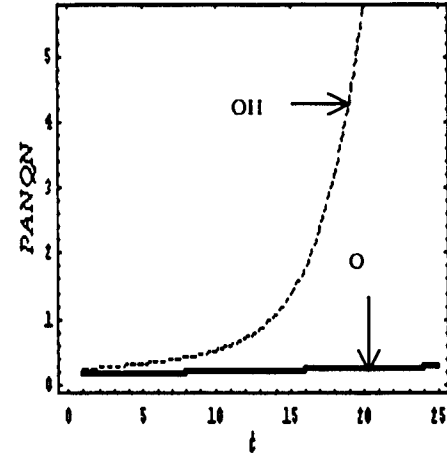
Revenu réel du Sud ($(\omega L_s)/p$)



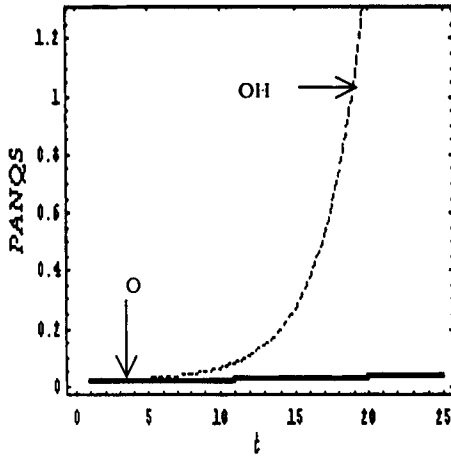
Salaire réel des qualifiés (w/p)



Salaire réel des non qualifiés au Nord ($1/p$)

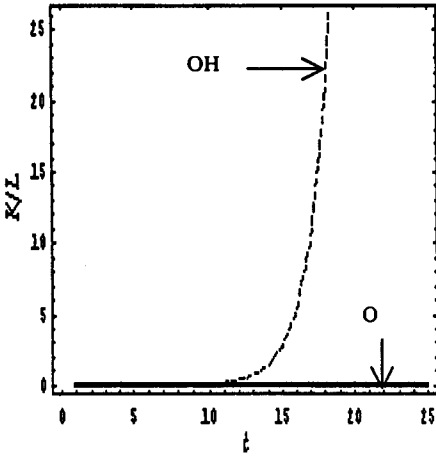


Salaire réel des travailleurs du Sud (ω/p)

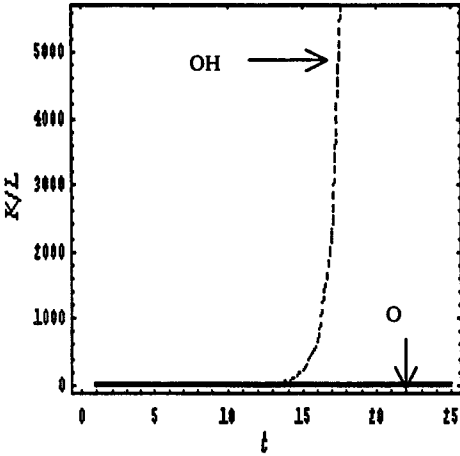


Intensités factorielles

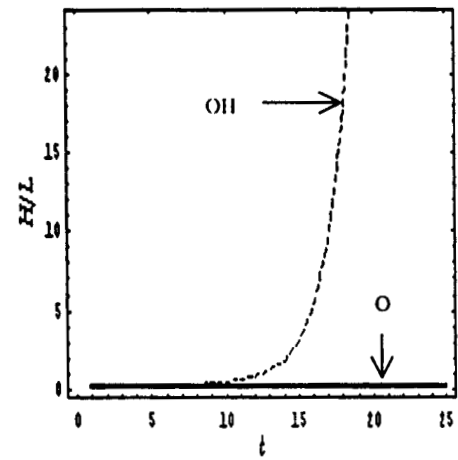
K/L dans la production de l (K_l/L_l)



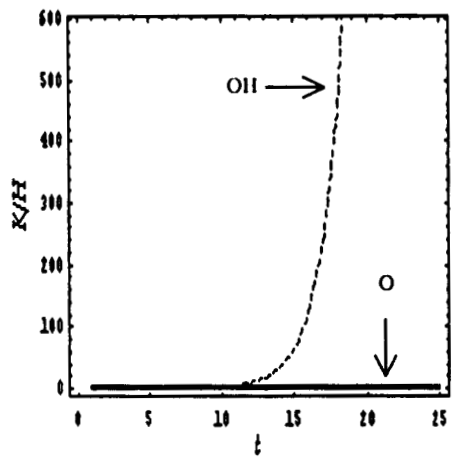
K/L dans la production de h (K_h/L_h)



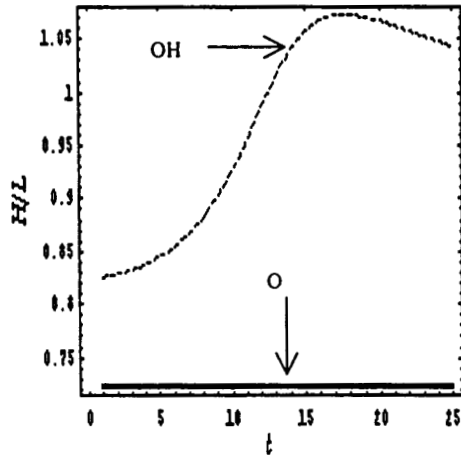
H/L dans la production de h (H_h/L_h)



K/H dans la production de h (K_h/L_h)

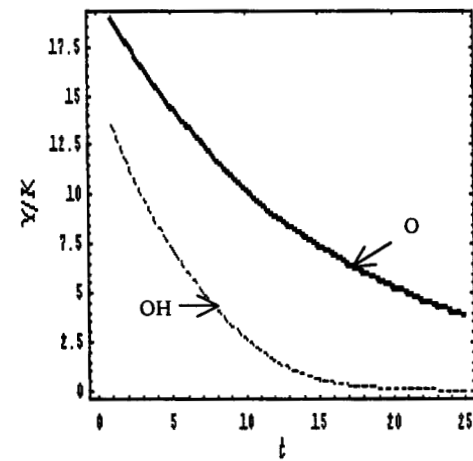


Intensité en qualification dans le secteur K ($(H_K + H_A)/L_K$)

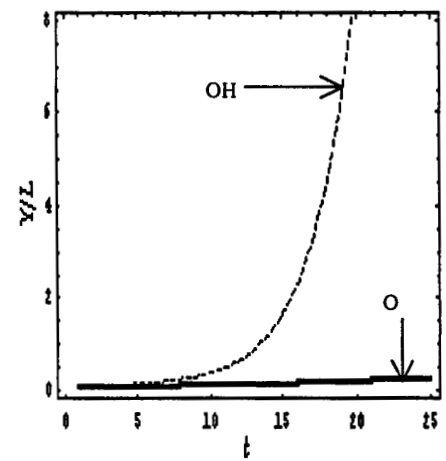


Productivités apparentes

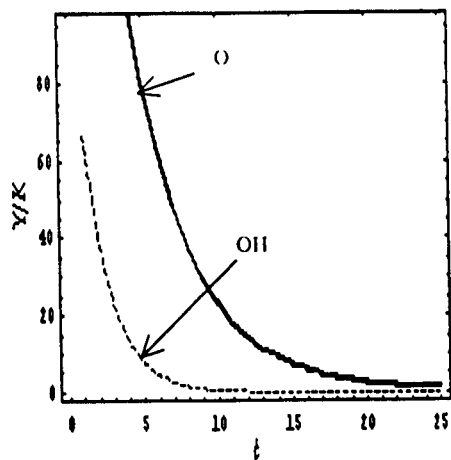
Y/K dans la production de l (Y_l/K_l)



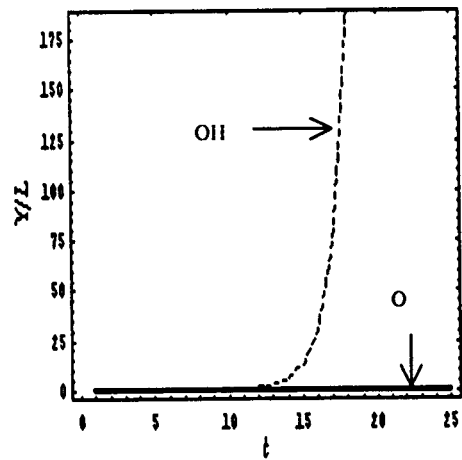
Y/L dans la production de l (Y_l/L_l)



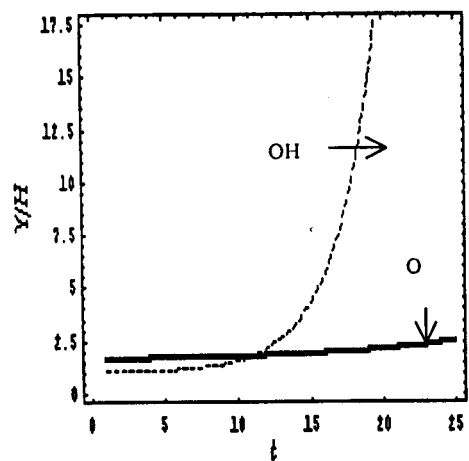
Y/K dans la production de h (Y_h/K_h)



Y/L dans la production de h (Y_h/L_h)



Y/H dans la production de h (Y_h/H_h)



Annexe 8

Les équations du modèle en croissance semi-endogène

a) L'effort optimal de R&D

La création de connaissances technologiques nouvelles s'opère suivant la fonction de R&D :

$$\dot{A} = \delta(H_A)^\sigma A^\kappa, \quad 0 < \sigma < 1, 0 < \kappa < 1$$

On en déduit le taux de variation des connaissances technologiques :

$$\gamma_A = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{dA/dt}{A} = \delta(H_A)^\sigma A^{\kappa-1}, \quad \kappa - 1 < 0$$

Le programme de maximisation de la firme qui produit le bien capital s'écrit en conséquence :

$$\begin{aligned} \max_{H_A(t)} \pi_K(t) &= p_K K - w_L \left(\frac{K}{A(t)\lambda_L} \right) - w_H \left(\frac{K}{A(t)\lambda_H} \right) - w_H H_A(t), \\ \text{s.c. : } A(t) &= A_0 \exp \left[\int_0^t \delta(H_A(i))^\sigma A(i)^{\kappa-1} di \right] \end{aligned}$$

Ce programme détermine la demande de chercheurs à l'optimum (le temps t est omis par simplification) :

$$H_A = \left(\frac{\delta \sigma A^{\kappa-2} (w_H / \lambda_H + w_L / \lambda_L) K}{w_H} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

b) L'offre de capital

A partir de la demande de chercheurs déterminée précédemment on détermine l'offre de capital de la firme K qui annule son profit :

$$K^+ = \left[\frac{p_K / w_H - 1 / A\lambda_H - w_L / w_H A\lambda_L}{\left(\delta \sigma A^{\kappa-1} (1 / A\lambda_H + w_L / w_H A\lambda_L) \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}}$$

On en déduit le prix du capital :

$$p_K = w_H \left(\delta \sigma A^{\kappa-2} \left(\frac{1}{\lambda_H} + \frac{w_L / w_H}{\lambda_L} \right) \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} K^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} + \frac{w_H}{A\lambda_H} + \frac{w_L}{A\lambda_L}$$

Comparé au modèle avec croissance endogène, seules les équations caractérisant la demande de chercheurs, le taux de variation des connaissances technologiques, l'offre de capital et son prix sont modifiées.

c) Equilibres sur les différents marchés

On note $w \equiv w_H / w_L$ la prime de qualification, $\rho \equiv p_K / w_L$ le prix relatif du capital par rapport au salaire des non-qualifiés. L'équilibre sur les marchés du capital et du travail qualifié sont modifiés.

• *Les marchés des biens finaux*

A l'équilibre, l'offre de chaque bien final égale la demande. On a :

$$\text{Bien } l : \quad Y_l^+ = Y_l^- = \zeta \frac{w_L L + w_H H}{p_l} \quad (\text{El})$$

$$\text{Bien } h : \quad Y_h^+ = Y_h^- = (1-\zeta) \frac{w_L L + w_H H}{p_h} \quad (\text{Eh})$$

où l'exposant "+" indique qu'il s'agit d'une offre.

- *Le marché du travail d'exécution*

L'offre de travail non qualifié est exogène : $L^+ = \bar{L}$. La demande s'écrit $L^- = L_l + L_h + L_K$. On a donc la relation d'équilibre suivante :

$$\bar{L}_N = \left((1-\alpha)\zeta + \frac{\beta(1-\zeta)}{1 + \left(\frac{1-a}{a}\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{1}{\rho}\right)^{\frac{\theta}{1-\theta}}} \right) (\bar{L} + w\bar{H}) + \frac{K}{A\lambda_L} \quad (\text{EL})$$

- *Le marché du travail qualifié (H)*

On a $H^- = H_h + H_K + H_A$, soit à l'équilibre et pour $H^+ = \bar{H}$:

$$\bar{H}_N = (1-\beta)(1-\zeta)(\bar{L} / w + \bar{H}) + \frac{K}{A\lambda_H} + \left(\delta\sigma A^{\kappa-2} \left(\frac{1}{\lambda_H} + \frac{1}{w\lambda_L} \right) K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (\text{EH})$$

- *Equilibre sur le marché du capital (K)*

La demande de capital s'écrit :

$$K^- = K_h + K_l = \beta \frac{p_h Y_h}{\rho} \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\frac{\rho}{w_L} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)^{-1} + \frac{\alpha}{\rho} p_l Y_l$$

Soit :

$$K^- = \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{\rho \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)} + \frac{\alpha\zeta}{\rho} \right] (\bar{L} + w\bar{H}) \quad (\text{K-})$$

L'offre de capital s'écrit :

$$K^+ = \left[\frac{\rho/w - 1/A\lambda_H - 1/wA\lambda_L}{\left(\delta\sigma A^{\kappa-1} (1/A\lambda_H + 1/wA\lambda_L)\right)^{\frac{1}{1-\sigma}}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \quad (K+)$$

A l'équilibre, on a $K^+ = K^-$, soit :

$$\left[\frac{\rho/w - 1/A\lambda_H - 1/wA\lambda_L}{\left(\delta\sigma A^{\kappa-1} (1/A\lambda_H + 1/wA\lambda_L)\right)^{\frac{1}{1-\sigma}}} \right]^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} = \left[\frac{\beta(1-\zeta)}{\rho \left(1 + \left(\frac{a}{1-a} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \rho^{\frac{\theta}{1-\theta}} \right)} + \frac{\alpha\zeta}{\rho} \right] (\bar{L} + w\bar{H}) \quad (EK)$$

- *Travail qualifié alloué à la R&D et croissance de la productivité A*

$$H_A = \left(\delta\sigma A^{\kappa-2} \left(\frac{1}{\lambda_H} + \frac{1}{w\lambda_L} \right) K \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (HA)$$

$$\gamma_A = \delta(H_A)^\sigma A^{\kappa-1} \quad (VA)$$

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	7
----------------------------	---

PREMIERE PARTIE

Les faits stylisés et le débat ouverture versus biais technologique.....	13
--	----

Introduction de la première partie	14
--	----

Chapitre 1. Les faits stylisés	16
--------------------------------------	----

<i>Introduction.....</i>	<i>17</i>
--------------------------	-----------

<i>1.1. Un accroissement des inégalités salariales</i>	<i>20</i>
--	-----------

<i>1.2. Une augmentation sensible du chômage relatif de la main d'œuvre non qualifiée</i>	<i>23</i>
---	-----------

<i>1.3. Un accroissement de l'offre de travail qualifié.....</i>	<i>24</i>
--	-----------

<i>1.3.1. Une hausse du niveau d'éducation de la population active</i>	<i>24</i>
--	-----------

<i>1.3.2. Une hausse de la main d'œuvre qualifiée dans la population employée.....</i>	<i>28</i>
--	-----------

<i>1.4. L'informatisation des processus productifs</i>	<i>29</i>
--	-----------

<i>1.4.1. La diffusion de l'informatisation</i>	<i>30</i>
---	-----------

<i>1.4.2. Croissance accélérée de la productivité dans le secteur informatique, et ralentie dans les autres secteurs</i>	<i>32</i>
--	-----------

<i>a) Croissance accélérée de la productivité dans le secteur informatique</i>	<i>33</i>
--	-----------

<i>b) Un ralentissement de la productivité dans les autres secteurs</i>	<i>37</i>
---	-----------

1.4.3. Un effort très sensible de R&D dans le secteur informatique.....	39
1.5. Le développement des échanges Nord-Sud.....	42
1.5.1. La spécialisation des pays du Sud dans les échanges de biens manufacturés	42
1.5.2. Les biens manufacturés échangés	43
a) Les industries traditionnelles	44
b) La part croissante des pays émergents dans les importations du Nord de biens électroniques.....	45
c) Une spécialisation liée à un fort avantage en termes de coût du travail peu qualifié.....	47
1.6. Les faits stylisés : implications en termes d'offre et de demande de qualification	48
 Chapitre 2. Les explications traditionnelles et leurs limites	53
Introduction.....	54
2.1. Les deux explications théoriques fondamentales	55
2.1.1. Le biais technologique	55
a) L'histoire du biais technologique depuis la fin des années soixante dix	56
b) Le changement technologique biaisé.....	56
c) La représentation du biais technologique	58
d) Présentation d'un modèle synthétique de biais technologique	64
2.1.2. L'explication par les échanges Nord-Sud dans un cadre H-O-S.....	66
a) L'approche H-O-S des échanges Nord-Sud	66
b) Des hypothèses restrictives.....	67
2.1.3. Comparaison des prédictions des deux explications traditionnelles	68
2.2. Le diagnostic initial : une nette prépondérance du biais technologique.....	71
2.2.1. Le biais technologique : un impact significatif.....	71
a) Estimation du biais technologique.....	71
b) Un impact sensible du biais technologique	74
2.2.2. Une faible influence des échanges Nord-Sud.....	83

a)	La vérification des prédictions H-O-S	83
b)	Les estimations par la méthode du contenu factoriel	85
2.3.	Réexamen du diagnostic initial	95
2.3.1.	Limites des méthodes empiriques et réhabilitation des échanges Nord-Sud ...	96
a)	Les limites des estimations du biais technologique	96
b)	Les limites de la méthode du contenu factoriel	97
c)	La réhabilitation des échanges Nord-Sud	101
2.3.2.	Les limites des explications théoriques	105
a)	Le biais technologique exogène	105
b)	Le cadre H-O-S : des hypothèses restrictives	106
c)	Biais technologique et échanges sont indépendants	107
	Conclusion du chapitre 2	108

Chapitre 3. Les nouvelles approches théoriques : les interactions entre biais technologique et ouverture Nord-Sud..... 109

Introduction.....110

3.1. Les mécanismes en œuvre.....111

3.1.1.	L'impact de l'ouverture Nord-Sud sur les demandes de facteurs	111
a)	L'avantage comparatif technologique	112
b)	L'influence des échanges sur le niveau d'activité lorsque le taux de change réel est rigide ...	116
c)	Les échanges de biens intermédiaires	117
d)	L'approvisionnement au Sud (Outsourcing)	119
3.1.2.	Changement technologique et demande de facteurs	123
a)	Le biais technologique exogène	123
b)	Le changement technologique dans la production de biens capitaux et intermédiaires.....	124
c)	Le changement technologique déterminé par les coûts de facteurs	124
d)	Le changement technologique neutre avec différenciation verticale.....	125
e)	Le progrès technique à portée générale ("General Purpose Technology")	127
f)	L'utilisation de travail qualifié dans l'activité de R&D.....	127
g)	Biais transitoire ou chronique.....	127
3.1.3.	Les interactions entre ouverture et progrès technique.....	128
a)	L'innovation défensive	129

b)	L'élargissement du marché	133
c)	Les coûts du travail qualifié et non qualifié.....	133
d)	Une hausse de l'offre de travail qualifié élève la prime de qualification	134
3.2.	<i>Quelques nouvelles approches théoriques</i>	136
3.2.1.	<i>Présentation de quelques nouvelles approches théoriques</i>	136
3.2.2.	<i>Les résultats des nouveaux modèles</i>	146
a)	De nouveaux mécanismes dans chaque explication	146
b)	Impact de l'ouverture sur le progrès technique	146
c)	Ouverture et progrès technique interagissent sur les demandes de facteurs	147
3.2.3.	<i>Limites des nouvelles approches</i>	148
a)	La représentation du progrès technique.....	148
b)	La formalisation de l'ouverture.....	150
	<i>Conclusion du chapitre 3</i>	152
	Conclusion de la première partie	153
 DEUXIEME PARTIE		
	Ouverture, progrès technique et inégalités : un modèle Nord-Sud	155
	Introduction de la deuxième partie	156
 Chapitre 4. Changements technologiques et inégalités dans un		
	modèle d'ouverture Nord-Sud	159
	<i>Introduction</i>	161
4.1.	<i>Objectifs généraux du modèle</i>	162
4.1.1.	<i>Un progrès technique accéléré concentré dans le secteur des biens</i> <i>capitaux (informatique)</i>	162
4.1.2.	<i>Les caractéristiques de l'ouverture</i>	164
4.2.	<i>L'architecture sectorielle du modèle</i>	166

4.2.1.	<i>Comportement des ménages et demande de biens finaux</i>	167
4.2.2.	<i>La production de biens finaux</i>	168
a)	Le secteur l	168
b)	Le secteur h	169
4.2.3.	<i>Le secteur des biens capitaux</i>	170
a)	La fonction de production du bien capital	171
b)	L'effort optimal de R&D	171
c)	La production de capital à l'optimum	175
4.3.	<i>Equilibre en autarcie du Nord</i>	176
4.3.1.	<i>Les marchés de biens finaux</i>	177
4.3.2.	<i>Le marché du travail d'exécution (L)</i>	177
4.3.3.	<i>Le marché du travail qualifié (H)</i>	177
4.3.4.	<i>Equilibre sur le marché du capital (K)</i>	178
4.3.5.	<i>Travail qualifié alloué à la R&D et croissance de la productivité A</i>	178
4.3.6.	<i>Equilibres statiques et dynamique du modèle</i>	179
4.4.	<i>Le modèle en ouverture Nord-Sud</i>	180
4.4.1.	<i>Différenciation Nord-Sud et conditions de localisation des activités</i>	180
4.4.2.	<i>Le modèle en ouverture Nord-Sud</i>	183
a)	Comportement des ménages et demande de biens finaux	183
b)	Demandes de facteurs dans la production de biens finaux	184
c)	Demandes de facteurs du secteur K et offre de capital	185
4.4.3.	<i>Equilibre des échanges Nord-Sud</i>	187
4.4.4.	<i>Equilibre mondial et dynamique du système</i>	188
a)	Equilibre sur le marché du travail (non qualifié) au Sud	189
b)	Les marchés du travail au Nord	189
c)	Equilibre sur le marché du capital	190
d)	Equilibre des échanges Nord-Sud	191
e)	Travail qualifié dans la R&D et croissance du stock de connaissances	191
f)	Dynamique du modèle	191
	<i>Conclusion du chapitre 4</i>	193

Chapitre 5. Simulations et principaux résultats du modèle.....	195
<i>Introduction.....</i>	<i>196</i>
5.1. Scénarios et simulations numériques.....	198
5.1.1. <i>Présentation des scénarios.....</i>	<i>198</i>
5.1.2. <i>Valeurs des paramètres et simulations numériques.....</i>	<i>200</i>
5.1.3. <i>Méthode de résolution du modèle</i>	<i>203</i>
5.2. Comparaison des résultats des quatre scénarios à dotations fixes	205
5.2.1. <i>Dynamique de la croissance de long terme</i>	<i>206</i>
5.2.2. <i>R&D, changement technologique et productivité</i>	<i>207</i>
5.2.3. <i>Prime de qualification, salaires et revenus réels</i>	<i>208</i>
a) <i>La prime de qualification.....</i>	<i>208</i>
b) <i>Les salaires réels.....</i>	<i>209</i>
c) <i>Les revenus réels globaux</i>	<i>211</i>
5.2.4. <i>Utilisation des facteurs</i>	<i>213</i>
a) <i>Intensités capitalistiques.....</i>	<i>213</i>
b) <i>Intensités en qualification.....</i>	<i>214</i>
c) <i>Utilisation de la main d'œuvre non qualifiée au Nord</i>	<i>215</i>
5.2.5. <i>Productions et productivités apparentes.....</i>	<i>217</i>
a) <i>Production des biens finaux.....</i>	<i>217</i>
b) <i>Productivités apparentes.....</i>	<i>219</i>
5.2.6. <i>Les principaux résultats des simulations : une synthèse.....</i>	<i>220</i>
5.3. Analyse et discussion des principaux résultats.....	222
5.3.1. <i>Un biais technologique endogène</i>	<i>222</i>
a) <i>Le biais technologique en autarcie</i>	<i>223</i>
b) <i>Le biais technologique en ouverture.....</i>	<i>226</i>
5.3.2. <i>Les inégalités salariales</i>	<i>228</i>
5.3.3. <i>Les salaires réels.....</i>	<i>233</i>
5.3.4. <i>L'impact de l'ouverture sur le progrès technique.....</i>	<i>234</i>

5.3.5. <i>Le revenu réel</i>	239
5.4. <i>L'augmentation de la qualification de la population active</i>.....	242
5.4.1. <i>L'augmentation du travail qualifié</i>	243
5.4.2. <i>R&D et progrès technique</i>	244
5.4.3. <i>L'intensité en qualification</i>	245
5.4.4. <i>Les revenus réels</i>	245
5.5. <i>Discussion générale</i>	248
5.5.1. <i>Hypothèses simplificatrices et conditions d'acceptabilité</i>	248
5.5.2. <i>Politiques publiques et bien-être</i>	251
a) <i>La politique de salaire minimum</i>	252
b) <i>La politique d'éducation</i>	256
5.5.3. <i>Comparaison des résultats avec ceux de l'approche H-O-S</i>	258
5.5.4. <i>Extensions possibles</i>	261
a) <i>L'insertion d'un secteur de biens non-échangeables</i>	262
b) <i>La croissance semi-endogène</i>	264
c) <i>Taxation des qualifiés, subvention à la R&D et redistribution</i>	266
d) <i>Deux zones au Nord : une zone égalitaire et une zone inégalitaire</i>	267
 CONCLUSION GENERALE.....	 269
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	274
ANNEXES	293
 <i>Annexe 1 Détermination de la quantité de travail qualifié allouée à la R&D et de l'offre de capital</i>	 296
<i>Annexe 2 Le modèle simulé en autarcie</i>	298
<i>Annexe 3 Le modèle simulé en ouverture</i>	300
<i>Annexe 4 Représentation des scénarios A, O, OW et OΩ pour une croissance de la PTF A de 45%</i>	302

<i>Annexe 5</i>	<i>Représentation des scénarios A, O, OW et OΩ pour une croissance de la PTF A de 15%.....</i>	<i>310</i>
<i>Annexe 6</i>	<i>Représentation des scénarios A (Autarcie) et AW (Autarcie avec salaire minimum) pour une croissance de la PTF A de 15%</i>	<i>318</i>
<i>Annexe 7</i>	<i>Représentation des scénarios O (Ouverture) et OH (Ouverture avec qualification de la population active) pour une croissance de la PTF A de 15%.....</i>	<i>325</i>
<i>Annexe 8</i>	<i>Les équations du modèle en croissance semi-endogène.....</i>	<i>333</i>



***La montée des inégalités de salaires et d'emploi dans les économies avancées :
les interactions entre ouverture et progrès technique***

Cette thèse analyse les interactions entre progrès technique et ouverture Nord-Sud pour l'explication de l'accroissement des inégalités de salaires et d'emploi entre qualifiés et non qualifiés observées depuis vingt-cinq ans dans les pays industrialisés.

Après avoir présenté et discuté les faits stylisés et la littérature théorique et empirique sur le sujet, nous construisons un modèle d'équilibre général Nord-Sud avec croissance endogène. Ce modèle vise à intégrer dans une approche unifiée les interactions entre l'ouverture Nord-Sud, l'informatisation des processus productifs, et la rémunération des facteurs. Il est ensuite simulé dans plusieurs scénarios, dont trois principaux : l'autarcie du Nord, l'ouverture Nord-Sud avec marchés du travail concurrentiels, l'ouverture Nord-Sud avec un salaire minimum au Nord.

Les principaux résultats du modèle sont :

1. Il existe un biais technologique endogène dont l'intensité est modifiée par l'ouverture.
2. Le passage de l'autarcie à l'ouverture concurrentielle se traduit par une forte hausse de la prime de qualification et une augmentation du revenu réel, mais également par un ralentissement du progrès technique et de la productivité.
3. La mise en place d'un salaire minimum crée du chômage chez les non qualifiés, mais stimule la recherche, le progrès technique et la productivité, dont la croissance est maintenant supérieure à celle en autarcie.
4. A long terme, la situation d'ouverture avec salaire minimum est la plus favorable pour le produit par tête.

***Growing Wage and Unemployment Inequalities in advanced Countries:
Interactions between Openness and Technical Progress***

We analyse the interactions between technological change and North-South openness so as to explain growing wage and unemployment inequalities across skills in advanced countries since the late 70s.

After discussing the stylised facts and the literature on the subject, a North-South general equilibrium model with endogenous growth is constructed which combines within a unified theoretical framework, the interactions between North-South openness, computerisation, and factor payments. The model is then simulated following three main scenarios: North in autarky, North-South openness with competitive labour markets, and North-South openness with a minimum wage in the North.

The model reveals the following outcomes for the North:

1. It generates an endogenous skill-biased technological change the intensity of which depends on openness.
2. Moving from autarky to openness results in a substantial increase in the skill premium and a rise in the real income, but it also results in a slowdown in technical progress and productivity growth.
3. The setting of a minimum wage creates unemployment of the less skilled, but it also fosters R&D, technical progress and productivity, the growth of which is now higher than in autarky.
4. In the long run, openness with a minimum wage is the better situation in terms of real income per head.

DISCIPLINE

Sciences Economiques

MOTS-CLES

Ouverture Nord-Sud / Progrès technique / Inégalités / Salaire minimum

Laboratoire M.E.D.E.E. (Mécanismes Economiques et Dynamique des Espaces Européens)

Faculté des Sciences Economiques et Sociales, Bât. SH2.

Université des Sciences et Technologies de Lille

59 655 Villeneuve d'Ascq Cedex
