

MIRAGE, UN MODÈLE D'ÉQUILIBRE GÉNÉRAL CALCULABLE POUR L'ÉVALUATION DES POLITIQUES COMMERCIALES

Mohamed Hedi Bchir, Yvan Decreux,
Jean-Louis Guérin & Sébastien Jean¹

Date de réception de l'article: 14 janvier 2002

Date d'acceptation pour publication: 9 septembre 2002

RÉSUMÉ. MIRAGE est un modèle d'équilibre général calculable multi-sectoriel et multi-régional, destiné à l'analyse des politiques commerciales. Il incorpore des éléments de concurrence imparfaite, de différenciation des produits par variétés et par gammes de qualité, et d'investissement direct à l'étranger, dans un cadre dynamique séquentiel où le capital installé est supposé immobile. Les inerties d'ajustement y sont liées à la réallocation du stock de capital et à l'évolution des structures de marché. MIRAGE s'appuie sur une mesure bilatérale très détaillée des barrières aux échanges et de leur évolution sous différentes hypothèses, grâce à la base MACMaps. La sensibilité des résultats aux principales hypothèses est illustrée par des simulations d'une libéralisation commerciale entre l'Union européenne et sa périphérie.

Classification *JEL*: D58; F12; F13.

Mots-clefs: Modèle d'équilibre général calculable; politique commerciale; dynamique; investissement direct à l'étranger; concurrence imparfaite.

ABSTRACT. MIRAGE is a multi-region, multi-sector computable general equilibrium model, devoted to trade policy analysis. It incorporates imperfect competition, product differentiation by variety and by quality, and foreign direct investment, in a sequential dynamic set-up where installed capital is assumed to be immobile. Adjustment inertia are linked to capital stock reallocation and to market structure changes. MIRAGE draws upon a very detailed measure of trade barriers and of their evolution under given hypotheses, thanks to the data-base MACMaps. The sensitiveness to the main assumptions is illustrated by simulations of a trade liberalisation between the European Union and its periphery.

JEL Classification: D58; F12; F13.

Keywords: Computable General Equilibrium Model; Trade Policy; Dynamics; Foreign Direct Investment; Imperfect Competition.

1. Auteur correspondant: Sébastien JEAN, économiste senior au CEPII (s.jean@cepii.fr).
Mohamed Hedi BCHIR, Yvan DECREUX et Jean-Louis GUÉRIN, économistes au CEPII.

Presque dix ans après les accords de Marrakech, et alors que la Conférence ministérielle de Doha a lancé un nouveau cycle de négociations multilatérales, les enjeux des politiques commerciales apparaissent toujours très complexes. Les projets de nouveaux accords préférentiels abondent, tandis que les perspectives de libéralisation multilatérale ne sont pas clairement définies. Dans ce contexte, il apparaît plus que jamais nécessaire, pour les décideurs de politique économique comme pour le débat public, de disposer d'outils permettant une analyse quantitative rigoureuse et circonstanciée d'une large gamme d'accords commerciaux. C'est pourquoi le CEPII a décidé de développer et de maintenir, en collaboration avec le CCI (Centre du Commerce International, OMC-CNUCED, Genève), un modèle d'équilibre générale calculable (MEGC) multi-sectoriel et multi-régional, destiné à l'analyse des politiques commerciales: le modèle MIRAGE².

Les accords commerciaux peuvent entraîner des modifications substantielles des prix, des ressources allouées et des revenus, souvent fortement contrastées entre secteurs et entre pays. En se basant sur une modélisation microéconomique robuste et éprouvée des comportements des agents, les MEGC fournissent une description circonstanciée de l'impact de ce type de chocs sur les économies. Un certain nombre de mécanismes robustes bien identifiés sont chiffrés dans un même cadre, rigoureux et cohérent. Une telle analyse permet de dégager les effets principaux, d'en donner le signe et l'ordre de grandeur.

L'application des MEGC à l'étude des conséquences des politiques commerciales a fait l'objet d'une littérature fournie depuis une vingtaine d'années (voir CEPII, 2000, pour un *survey*). Par rapport aux modèles de pure tradition walrasienne³, plusieurs améliorations importantes ont été apportées aux modèles utilisés, en particulier à la faveur des études réalisées pour étudier les gains à attendre du Marché unique européen, de l'Alena, ou de l'*Uruguay Round*. Depuis Harris (1984), la prise en compte des imperfections de la concurrence et de la différenciation horizontale des produits est devenue courante, notamment sur la base des formalisations proposées par Smith et Venables (1988) et par Harrison, Rutherford et Tarr (1997). Nombre de travaux sont également sortis du cadre statique pour permettre de décrire les phases d'ajustements et les effets dynamiques correspondants, notamment à la suite de Baldwin (1989). Enfin, les années quatre-vingt-dix ont vu la diffusion croissante de la base de données GTAP (Global Trade Analysis Project, Université de Purdue), qui marque la mutualisation du lourd travail de constitution des bases de données nécessaires à ce type de modèles, permettant par là-même d'en faciliter considérablement l'accès.

Le modèle MIRAGE s'inscrit dans la lignée de cette littérature et en combine les acquis. Il décrit les imperfections de la concurrence et la différenciation horizontale des produits, avec une formulation relativement standard pour ce type de modèle, mais une procédure de cali-

2. MIRAGE signifie *Modelling International Relationships in Applied General Equilibrium*.

3. Tel par exemple celui utilisé par la Banque mondiale pour l'analyse globale et prospective des questions de développement il y a plus de vingt ans (Banque mondiale, 1981).

brage des paramètres correspondants nouvelle, permettant une meilleure utilisation de l'information disponible. La modélisation est faite dans un cadre dynamique séquentiel, où le nombre de firmes par secteur s'ajuste progressivement, et où le capital installé est supposé immobile, même entre secteurs. La réallocation du capital s'opère donc uniquement par l'effet combiné de la dépréciation et de l'investissement. Elle est inertielle, et permet de décrire les délais d'ajustement du stock de capital et les coûts associés. Enfin, le modèle utilise la base de données GTAP 5 (Dimaranan et Mac Dougall, 2002). Afin de mieux décrire les principaux canaux de transmission des chocs de politique commerciale, MIRAGE possède en outre trois caractéristiques distinctives importantes.

Les IDE sont décrits explicitement, avec une modélisation qui concilie la cohérence théorique (avec les comportements des agents et avec la détermination de l'investissement intérieur) et la cohérence avec les résultats des études empiriques sur les déterminants des IDE et les ordres de grandeur correspondants.

Un élément de différenciation verticale des produits est introduit, en distinguant deux gammes de qualités. Même si elle reste rudimentaire, cette hypothèse constitue un premier pas vers la prise en compte dans les modèles appliqués des avancées empiriques de la dernière décennie en ce domaine.

Enfin, les barrières aux échanges sont décrites par la base de données MAcMaps (voir Bouët, Fontagné, Mimouni et Pichot, ce numéro), qui mesure l'équivalent tarifaire des droits *ad valorem*, des droits spécifiques, des quotas tarifaires, des prohibitions et des droits antidumping, au niveau bilatéral pour 137 pays et 220 partenaires en tenant compte de façon quasi-exhaustive des accords préférentiels existants. Cette information, disponible au niveau de 5 000 à 10 000 produits (nomenclature SH6 à SH10, selon les pays), est utilisée comme source de données pour décrire le niveau initial des barrières aux échanges, mais également pour construire des scénarios. Les hypothèses d'évolution peuvent ainsi être formulées au niveau des produits, éventuellement en fonction de leur niveau initial de protection. Ensuite seulement, ces données sont agrégées dans la nomenclature du modèle, selon une procédure limitant le biais d'endogénéité⁴. MIRAGE s'appuie donc sur une description des barrières aux échanges qui, outre sa précision, préserve le caractère bilatéral de l'information, contrairement à ce qui est fait dans la plupart des travaux de modélisation.

La structure du modèle est décrite dans la section qui suit. Dans le but d'illustrer la portée des choix effectués, des simulations sont ensuite effectuées pour évaluer l'impact d'une suppression des barrières aux échanges entre l'UE et sa périphérie. Les résultats de la version de base du modèle sont présentés, puis comparés à ceux obtenus en effectuant des hypothèses différentes dans quatre domaines clés : la différenciation verticale des produits, la nature de la concurrence, la structure dynamique et les IDE.

4. Cette procédure, décrite dans Bouët et *alii* (2002), s'appuie sur des pondérations calculées non pas au niveau de chaque pays individuellement, mais au niveau de quelques groupes de référence.

■ LE MODÈLE MIRAGE

MIRAGE est un modèle multirégional et multisectoriel, dont le découpage géographique et sectoriel est redéfini pour chaque application. Cette section décrit sa structure générale, en insistant sur ses particularités par rapport à la littérature récente dans ce domaine, notamment dans la description de la demande, de la concurrence et des structures de marché, de l'investissement direct à l'étranger, et de la structure dynamique du modèle. Les équations du modèle sont données en ANNEXE 4.

La demande

La demande finale émane dans chaque région d'un agent représentatif⁵ maximisant une fonction d'utilité intratemporelle à plusieurs étages, permettant de séparer les décisions du consommateur en différentes étapes, dont la première est l'allocation d'une partie fixe du revenu à l'épargne⁶. La répartition de la consommation par secteur doit être décrite de façon à tenir compte des différences de structure d'une région à l'autre, et notamment en fonction de son niveau de développement. Une fonction à élasticité-revenu unitaire est donc inadaptee, d'où le choix d'une fonction LES-CES (*Linear Expenditure System – Constant Elasticity of Substitution*), qui ne fait l'hypothèse d'élasticité de substitution constante que pour l'excédent des consommations sectorielles par rapport à leur minimum⁷.

Pour les choix de consommation, un emboîtement de fonctions CES du type de celui utilisé par exemple par Harrison, Rutherford et Tarr (1997) permet de tenir compte à la fois de la différenciation des produits par origine géographique (hypothèse d'Armington), du statut particulier des biens locaux⁸ et de la différenciation horizontale entre variétés d'une même provenance.

Mais une formulation de ce type ne tient aucun compte de la différenciation verticale des produits, dont l'importance dans le commerce est maintenant largement documentée, ni de la spécialisation des pays par gamme de qualité (voir notamment Abd-El-Rahman, 1991; Fontagné et Freudenberg, 1997, Fontagné, Freudenberg et Périody, 1997, Freudenberg, 1998, Greenaway et Torstensson, 2000). Or, même si les éléments de chiffrage et de modélisation manquent, ces dimensions paraissent importantes pour bien décrire l'intensité de la concurrence, et donc des conséquences des politiques commerciales. C'est pourquoi un étage sup-

5. Cette hypothèse peut être abandonnée pour étudier de manière adaptée l'impact sur la pauvreté (voir par exemple Hertel et alii, 2001), mais cela nécessite des données détaillées, issues d'enquêtes, qui ne sont disponibles que pays par pays.

6. Cette hypothèse simplificatrice ne permet pas de considérer l'impact indirect que la libéralisation peut avoir sur l'épargne, via le taux de rendement du capital, qui peut sensiblement modifier les impacts de l'ouverture dans un cadre dynamique (Baldwin 1992; Francois et alii, 1995).

7. La consommation incompressible est fixée, pour chaque secteur, à un tiers de la consommation initiale dans les pays développés et à deux tiers dans les pays en développement.

8. Les biens locaux sont supposés moins substituables avec les produits étrangers que ne le sont les produits étrangers entre eux.

plémentaire est introduit dans la fonction de demande, qui distingue deux gammes de qualités, selon que le bien est produit dans un pays développé ou en développement (la structure des préférences des consommateurs pour les biens d'un secteur donné est schématisée dans le SCHÉMA 1). L'élasticité de substitution correspondante est plus faible que l'élasticité d'Armington. Cette formulation reste rudimentaire, mais elle permet de tenir compte du fait que, dans un secteur donné, les produits d'un pays en développement concurrencent en général beaucoup plus directement ceux d'un autre pays en développement que ceux d'un pays riche, parce que ces derniers sont d'une qualité différente. La même structure de préférences est utilisée pour la demande de biens intermédiaires et de biens de capital.

L'État n'est pas modélisé séparément. Le produit des taxes est directement reversé au revenu de l'agent représentatif de la région. La question de l'équilibre des finances publiques ne se pose donc pas. Toutefois, aucune fiscalité de remplacement n'étant introduite, le taux de prélèvement peut varier suite à un choc.

L'offre

Cinq facteurs de production sont pris en compte dans MIRAGE : le capital, le travail qualifié, le travail non qualifié, la terre et les ressources naturelles, les deux derniers n'étant utilisés que dans certains secteurs. Les dotations factorielles par région sont supposées pleinement employées⁹, et leur taux de croissance est fixé de manière exogène (il est nul pour la terre et les ressources naturelles, fixé sur la base des projections démographiques de l'ONU pour le travail qualifié et non qualifié), sauf pour le capital : le taux d'épargne est exogène, mais le revenu fluctue et les IDE sont endogènes.

Le capital installé et les ressources naturelles sont supposés immobiles. Leur taux de rémunération peut donc différer selon leur secteur d'utilisation. Tous les autres facteurs sont en revanche parfaitement mobiles entre secteurs d'utilisation¹⁰. Enfin, il n'existe aucune mobilité internationale des facteurs de production, à l'exception de l'investissement¹¹.

La production est décrite par des fonctions emboîtées, permettant de décrire les choix sous-jacents par étapes (SCHÉMA 2)¹². Le niveau supérieur de la fonction de production combine la valeur ajoutée et le composite regroupant l'ensemble des intrants intermédiaires, en supposant une parfaite complémentarité. La demande d'intrants intermédiaires suit la même struc-

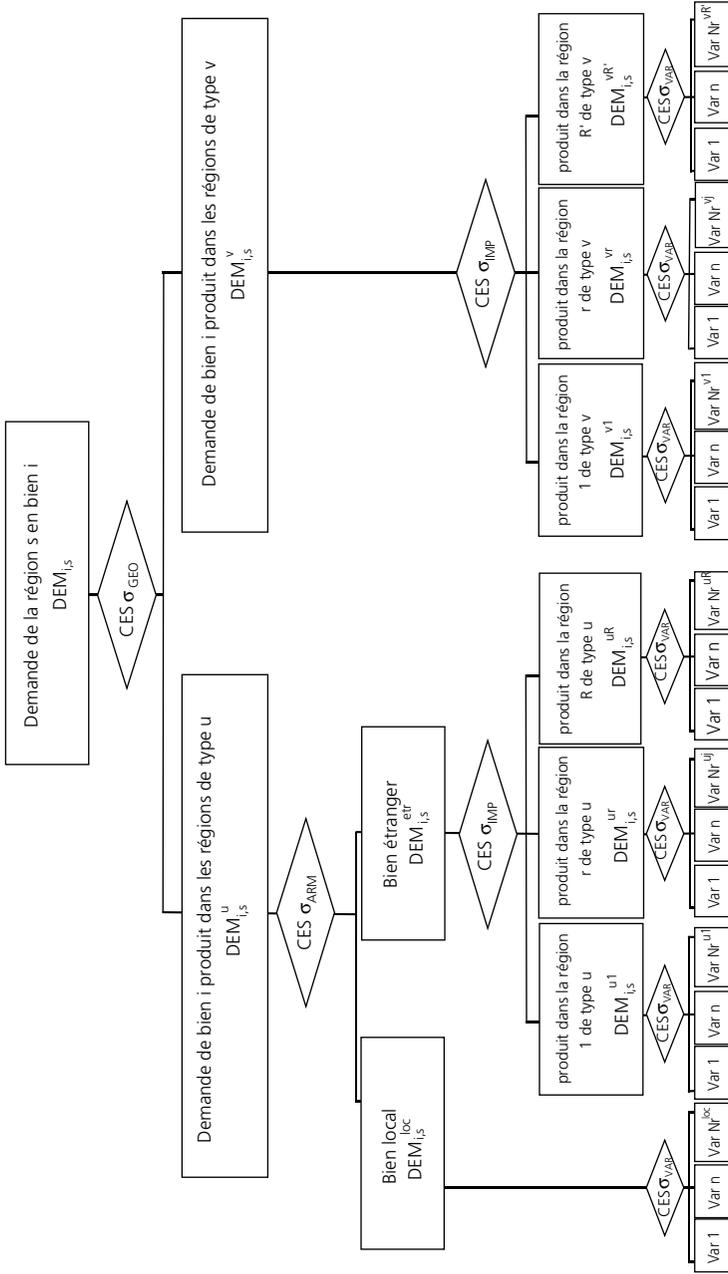
9. Le programme vérifie que la loi de Walras est toujours respectée.

10. La rigidité de certains marchés de facteurs, en particulier le marché du travail, peut toutefois modifier l'impact de chocs de libéralisation (McKibbin, 1999).

11. Ces hypothèses peuvent être modifiées pour des applications spécifiques ; par exemple, l'application de MIRAGE à l'élargissement de l'UE (Bchir et Maurel, 2001) tient compte des flux migratoires.

12. Le secteur du transport a un rôle spécifique : il recouvre les activités de transport domestique, mais aussi des activités internationales. Il inclut les services représentant la différence entre prix fab et caf. Ces services sont une combinaison de type Cobb-Douglas des services de transport exportés par chaque région. La concurrence est supposée parfaite. Pour chaque bien sur chaque route, ce composite est utilisé dans des proportions fixes en volume. Le reste du secteur est considéré comme un secteur standard (utilisé dans les consommations finale, intermédiaire et de bien de capital).

Schéma 1 - Arborecence de la demande en bien *i*



- Les régions de type *u* sont celles qui appartiennent à la même zone de qualité que le demandeur ; les régions de type *v* sont celles qui appartiennent à l'autre zone.
 - Les élasticités de substitution sont liées par les relations suivantes : $\sigma_{ARM} - 1 = \sqrt{2}(\sigma_{GEO} - 1)$; $\sigma_{IMP} - 1 = \sqrt{2}(\sigma_{VAR} - 1)$; $\sigma_{VAR} - 1 = \sqrt{2}(\sigma_{IMP} - 1)$.

ture que la consommation finale¹³, à l'exception de la répartition intersectorielle, décrite par une fonction CES. La valeur ajoutée est une fonction CES des facteurs terre, ressources naturelles, travail non qualifié et d'un composite de capital et de travail qualifié, ce dernier étant lui-même une fonction CES de ses composants. Cette écriture permet de prendre en compte la relative complémentarité entre capital et travail qualifié, entre lesquels l'élasticité de substitution est fixée à 0,6, contre 1,1 à l'étage supérieur¹⁴.

Certains secteurs, d'une façon générale ceux de l'agriculture et des transports, sont supposés évoluer en concurrence parfaite et faire face à des rendements d'échelle constants dans la production. Mais la nécessité de prendre en compte les éléments de concurrence imparfaite et les économies d'échelle pour évaluer l'impact d'une libéralisation commerciale a été largement documentée (voir par exemple Norman, 1990).

Les autres secteurs sont donc modélisés dans un cadre oligopolistique sans interaction stratégique, avec différenciation horizontale des produits et rendements d'échelle croissants, dans la lignée du modèle théorique de Krugman (1979) et du modèle appliqué d'équilibre partiel de Smith et Venables (1988). La formulation est très proche de celle utilisée par Harrison, Rutherford et Tarr (1997). Chaque firme produit une variété qui lui est propre, avec une technologie dont le coût marginal est constant pour des prix de facteurs donnés, mais qui requiert un coût fixe, constitué d'unités d'output. Dans un secteur donné d'une région, les firmes individuelles sont supposées symétriques. La concurrence est de type Cournot-Nash, les firmes décident de leur quantité produite en supposant que leur décision n'influe pas sur celle de leurs concurrents (les variations conjecturales sont nulles) et n'affecte pas la demande en valeur au niveau du secteur (l'effet Ford n'est pas pris en compte). En revanche, les firmes tiennent compte de leur pouvoir de marché, c'est-à-dire de l'influence qu'elles exercent sur l'indice de prix au niveau sectoriel ou infrasectoriel (étant donnée la structure de la demande définie ci-dessus) dans chaque région¹⁵. Reprenant une formulation devenue classique depuis Smith et Venables (1988), ce comportement se traduit par la fixation d'un taux de mark-up selon une formule de Lerner, dans laquelle l'élasticité-prix de la demande est celle perçue par la firme :

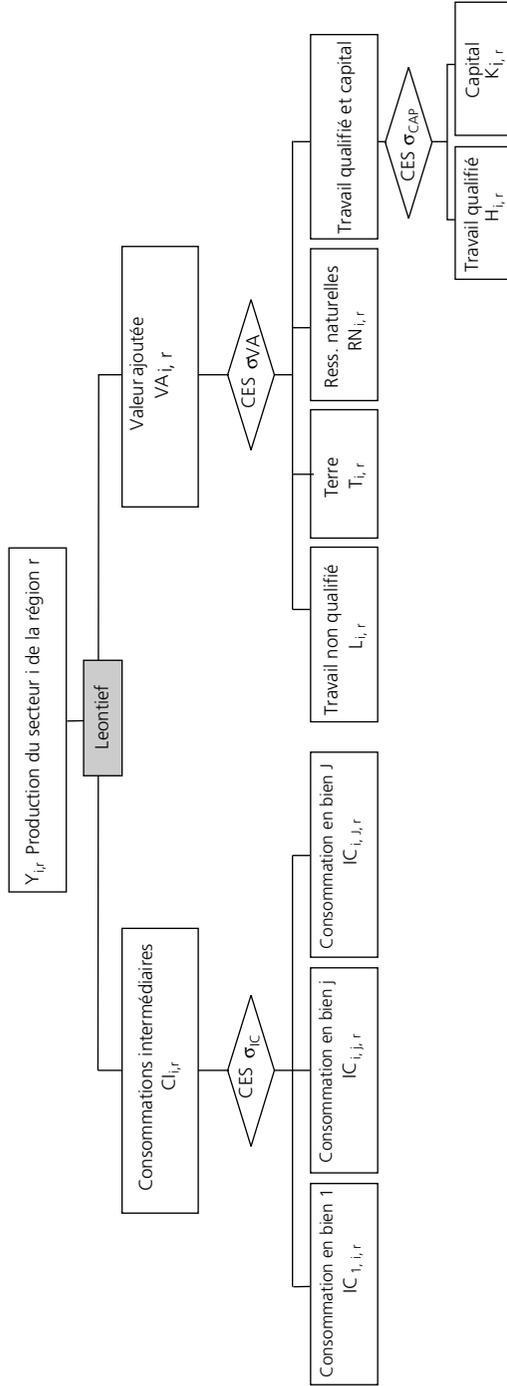
$$\mu_{irs} = \frac{P_{irs}}{MC_{ir}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{EP_{irs}}} \quad (1)$$

13. Considérant que les firmes ont plus de moyens que les ménages pour collecter de l'information sur les produits qu'elles utilisent, Mercenier (1992) suppose que les élasticités de substitution entre biens sont plus élevées pour les entreprises que dans la consommation finale. Mais aucun travail empirique ne permet de valider cette hypothèse, qui n'est donc pas retenue ici.

14. Des études empiriques (pour une revue de la littérature, voir Hamermesh, 1993, ou Cahuc et Zylberberg, 1996) concluent que l'élasticité de substitution entre travail non qualifié et capital ou travail qualifié est proche de 1. Cette valeur (et la fonction Cobb-Douglas correspondante) est ici évitée, pour faciliter les analyses de sensibilité. En outre, le niveau de ces élasticités devrait être fonction du choix d'agrégation sectorielle retenu (Decreux, Guérin et Jean, 2001).

15. Cela signifie que les firmes font du *pricing-to-market* (voir par exemple Goldberg et Knetter, 1997), c'est-à-dire qu'elles fixent un prix différent sur chaque marché. On pourrait même supposer que leur prix dépend du type de consommateur (ménage ou entreprise, en particulier), mais ce n'est pas le cas ici.

Schéma 2 - Fonction de production



où μ_{irs} est le taux de marge appliqué par une firme du secteur i du pays r , sur le marché du pays s , P est le prix de vente correspondant, MC est le coût marginal de production (qui ne dépend pas du marché de destination). L'indice t est omis sur toutes les variables, par commodité. EP est l'élasticité-prix de la demande perçue par la firme (pour plus de détail, voir Bchir, Decreux, Guérin et Jean, 2002). Elle est fonction de l'élasticité de substitution entre variétés produites par les firmes i du pays r (cette élasticité est une borne supérieure pour EP). Surtout, l'élasticité perçue est une fonction décroissante de la part de marché de la firme dans les variétés de même provenance et, en simplifiant, de la part de marché de ces variétés dans le secteur. C'est dans cette dépendance (déjà présente, sous une forme générique, dans Krugman, 1979) que s'exprime le pouvoir de marché des firmes, et c'est sa variation qui reflète le cas échéant l'impact pro-concurrentiel d'un choc.

Ce type de formulation requiert trois types de paramètres, pour décrire respectivement l'élasticité de substitution entre biens, les économies d'échelle et l'intensité de la concurrence. Ces paramètres étant liés au sein de chaque secteur par la contrainte de profit nul, deux d'entre eux sont habituellement fixés sur la base de sources extérieures, le troisième est calibré. Cette méthode pose un problème de cohérence et de robustesse. L'approche retenue ici vise à y remédier en tirant parti de toute l'information disponible, tant sur les valeurs que sur les variances des estimations des trois ensembles de paramètres. Des estimations de sources extérieures sont utilisées pour les trois paramètres. Les valeurs finalement retenues sont alors déterminées conjointement, de façon à respecter les contraintes de cohérence du modèle, tout en s'éloignant le moins possible des estimations de départ. L'ajustement porte plus fortement sur les paramètres dont les estimations ont la plus forte variance (une description détaillée de cette procédure est donnée en ANNEXE 3).

L'évolution du nombre de firmes est également une question importante; elle influe sur leur taille, donc sur leur taux de profit, mais elle modifie aussi le nombre de variétés disponibles, ce qui a un effet sur la demande des consommateurs, supposés avoir un goût pour la variété des produits. Des approches binaires sont le plus souvent suivies dans les MEGC, en distinguant l'équilibre de court terme, où le nombre de firmes est constant et les profits variables, et l'équilibre de long terme, où la libre entrée-sortie des firmes ramène les profits à zéro. Ici, les entrées et sorties de firmes ont tendance à ramener les profits vers zéro, mais l'ajustement est progressif. De surcroît, les secteurs en concurrence monopolistique sont séparés en deux catégories selon leur dynamique de structure de marché. L'analyse de Sutton (1991) fournit une base en ce sens, puisqu'il distingue des secteurs fragmentés, où les coûts non recouvrables sont exogènes, des secteurs segmentés, où ils sont endogènes. La croissance se fait alors plutôt par la croissance du nombre de firmes dans les premiers, par la croissance de leur taille dans les seconds. Oliveira Martins (1994) et Oliveira Martins, Scarpetta et Pilat (1996), notamment, ont montré l'utilité de cette taxonomie pour l'analyse empirique des évolutions sectorielles, et elle a déjà été utilisée comme critère pour l'évolution du nombre de firmes dans un MEGC par Cortes et Jean (1996, 1998) et Jean et Bontout (1999). Cette

même taxonomie est reprise dans MIRAGE, en supposant que les profits sont diminués à chaque période de 20 % dans les secteurs segmentés et de 50 % dans les secteurs fragmentés, par rapport au niveau qu'ils auraient atteint si le nombre de firmes était resté constant¹⁶. L'ajustement tend donc à annuler les profits, mais il ne se fait que progressivement, avec un délai plus long pour les secteurs segmentés que pour les fragmentés.

Capital, investissement et bouclage macroéconomique

Quelle qu'en soit la provenance, domestique comme étrangère, une unité de capital investie dans une région donnée est en fait un panier d'agrégats sectoriels, dont la composition par origine géographique est donnée par le même emboîtement de fonctions CES que pour la consommation intermédiaire. Seuls les coefficients de répartition des fonctions diffèrent, en accord avec les données, et aucun service de facteur n'est requis. Le bien de capital ne diffère pas selon le secteur utilisateur.

Le capital installé étant supposé immobile, l'ajustement des stocks de capital par secteur se fait de manière graduelle, sous la seule impulsion de l'investissement. L'allocation sectorielle du capital peut donc être sous-optimale, et la perte correspondante peut être considérée comme un coût d'ajustement pour l'économie dans son ensemble. Cette hypothèse de type *putty-clay*¹⁷ implique en effet que le taux de rendement du capital peut varier entre secteurs. L'investissement tient un rôle clé dans l'ajustement consécutif à un choc. Concernant l'analyse des politiques commerciales, l'investissement est également important par sa composante internationale, l'investissement direct à l'étranger (IDE). Certains modèles, notamment celui du consortium GTAP (cf. Dimaranan et Mac Dougall, 2002), traitent l'ensemble des flux financiers internationaux en supposant une parfaite mobilité des capitaux, sous contrainte de parité des taux de rémunération (avec prime de risque). S'il est correct d'un point de vue théorique, ce type de modélisation donne lieu à des mouvements de capital dont l'ampleur et la sensibilité sont trop grandes pour être réalistes. Utiliser une forme réduite du type de celles estimées dans les études économétriques donnerait des ordres de grandeur réalistes, mais une telle approche manque de cohérence.

Petri (1997) inclut une modélisation simple de la firme multinationale dans un modèle d'équilibre général calculable, où la filiale étrangère est supposée produire un bien de qualité similaire à celui de sa maison mère. Dans ce cadre d'analyse, repris notamment par Hanslow et alii (2000) et Lee et van der Mensbrugge (2001), une libéralisation des IDE peut être à l'origine de gains importants¹⁸, dus essentiellement à une montée en gamme dans la région récipiendaire. Ce type d'effets est intéressant, mais les travaux empiriques existants ne

16. Ce niveau est au préalable évalué dans une simulation séparée, en supposant le nombre de firmes nationales inchangé dans chaque secteur. Même dans ce cas, cependant, les IDE peuvent induire une variation du nombre de firmes étrangères.

17. En revanche, aucune différence technologique n'est supposée entre générations de capital.

18. Dans la simulation de Lee et van der Mensbrugge, par exemple, la région ASEAN gagne 10,7 points de PIB dans le cadre d'une libéralisation des flux de capitaux alors qu'elle ne gagne que 2,5 points dans le cas d'une libéralisation commerciale.

permettent pas d'affirmer qu'ils sont systématiques. Ils ne sont donc pas inclus dans MIRAGE, où la qualité des produits est supposée indépendante de l'origine des capitaux de la firme, et ne dépend que du pays de production.

D'un point de vue théorique, la modélisation des IDE dans MIRAGE doit être compatible avec celle utilisée pour l'investissement national, et elle doit être cohérente avec un comportement rationnel des investisseurs dans l'affectation de leur épargne. Le taux de rémunération du capital est dans ce contexte un déterminant naturel de la répartition entre secteurs et entre pays. En revanche, ce taux de rémunération incorpore l'influence de plusieurs déterminants des IDE identifiés dans la littérature empirique, (voir par exemple Chakrabarti, 2001, pour un survey récent) comme la taille du marché, son taux de croissance ou le potentiel marchand. Il serait donc incohérent de prendre en compte ces déterminants en plus du taux de rémunération sectoriel du capital. Enfin, les études empiriques montrent que l'élasticité de l'investissement à la rémunération du capital est finie.

Sur la base de ces différents éléments, une formulation unique de détermination de l'investissement est utilisée, qu'il soit domestique ou étranger¹⁹. Elle procède d'une allocation de l'épargne des agents entre les différents secteurs des différentes zones, en fonction de la structure initiale de leur épargne, du stock de capital courant et du taux de rendement sectoriel sur le capital, avec une élasticité α :

$$\frac{PK_S I_{irs}}{S_r} = \frac{A_{irs} PK_S K_{is} e^{\alpha w k_{is}}}{\sum_{i,s} A_{irs} PK_S K_{is} e^{\alpha w k_{is}}} \quad (2)$$

où PK_S est le prix du bien de capital dans le pays s , S_r est l'épargne du pays r , I_{irs} est l'investissement de l'agent représentatif du pays r vers le secteur i du pays s , K_{is} est le stock de capital dans le secteur i du pays s , A_{irs} est un paramètre calibré, $w k_{is}$ est le taux de rémunération du capital dans le secteur i du pays s , α est un paramètre. Le bien de capital utilisé pour l'investissement dans la région s est le même que celui qui constitue l'investissement local de la région s .

De manière équivalente, il est possible d'introduire une variable endogène B_r et de réécrire le problème sous la forme :

$$\begin{aligned} I_{irs} &= B_r A_{irs} K_{is} e^{\alpha w k_{is}} \\ \sum_{i,s} PK_S I_{irs} &= S_r \end{aligned} \quad (3)$$

19. Les phénomènes de contournement de barrières (tariff-jumping) ne sont pas pris en compte car ce mécanisme ne peut être modélisé de manière cohérente sans un modèle de la firme multinationale (voir par exemple Markusen et Venables, 2000).

En définissant R_r par
$$e^{\alpha R_r} = \frac{\sum_{i,s} A_{irs} PK_s K_{is}}{\sum_{i,s} A_{irs} PK_s K_{is}} e^{\alpha w k_{is}}$$

la relation (2) devient :

$$\frac{PK_s I_{irs}}{S_r} = \frac{A_{irs} PK_s K_{is}}{\sum_{i,s} A_{irs} PK_s K_{is}} e^{\alpha (w k_{is} - R_r)} \quad (4)$$

Le paramètre R_r peut être interprété comme un coût d'opportunité (taux de dépréciation et prime de risque inclus) du capital levé dans le pays r . α , l'élasticité au différentiel de rendement, détermine la vitesse d'ajustement du stock de capital²⁰.

Deux sortes d'IDE sont considérées : rachat d'entreprises existantes (*brownfield investment*) ou création de nouvelles firmes (*greenfield investment*). Le premier type est supposé constituer deux tiers du total, le second un tiers. Dans tous les cas, l'IDE augmente le stock de capital. En revanche, le rachat de firmes existantes n'a aucun effet sur le nombre de firmes dans le secteur, tandis que l'investissement par création d'entreprise augmente immédiatement le nombre de firmes.

Hormis les revenus du capital et les profits, qui sont rapatriés dans le pays source, les filiales étrangères implantées dans la région s ont exactement les mêmes caractéristiques que les entreprises nationales de la région s . Aucune hypothèse de diffusion technologique ni de complémentarité avec les flux commerciaux n'est donc faite ici. Un certain nombre de travaux ont pourtant mis en évidence des mécanismes de ce type, mais ils ne sont pas systématiques ni suffisamment robustes pour pouvoir être intégrés dans un modèle destiné à des utilisations variées. À titre d'illustration, une simulation avec externalité technologique est néanmoins présentée ci-dessous.

Cette modélisation repose sur l'hypothèse que l'IDE répond à une logique industrielle, différente des autres types de financements extérieurs, dont la logique est plus strictement financière. En conséquence, le bouclage macroéconomique suppose que *le solde de la balance des capitaux hors IDE est exogène*, égal à sa valeur à l'année de base. Le solde courant dépend donc du flux d'IDE net ; par exemple, un pays dont les entrées nettes d'IDE augmentent accroît ses possibilités de financement extérieur. La relation comptable s'écrit :

Solde capitaux = IDE_{entrant} - IDE_{sortant} + solde exogène.

20. Ce paramètre ne peut être calibré. Pour déterminer une valeur adaptée, deux modèles statiques ont été construits, correspondant à une version de court et de long terme de MIRAGE. La valeur retenue ($\alpha = 40$) a été alors choisie de sorte que, pour différents chocs commerciaux, la moitié de l'ajustement du stock de capital vers sa cible de long terme se déroule en quatre ans environ.

La dynamique

L'adaptation à un choc de politique commerciale n'est ni instantanée ni indolore. Une approche dynamique est donc utile pour permettre d'étudier la phase d'ajustement correspondante, c'est-à-dire les impacts de court et de moyen termes. En outre, un certain nombre d'effets sont dynamiques, dans le sens où ils sont intrinsèquement liés à un processus d'accumulation ou d'évolution, et sont difficiles à prendre en compte dans un cadre statique. Ces effets sont essentiellement de deux ordres : d'une part, les politiques commerciales peuvent influencer sur le stock de capital dans l'économie, par l'intermédiaire de leur impact sur le revenu ou sur le taux d'épargne (voir notamment Baldwin, 1989) ; d'autre part, elles peuvent avoir un effet sur l'évolution du capital humain et de la technologie. Chacun de ces deux types d'effets est susceptible d'atteindre des ordres de grandeur très supérieurs (pour les gains comme pour les pertes) à ceux des effets dits statiques, comme le montrent les résultats de Baldwin (1989, 1992) ou François, Mac Donald et Nordström (1995) à propos de l'effet sur l'accumulation de capital, ou ceux de Baldwin et Forslid (1999) ou de la Banque mondiale (2001) pour l'introduction d'une externalité technologique liée à l'ouverture commerciale. Or, les études empiriques ne permettent pas de dégager une conclusion tranchée quant à l'existence de ces effets de croissance (voir Fontagné et Guérin, 1997, pour une revue de cette littérature). Dans ces conditions, la prudence est nécessaire pour éviter que l'essentiel des résultats ne dépende d'une hypothèse aux fondements douteux. En conséquence, aucune externalité technologique liée à l'ouverture commerciale n'est prise en compte dans MIRAGE, et l'accumulation de capital humain est exogène. Quant à l'effet induit sur le stock de capital, seul celui issu de l'évolution du revenu est pris en compte, puisque le taux d'épargne est supposé constant. Le solde des IDE peut toutefois induire un effet supplémentaire sur le stock de capital, mais son ampleur reste *a priori* limitée.

La dynamique du modèle est exclusivement de nature séquentielle, si bien que l'équilibre peut être résolu pour chaque période successivement. L'horizon temporel peut être choisi librement, le plus souvent de l'ordre de quinze à vingt ans. Pour tous les facteurs autres que le capital, le taux de croissance est fixé de manière exogène. Le modèle ne considère pas de progrès technique dans le scénario de référence.

À chaque période, les facteurs mobiles s'ajustent instantanément (sous la contrainte d'unicité de leur taux de rémunération dans chaque économie), tandis que le stock de capital ne s'ajuste que par l'investissement. Enfin, dans le même temps, le nombre de firmes dans les secteurs en concurrence imparfaite évolue, selon les modalités définies ci-dessus. Le modèle n'inclut donc aucun coût d'ajustement explicite. En revanche, des inerties sont associées à l'ajustement du stock de capital et du nombre de firmes (c'est-à-dire de variétés), si bien que les valeurs de ces variables sectorielles peuvent être sous-optimales, induisant ainsi des coûts d'ajustement implicites.

■ ILLUSTRATION : IMPACT D'UNE LIBÉRALISATION ENTRE L'UNION EUROPÉENNE ET SA PÉRIPHÉRIE, ET SENSIBILITÉ AUX PRINCIPALES HYPOTHÈSES

Pour illustrer le type de contribution que MIRAGE peut apporter à l'étude appliquée des politiques commerciales, cette section s'appuie sur la simulation des conséquences d'une libéralisation entre l'UE et sa périphérie (pays d'Europe centrale et orientale et du Maghreb, Turquie). La désagrégation retenue pour ce faire distingue cinq régions et onze secteurs (voir détails en annexe), et les conséquences de l'accord sont simulées jusqu'à un horizon temporel de treize ans. Le niveau initial des barrières aux échanges par secteur (équivalent tarifaire des droits *ad valorem*, des droits spécifiques, des quotas tarifaires, des prohibitions et des droits antidumping) entre l'UE et sa périphérie, tel qu'il est mesuré par la base MACMaps, est donné dans le TABLEAU 1. Les simulations se basent sur l'hypothèse que ces barrières sont totalement supprimées, en quatre étapes égales. Quatre ans après l'accord, les deux régions sont donc en situation de libre-échange.

Tableau 1 - Niveau initial des barrières aux échanges par secteur entre l'UE et sa périphérie

	En %	
	Barrières imposées par l'UE	Barrières imposées par sa périphérie
Agriculture et agro-alimentaire	12,7	21,4
Textile-habillement	9,6	8
Matières premières	1,5	4,3
Autres produits manufacturés	3,4	7,4
Véhicules	2,9	17
Industrie chimique	3,3	5
Équipement	2,7	4,3

Source: MACMaps.

Une simulation effectuée avec la version de base de MIRAGE permet de mettre en lumière les principaux mécanismes à l'œuvre, et d'évaluer quelles pourraient être les conséquences de l'accord envisagé. Pour évaluer la pertinence et la portée des choix de modélisation les plus décisifs effectués dans la conception du modèle, les résultats obtenus avec MIRAGE sont ensuite comparés à ceux obtenus en modifiant quatre hypothèses clés, concernant respectivement la substituabilité par gamme de qualité, les imperfections de la concurrence, l'IDE et la structure dynamique du modèle.

Résultats des simulations avec la version standard du modèle

L'impact le plus direct de la suppression des barrières aux échanges entre l'Union européenne et sa périphérie est l'augmentation du commerce bilatéral entre ces deux zones (15,7 % en volume vers l'Union, 16,3 % vers la périphérie). L'accès préférentiel ainsi octroyé

aux producteurs de chacune des deux zones sur le marché du partenaire exerce, *ex ante*, une pression à la hausse de la demande externe qui leur est adressée. Sous l'hypothèse retenue de quasi-stabilité du solde de la balance courante (IDE mis à part), il s'ensuit à terme une appréciation réelle pour les deux régions, comparées aux régions tierces (TABLEAU 2). De ce fait, les exportations de l'Union européenne et de sa périphérie diminuent vers toutes ces zones.

Cet accès préférentiel lié à l'accord représente également un handicap relatif pour les importations en provenance de régions tierces, qui se trouvent de ce fait diminuées en volume sur chacun des deux marchés, en dépit de l'évolution des taux de change réels. En somme, l'effet de concurrence domine l'effet de taux de change réel. L'accord donne donc lieu à d'importants phénomènes de détournement de commerce. L'effet de concurrence subi par les exportateurs des zones tierces sur les marchés de l'Union et de sa périphérie est cependant loin d'être uniforme. Son ampleur dépend de la sensibilité à la concurrence des producteurs de la zone bénéficiant d'un accès privilégié, et cette sensibilité est déterminée par la similarité des spécialisations sectorielles, mais également par celle des gammes de qualité. Ainsi, l'accès préférentiel accordé sur le marché de l'Union aux producteurs de la périphérie pénalise plus directement les autres régions en développement, car elles produisent dans la même gamme de qualité que les pays de la périphérie, et leurs produits sont donc plus substituables. Inversement, les producteurs de la région "autres pays industrialisés" sont moins directement concurrencés. Les importations de l'Union en provenance de cette zone font d'ailleurs exception à la règle, puisque ce sont les seules qui augmentent, en dehors de celles entre parties contractantes. Pour les mêmes raisons, les importations de la périphérie européenne en provenance des autres pays industrialisés sont, de loin, les plus sensiblement affectées. Par ailleurs, il faut noter que les effets d'éviction sont beaucoup plus marqués sur le marché de la périphérie, parce que l'UE est un fournisseur beaucoup plus important pour elle, en termes relatifs, qu'elle ne l'est pour l'UE.

Tableau 2 - Variations de taux de change effectif réel

	En %			
	<i>t</i> + 1	<i>t</i> + 5	<i>t</i> + 10	<i>t</i> + 13
Autres pays industrialisés	- 0,01	- 0,05	- 0,05	- 0,05
Union européenne	0,15	0,57	0,52	0,50
Asie en développement	- 0,12	- 0,50	- 0,50	- 0,49
Périphérie de l'Europe	- 0,10	- 0,17	0,01	0,04
Autres pays en développement	- 0,09	- 0,35	- 0,31	- 0,30

Note: Le taux de change effectif réel est la moyenne des taux de change réels pondérés par les volumes de commerce. Une variation positive correspond à une appréciation.

Source: Calculs des auteurs.

Au niveau sectoriel (TABLEAU 3), c'est dans le secteur des produits agricoles et agroalimentaires que la libéralisation provoque les effets les plus nets, avec une augmentation des flux

bilatéraux en volume de 42 % vers la périphérie et de 37 % vers l'Union, treize ans après l'accord²¹. L'importance des gains de commerce dans ce secteur s'explique par le niveau élevé de protection initiale bilatérale, dont l'équivalent tarifaire est de 13 % pour l'Union et de 21 % pour sa périphérie. D'une façon générale, le niveau initial de protection explique en grande partie les ordres de grandeur de l'intensification du commerce au niveau sectoriel; l'augmentation forte des exportations de véhicules européens vers la périphérie (+ 47 %) constitue un autre exemple. Toutefois, le fort impact de l'accord sur les exportations d'habillement de la périphérie vers l'Union (68 %) ne s'explique pas tant par le niveau de protection initiale (9,6 %) que par la forte substituabilité des produits de ce secteur.

Le processus dynamique de réallocation des facteurs est bien illustré par l'évolution des exportations du secteur habillement de la périphérie vers l'Union. Cinq ans après la fin du processus de libéralisation (c'est-à-dire à la fin de la libéralisation complète), ces exportations sont supérieures de 53 % à leur niveau sans libéralisation. Dix ans plus tard, l'écart au sentier de référence est de 68 %, en raison de l'ajustement du stock de capital et de l'évolution du nombre des entreprises du secteur. Une partie non négligeable de l'ajustement s'effectue donc avec retard, et s'étale sur une période longue.

Les évolutions des variables macroéconomiques sont de faible ampleur car la protection commerciale initiale entre l'Europe et sa périphérie est relativement limitée, et les flux d'échange en jeu restent d'ampleur modérée au regard de la taille des zones, notamment pour l'Union européenne (TABLEAU 3). Cela étant, l'accord apparaît comme une source de gain pour l'UE (où le bien-être augmente de 0,09 %), alors qu'il est très légèrement défavorable à la périphérie (le bien-être y baisse de 0,01 %) ²². En effet, l'UE étant pour la périphérie le principal partenaire commercial, l'accord de libre-échange donne à cette zone une structure de protection très inefficace, puisqu'elle favorise très fortement une partie de ses importations. Une telle structure distorsive est néfaste, puisqu'elle amène souvent à choisir un fournisseur qui n'est pas le meilleur, mais seulement le plus favorisé. Dans ce cas, le gain obtenu par le consommateur est plus que compensé par la perte de recettes douanières subie par le gouvernement. Ce problème apparaît dès lors que la protection est discriminante entre les partenaires commerciaux. C'est le plus souvent le cas, et cela est notamment vrai pour les deux régions considérées ici. Mais l'accord augmente le caractère distorsif de leur protection et, du fait du poids relatif des deux zones, cette augmentation est beaucoup plus forte pour la périphérie, comme en témoigne la baisse des recettes douanières, qui atteint 1,2 point de PIB, ainsi que l'ampleur des effets d'éviction des importations tierces sur ce marché.

21. Sauf indication contraire, les chiffres commentés correspondent aux variations observées au terme de l'horizon temporel des simulations, c'est-à-dire treize ans après l'accord.

22. Notons que la périphérie est en revanche gagnante en terme de PIB (+ 0,08 %). La différence entre le PIB et l'utilité provient essentiellement de l'IDE. Les profits réalisés par les firmes étrangères sont en effet comptablement affectés au PIB de la périphérie, mais ils sont en fait rapatriés à la fin de chaque période, et ne procurent donc aucun gain de bien-être à la région.

Les rémunérations réelles de tous les facteurs augmentent, y compris dans la périphérie, car les prix baissent suite à l'ouverture. L'effet sur le bien-être est plus ambigu car en revanche l'agent régional subit la baisse de recettes fiscales correspondante.

Tableau 3 - Impact d'un accord de libre-échange entre l'UE et sa périphérie, simulé avec la version standard de MIRAGE

Principaux résultats, en %

	Variables macroéconomiques							
	UE				Périphérie			
	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13
Bien-être	0,02	0,06	0,08	0,09	-0,01	-0,11	-0,04	-0,01
PIB en volume	0,02	0,08	0,10	0,10	-0,01	-0,07	0,04	0,08
Termes de l'échange	0,13	0,51	0,48	0,47	-0,08	-0,21	-0,11	-0,09
Rémunération réelle du travail non qualifié	0,05	0,20	0,21	0,22	0,31	1,45	1,54	1,56
Rémunération réelle du travail qualifié	0,03	0,14	0,18	0,20	0,23	0,98	1,04	1,08
Rémunération réelle moyenne du capital	0,04	0,13	0,10	0,08	0,29	1,26	1,18	1,13
Rém. réelle moyenne ress. naturelles	0,03	0,16	0,20	0,22	0,37	1,26	1,12	1,13
Rémunération réelle de la terre	0,19	0,79	0,75	0,75	0,10	0,54	0,67	0,71
Exportations (en volume)	0,48	2,25	2,31	2,30	1,92	9,12	9,55	9,65
Importations (en volume)	0,52	2,30	2,24	2,20	1,71	8,12	8,34	8,36
Recettes douanières (en pts de PIB)	-0,02	-0,08	-0,08	-0,08	-0,28	-1,28	-1,25	-1,24

Commerce extérieur bilatéral pour l'ensemble des secteurs (en valeur)

	UE					Périphérie				
	Niveau initial	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13	Niveau initial	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13
Exportations vers :										
Autres pays industrialisés	50,73	-0,20	-0,83	-0,79	-0,77	5,62	-0,12	-0,48	-0,46	-0,43
Union européenne						17,74	3,04	14,58	15,43	15,67
Asie en développement	11,91	-0,36	-1,61	-1,62	-1,59	1,67	-0,23	-1,64	-2,06	-2,08
Périphérie de l'Europe	20,69	3,38	15,67	16,20	16,32					
Autres pays en développement	20,29	-0,29	-1,14	-1,05	-1,03	2,41	-0,15	-0,74	-0,79	-0,79

	UE					Périphérie				
	Niveau initial	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13	Niveau initial	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13
Importations en provenance de:										
Autres pays industrialisés	48,92	0,23	0,94	0,89	0,87	6,37	-2,47	-9,42	-9,11	-9,06
Union européenne						20,69	3,38	15,67	16,20	16,32
Asie en développement	14,34	-0,61	-3,12	-3,38	-3,35	1,74	-0,13	-1,60	-2,42	-2,62
Périphérie de l'Europe	17,74	3,04	14,58	15,43	15,67					
Autres pays en développement	15,47	-0,34	-1,42	-1,44	-1,46	2,12	-0,35	-0,99	-0,58	-0,53

Commerce bilatéral, par secteur (en volume)

	UE → Périphérie					Périphérie → UE				
	Niveau initial	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13	Niveau initial	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13
Agriculture et agro-alimentaire	1,86	8,43	41,75	42,63	42,80	0,94	8,34	38,39	37,50	37,38
Textile-habillement	1,83	5,31	22,54	21,47	21,25	2,55	9,00	53,74	65,26	68,31
Matières premières	0,94	2,48	10,53	10,93	11,09	4,75	1,06	4,10	3,74	3,66
Autres produits manufacturiers	1,76	3,18	14,02	14,47	14,58	1,63	2,92	11,69	11,14	11,12
Véhicules	1,95	9,21	44,99	47,27	47,49	0,80	4,62	15,95	12,85	12,89
Industrie chimique	3,69	1,87	8,23	8,71	8,83	2,05	2,43	9,70	9,33	9,33
Équipement	6,07	1,53	6,54	6,93	7,06	1,81	2,47	9,52	8,64	8,50
Construction	0,17	-0,33	-0,88	-0,49	-0,41	0,22	0,24	0,43	-0,02	-0,08
Transports	0,75	0,06	0,56	0,93	1,01	1,45	0,14	-0,09	-0,57	-0,62
Électricité, gaz et eau	0,14	0,12	0,95	1,41	1,50	0,15	0,24	0,11	-0,38	-0,41
Autres services	1,53	0,02	0,45	0,87	0,94	1,38	0,13	-0,33	-0,90	-0,97

Note: Toutes les variations sont exprimées en %, sauf celles des recettes douanières, exprimées en points de PIB. Pour les variations en valeur (commerce bilatéral), le numéraire est l'indice de prix moyen de la production mondiale. Les niveaux initiaux sont exprimés en dizaines de milliards de dollars de 1997.

Source: Calculs des auteurs.

Sensibilité à l'hypothèse de différenciation des produits par niveaux de qualité

Pour tenir compte des principales différences de qualité, les préférences des consommateurs sont modélisées, dans MIRAGE, en supposant que les produits en provenance des pays développés sont plus substituables entre eux qu'avec ceux en provenance des pays en développement. Cette hypothèse est une innovation dans ce type de modèle, et elle est susceptible d'influer fortement sur les résultats, dans la mesure où les valeurs des élasticités de substitu-

tion utilisées dans la fonction d'utilité sont parmi les paramètres les plus sensibles pour l'évaluation des conséquences de politiques commerciales. Une analyse de sensibilité est donc nécessaire, et elle est effectuée en comparant les résultats de la version standard de MIRAGE à ceux obtenus en supprimant cette hypothèse d'une substituabilité plus faible entre les biens provenant des deux zones de qualités²³.

Les différences de résultats sont sensibles dans l'évolution de la structure du commerce bilatéral (TABLEAU 4). L'impact d'une libéralisation commerciale sur le commerce peut être décomposé en un effet de taux de change réel et un effet de concurrence, qui favorise les parties contractantes sur le marché du (des) partenaires et défavorise les concurrents. Or, ce dernier effet est significativement affecté par l'hypothèse de différenciation par gamme de qualité, qui implique que la concurrence est nettement plus forte au sein de chaque gamme que d'une gamme à l'autre. Sans différenciation par gamme, l'effet de concurrence sur les importations en provenance des pays tiers devient de ce fait beaucoup moins discriminant géographiquement, même si des différences subsistent, liées à la spécialisation sectorielle des économies. Au lieu d'être concentré sur les autres pays industrialisés, le phénomène d'éviction devient alors sensible pour les importations en provenance de toutes les régions tierces, sur le marché de la périphérie. Du fait de leur spécialisation sectorielle particulière, les autres pays industrialisés gardent des exportations vers l'UE en hausse, mais moins nettement. Par ailleurs, l'abandon de l'hypothèse de différenciation par gamme donne une création de commerce bilatéral plus importante, car les biens de l'UE et de sa périphérie sont supposés plus substituables que dans la version standard.

L'hypothèse de différenciation par gamme influe donc sensiblement sur les conséquences attendues de l'accord en termes de commerce. Au niveau macroéconomique, la sensibilité des résultats est moins forte, et l'impact sur le bien-être dans l'Union est même inchangé. Pour la périphérie, cependant, les pertes de bien-être deviennent sensibles sous le modèle alternatif (- 0,15 %, au lieu de - 0,01 % dans le modèle standard). L'augmentation du caractère distorsif de la protection de cette zone au terme de l'accord a en effet des répercussions plus fortes²⁴ sur les flux de commerce dans la spécification alternative, ce qui en accentue les inconvénients.

23. Dans le modèle alternatif, un "étage" de l'arborescence de la fonction d'utilité est donc supprimé, les autres restant inchangés

24. Les conséquences sont moins contrastées entre partenaires, mais la création de commerce bilatéral est plus forte, et les phénomènes de détournement de commerce sont donc plus marqués.

Tableau 4- Impact de l'accord sur les flux commerciaux, avec et sans l'hypothèse de différenciation des produits par gamme de qualité

Commerce de l'Union européenne

	MIRAGE		Ss gammes qualité		MIRAGE		Ss gammes qualité		MIRAGE		Ss gammes qualité	
	Niveau initial	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13	t + 5	t + 10	t + 13	t + 5	t + 10	t + 13	
Exportations vers :												
Autres pays industrialisés	50,73	-0,20	-0,24	-0,83	-1,00	-0,79	-0,94	-0,77	-0,92			
Asie en développement	11,91	-0,36	-0,29	-1,61	-1,34	-1,62	-1,34	-1,59	-1,30			
Périphérie de l'Europe	20,69	3,38	4,23	15,67	20,16	16,20	21,07	16,32	21,35			
Autres pays en développement	20,29	-0,29	-0,24	-1,14	-1,00	-1,05	-0,93	-1,03	-0,92			
	Niveau initial	t + 1	t + 5	t + 10	t + 13	t + 5	t + 10	t + 13				
Importations en provenance de :												
Autres pays industrialisés	48,92	0,23	0,09	0,94	0,37	0,89	0,30	0,87	0,27			
Asie en développement	14,34	-0,61	-0,21	-3,12	-1,41	-3,38	-1,62	-3,35	-1,58			
Périphérie de l'Europe	17,74	3,04	3,85	14,58	18,73	15,43	19,97	15,67	20,31			
Autres pays en développement	15,47	-0,34	-0,05	-1,42	-0,24	-1,44	-0,35	-1,46	-0,41			

En %

Commerce de la périphérie de l'Union européenne

En %

	Niveau initial	t + 1	MIRAGE	Ss gammes qualité	MIRAGE	t + 5	Ss gammes qualité	MIRAGE	t + 10	Ss gammes qualité	MIRAGE	t + 13	Ss gammes qualité
Exportations vers :													
Autres pays industrialisés	5,62	-0,12	0,17	-0,48	0,74	-0,46	0,83	-0,43	0,87				
Union européenne	17,74	3,04	3,85	14,58	18,73	15,43	19,97	15,67	20,31				
Asie en développement	1,67	-0,23	0,16	-1,64	0,01	-2,06	-0,55	-2,08	-0,64				
Autres pays en développement	2,41	-0,15	0,24	-0,74	0,83	-0,79	0,59	-0,79	0,50				
Importations en provenance de :													
Autres pays industrialisés	6,37	-2,47	-1,97	-9,42	-7,35	-9,11	-6,71	-9,06	-6,54				
Union européenne	20,69	3,38	4,23	15,67	20,16	16,20	21,07	16,32	21,35				
Asie en développement	1,74	-0,13	-1,69	-1,60	-7,67	-2,42	-8,16	-2,62	-8,21				
Autres pays en développement	2,12	-0,35	-1,55	-0,99	-6,07	-0,58	-5,67	-0,53	-5,61				

Source : Calculs des auteurs.

Sensibilité à la prise en compte des imperfections de la concurrence

Depuis Krugman (1979) et Markusen (1981), notamment, l'importance de la prise en compte des imperfections de la concurrence dans l'étude des libéralisations commerciales a été abondamment documentée. Pour évaluer son influence dans le cas présent, les résultats de la version standard de MIRAGE sont comparés à ceux obtenus en supposant que tous les secteurs sont en concurrence parfaite, avec une production à rendements d'échelle constants. Pour l'UE, les résultats macroéconomiques restent quasiment inchangés, ce qui s'explique bien dans la mesure où, pour une grande région comme l'UE, les conditions de la concurrence sont principalement issues de la rivalité des firmes de la région entre elles, et ont peu de chances d'être sensiblement modifiées par un accord commercial avec une région relativement petite en comparaison. Il n'en est pas de même pour la périphérie, dont le marché intérieur est beaucoup moins vaste, et qui passe cet accord avec son principal partenaire commercial. Pour cette région, la perte d'utilité passe à 0,28 % en concurrence pure et parfaite. Autrement dit, la prise en compte des imperfections de la concurrence donne une appréciation beaucoup moins négative des conséquences de l'accord pour la périphérie.

La différence tient pour une part à l'effet pro-concurrentiel de l'accord. En effet, le commerce tend à accroître la concurrence et donc à réduire les marges des firmes. MIRAGE tenant compte de la possibilité qu'ont les firmes de fixer un prix spécifique à chaque marché ("pricing-to-market"), cet effet doit être évalué marché par marché (TABLEAU 5). Pour la périphérie, l'augmentation de la part de marché des firmes dans l'UE leur permet d'y accroître leur marge. Mais la concurrence accrue qu'elles subissent de la part des firmes de l'UE sur leur propre marché les obligent dans le même temps à y baisser leur marge. Cette baisse des marges sur le marché intérieur est source de gain de bien-être pour la région. De surcroît, elle induit à terme, lorsqu'elle domine l'effet sur le marché européen (c'est-à-dire dans la plupart des cas), une augmentation de la taille des firmes, donc une meilleure exploitation des économies d'échelle, source de baisse des coûts de production.

L'effet principal qu'engendre la concurrence imparfaite passe néanmoins par le nombre de variétés produites²⁵ dans chaque région. L'accord engendre en effet une hausse de production dans divers secteurs (surtout ceux bénéficiant vis-à-vis de l'UE d'un avantage comparatif), qui se traduit par une augmentation de la quantité produite par variété, mais aussi du nombre de variétés offertes (voir TABLEAU 6). En particulier, lorsque le nombre initial de variétés est assez élevé, la quantité produite par variété varie peu et c'est avant tout le nombre de variétés qui s'accroît. C'est notamment le cas pour le secteur du textile et de l'habillement dans la périphérie, où le nombre de variétés augmente de 18 %. Les consommateurs de toutes les régions ayant une préférence pour la variété, cette augmentation du nombre de variétés offertes accroît l'attractivité de l'agrégat des biens produits par les firmes de ce sec-

25. Qui correspond au nombre de firmes, puisque chaque firme produit une seule variété qui lui est propre.

teur dans la région. Cette amélioration se traduit par un nouveau gain de part de marché sur le marché européen, mais aussi par des gains sur tous les autres marchés.

Tableau 5 - Variation du taux de marge des firmes de la périphérie européenne, par marché

En %

	Union européenne	Périphérie de l'Europe	Autres pays industrialisés	Asie en développement	Autres pays en développement
Textile-habillement	0,017	- 0,088	- 0,003	- 0,004	- 0,003
Matières premières	0,026	- 0,006	- 0,003	- 0,003	- 0,004
Autres produits manufacturés	0,006	- 0,003	0,000	0,000	0,000
Véhicules	0,089	0,047	0,017	0,023	0,018
Industrie chimique	0,009	- 0,007	0,000	0,000	0,000
Équipement	0,026	0,002	0,004	0,004	0,003
Construction	- 0,002	0,001	- 0,002	0,000	- 0,001
Électricité, gaz et eau	- 0,008	0,038	- 0,010	- 0,001	0,001
Autres services	- 0,004	0,047	- 0,003	0,000	0,000

Source : Calcul des auteurs.

Tableau 6 - Impact sur le nombre de variétés dans la périphérie

En %

	$t + 1$	$t + 5$	$t + 10$	$t + 13$
Textile-habillement	0,79	10,52	16,73	18,00
Matières premières	- 0,01	- 0,08	- 0,15	- 0,16
Autres produits manufacturés	- 0,02	- 0,27	- 0,43	- 0,44
Véhicules	- 0,21	- 3,57	- 5,90	- 6,27
Industrie chimique	- 0,01	- 0,11	- 0,16	- 0,15
Équipement	- 0,04	- 0,49	- 0,92	- 1,02
Construction	0,00	- 0,03	- 0,03	- 0,02
Électricité, gaz et eau	- 0,01	- 0,12	- 0,20	- 0,21
Autres services	- 0,03	- 0,28	- 0,37	- 0,37

Source : Calcul des auteurs.

Pour mieux discerner les effets liés spécifiquement à l'évolution du nombre de variétés, une simulation a été effectuée en supposant inchangé le nombre de firmes (TABLEAU 7). Dans ce cas, toute augmentation de la production dans un secteur se traduit exclusivement par une augmentation de la production par variété, d'où des économies d'échelle. L'augmentation des profits qui s'ensuit incite les épargnants à investir dans ce secteur, dont le stock de capital augmente. Le coût marginal et donc le prix de vente sont réduits, si bien que là aussi les exportations bénéficient d'une augmentation supplémentaire due à la concurrence imparfaite. Ce phénomène est suffisamment important pour annuler en grande partie la détérioration des termes de l'échange que l'on obtiendrait en concurrence parfaite. On observe même une légère appréciation du taux de change effectif réel. Cela étant, la perte de bien-être

reste nettement plus sensible (0,12 %) dans ce cas que dans la version standard, ce qui confirme l'importance des gains liés à l'accroissement du nombre de variétés.

Sensibilité à la prise en compte de l'investissement direct étranger

Lorsque les IDE ne sont pas pris en compte, les différences de résultats les plus notables sont observées pour la périphérie de l'Union (TABLEAU 7), dont la baisse d'utilité atteint alors 0,08 %, au lieu de 0,01 %. L'impact de l'accord sur l'IDE est donc source de gain pour cette région. L'IDE est représenté dans MIRAGE comme un investissement ordinaire, de source étrangère mais sans incidence sur la technologie et le type de biens produits. Par conséquent, les effets induits par l'IDE sont seulement liés à leur impact sur le stock de capital et sur le nombre de firmes. L'ouverture commerciale améliorant la rentabilité du capital de la périphérie, elle accroît l'IDE à destination de cette région. Cela permet une accumulation de capital plus rapide dans la périphérie, d'où un accroissement du PIB. L'effet sur l'utilité est moins net, car les revenus du capital supplémentaire retournent chez l'investisseur, si bien que seule l'amélioration de la productivité du travail impliquée par l'accroissement du stock de capital bénéficie aux ménages locaux.

Contrairement à l'hypothèse adoptée dans la version de base du modèle, certaines études suggèrent que l'IDE influe positivement sur la productivité du secteur récipiendaire. Aucun mécanisme de ce type n'est présent dans la version de base de MIRAGE, dans la mesure où leurs fondements empiriques ne permettent pas de les considérer comme des mécanismes suffisamment systématiques et robustes, à notre sens. Il est néanmoins utile d'en évaluer les conséquences. Une simulation alternative a donc été réalisée où l'on suppose que la productivité globale des facteurs est accrue en proportion de la part de l'investissement direct étranger sectoriel dans l'investissement sectoriel total, avec une élasticité de 5 %²⁶. L'impact de cette hypothèse est déterminant, puisqu'il conduit à une augmentation de l'utilité de la périphérie de près de 1 %, alors que toutes les simulations effectuées précédemment obtenaient une légère baisse. Les impacts en termes commerciaux sont également plus forts.

Ces résultats montrent bien à quel point une hypothèse d'externalité technologique peut influencer sur l'évaluation globale. Une libéralisation induit souvent un impact positif sur l'IDE, même si cela n'est pas systématique. Dès lors, supposer que l'IDE est source de gain de productivité donne nécessairement une évaluation beaucoup plus optimiste des conséquences d'un tel accord, et les ordres de grandeur peuvent en être complètement modifiés, comme cela est le cas ici. Ce type d'hypothèse est donc à manipuler avec la plus grande prudence, puisqu'il préempte largement les résultats des simulations, alors même que l'on ne peut pas considérer comme systématique cette externalité technologique. Les mêmes commentaires sont valables à propos de l'hypothèse, effectuée dans un certain nombre d'études (voir par

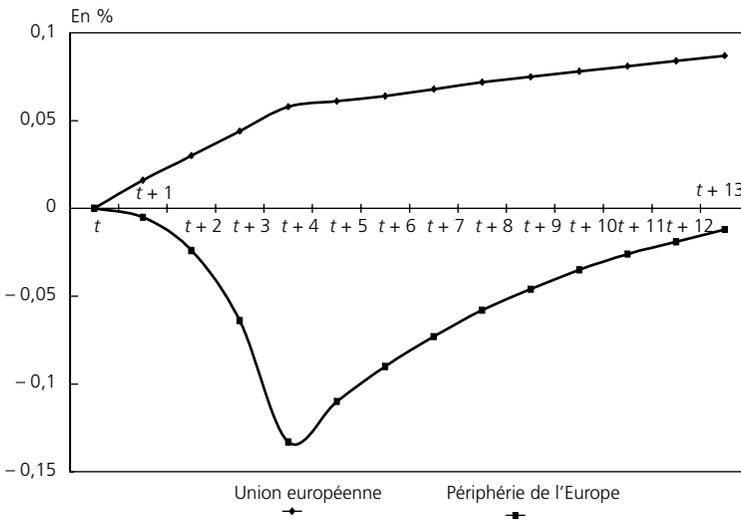
26. Si l'IDE représente 10 % de l'investissement total, la productivité globale des facteurs augmente de 0,5 % par rapport à la productivité de l'année précédente.

exemple Banque mondiale, 2001, ou Rutherford et Tarr, 2002), selon laquelle les flux commerciaux sont à l'origine d'une externalité technologique.

Sensibilité à la structure dynamique

La dynamique séquentielle du modèle et les hypothèses de rigidité adoptées (spécificité du capital installé) impliquent que le rendement du capital peut différer d'un secteur à l'autre après un choc (TABLEAU 7). Par ailleurs, la réponse à un choc commercial n'est pas immédiate, car un certain temps est nécessaire pour que le stock de capital s'ajuste aux nouvelles conditions économiques. Ce phénomène est bien illustré par les courbes de bien-être (GRAPHIQUE 1), où l'on voit que l'évolution se poursuit au-delà des quatre années de l'accord.

Graphique 1 - Impact sur le bien-être des deux régions contractantes



À titre de comparaison, une simulation est effectuée en supposant que le capital est parfaitement et immédiatement mobile entre secteurs. L'investissement obéit alors à la même logique que dans la version standard, mais n'est pas affecté à un secteur particulier. Il accroît le stock de capital de chaque économie, dont la répartition par secteur est effectuée sous la contrainte d'égalité des taux de rendements.

Sous cette formulation alternative, les effets de l'ouverture commerciale s'affirment plus rapidement, mais à long terme on décèle à peine la différence avec la version standard. Cela est dû à l'élasticité relativement élevée retenue pour décrire les choix des investisseurs en fonction de la rentabilité du capital. Cette forte réactivité des investisseurs contribue à une égalisation rapide des taux de rendement, si bien que l'on rejoint l'hypothèse de capital mobile.

Partie B : Périphérie de l'Union européenne

	t + 1				t + 5				t + 13												
	MIRAGE	Ss gammes qualité	CPP	Sans IDE	Capital Mobile	Nb fixe de firmes	Ext'té IDE	MIRAGE	Ss gammes qualité	CPP	Sans IDE	Capital Mobile	Nb fixe de firmes	Ext'té IDE							
Bien-être	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	0,02	-0,01	-0,01	-0,11	-0,17	-0,27	-0,14	-0,08	-0,16	0,26	-0,01	-0,15	-0,28	-0,08	-0,03	-0,12	0,95
PIB en volume	-0,01	-0,03	-0,02	-0,02	0,01	-0,02	-0,01	-0,07	-0,15	-0,20	-0,15	-0,04	-0,11	0,21	0,08	-0,06	-0,14	-0,10	0,07	-0,02	0,89
Termes de l'échange	-0,08	-0,18	-0,13	-0,10	-0,03	-0,09	-0,08	-0,21	-0,62	-0,68	-0,32	-0,09	-0,34	-0,15	-0,09	-0,50	-0,74	-0,18	-0,09	-0,27	0,14
Tx de change effectif réel	-0,10	-0,21	-0,17	-0,12	-0,03	-0,12	-0,11	-0,17	-0,61	-0,78	-0,28	-0,09	-0,29	0,01	0,04	-0,33	-0,78	-0,05	-0,09	-0,09	0,39
Rém. réelle travail non qualifié	0,31	0,27	0,28	0,30	0,33	0,30	0,30	1,45	1,33	1,23	1,39	1,49	1,37	1,70	1,56	1,41	1,27	1,40	1,55	1,45	2,29
Rém. réelle travail qualifié	0,23	0,23	0,20	0,22	0,21	0,24	0,22	0,98	0,96	0,86	0,91	0,92	1,09	1,18	1,08	0,89	0,95	0,84	1,05	1,21	1,80
Rém. réelle moy. du capital	0,29	0,27	0,28	0,28	0,31	0,29	0,29	1,26	1,27	1,13	1,28	1,28	1,25	1,44	1,13	1,26	0,98	1,29	1,13	1,17	1,42
Rém. réelle ress. naturelles	0,37	0,47	0,41	0,39	0,22	0,38	0,37	1,26	1,73	1,75	1,33	0,93	1,40	1,09	1,13	1,35	1,78	1,05	1,08	1,32	1,07
Rém. réelle de la terre	0,10	-0,11	0,11	0,10	0,13	0,10	0,09	0,54	-0,45	0,58	0,51	0,60	0,52	0,71	0,71	-0,38	0,67	0,61	0,71	0,65	1,34
Exportations (en volume)	1,92	2,55	1,70	1,96	2,04	1,90	1,92	9,12	12,26	7,84	9,25	9,49	8,95	9,40	9,65	13,03	8,03	9,54	9,68	9,46	10,44
Importations (en volume)	1,71	2,21	1,54	1,67	1,84	1,70	1,71	8,12	10,78	6,96	7,88	8,44	8,02	8,50	8,36	11,36	6,92	8,13	8,38	8,21	9,12
Recettes douanières (pts de PIB)	-0,28	-0,27	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,27	-1,28	-1,29	-1,31	-1,30	-1,28	-1,28	-1,21	-1,24	-1,25	-1,29	-1,26	-1,24	-1,23	-1,08

Note: Les intitulés de colonne indiquent la nature du modèle utilisé, c'est-à-dire la nature des modifications introduites par rapport à MIRAGE.

"Ss gammes qualité": sans l'hypothèse d'une substituabilité plus faible entre les biens provenant des deux zones de qualités; "CPP": concurrence pure et parfaite; "Capital Mobile": parfaite mobilité intersectorielle du capital; "Sans IDE": sans prise en compte de l'IDE; "Nb fixe de firmes": nombre fixe d'entreprises/variétés; "Ext'té IDE": prise en compte d'une externalité technologique liée à l'IDE.

Source: Calculs des auteurs.

La phase transitoire laisse peu de traces sur les résultats à long terme, notamment parce qu'aucun coût d'ajustement explicite n'est pris en compte, en dehors du caractère sous-optimal de l'allocation du stock de capital.

■ CONCLUSIONS

Le modèle MIRAGE fait la synthèse des principaux développements récents des MEGC appliqués aux politiques commerciales, et propose un certain nombre d'innovations. Il décrit les imperfections de la concurrence, la différenciation horizontale des produits, les délais et coûts d'ajustement. Il introduit en outre la notion de qualité des produits, pour analyser plus finement les phénomènes de concurrence, et le cas échéant de détournement de commerce. Il propose une modélisation explicite, cohérente et réaliste, des IDE. Enfin, il s'appuie sur une mesure très détaillée et complète des barrières aux échanges. Les simulations présentées dans cet article montrent bien l'importance de ces choix principaux dans l'évaluation de l'impact d'un choc de libéralisation. Par ailleurs, le modèle est conçu pour une gamme variée d'applications, dont les spécificités peuvent appeler des modifications, ajouts ou soustraction, à la base de données comme à la spécification du modèle.

Un certain nombre de développements seraient souhaitables, dans un futur proche :

- la prise en compte de la qualité est ici rudimentaire. Des approfondissements seraient utiles, pour mieux tirer partie des études empiriques de la différenciation verticale des produits et de la spécialisation par gamme dans le commerce international ;
- le traitement des IDE a fait l'objet d'une attention particulière, pour concilier cohérence théorique et réalisme empirique. C'est une étape importante, mais les développements de la théorie des firmes multinationales (Markusen et Venables, 2000 par exemple) mériteraient d'être mieux intégrés dans le modèle ;
- le même modèle structurel est appliqué à toutes les économies. Il est difficile de procéder autrement dans un modèle mondial destiné à des utilisations variées. Cela reste néanmoins une hypothèse très forte, et un traitement différencié pourrait être envisagé, en particulier pour les PVD ;
- l'agriculture est modélisée de la même façon que l'industrie. Même si le modèle n'est pas spécifiquement destiné à l'étude des politiques commerciales agricoles, une description plus réaliste de ce secteur et des politiques de soutien qui y sont menées serait souhaitable.

Cette liste est loin d'être exhaustive, tant sont variées les questions de politique commerciales et les problèmes méthodologiques que soulève leur étude. L'objectif de MIRAGE est de constituer un outil performant d'analyse quantifiée des chocs de politique commerciale, en tenant compte de façon satisfaisante et robuste de leurs principaux canaux de transmission systématique, pour éclairer les débats publics comme les décideurs politiques. Des doutes sont souvent exprimés quant à l'adéquation des MEGC à de tels objectifs, ce type de modèles étant accusé de fournir une vision caricaturale, voire orientée, des économies, et notamment des conséquences de la libéralisation. Un modèle n'est pourtant que l'expression

quantifiée d'un certain nombre de mécanismes bien identifiés et robustes. La question importante tient à son utilisation. Des simulations de MEGC ne sont pas un point d'arrivée de l'analyse, qui donnerait une réponse définitive à la question de l'impact de telle ou telle décision de politique commerciale. Ce n'est au contraire qu'un point de départ permettant, à partir d'évolution des schémas de protection souvent très complexes, d'offrir un chiffrage synthétique de mécanismes de base. L'interprétation requiert ensuite une analyse adaptée, tenant compte de la problématique posée et des mécanismes importants non inclus dans le modèle.

C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les choix effectués dans la conception de MIRAGE ont été guidés par le souci de ne prendre en compte que des mécanismes systématiques et robustes. Ce choix de prudence permet de considérer les résultats des simulations comme une base de travail solide, dont les tenants et les aboutissants sont bien identifiés.

ANNEXE 1

Sources des données

La base GTAP 5 est utilisée pour les données de production, d'utilisation de facteurs, de biens intermédiaires, de consommation, de commerce (prix fab et caf) et de transport. GTAP 5 peut distinguer jusqu'à 5 facteurs de production, 57 secteurs, et 66 zones géographiques. Toutes les données sont en valeur (\$ US). L'année de référence est 1997.

Les données d'investissement proviennent des *World Investment Directory* des Nations Unies. Ces données comportent cependant de nombreux trous : quand il n'y a pas d'information disponible sur la répartition initiale des IDE entre secteurs, nous avons fait l'hypothèse que les stocks de départ étaient proportionnels à l'utilisation de capital par les entreprises. Ces données sont en stocks : les flux annuels initiaux ont été estimés égaux à 15 % des stocks²⁷.

Les prévisions d'évolution démographiques sont tirées des annuaires des Nations Unies. Les évolutions des stocks des différents facteurs sont recalculées de manière spécifique pour chaque application selon les hypothèses retenues (rattrapage, migration, etc.).

Les données de protection sont issues de la base MAcMaps (voir Bouët et alii, 2002)²⁸. Elles sont donc différentes de celles de GTAP 5, ce qui nécessite un rééquilibrage de la base de données. En effet, lorsqu'on change les droits de douane, cela modifie la valeur taxes comprises des trois types de consommation. Pour le bien de capital et la consommation finale, cela n'introduit pas de déséquilibre car la taxe correspondante retourne à l'agent régional. Pour la consommation intermédiaire, la valeur du produit s'en trouve augmentée. Le rééquilibrage est effectué en affectant l'excédent de production à la consommation finale. D'une façon générale, les consommations intermédiaires importées représentent une faible part de la consommation intermédiaire totale, et les modifications tarifaires sont mineures, donc l'impact est faible (2 ou 3 %).

Le taux de dépréciation du capital est fixé à 4 %.

Le modèle MIRAGE est écrit sous GAMS (*General Algebraic Modelling System*).

27. Sauf pour l'Union européenne où, cette règle donnant des résultats irréalistes, ce ratio a été fixé 3 % pour les matières premières et à 10 % dans les autres secteurs.

28. Sauf dans les services, non couverts par MAcMaps, où les données de protection sont issues de la base GTAP.

ANNEXE 2

Agrégation retenue pour les simulations

Classification sectorielle

Secteurs	Type de concurrence	Type d'ajustement
Agriculture et agro-alimentaire	Parfaite	–
Autres produits primaires	Imparfaite	Fragmenté
Textile et habillement	Imparfaite	Fragmenté
Produits chimiques	Imparfaite	Segmenté
Véhicules	Imparfaite	Segmenté
Biens d'équipement	Imparfaite	Fragmenté
Autres produits manufacturiers	Imparfaite	Fragmenté
Eau, gaz et électricité	Imparfaite	Segmenté
Logement	Imparfaite	Fragmenté
Autres services	Imparfaite	Fragmenté
Transport et commerce	Parfaite	–

Agrégation géographique

Régions	Niveau de développement	Part dans le PIB mondial en 1997 (%) ^(*)
Europe	Nord	29,2
Périphérie européenne	Sud	4,4
Reste des pays industrialisés	Nord	50,3
Asie en développement	Sud	6,4
Autres pays en développement	Sud	9,7

(*) Source : Base de données GTAP 5.

Composition des régions :

Europe : Union européenne et Association européenne de libre-échange (Norvège, Suisse, Islande, Liechtenstein).

Périphérie européenne : Accord de libre-échange d'Europe centrale (Pologne, Hongrie, République Tchèque, Slovaquie, Roumanie, Slovénie, Bulgarie), pays de l'ex-URSS, Afrique du Nord (Turquie, Maroc, Algérie, Tunisie, Égypte, Libye).

Reste des pays industrialisés : ALENA, Australie, Nouvelle-Zélande, Japon, Corée du Sud, Hongkong, Taïwan, Singapour.

Asie en développement : autres pays d'Asie.

Autres pays en développement : autres pays d'Afrique et Amérique du sud.

ANNEXE 3

Une nouvelle procédure de calibrage en concurrence imparfaite

La structure théorique du modèle étant définie, l'hypothèse d'équilibre à l'année de référence impose un certain nombre de contraintes sur les paramètres. Si un certain nombre de paramètres peuvent être librement choisis, d'autres doivent en revanche être déduits à partir de ces contraintes : tel est l'objet de la procédure de calibrage. Dans tous les cas, cette procédure sert notamment à déterminer les coefficients de répartition des fonctions de production et d'utilité du modèle²⁹. Le calibrage est notamment problématique lorsque l'on introduit la différenciation horizontale des produits, les économies d'échelle et la concurrence imparfaite, comme c'est le cas ici. Pour chaque secteur, trois types de paramètres doivent en effet être déterminés.

L'élasticité de substitution entre biens. De fait, dès lors qu'une fonction d'utilité imbriquée est utilisée, plusieurs élasticités de ce type doivent être déterminées : tout d'abord, l'élasticité d'Armington, décrivant la substituabilité entre biens locaux et étrangers ; ensuite l'élasticité de Dixit-Stiglitz entre les différentes variétés. Dans MIRAGE, deux autres élasticités sont prises en compte car l'arborescence de la demande est un peu plus complexe. Étant donné la rareté des estimations fiables et les exigences de cohérence dans les valeurs choisies aux différents niveaux, ces élasticités sont rarement déterminées de manière indépendantes. Généralement, un degré de liberté seulement est utilisé pour la détermination de ces paramètres ;

Le paramètre décrivant les **économies d'échelle** peut être au choix l'élasticité d'échelle, le ratio de désavantage de coût (*cost-disadvantage ratio*, souvent noté CDR)³⁰ ou le coût fixe unitaire, selon la forme de la fonction retenue. Sous l'hypothèse de profit nul à l'année de référence, le taux de marge peut également être utilisé car il est directement relié au ratio de désavantage de coût.

L'intensité de la concurrence doit être caractérisée par le degré de concentration (généralement via un indice d'Herfindhal) ou par un nombre équivalent de firmes.

Ces trois paramètres ne peuvent être déterminés de manières totalement indépendantes car ils sont reliés par la contrainte de profit nul. Celle-ci est donc utilisée pour calibrer l'un d'entre eux. Ainsi, Gasiorek, Smith et Venables (1992) utilisent les élasticités d'échelle et le nombre équivalent de firmes pour déterminer les élasticités de substitution. Mercenier (1992) utilise les élasticités de substitution et le nombre équivalent de firmes pour calibrer les coûts fixes. Cortes et Jean (1996) calibrent eux le nombre équivalent de firmes en partant des valeurs des élasticités de substitution et des taux de marge. Même si le recouplement imparfait des classifications sectorielles ne facilite pas les comparaisons, les résultats obtenus sont très clairement différents, y compris pour des secteurs similaires.

29. Dans une fonction de production de type Cobb-Douglas, par exemple, les exposants des différents facteurs de production sont égaux à leur parts dans la valeur ajoutée. Ils ne peuvent donc être choisis librement ; ils doivent être calculés à partir des données de l'année de base.

30. Ce ratio est égal au coût moyen auquel fait face une entreprise du secteur sur son coût variable quand celui-ci est constant. On peut donc le voir comme le désavantage de coût pour une entreprise induit par sa "petite" taille.

Comme souligné par la diversité des méthodes utilisées, des informations sont disponibles sur chacun des trois groupes de paramètres. En fonction de leur avis sur la fiabilité respective des données, les auteurs retiennent deux de ces valeurs pour calibrer la troisième. Cette méthode pose un problème de cohérence car elle ignore une partie de l'information disponible (valeur du troisième paramètre et variances des trois) et s'avère peu robuste.

L'approche retenue ici vise à corriger ces biais en tirant parti de toutes les données disponibles, tant les valeurs que les variances des trois ensembles de paramètres. Ces informations sont interprétées comme des estimations des "vraies" valeurs et variances. Pour chaque secteur, les valeurs retenues dans le modèle sont alors choisies afin de minimiser la distance à ces estimations sous respect de la contrainte imposée par la condition de profit nul. On a ainsi :

$$\{\sigma_i, CDR_i, n_i\} = \underset{\sigma_i, CDR_i, n_i}{\text{ArgMax}} \left\{ \frac{1}{V(\ln \hat{\sigma}_i)} \left(\ln \left(\frac{\sigma_i}{\hat{\sigma}_i} \right) \right)^2 + \frac{1}{V(\ln \hat{CDR}_i)} \left(\ln \left(\frac{CDR_i}{\hat{CDR}_i} \right) \right)^2 + \frac{1}{V(\ln \hat{n}_i)} \left(\ln \left(\frac{n_i}{\hat{n}_i} \right) \right)^2 \right\} \quad (\text{A.1})$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sigma_i > 1, CDR_i > 0, n_i > 1 \\ \pi_i(\sigma_i, CDR_i, n_i) = 0 \end{cases}$$

où, pour le secteur i , σ_i est l'élasticité d'Armington, CDR le ratio de désavantage de coût (*Cost-Disadvantage Ratio*), et n_i le nombre de firmes symétriques. Une variable chapeauté est une estimation, et V désigne la variance. La contrainte est la condition de profit nul qui ne dépend que de ces trois paramètres.

Il faut noter que cette procédure englobe les méthodes utilisées précédemment : calibrer un des trois paramètres à partir des deux autres revient à fixer une variance infinie pour l'estimation du paramètre ainsi calibré.

Les valeurs initiales et calibrées des élasticités, taux de marge et nombre équivalent de firmes à l'année de base sont données en TABLEAU A3.1. Les sources sont les suivantes :

Élasticités de substitution : elles découlent des valeurs fournies dans la base GTAP5 sur les élasticités d'Armington. Les élasticités entre niveaux de CES différentes sont supposées reliées entre elles par une formule linéaire : l'élasticité d'un étage supérieur dans la fonction d'utilité est égal à la moyenne de l'unité et de l'élasticité de l'étage inférieur. Ces élasticités ne diffèrent pas entre régions. Enfin, l'élasticité dans la LES-CES est fixée à 0,6.

Taux de marge : on dispose pour ce paramètre d'estimations nombreuses et relativement convergentes. Les valeurs retenues sont basées sur des estimations utilisant les méthodes de Werner (1995) et de Oliveira Martins et Scarpetta (1999) dans l'industrie, et de Oliveira Martins, Pilat et Scarpetta (1996) pour les services. Les valeurs européennes sont utilisées pour les régions du Nord et la différence entre le taux de marge et l'unité est accrue de 50 % pour les régions du Sud. Le ratio de désavantage de coût est directement relié au taux de marge.

Concentration : au premier abord, la concentration ou le nombre de firmes peuvent paraître comme le plus simple des paramètres à estimer, grâce aux données industrielles disponibles par catégories de taille. L'hypothèse de firmes symétriques à l'intérieur de chaque catégorie (sauf par exemple dans la catégorie supérieure où une distribution de Pareto peut être supposée comme chez Gasiorek, Smith et Venables, 1992) fournit de bonnes estimations de l'indice d'Herfindhal

pour le secteur. Mais le problème est ailleurs : les modélisations utilisées décrivent l'interaction des firmes sur un créneau de concurrence, mais la contrepartie empirique de cette notion n'est pas clairement définie. En particulier, un secteur ne constitue pas nécessairement un "créneau" unique de concurrence. Ainsi, un secteur donné dans la nomenclature choisie peut inclure différents créneaux de concurrence (*i.e.* firmes ou produits directement en concurrence), souvent appelés sous-secteurs. La décomposition de secteur en sous-secteurs est généralement faite de manière *ad hoc*. C'est ce qui est fait ici : les créneaux de concurrence sont supposés être de même taille sur tous les secteurs. Les estimations de Davies et Lyons (1996) sont utilisées comme première estimation du nombre de firmes par secteur en Europe. Le nombre de sous-secteurs dans chaque secteur est ensuite déterminé de manière à remplir en moyenne la relation (1), et à être proportionnel à la valeur de la production en Europe. Le nombre équivalent de firmes est ensuite calculé comme étant le ratio de l'estimation du nombre de firmes par le nombre de sous-secteurs (méthode similaire à celle employée par Smith et Venables, 1988). Ce nombre de firmes est supposé identique entre les différentes régions.

Les valeurs retenues pour la log-variance des estimations des paramètres (supérieures pour le nombre de firmes par rapport aux deux autres paramètres) reflètent l'idée que le nombre de firmes est l'estimation la plus incertaine de par la difficulté à déterminer le nombre de sous-secteurs. Ce choix est effectué à défaut d'une information mieux adaptée, mais la méthode développée ici a vocation, dans l'idéal, à être utilisée en tenant compte de la log-variance des estimations, telle qu'elle est évaluée dans les études économétriques.

Tableau A3.1- Paramètres sectoriels du modèle

Secteurs	Nombre équivalent de firmes par secteur										Taux de marge moyen				
	Élasticités Armington	Autres pays industriels	Union euro- péenne	Asie en dévelop.	Périphérie de l'UE	Autres pays en dévelop.	Autres pays industriels	Union euro- péenne	Asie en dévelop.	Périphérie de l'UE	Autres pays en dévelop.	Union euro- péenne	Asie en dévelop.	Périphérie de l'UE	Autres pays en dévelop.
Agriculture															
et agro-alimentaire	2,30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Habillement	4,54	27,4	7,4	23,4	11,2	6,1	1,083	1,083	1,087	1,084	1,083	1,087	1,084	1,083	1,083
Matière première	4,06	433,7	195,4	485,6	123,8	317,5	1,098	1,098	1,103	1,114	1,098	1,103	1,114	1,114	1,114
Produits manufacturiers	3,27	106,9	109,3	152,3	88,0	127,1	1,117	1,117	1,125	1,119	1,124	1,125	1,119	1,116	1,116
Véhicule	4,09	51,7	48,5	55,9	45,6	51,8	1,162	1,162	1,134	1,13	1,163	1,134	1,13	1,121	1,121
Industrie chimique	3,95	29,0	46,7	27,9	40,6	62,1	1,096	1,096	1,1	1,096	1,1	1,096	1,095	1,095	1,095
Équipement	4,19	11,5	17,7	10,5	11,3	27,9	1,175	1,175	1,164	1,133	1,187	1,164	1,133	1,123	1,123
Construction	4,55	22,1	8,7	15,1	16,8	12,6	1,109	1,109	1,11	1,106	1,11	1,106	1,109	1,105	1,105
Transport	4,35	3,9	4,2	2,9	3,8	3,9	1,142	1,142	1,162	1,167	1,179	1,162	1,167	1,157	1,157
Électricité, Gaz et Eau	4,45	26,2	42,8	28,4	57,6	40,4	1,184	1,184	1,177	1,174	1,183	1,177	1,174	1,171	1,171
Autre Service	1,90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Note : "n.d." signifie que le paramètre n'est pas défini.

Source : Calculs des auteurs à partir des références citées dans le texte.

ANNEXE 4

Les équations du modèle MIRAGE

■ NOTATIONS

Les indices i et j se réfèrent aux industries, r et s se réfèrent aux régions, t à la période.

■ DÉFINITION DES PARAMÈTRES

$\sigma_{VAj}, \sigma_{CAPj}, \sigma_C, \sigma_{IC}, \sigma_{KG},$ $\sigma_{GEOi}, \sigma_{ARMi}, \sigma_{IMPi}, \sigma_{VARi}$	Élasticité de substitution dans les fonctions de production et d'utilité, et dans la demande de consommation intermédiaire et de bien de capital
$cmin_{i,r}$	Consommation minimale de bien i dans la fonction d'utilité de la région r
$share_r$	Part de la consommation minimale dans la consommation totale
epa_r	Taux d'épargne
$\mu_{i,r,s}$	Demande de transport par volume transporté
θ_r	Part budgétaire de chaque région dans la production mondiale de transport
a_T	Coefficient d'échelle de la Cobb-Douglas de transport de marchandise
$taxp_{i,r}, taxexp_{i,r,s}$ $taxcc_{i,s}, taxkgc_{i,s}$	Taux de taxe à la production, à l'exportation, sur la consommation finale, sur le bien de capital
$DD_{i,r,s,t}$	Taux <i>ad valorem</i> de droit de douane appliqué par la région s sur les importations de bien en provenance de la région r
$cf_{j,r}$	Coût fixe en unité d'output produit à rendement constant
$m moy_{i,r}$	Taux de mark-up moyen
α	Élasticité de l'investissement au taux de rendement du capital
δ	Taux de dépréciation du capital

■ DÉFINITION DES VARIABLES

Prix La notation générique "P_var" est adoptée pour désigner le prix de la variable "var".

Production

$Y_{j,r,t}$	Output par entreprise dans le secteur j
$VA_{j,r,t}$	Valeur ajoutée
$CNTER_{j,r,t}$	Agrégat des intrants intermédiaires
$Q_{j,r,t}$	Agrégat de capital humain et capital physique utilisé par le secteur j
$L_{j,r,t}$	Travail non qualifié utilisé par le secteur j

$TE_{j,r,t}$	Terre utilisé par le secteur j
$RN_{j,r,t}$	Ressources naturelles utilisées par le secteur j
$H_{j,r,t}$	Travail qualifié utilisé par le secteur j
$K_{j,r,s,t}$	Stock de capital, en provenance de la région s , utilisé par le secteur j de la région r
$KTOT_{j,r,t}$	Stock de capital total utilisé par le secteur j de la région r

Facteurs

$Lbar_{r,t}$, $TEbar_{r,t}$, $Hbar_{r,t}$ Offre totale de travail non qualifié, de terre, de travail qualifié

Investissement

$INV_{i,s,r,t}$	Investissement, en provenance de la région s , réalisé dans la région r
$WK_{i,r,t}$	Taux de rémunération du capital dans le secteur i de la région r
$INVTOT_{r,t}$	Investissement total dans la région r
$B_{r,t}$	Variable d'ajustement de l'épargne à l'investissement

Demande

$BUDC_{r,t}$	Budget consacré à la consommation
$PROFIT_{i,r,t}$	Profit
$SOLD_{r,t}$	Solde du compte courant
$UT_{r,t}$	Utilité
$P_{r,t}$	Prix de l'utilité
$C_{i,r,t}$	Consommation agrégée de bien i dans la région r
$DEMTot_{i,r,t}$	Demande totale de bien i dans la région r
$DEMU_{i,r,t}$	Demande totale, dans la région r , de bien i en provenance de régions du même niveau de développement que la région r
$DEMV_{i,r,t}$	Demande totale, dans la région r , de bien i en provenance de régions de niveau de développement différent de la région r
$DEMETR_{i,r,t}$	Demande totale, dans la région r , de bien i en provenance de régions étrangères du même niveau de développement que la région r
$DEM_{i,r,s,t}$	Demande, dans la région s , de bien i en provenance de la région r
$DEMVAR_{i,r,s,t}$	Demande, adressée dans la région s , à une firme de l'industrie i de la région r
$IC_{i,j,r,t}$	Consommation intermédiaire de bien i utilisée dans la production du secteur j de la région r
$KG_{i,r,t}$	Demande en bien i adressée dans la région r pour la formation de bien de capital

Transport

$TRADE_{i,r,s,t}$ Exportations, vers la région s , de l'industrie i de la région r

$TR_{i,r,s,t}$	Demande de transport
$MONDTR_t$	Agrégat composite de transport au niveau mondial
PT_t	Prix du transport de marchandise
$TRM_{r,t}$	Offre de transport

Concurrence monopolistique

$EP_{i,r,s,t}$	Élasticité perçue pour la consommation finale
$NB_{i,r,t}$	Nombre de variétés (= 1 dans les secteurs en concurrence imparfaite)
$SE_{i,r,s,t}, SU_{i,r,s,t}$	Notations intermédiaires correspondant à des parts de marché
$SV_{i,r,s,t}, Sh_{i,r,s,t}$	

Recettes fiscales

$RECPROD_{i,r,t}, RECDD_{i,r,t}$	Recettes ³¹ des taxes a la production, des droits de douane, des taxes
$RECCONS_{i,r,t}, RECEXP_{i,r,t}$	à la consommation, des taxes à l'exportation

$RQUOTA_{r,s,t}$	Transfert implicite induit par les quotas
$REV_{r,t}$	Revenu régional

Prix

$PCIF_{i,r,s,t}$	Prix CAF en concurrence parfaite
------------------	----------------------------------

■ **ÉQUATIONS DU MODÈLE**

L'offre

Leontieff entre valeur ajoutée et consommation intermédiaire :

$$NB_{i,r,t} (Y_{i,r,t} + cf_{i,r}) = a_{VAi,r} VA_{i,r,t} = a_{CINTERi,r} CINTER_{i,r,t}$$

$$NB_{i,r,t} PY_{i,r,t} (Y_{i,r,t} + cf_{i,r}) = PVA_{i,r,t} VA_{i,r,t} + PCINTER_{i,r,t} CINTER_{i,r,t}$$

La détermination de la demande de facteurs par les producteurs est déduite des programmes :

$$\text{Min } PVA_{i,r,t} VA_{i,r,t} = PL_{i,r,t} L_{i,r,t} + PTE_{i,r,t} TE_{i,r,t} + PRN_{i,r,t} RN_{i,r,t} + PQ_{i,r,t} Q_{i,r,t}$$

sous la contrainte :

$$VA_{i,r,t}^{1-\frac{1}{\sigma_{VAi}}} = a_{Li,r,t} L_{i,r,t}^{1-\frac{1}{\sigma_{VAi}}} + a_{Qi,r,t} Q_{i,r,t}^{1-\frac{1}{\sigma_{VAi}}} + a_{RNi,r,t} RN_{i,r,t}^{1-\frac{1}{\sigma_{VAi}}} + a_{TEi,r,t} TE_{i,r,t}^{1-\frac{1}{\sigma_{VAi}}}$$

et :

$$\text{Min } PQ_{i,r,t} Q_{i,r,t} = PK_{i,r,t} KTOT_{i,r,t} + PH_{i,r,t} H_{i,r,t}$$

$$\text{sous la contrainte : } Q_{i,r,t}^{1-\frac{1}{\sigma_{CAPi}}} = a_{Kij,r,t} KTOT_{i,r,t}^{1-\frac{1}{\sigma_{CAPi}}} + a_{Hij,r,t} H_{i,r,t}^{1-\frac{1}{\sigma_{CAPi}}}$$

Le stock de capital dans la région s est donné par : $KTOT_{i,s,t} = \sum_r K_{i,r,s,t}$

31. Ces recettes peuvent être négatives (dépenses), car les taux de taxe peuvent eux-mêmes être négatifs (subventions).

La demande**LES-CES (premier niveau):**

$$C_{i,r,t} - \text{cmin}_{i,r} = a_{C_{i,r}} \text{UT}_{r,t} \left[\frac{P_{r,t}}{PC_{i,r,t}} \right]^{\sigma_C}$$

$$P_{r,t} \text{UT}_{r,t} = \sum_i PC_{i,r,t} (C_{i,r,t} - \text{cmin}_{i,r})$$

$$\text{BUDC}_{r,t} = \sum_i PC_{i,r,t} C_{i,r,t}$$

$$PC_{i,r,t} = \text{PDEMTOT}_{i,r,t} (1 + \text{taxcc}_{i,r})$$

$$\text{PKG}_{i,r,t} = \text{PDEMTOT}_{i,r,t} (1 + \text{taxkg}_{i,r})$$

$$\text{DEMTOT}_{i,r,t} = C_{i,r,t} + \sum_j \text{IC}_{i,j,r,t} + \text{KG}_{i,r,t}$$

Groupes de régions (deuxième niveau):

$$\text{Min PDEMTOT}_{i,r,t} \text{DEMTOT}_{i,r,t} = \text{PDEMU}_{i,r,t} \text{DEMU}_{i,r,t} + \text{PDEMV}_{i,r,t} \text{DEMV}_{i,r,t}$$

$$\text{sous la contrainte: } \text{DEMTOT}_{i,r,t}^{1 - \frac{1}{\sigma_{\text{GEO}_i}}} = a_{U_{i,r}} \text{DEMU}_{i,r,t}^{1 - \frac{1}{\sigma_{\text{GEO}_i}}} + a_{V_{i,r}} \text{DEMV}_{i,r,t}^{1 - \frac{1}{\sigma_{\text{GEO}_i}}}$$

Armington (troisième niveau):

$$\text{Min PDEMU}_{i,r,t} \text{DEMU}_{i,r,t} = \text{PDEM}_{i,r,r,t} \text{DEM}_{i,r,r,t} + \text{PDEMETR}_{i,r,t} \text{DEMETR}_{i,r,t}$$

$$\text{sous la contrainte: } \text{DEMU}_{i,r,t}^{1 - \frac{1}{\sigma_{\text{ARM}_i}}} = a_{\text{LOC}_{i,r}} \text{DEM}_{i,r,r,t}^{1 - \frac{1}{\sigma_{\text{ARM}_i}}} + a_{\text{ETR}_{i,r}} \text{DEMETR}_{i,r,t}^{1 - \frac{1}{\sigma_{\text{ARM}_i}}}$$

Répartition par régions (quatrième niveau):

– Pour les régions étrangères avec le même niveau de développement :

$$\text{DEM}_{i,r,s,t} = a_{\text{IMP}_{i,r,s}} \text{DEMETR}_{i,s,t} \left[\frac{\text{PDEMETR}_{i,s,t}}{\text{PDEM}_{i,r,s,t}} \right]^{\sigma_{\text{IMP}_i}}$$

$$\text{PDEMETR}_{i,s,t} \text{DEMETR}_{i,s,t} = \sum_{r \in \text{Etra}(s)} \text{PDEM}_{i,r,s,t} \text{DEM}_{i,r,s,t}$$

– Pour les régions étrangères avec un niveau de développement différent :

$$\text{DEM}_{i,r,s,t} = a_{\text{IMP}_{i,r,s}} \text{DEMV}_{i,s,t} \left[\frac{\text{PDEMV}_{i,s,t}}{\text{PDEM}_{i,r,s,t}} \right]^{\sigma_{\text{IMP}_i}}$$

$$\text{PDEMV}_{i,s,t}^{(1 - \sigma_{\text{IMP}_i})} = \sum_{r \in V(s)} a_{\text{IMP}_{i,r,s}} \text{PDEM}_{i,r,s,t}^{(1 - \sigma_{\text{IMP}_i})}$$

Répartition par variétés (cinquième niveau) :

$$DEMVAR_{i,r,s,t} = DEM_{i,r,s,t} NB_{i,r,t}^{1 - \frac{1}{\sigma_{VAR_i}}}$$

$$PDEM_{i,r,s,t} = PDEMVAR_{i,r,s,t} NB_{i,r,t}^{\frac{1}{1 - \sigma_{VAR_i}}}$$

Consommation intermédiaire :

$$PIC_{i,j,r,t} = PDEMOT_{i,r,t} (1 + taxic_{i,j,r})$$

$$IC_{i,j,r,t} = a_{IC_{i,j,r}} CNER_{j,r,t} \left[\frac{PCNER_{j,r,t}}{PIC_{i,j,r,t}} \right]^{\sigma_{IC}}$$

$$PCNER_{j,r,t} CNER_{j,r,t} = \sum_i PIC_{i,j,r,t} IC_{i,j,r,t}$$

Bien de capital :

$$KG_{i,r,t} = a_{KG_{i,r}} INVTOT_{r,t} \left[\frac{PINVTOT_{r,t}}{PKG_{i,r,t}} \right]^{\sigma_{KG}}$$

$$PINVTOT_{r,t} INVTOT_{r,t} = \sum_i PKG_{i,r,t} KG_{i,r,t}$$

Équilibres sur les marchés de biens :

$$Y_{i,r,t} = \sum_s DEMVAR_{i,r,s,t}$$

Le transport :

$$TRADE_{i,r,s,t} = NB_{i,r,t} DEMVAR_{i,r,s,t}$$

– Demande de transport

$$TR_{i,r,s,t} = m_{i,r,s} TRADE_{i,r,s,t}$$

$$MONDTR_t = \sum_{i,r,s} TR_{i,r,s,t}$$

– Offre de transport

$$Y_{Trt,r,t} = \sum_s TRADE_{Trt,r,s,t} + TRM_{r,t}$$

$$PY_{Trt,r,t} (1 + taxp_{Trt,r}) TRM_{r,t} = \theta_r PT_t MONDTR_t$$

$$MONDTR_t = a_r \prod_r TRM_{r,t}^{\theta_r}$$

Plein emploi des ressources :

$$Lbar_{r,t} = \sum_j L_{j,r,t}, TEbar_{r,t} = \sum_j TE_{j,r,t}, Hbar_{r,t} = \sum_j H_{j,r,t}$$

Revenus :

– Pour les secteurs en concurrence imparfaite :

$$\text{profit}_{i,r,t} = \text{NB}_{i,r,t} \text{PY}_{i,r,t} \sum_s \frac{\text{DEMVAR}_{i,r,s,t}}{(1 + \text{EP}_{i,r,s,t})} - (\text{PVA}_{i,r,t} \text{VA}_{i,r,t} + \text{PCNTER}_{i,r,t} \text{CNTER}_{i,r,t})$$

– Recettes fiscales :

$$\text{RECPROD}_{i,r,t} = \text{taxp}_{i,r} \text{PY}_{i,r,t} \text{NB}_{i,r,t} \sum_s \frac{\text{DEMVAR}_{i,r,s,t}}{(1 + \text{EP}_{i,r,s,t})}$$

$$\text{RECEXP}_{i,r,t} = \text{NB}_{i,r,t} \text{PY}_{i,r,t} (1 + \text{taxp}_{i,r}) \sum_s \text{taxexp}_{i,r,s} \frac{\text{DEMVAR}_{i,r,s,t}}{(1 + \text{EP}_{i,r,s,t})}$$

$$\text{RECDD}_{i,s,t} = \sum_r \text{DD}_{i,r,s,t} \text{PCIF}_{i,r,s,t} \text{NB}_{i,r,t} \text{DEMVAR}_{i,r,s,t}$$

$$\text{RQUOTA}_{r,s,t} = \sum_{i \in \text{TQUOTA}_{i,r,s}} \text{TQUOTA}_{i,r,s,t} \text{PCIF}_{i,r,s,t} \text{NB}_{i,r,t} \text{DEMVAR}_{i,r,s,t}$$

$$\text{RECCONS}_{i,s} = \text{PDEMTOT}_{i,s,t} (\text{taxcc}_{i,s} \text{C}_{i,s,t} + \text{taxkgc}_{i,s} \text{KG}_{i,s,t} + \sum_i \text{taxicc}_{i,j,s,t} \text{C}_{i,j,s,t})$$

Épargne :

$$\text{BUDC}_{r,t} = (1 - \text{epa}_r) \text{REV}_{r,t}$$

Mobilité factorielle :

$$\text{PL}_{j,r,t} = \text{PLbar}_{r,t}$$

$$\text{PTE}_{j,r,t} = \text{PTEbar}_{r,t}$$

$$\text{PH}_{j,r,t} = \text{PHbar}_{r,t}$$

Définition des prix :

– Prix de vente :

$$\text{PDEM}_{i,r,s,t} = \text{PCIF}_{i,r,s,t} (1 + \text{DD}_{i,r,s,t})$$

– Prix CIF :

$$\text{PCIF}_{i,r,s,t} = (1 + \text{taxp}_{i,r}) (1 + \text{taxexp}_{i,r,s}) \frac{\text{PY}_{i,r,t}}{(1 + \text{EP}_{i,r,s,t})} + m_{i,r,s} \text{PT}_t$$

La concurrence imparfaite

Définition des parts de marché :

$$\text{SE}_{i,r,s,t} = \frac{\text{PDEM}_{i,r,s,t} \text{DEM}_{i,r,s,t}}{\sum_{rr \in \text{Etra}(s)} \text{PDEM}_{i,rr,s,t} \text{DEM}_{i,rr,s,t}}, \quad \text{SU}_{i,r,s,t} = \frac{\text{PDEM}_{i,r,s,t} \text{DEM}_{i,r,s,t}}{\sum_{rr \in V(s)} \text{PDEM}_{i,rr,s,t} \text{DEM}_{i,rr,s,t}}$$

$$\text{SV}_{i,r,s,t} = \frac{\text{PDEM}_{i,r,s,t} \text{DEM}_{i,r,s,t}}{\sum_{rr \in V(s)} \text{PDEM}_{i,rr,s,t} \text{DEM}_{i,rr,s,t}}, \quad \text{Sh}_{i,r,s,t} = \frac{\text{PDEM}_{i,r,s,t} \text{DEM}_{i,r,s,t}}{\sum_{rr} \text{PDEM}_{i,rr,s,t} \text{DEM}_{i,rr,s,t}}$$

Taux de marge sur le marché local :

$$NB_{i,r,t} \left(EP_{i,r,r,t} + \frac{1}{\sigma_{VAR_i}} \right) = \left[\frac{1}{\sigma_{VAR_i}} - \frac{1}{\sigma_{ARM_i}} \right] + \left[\frac{1}{\sigma_{ARM_i}} - \frac{1}{\sigma_{GEO_i}} \right] SU_{i,r,r,t} + \left[\frac{1}{\sigma_{GEO_i}} - \frac{1}{\sigma_{C_i}} \right] Sh_{i,r,r,t}$$

Taux de marge sur les marchés étrangers au même niveau de développement :

$$NB_{i,r,t} \left(EP_{i,r,s,t} + \frac{1}{\sigma_{VAR_i}} \right) = \left[\frac{1}{\sigma_{VAR_i}} - \frac{1}{\sigma_{ARM_i}} \right] + \left[\frac{1}{\sigma_{IMP_i}} - \frac{1}{\sigma_{ARM_i}} \right] SE_{i,r,s,t} \\ + \left[\frac{1}{\sigma_{ARM_i}} - \frac{1}{\sigma_{GEO_i}} \right] SU_{i,r,s,t} + \left[\frac{1}{\sigma_{GEO_i}} - \frac{1}{\sigma_{C_i}} \right] Sh_{i,r,s,t}$$

Taux de marge sur les marchés étrangers avec un niveau de développement différent :

$$NB_{i,r,t} \left(EP_{i,r,s,t} + \frac{1}{\sigma_{VAR_i}} \right) = \left[\frac{1}{\sigma_{VAR_i}} - \frac{1}{\sigma_{ARM_i}} \right] + \left[\frac{1}{\sigma_{IMP_i}} - \frac{1}{\sigma_{GEO_i}} \right] SV_{i,r,s,t} + \left[\frac{1}{\sigma_{GEO_i}} - \frac{1}{\sigma_{C_i}} \right] Sh_{i,r,s,t}$$

L'investissement :

$$INV_{i,r,s,t} = a_{i,r,s} B_{r,t} KTOT_{i,s,t} e^{\alpha WK_{i,s,t}}$$

$$WK_{i,s,t} = PK_{i,s,t} + \frac{PROFIT_{i,s,t}}{KTOT_{i,s,t}}$$

$$INVTOT_{s,t} = \sum_{i,r} INV_{i,r,s,t}$$

Équilibre régional

$$REV_{r,t} + SOLD_{r,t} = \sum_{i,s} PK_{i,s,t} K_{i,r,s,t} + PROFIT_{i,r,t} \frac{K_{i,r,s,t}}{KTOT_{i,s,t}} + \sum_s RQUOTA_{r,s,t} - RQUOTA_{s,r,t} +$$

$$+ \sum_i [RECPROD_{i,r,t} + RECEXP_{i,r,t} + RECCD_{i,r,t} + RECCONS_{i,r,t} + PRN_{i,r,t} RN_{i,r,t}]$$

$$+ \sum_r Lbar_{r,t} PLbar_{r,t} + TEbar_{r,t} PTEbar_{r,t} + Hbar_{r,t} PHbar_{r,t}$$

$$epa_r REV_{r,t} = \sum_{i,s} PINVTOT_{s,t} INV_{i,r,s,t}$$

Dynamique

$$K_{i,r,s,t} = K_{i,r,s,t-1} (1 - \delta) + INV_{i,r,s,t-1}$$

$$Lbar_{r,t} = d_r Lbar_{r,t-1}, Hbar_{r,t} = d_r Hbar_{r,t-1} \text{ (où } d_r = 1 \text{ dans les pays développés, } d_r = 1,015 \text{ dans les PVD)}$$

RÉFÉRENCES

- Abd-El-Rahman, K.S., 1991. Firms' competitive and national comparative advantages as joint determinants of trade composition, *Weltwirtschaftliches Archiv* 1.
- Aghion, P., Harris, C., Howitt, P., Vickers, J., 2000. Competition, imitation and growth with step-by-step innovation, mimeo, University College, Londres.
- Baldwin, R.E., 1989. The Growth Effects of 1992, *Economic Policy* (9) 2, 247-81.
- Baldwin, R.E., 1992. Measurable dynamic gains from trade, *Journal of Political Economy* 100 (1), 162-74.
- Baldwin, R.E., Forslid, R., 1999. Putting growth effects in computable equilibrium trade models, dans Baldwin, R. E., Francois, J. (Eds), *Dynamic Issues in Applied Commercial Policy Analysis*, Cambridge University Press.
- Banque mondiale, 1981. *Rapport sur le développement dans le monde*, Banque mondiale.
- Banque mondiale, 2001. *Global Economic Prospects and the Developing Countries 2002*, Banque mondiale.
- Bchir, M.H., Decreux, Y., Guérin, J.-L., Jean, S., 2002. MIRAGE, A CGE model for trade policy analysis, CEPII, Document de travail, à paraître.
- Bchir, M.H., Maurel, M., 2001. Impacts économiques et sociaux de l'élargissement pour l'Union européenne et la France. Rapport à la délégation pour l'Union européenne, Assemblée Nationale, CEPII, Document de travail 2002-03.
- Bouët, A., Fontagné, L., Mimouni, M., Pichot, X., 2002. MACMaps: une mesure bilatérale et désagrégée de l'accès au marché, *Économie internationale* 89-90.
- Cahuc, P., Zylberberg, A., 1996. *Économie du travail: la formation des salaires et les déterminants du chômage*, De Boeck, Paris, Bruxelles.
- Chakrabarti, A., 2001. The Determinants of foreign direct investment: sensitivity analyses of cross-country regression, *Kyklos* 54 (1), 89-113.
- Cortes, O., Jean, S., 1996. Pays émergents, emploi déficient?, CEPII, Document de travail, 1996 – 05.
- Cortes, O., Jean, S., 1998. Does competition from emerging countries threaten unskilled labour in Europe? An applied general equilibrium approach, dans Brenton, P., Pelkmans, J., (Eds), *Global Trade and European Workers*, Macmillan, Londres, 96-122.
- Davies, S., Lyons, B., 1996. *Industrial Organization in the European Union*, Oxford University Press.
- Decreux, Y., Guérin, J.-L., Jean, S., 2001. Trade and the labour market: what can we learn from CGE models?, Mimeo, CEPII.
- Dimaranan, B.V., McDougall, R.A., 2002. *Global trade assistance and production: The GTAP 5 data base*, Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Ethier, W.J., 1982. National and international returns to scale in the modern theory of international trade, *American Economic Review* 72, 389-405.
- Fontagné, L., Guérin, J.-L., 1997. L'ouverture, un catalyseur de la croissance, *Économie internationale* 71, 135-67.
- Fontagné, L., Freudenberg, M., 1997. Intra-industry trade: methodological issues reconsidered. CEPII, Document de travail 1997 – 01.
- Fontagné, L., Freudenberg, M., Péridy, N., 1997. Trade patterns inside the Single Market, CEPII, Document de travail 1997 – 07.

- Francois, J.-F., McDonald, B., Nordström, H., 1995. Assessing the Uruguay Round dans Martin, W., Winters, L. A (Eds), *The Uruguay Round and the Developing Economies*, World Bank Discussion Paper 307, 117-214.
- Freudenberg, M., 1998. *Échanges intra-branche et nature des relations internationales des pays de la communauté européenne*, Thèse de Doctorat, Université Paris-I Panthéon-Sorbonne.
- Goldberg, P. K., Knetter, M., 1997. Goods prices and exchange rates: what have we learned?, *Journal of Economic Literature* 35, 1243-72.
- Greenaway, D., Torstensson, J., 2000. Economic geography, comparative advantage and trade within industries: evidence from the OECD, *Journal of Economic Integration* 15, 260-280.
- Hamermesh, D. S., 1993. *Labor Demand*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Hanslow, K., Phamduc, T., Verikios, G. The structure of the FTAP model, mimeo disponible sur: www.pc.gov.au/research/memoranda/ftap.
- Harrison, G.W., Rutherford, T.F., Tarr, D.G., 1997. Quantifying the Uruguay Round, *The Economic Journal* 107 (444), 1405-1430.
- Hertel, T., Preckel, P., Cranfield, J., Ivanic, M., 2001. Poverty impacts of multilateral trade liberalization, GTAP Working Paper 16.
- Jean, S., Bontout, O., 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), 241-71.
- Krugman, P.R., 1979. Increasing returns, monopolistic competition and international trade, *Journal of International Economics* 9, 469-79.
- Lee, H., van der Mensbrugge, D., 2001. Interactions between direct investment and trade in the Asia-Pacific region, communication présentée à la quatrième conférence annuelle "Global Economic Analysis", Purdue University.
- Markusen, J.-R., Venables, A.J., 2000. The theory of endowment, intra-industry, and multinational trade, *Journal of International Economics* 52, 209-234.
- McKibbin, W.J., 1999. Trade liberalisation in a dynamic setting, communication présentée à la deuxième conférence annuelle "Global Economic Analysis", Danemark.
- Mercenier, J., 1992. Completing the European Market: a general equilibrium evaluation under alternative market structure assumptions, Cahiers du CRDE 0892, Université de Montréal.
- Norman, V.D., 1990. Assessing trade and welfare effects of trade liberalization, *European Economic Review* 34.
- Oliveira Martins, J., 1994. Structures de marché, échanges et salaire dans l'industrie, *Revue économique de l'OCDE*, printemps, 143-186.
- Oliveira Martins, J., Scarpetta, S., 1999. Mark-up ratios in manufacturing industries: Estimates for 14 OECD countries, OECD Economics Department Working Papers 162.
- Oliveira Martins, J., Scarpetta, S., Pilat, D., 1996. *Mark-Up Pricing, Market Structure and The Business Cycle*, OECD Economic Studies 27, 71-105.
- Petri, P. A., 1997. Foreign direct investment in a computable general equilibrium framework, communication présentée à la conférence "making APEC work: economic challenges and policy alternatives", Brandeis-Keio Conference, Keio University, Tokyo.
- Rutherford, D., Tarr, D. 2002. Trade liberalization, product variety and growth in a small open economy: a quantitative assessment, *Journal of International Economics* 56, 247-272.

Smith, A., Venables, A., 1988. Completing the internal market in the European Community: Some industry simulations, *European Economic Review* 32 (7), 1501-1525.

Smith, A., Venables, A., Gasiorek, M., 1992. 1992: Trade and welfare, a general equilibrium model, CEPR, Discussion Paper 672.

Sutton, J., 1991. *Sunk Costs and Market Structure*, MIT Press.

Werner, R., 1995. Can imperfect competition explain the difference between primal and dual productivity measures? estimates for us manufacturing, *Journal of Political Economy* 103, 316-330.

