



HAL
open science

Les effets économiques des réglementations différentes en matière d'organismes génétiquement modifiés

Marion Desquilbet, David S. Bullock

► **To cite this version:**

Marion Desquilbet, David S. Bullock. Les effets économiques des réglementations différentes en matière d'organismes génétiquement modifiés. Colloque SFER CEPPI INRA CNRS INAPG, Agriculture et Commerce International, Société Française d'Economie Rurale (SFER). FRA., Feb 2001, Paris, France. 29 p. hal-02290699

HAL Id: hal-02290699

<https://hal.science/hal-02290699>

Submitted on 7 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

INRA - ECONOMIE
DOCUMENTATION
Rue Adolphe Bobierre
CS 81103
35011 RENNES CEDEX
Tél. 02.23.48.54.09

**Les effets économiques des réglementations différentes en
matière d'organismes génétiquement modifiés**

David S. Bullock
University of Illinois at Urbana Champaign
Department of Agricultural and Consumer Economics
Etats-Unis

Marion Desquilbet
Institut National de la Recherche Agronomique
Economie et Sociologie Rurales, Rennes

**colloque SFER CEPII INRA CNRS INAPG,
Agriculture et Commerce International (6-7 février 2001), Paris**

DOCUMENTATION ÉCONOMIE RURALE RENNES



* 0 0 5 5 2 9 *

Les effets économiques des réglementations différentes en matière d'organismes génétiquement modifiés

1. Introduction

Dans certains pays, notamment dans l'Union Européenne (UE) et au Japon, de nombreux consommateurs sont très fortement opposés aux organismes génétiquement modifiés (OGMs), notamment parce qu'ils craignent des risques alimentaires ou des risques environnementaux des OGMs. Cette forte opposition de l'opinion publique a conduit à un moratoire dans l'Union Européenne, qui se traduit par l'absence de commercialisation de variétés GM et par l'arrêt du processus d'autorisation de mise en culture ou d'importation de nouvelles variétés génétiquement modifiées (GM) (Commission Européenne, 2000a). Pour les variétés GM dont la mise en culture ou l'importation sont déjà autorisées, la réglementation dans l'UE impose un étiquetage obligatoire des produits alimentaires. La mention "produit à partir de (*maïs/soja*) génétiquement modifié" doit être spécifiée, pour chaque ingrédient du produit alimentaire contenant des OGMs, sauf dans le cas d'une présence d'OGMs accidentelle avec un contenu en OGM inférieur à un pour cent (Commission Européenne, 2000b). La Commission Européenne a publié en juillet 2000 un document de travail proposant d'accompagner la labellisation par la mise en place d'une traçabilité de tous les OGMs, dans l'objectif de reprendre le processus d'autorisation de nouvelles variétés GM tout en répondant aux craintes des consommateurs (Commission Européenne, 2000c). Au Japon, il est prévu d'adopter une réglementation sur la labellisation obligatoire en avril 2001 (OCDE, 2001). De plus, dans ces pays, les transformateurs et distributeurs ont déjà une incitation économique, créée par la demande des consommateurs, pour fournir des produits non GM à identité préservée.

Dans d'autres pays, notamment aux Etats-Unis, les agriculteurs ont déjà fortement recours aux variétés GM. Ainsi, d'après les estimations de l'USDA, 52% des surfaces en soja et 25% des surfaces en maïs étaient plantées avec des variétés GM (USDA NASS, 2000). La plupart des variétés GM actuellement commercialisées sont des variétés tolérantes à un herbicide total ou résistantes à un insecte, qui conduisent à diminuer les coûts de protection des cultures pour certains agriculteurs. Aux Etats-Unis, la Food and Drug Administration (FDA) est opposée à l'introduction d'une labellisation obligatoire des produits contenant des OGMs, mais travaille actuellement sur un document sur la labellisation volontaire des OGMs, pour guider les industriels souhaitant indiquer la présence ou l'absence d'OGMs dans leurs produits (USDA FDA, 2001). Les Etats-Unis sont un acteur majeur sur les marchés du soja et du maïs, et l'Union Européenne et le Japon sont des destinations majeures pour le soja et le maïs en provenance des Etats-Unis. Ainsi, en 1998/99, 29% de la production américaine de soja était exportée, avec 25% de ces exportations à destination de l'Union Européenne et 17% à destination du Japon. Sur le marché du maïs, 21% de la production des Etats-Unis était exportée, avec 35% de ces exportations à destination du Japon. L'Union Européenne n'importait alors quasiment pas de maïs des Etats-Unis, mais elle importait la quasi-totalité du Corn Gluten Feed exporté par les Etats-Unis, produit de transformation du maïs utilisé en alimentation animale (USDA FAS, 1999, 2000a, 2000b; Ballenger et al, 2000).

Il n'est pas certain que les accords internationaux soient adaptés pour résoudre des conflits sur le commerce des OGMs. L'Accord sur l'Application des Mesures Sanitaires et Phytosanitaires (SPS) de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) fait valoir le droit des pays signataires à prendre des mesures pour protéger la vie et la santé des hommes, des animaux et des végétaux, mais requiert que de telles mesures soient basées sur une évaluation scientifique des risques engendrés par les importations. L'Accord sur les Obstacles

Techniques aux Echanges (TBT) de l'OMC stipule que les pays sont autorisés à adopter des réglementations techniques sur les échanges, y compris une labellisation, pour réaliser des objectifs légitimes, tant que les produits importés ne sont pas traités moins favorablement que les produits nationaux "similaires". Cependant, les points de vue des différents Etats divergent sur les critères qui devraient être utilisés pour estimer la sécurité d'un produit biotechnologique donné et sur la "similarité" entre produits transgéniques et produits traditionnels. De plus, les inquiétudes des consommateurs sur les OGM vont au-delà de la seule santé, et intègrent des préoccupations éthiques et culturelles ainsi que des préoccupations sur l'environnement et sur les pratiques agronomiques (Simone et Madell, 1998 ; OCDE, 1998). L'inclusion ou non des questions liées aux OGMs dans les négociations agricoles de l'OMC continue de susciter un profond désaccord entre les différents pays. Ainsi, dans les documents soumis par les membres de l'OMC à la session du 29-30 juin 2000 consacrée aux négociations agricoles, il était proposé par les Etats-Unis que les négociations "visent à établir des disciplines garantissant la transparence, la prévisibilité et l'opportunité des processus couvrant le commerce de produits développés grâce aux nouvelles technologies", tandis que l'UE s'était opposée à ce que les processus d'approbation de la biotechnologie soient abordés à l'OMC (ITCSD, 2000, p. 2). Par ailleurs, les Parties Contractantes de la Convention sur la Diversité Biologique ont finalisé le Protocole de Cartagena sur la biosécurité à Montréal le 29 janvier 2000. Ce Protocole propose des règles pour encadrer le commerce mondial des OGMs vivants, et spécifie que l'absence de certitude scientifique n'empêche pas un pays de prendre des mesures concernant les importations d'OGMs vivants (Secrétariat de la Convention pour la diversité biologique, 2000). Cependant, seuls deux pays ont pour l'instant ratifié le Protocole, or il n'entrera en effet qu'après sa ratification par cinquante pays; de plus il ne sera pas ratifié par les Etats-Unis qui ne sont pas membres de la Convention pour la Biodiversité.¹ Pour le moins, il existe actuellement une grande incertitude sur les procédures (interdiction, labellisation...) qui seront acceptées dans le futur pour restreindre ou réglementer le commerce des OGM.

Dans ce cadre, l'objectif de cet article est d'analyser les effets économiques du changement dans la demande adressée à un pays exportateur ayant adopté des OGMs. Ce changement, qu'il soit provoqué par des restrictions nationales à l'importation ou par un rejet des OGMs par les consommateurs des pays importateurs, affecte toute la chaîne verticale d'offre dans le pays exportateur, avec deux effets distincts. Tout d'abord, il crée une incitation pour offrir des produits non GM à identité préservée aux consommateurs finaux. Pour cela, un changement est nécessaire à tous les stades de la chaîne verticale d'offre, de l'industrie de la semence à l'industrie de la transformation, pour éviter de mélanger des graines non GM avec des graines GM, et pour tester et labelliser en situation d'information imparfaite. Ensuite, le changement dans la demande d'exportation modifie l'incitation à adopter des OGMs pour les agriculteurs, et affecte les producteurs de l'innovation OGM et des intrants agricoles associés (semence GM dans laquelle est intégrée l'innovation, pesticides utilisés en complémentarité avec la semence GM).

Dans certaines études antérieures sur les effets de bien-être des OGMs, il est supposé que les consommateurs sont indifférents entre les produits GM et non GM (Moschini, Lapan et Sobolevsky, 2000 ; Falck-Zepeda, Traxler et Nelson, 2000). Nielsen et Anderson (2000) considèrent deux demandes différentes pour les produits conventionnels et non GM mais supposent que seuls les pays où il n'y a pas de culture d'OGMs peuvent offrir des produits non

¹ Le 2 février 2001, seuls la Bulgarie et Trinidad et Tobago avaient ratifié le Protocole (<http://www.biodiv.org/biosafe/protocol/signinglist.asp>). Pour plus de précisions sur le Protocole de Cartagena voir le site de la Convention sur la diversité biologique (www.biodiv.org).

OGM. Mayer et Furtan (1999) présentent une analyse graphique de la ségrégation de marché entre colza conventionnel et colza GM mais supposent que tout le colza produit à partir d'une semence non GM est vendu comme non GM, autrement dit, ne tiennent pas compte de la possibilité de mélange de produits non GM avec des produits GM. A la différence de ces études, cet article s'intéresse au cas où certains consommateurs préfèrent des produits non OGM, où un pays ayant adopté des OGMs peut offrir des produits non OGM, et où tous les grains obtenus à partir de plantes non GM ne seront pas nécessairement vendus comme non GM en raison des mélanges possible aux différents stades avec les graines GM.

Dans une première partie, nous présentons les effets économiques liés à la ségrégation des produits non OGM à identité préservée, dans le cas du soja et du maïs aux Etats-Unis. Dans une deuxième partie, nous proposons un modèle graphique afin d'analyser les effets économiques des organismes génétiquement modifiés (OGMs), dans un pays adoptant des variétés d'OGMs de première génération et faisant face à un changement de la demande d'exportation pour ce produit.

2. Analyse des coûts de ségrégation et de maintien de l'identité des graines non OGM aux Etats-Unis

Cette section reprend les principaux résultats de Bullock, Desquilbet et Nitsi (2000) sur l'analyse des coûts de ségrégation non OGM pour le soja et le maïs aux Etats-Unis, du stade de la production de semences au stade de l'importation dans l'UE ou Japon. L'analyse des coûts liés au maintien de la pureté des graines non OGM fait ressortir les points suivants.

Semence et pureté de la semence

La ségrégation et le maintien de l'identité non OGM commencent au stade de la production de semence. Comme le soja est auto-pollinisé, des niveaux de pureté élevés sont en général obtenus pour les semences de soja. Il est plus difficile d'obtenir des niveaux élevés de pureté pour les semences de maïs, parce que des plants destinés à la production de semences non GM peuvent être fécondés par du pollen provenant d'autres champs cultivés en OGM (pollinisation croisée). Les principales firmes de production de semence assurent qu'un sac de semences de soja est, en moyenne, pur à 99,8 ou 99,9%, tandis qu'un sac de semences de maïs est pur en moyenne à au moins 99% (Langer, 2000). Ces estimations du niveau de pureté des semences impliquent que la contamination de semences non GM par des semences GM n'est pas suffisamment importante pour rendre infaisable la ségrégation du non OGM (en gardant comme référence le seuil de contamination de 1% retenu dans la législation communautaire actuelle sur la labellisation obligatoire des OGMs). Cependant, une trop grande contamination des semences de maïs non GM par de l'OGM peut être un problème pour le maïs. Certaines procédures permettent d'augmenter les niveaux de pureté (bordures mâles, isolement temporel et spatial). S'il est nécessaire d'augmenter encore les niveaux de pureté des semences de maïs, la question reste ouverte de savoir s'il serait moins coûteux d'augmenter le temps de travail pour inspecter les champs et éliminer toutes les plantes non désirables identifiées, ou plutôt, d'organiser et faire respecter des accords entre agriculteurs voisins pour augmenter l'isolement spatial ou temporel des champs de production de semences. On peut imaginer de grandes zones géographiques se déclarant comme "non OGM" et menant des vérifications sur le terrain pour surveiller la conformité des agriculteurs de la zone. Cependant, une telle organisation et une telle interdépendance dans les décisions de production entre agriculteurs sont très à l'encontre des pratiques habituelles et de la culture des agriculteurs.

Maintien de la pureté non OGM sur l'exploitation

Des possibilités additionnelles de contamination se produisent au moment du semis, de la période de croissance de la plante et de la moisson. Dans le cas du soja, en se basant sur des résultats expérimentaux, il est possible de montrer que les coûts pour nettoyer le semoir et la moissonneuse de manière à obtenir une pureté d'au moins 99,8% sont faibles, de l'ordre de 15 dollars pour nettoyer le semoir, et 10,5 dollars pour nettoyer la moissonneuse, en incluant une estimation du coût en travail. Ceci est équivalent à seulement 0,06 dollars par tonne pour une exploitation typique ayant une surface de 200 hectares de soja et un rendement de 2,8 tonnes par hectare. Il semble raisonnable de penser que des coûts faibles similaires seraient obtenus dans le cas du maïs. Cependant, pour le maïs, il peut exister un coût additionnel, s'il est nécessaire de mettre en œuvre des pratiques pour décourager la pollinisation croisée. Les agriculteurs cultivant du maïs reçoivent déjà des conseils pour suivre certaines procédures mises en œuvre par les producteurs de semence pour préserver des hauts niveaux de pureté (planter des bordures mâles, veiller à l'isolation temporelle et spatiale des champs). Il serait sans aucun doute économiquement irréalisable pour un agriculteur de payer des personnes pour inspecter avec soin des centaines d'hectares de maïs afin d'éliminer les plantes non désirables. Peut-être que le seul moyen "pratique" d'obtenir des niveaux de pureté très élevés (très au delà de 99,5%) serait de créer des grandes zones d'isolement dans lesquelles aucun maïs GM ne serait cultivé sur les kilomètres autour. Mais la mise en place et l'administration de telles zones d'isolement, et la surveillance de la conformité des agriculteurs voisins qui peuvent avoir des incitations économiques pour cultiver du maïs GM, pourraient se révéler un coûteux cauchemar organisationnel.

Transport à partir de la ferme

Après la récolte (et parfois le stockage à la ferme), les graines sont la plupart du temps transportées en camion à une entreprise de collecte et stockage voisine. Si l'agriculteur amène ses graines directement après la récolte, il est nécessaire pour lui de coordonner le remplissage et la conduite des camions de l'exploitation au silo de stockage. Il semble qu'il n'y aurait pas de coût additionnel conséquent pour maintenir les camions suffisamment propres. Cependant, tout retard dans la récolte peut être coûteux lors d'une période de beau temps. Si les camions font plus longtemps la queue au silo en raison des tests non OGM qui y sont réalisés, à moins d'acheter ou louer des camions supplémentaires, l'agriculteur pourrait être forcé d'arrêter la récolte en attendant le retour d'un camion du silo. Les agriculteurs possédant des capacités de stockage à la ferme n'auraient pas ce coût additionnel, comme ils pourraient choisir de livrer leurs graines au silo plus tard dans l'année.

Silos de stockage

Quand un camion arrive à un silo d'une entreprise de collecte et stockage, une sonde tubulaire est utilisée pour prendre un échantillon dans le camion. Les employés de l'entreprise analysent différentes caractéristiques de cet échantillon. Lorsque les agriculteurs amènent des graines qu'ils présentent comme non GM, il peut devenir nécessaire de tester également le contenu OGM de l'échantillon. Des tests rapides déjà disponibles permettent d'analyser le contenu en soja GM en dix à quinze minutes. Il peut dans ce cas être demandé à l'agriculteur d'attendre le résultat du test pour décharger son camion. Dans le cas du maïs, il existe également des tests rapides, mais ils ne permettent pas de reconnaître toutes les variétés de maïs GM actuellement commercialisées.

Une fois l'échantillon prélevé et le test réalisé, l'agriculteur décharge le contenu de son camion dans une fosse, d'où les graines sont transportées en hauteur par un "élévateur" (une

chaîne verticale à laquelle sont attachés des godets), puis dirigées vers une série de tapis roulants, qui les amènent dans des cellules de stockage séparées. Les entreprises de collecte et stockage sont généralement localisées près de lignes de chemin de fer ("country elevators") ou près d'une rivière ("river elevators"). De manière périodique, un train - ou une péniche - s'arrête pour recevoir des graines et les envoyer à un transformateur domestique, à un silo situé sur une rivière ou à un silo d'exportation. En général, les graines sont libérées de la cellule de stockage, retombent dans la fosse et sont remontées par un élévateur puis dirigées sur un tapis roulant qui les amène à un orifice situé au dessus d'un wagon ou d'une péniche.

Les installations des silos de stockage sont des pièces immenses de capital, consistant en un ou plusieurs "circuits" de fosses de réception, élévateurs, tapis roulants, cellules de stockage. Les pièces d'équipement qui constituent ces circuits sont généralement conçues de manière à rester raisonnablement propres, mais elles ne sont pas conçues pour rester sans la moindre graine, et le coût pour atteindre une propreté complète de ces équipements serait prohibitif (il serait notamment nécessaire de désassembler les élévateurs pour enlever la poussière de graines et les graines restées dans les godets, ce qui demanderait des heures de travail, et qui est pour des raisons pratiques rarement voire jamais réalisé). La seule procédure réalisable est alors de dédier des circuits séparés pour l'OGM et le non OGM. Quels silos seront dédiés au non OGM, dédiés à l'OGM ou utilisés pour les deux dépendra alors de la configuration physique de l'équipement de ces silos. Les silos avec plusieurs circuits séparés pour déplacer et stocker des graines pourront réaliser la ségrégation et le maintien de l'identité non OGM à des coûts plus faibles que les autres. Les entreprises avec plusieurs silos dans une zone géographique proche pourront en dédier certains exclusivement au non OGM.

Exportation de graines de soja ou maïs

Le principal site d'exportation de maïs et soja américain est la Nouvelle Orléans, où la plupart des graines sont amenées par des péniches qui reçoivent ces graines à des river elevators. Les péniches n'ont pas de cales, il n'est donc pas possible de transporter séparément de l'OGM et du non OGM dans une péniche. Ces péniches sont nettoyées entre chaque chargement. Les configurations physiques des équipements des exportateurs sont variables. Certains exportateurs possèdent des silos avec plusieurs circuits séparés pour les graines, tandis que pour d'autres exportateurs toutes les graines empruntent le même circuit à un moment ou à un autre. Les bateaux qui transportent les graines sur l'océan ont des cales, constituant des compartiments physiques complètement séparés, qui sont nettoyées entre les chargements. Les bateaux amènent les graines jusqu'à un silo d'importation où ils sont déchargés. Il semble peu coûteux de maintenir l'identité non OGM des graines dans les péniches et les cales de bateau qui sont de toute façon nettoyées entre chaque chargement. Comme pour les entreprises de collecte et stockage situées dans les terres ou près d'une rivière, le moyen le plus économique pour éviter la contamination aux silos d'exportation consiste à dédier dans la mesure du possible des circuits séparés à l'OGM et au non OGM.

Les coûts des tests

Deux efforts sont nécessaires à chaque stade de la chaîne verticale d'offre pour maintenir un contenu OGM très faible : s'assurer que les graines achetées sont non GM ; et empêcher tout mélange avec de l'OGM avant de vendre les graines au stade d'aval. Une simple observation des graines par l'acheteur ne lui révèle pas si le vendeur a réalisé ces deux efforts. L'acheteur doit alors utiliser un test pour estimer le contenu OGM des graines achetées. Nous calculons une estimation des coûts des tests d'un agriculteur livrant du soja non GM à un silo près d'une rivière jusqu'à un importateur au Japon ou dans l'UE.

Typiquement, l'agriculteur amène son soja non GM avec un camion contenant approximativement 14,5 à 29 stères (mètres cube) à un silo situé sur la rivière Mississippi, Illinois ou Ohio. Au silo, un test rapide est utilisé par camion. Il s'agit d'un test requérant un équipement minimal et pouvant être réalisé n'importe où. Il s'agit d'un test qualitatif, donnant une réponse oui/non (présence ou absence des OGMs ciblés par le test dans l'échantillon). Un test permettant la détection de soja tolérant au glyphosate (le seul type de soja GM actuellement commercialisé aux Etats-Unis) est disponible au prix de 5 dollars par test, et nécessite cinq à dix minutes de temps. En supposant un coût salarial de 15 dollars par heure (2,5 dollars par dix minutes) le coût total du test est approximativement 7,5 dollars. Le soja est alors stocké dans le silo. Il est ensuite déchargé dans une péniche, contenant approximativement 2000 stères dans une cale unique. Lorsque la péniche est chargée, un échantillon est pris à l'aide d'un échantillonneur prenant des graines au fur et à mesure qu'elles sont déchargées du silo vers la péniche. Le moyen le plus économique pour quantifier le contenu en soja résistant au glyphosate dans l'échantillon consiste à utiliser un test ELISA, qui doit être conduit en laboratoire. Le coût pour envoyer un échantillon de 2 kg à un laboratoire à la Nouvelle Orléans est de 15 dollars. Un laboratoire de la Nouvelle Orléans offre ce test au prix de 100 dollars pour un échantillon d'un kilogramme. Le laboratoire est en mesure de délivrer un certificat lorsque la péniche atteint la Nouvelle Orléans. Après stockage du soja dans les silos de l'exportateur, six échantillons sont pris au moment du déchargement du soja dans le bateau, avec un échantillonneur du même type que celui utilisé au moment du chargement d'une péniche, et envoyés au laboratoire qui les teste avec un test ELISA. Le bateau part alors pour le Japon ou l'UE, où typiquement il s'arrête à différents endroits pour décharger son soja. Un autre test quantitatif ELISA est réalisé lorsque le soja est déchargé du bateau. Le tableau 1 donne une approximation des coûts de test avec cet exemple.

INSERER TABLEAU 1

Le tableau 2 montre les coûts qui seraient encourus dans le cas du maïs avec le même circuit. Le test du contenu OGM est plus complexe pour le maïs que pour le soja. Pour le maïs, seize événements de transformation sont autorisés aux Etats-Unis, dont seulement quatre sont autorisés à l'importation dans l'UE et huit au Japon (Agriculture & Biotechnology Strategies Inc., 2000). Les variétés de maïs GM présentent une résistance à la pyrale, une tolérance au glufosinate ou une tolérance au glyphosate, ou plusieurs de ces caractères à la fois.² De nombreux événements de transformation doivent être reconnus par un test pour identifier le contenu OGM d'un échantillon. Jusqu'à l'automne 2000, seul un test de détection rapide était disponible pour la détection de deux des trois protéines Bt actuellement exprimées dans les variétés de maïs résistantes à la pyrale, les protéines Cry1Ab et Cry1Ac. Ce test a un coût de 3,5 dollars et nécessite quatorze minutes, soit un coût total approximatif de 7 dollars en incluant le coût salarial. Cependant, ce test ne permet pas de détecter tous les événements de transformation dans le maïs.³ Une quantification du contenu OGM dans un échantillon de

² Pour faire une plante transgénique, un ou plusieurs gènes d'intérêt d'une autre espèce sont insérés dans l'ADN de la plante avec un promoteur et du matériel génétique de marquage. Toute transformation réussie est appelée "événement". Les événements varient selon le matériel génétique nouveau et l'endroit où le nouvel ADN est inséré. La résistance à la pyrale est obtenue par expression d'une protéine Bt dans la plante. Il s'agit de la protéine Cry1Ab, Cry1Ac ou Cry9c (Agriculture & Biotechnology Strategies Inc., 2000). La protéine Cry9c est la protéine présente dans le maïs StarLink.

³ A l'automne 2000, un test permettant la détection de la troisième protéine Bt présente dans les variétés de maïs résistante à la pyrale a été développé. Il s'agit de la protéine Cry9c présente dans le maïs StarLink, qui a reçu une autorisation seulement pour l'alimentation animale et a été à la source d'un scandale quand des tests ont révélé sa présence dans des produits alimentaires (pour des éléments sur l'affaire StarLink, voir Harl et al. 2000).

mais peut être obtenue à l'aide d'un test PCR (Polymerase Chain Reaction). Un laboratoire de la Nouvelle Orléans offre un test PCR permettant la quantification du contenu total en OGM à 370 dollars par échantillon. Un test qualitatif pour prouver l'absence de tous les événements qui ne sont pas approuvés à l'importation dans l'UE (respectivement, au Japon) ajouterait 900 dollars à ce coût (respectivement, 600 dollars).

Les coûts unitaires des tests sont plus élevés pour le maïs que pour le soja, en partie parce que les tests quantitatifs sont plus chers, en partie pour qu'un test additionnel est nécessaire pour reconnaître les événements individuels non autorisés à l'importation dans l'UE ou au Japon. Si la présence de ces événements n'est pas testée, il est possible que le chargement de l'exportateur soit refusé chez l'importateur si un test y montre la présence de variétés non autorisées. De plus, le test réalisé au moment où l'agriculteur livre son maïs ne permet pas de reconnaître toutes les variétés actuellement commercialisées, donc ne permet pas d'éviter tout mélange malencontreux de maïs GM - ou partiellement mélangé avec du GM - avec du maïs non GM.

INSERER TABLEAU 2

Réorganisation de l'infrastructure de commercialisation des graines

L'arrivée des OGMs ne bouleverse pas complètement l'économie de base du stade de la commercialisation des graines, les commercialisateurs ayant depuis longtemps des procédures d'échantillonnage, de tests, de ségrégation de graines de différents grades et de différentes qualités. Cependant, l'arrivée des OGMs complique la commercialisation, parce qu'elle double le nombre de variétés de graines et parce qu'elle augmente le niveau de pureté requis pour certaines graines. Le nombre, la taille et la localisation des équipements, et la facilité avec laquelle ils peuvent être nettoyés entre chaque chargement, ont été amenés au fil des années par un équilibre économique. Cet équilibre économique était déterminé par le nombre de types de graines à garder séparées et les degrés de tolérance pour des impuretés dans un chargement. En doublant le nombre de type de graines, chacune fait face à une demande plus faible. Il en résulte que l'économie se trouve avec des équipements (silos, exportateurs) maintenant localisés de manière inefficace, avec des cellules de stockage trop peu nombreuses et trop grandes, et des équipements plus difficiles à nettoyer qu'il ne serait maintenant optimal. Il en résulte une perte de flexibilité pour les commercialisateurs, et un coût de commercialisation plus élevé à la fois pour l'OGM et le non OGM. Bien qu'il existe maintenant de nouvelles incitations économiques pour changer le nombre de silos et leur localisation, il semble que ces incitations ne sont pas assez fortes pour conduire à un changement rapide dans le système de commercialisation des graines. En effet, les équipements, notamment les silos, sont des pièces de capital physique volumineuses et coûteuses qui ne peuvent pas être déplacées et ne peuvent pas avoir d'autres utilisations que le stockage et transport de graines. Ainsi, beaucoup de silos actuellement présents ont plus de cinquante ans, et sont toujours en opération. L'ajustement vers un nouvel équilibre sera très probablement lent.

La question se pose alors de savoir si le système de commercialisation américain, avec ses capacités actuelles de stockage et transport, est capable d'assurer la ségrégation et le maintien de l'identité des graines non GM avec un degré suffisant pour satisfaire l'exigence actuelle de l'UE d'un niveau de pureté de 99%. Pour le soja, il semble que ce soit le cas. L'augmentation de la commercialisation de cultures spécialisées a conduit à des changements dans l'infrastructure du système américain de commercialisation des graines, mais il semble que ces changements soient restés relativement faibles. Les exportateurs expédient du soja spécialisé vers le Japon depuis des années, et, moyennant une prime payée par les

importateurs japonais, maintiennent l'identité de ces cultures. Cependant, en raison de la pollinisation croisée, la question n'est pas résolue de savoir si un taux de pureté de 99 % peut être obtenue de manière régulière pour le maïs, sans exiger de prime que les acheteurs ne seraient pas prêts à payer. Jusqu'ici, le système de commercialisation des graines a été capable d'atteindre des niveaux élevés de pureté pour les cultures spécialisées de maïs, malgré les difficultés amenées par la pollinisation croisée, sans prendre des mesures radicales telles que l'organisation de zones d'isolement parmi de nombreux agriculteurs produisant du maïs à haute teneur en huile. Cependant, les niveaux de puretés requis pour le maïs à haute teneur en huile ne sont pas nécessairement aussi élevés que les 99% discutés dans le cas des non OGMs. Les réactions politiques récentes au mélange du maïs GM StarLink dans des produits alimentaires a montré que les attentes en matière de pureté du maïs non GM continueront à être très élevées dans le futur.

A court terme, plutôt qu'un changement radical de l'infrastructure de commercialisation des graines, il faut plutôt s'attendre à une réorganisation du système de commercialisation, avec l'apparition de circuits dédiés au non OGM dans les silos. Ceci impliquera que certains agriculteurs devront peut-être transporter leurs récoltes un peu plus loin pour trouver un silo acceptant leurs graines. Cette réorganisation a un coût pour l'agriculteur et pour le système. Cependant, ce coût est beaucoup plus faible que celui qui serait encouru pour bâtir une nouvelle infrastructure.

Identification des primes et des coûts

La figure 1 illustre certains aspects quantitatifs observables sur la ségrégation et le maintien du soja non GM. A la date du 10 octobre 2000, la différence entre les futures du soja américain non GM et du soja américain standard, à la bourse agricole de Tokyo, indiquait que les exportateurs recevraient des importateurs japonais une prime de 12,59 à 21,58 dollars par tonne de soja non GM pour cinq dates différentes entre décembre 2000 et août 2001, avec une moyenne de 18,5 dollars par tonne (Tokyo Grain Exchange, 2000).⁴ Concernant les agriculteurs, beaucoup reçoivent actuellement des primes (c'est-à-dire des niveaux de prix supérieurs) de la part des commercialisateurs américains pour du soja non GM. Le niveau de ces primes varie selon la zone géographique, le fait que l'agriculteur ait signé un contrat avec le commercialisateur ou non, et le type de soja livré. Pour une variété et un statut contractuel donnés, les agriculteurs livrant à des silos localisés sur une rivière reçoivent en général des primes plus élevées, parce que ces silos expédient ensuite directement le soja vers la Nouvelle Orléans d'où il est exporté. Les agriculteurs qui signent des contrats dans lesquels ils s'engagent sur certaines pratiques (nettoyage du semoir, de la moissonneuse, etc) reçoivent en général des primes plus élevées, que les agriculteurs qui viennent livrer du non GM sans contrat préalable. Les firmes de collecte et stockage paient actuellement des primes de 3,7 dollars par tonne sans contrat préalable près de la rivière Illinois, et de 3,7 à 11 dollars par tonne avec contrat (Dupont Specialty Grains, 2000). Cette prime couvre non seulement les coûts de la ségrégation, mais également le coût pour conduire plus loin pour livrer les graines et le coût de renoncer aux économies potentielles dues à l'utilisation des OGMs.⁵ Toute différence entre la prime et ces coûts constitue un profit pour l'agriculteur.

⁴ 1 Yen = \$0.009192 (taux de change du 10 octobre 2000); 1 tonne = 36,7 bushels (USDA GIPSA, 1997, p. 1-33).

⁵ Les économies résultant de l'adoption de soja GM résistant au glyphosate varient beaucoup d'une exploitation à l'autre (Bullock et Nitsi, 2000). Seuls les agriculteurs pour lesquels le soja GM ne réduirait beaucoup les coûts sont susceptibles de considérer suffisante la prime payée par les commercialisateurs pour maintenir l'identité non GM de leur soja.

INSERER FIGURE 1

En prenant pour bases la prime de 18,5 dollars par tonne reçue par des exportateurs américains et une prime de 7,5 dollars par tonne reçue par des agriculteurs de l'Illinois pour du soja non GM sous contrat livré à un river elevator, même avec la réorganisation du système de commercialisation, actuellement il ne doit pas coûter plus de $18,5 - 7,5 = 11$ dollars par tonne aux commercialisateurs américains pour maintenir l'identité non OGM du soja au stade de la commercialisation. Les coûts des tests étant approximativement égaux à 0,93 dollars par tonne, ces chiffres suggèrent qu'il reste environ 10 dollars par tonne pour compenser la réorganisation, donc que les inefficacités dues à la perte de flexibilité du système de commercialisation ne coûtent pas plus qu'environ 10 dollars par tonne.

Ces faits suggèrent que, dans le cas du soja, le coût majeur de la ségrégation et du maintien de l'identité non OGM ne provient ni des tests, ni du nettoyage des équipements agricoles, ni du nettoyage des équipements des commercialisateurs. Il semble que le coût majeur lié au maintien de l'identité non GM pourrait provenir de la perte de flexibilité dans le système de commercialisation. Dans la cas du maïs, s'y ajoutent des coûts potentiellement élevés pour le contrôle de la pollinisation croisée.

3. Impacts de la ségrégation et du maintien de l'identité des cultures non OGM sur les marchés : une représentation graphique

Pour comprendre les effets de la ségrégation et du maintien de l'identité non OGM en termes de prix et de revenus aux différents stades, il est important de séparer conceptuellement les effets de trois phénomènes liés. Tout d'abord, l'introduction de la technologie OGM diminue les coûts de production pour certains agriculteurs, ce qui tend à réduire les prix des graines lorsque cette baisse de coût est répercutée aux stades d'aval. Pour analyser les effets de l'introduction de la technologie OGM, il est nécessaire de prendre en compte le pouvoir de marché à l'offre de l'innovation et les différences dans les incitations à adopter l'OGM selon les agriculteurs. Ensuite, l'information selon laquelle il peut y avoir des risques liés aux OGMs diminue la demande à la fois des produits OGMs et des produits non OGMs si les consommateurs n'ont pas de moyen de distinguer les deux. Enfin, la ségrégation et le maintien de l'identité de graines non OGM conduit à diminuer encore plus la demande pour les graines OGMs (comme maintenant les consommateurs peuvent identifier le bien qu'ils perçoivent comme risqué) et à augmenter la demande de non OGM (comme ils sont maintenant identifiables et perçus comme sûrs). Cependant, la ségrégation et le maintien de l'identité créent des inefficacités qui augmentent le coût de collecte, stockage et transport à la fois pour le non OGM et l'OGM, ce qui concourt à maintenir élevés les prix des deux biens. L'effet total de la ségrégation et du maintien de l'identité sur les prix est donc théoriquement ambigu.

Nous adoptons un modèle graphique afin d'illustrer ces effets. Partant d'un monde sans OGM, trois déplaceurs successifs sont introduits : l'arrivée de la technologie OGM ; l'apparition de perceptions négatives des OGMs chez certains consommateurs ; l'apparition d'une technologie permettant de préserver l'identité de cultures non OGM jusqu'au consommateur. Pour plus de simplicité, on appelle "soja" le produit sur lequel l'OGM est introduit, cependant l'analyse qui suit pourrait être transposée au cas d'autres cultures. Les sections suivantes présentent les hypothèses du modèle graphique, l'équilibre dans le monde sans OGM, les effets de l'introduction de chacun des trois déplaceurs.

Hypothèses du modèle

Le modèle adopté est un modèle d'équilibre partiel statique, certain, à deux pays, les Etats-Unis et le reste du monde. Les marchés liés verticalement de semence de soja, du soja au stade agricole (dénommé "soja agricole" par la suite) et du soja au stade de la commercialisation (dénommé "soja commercialisé" par la suite) sont distingués.

On considère deux types de semences de soja : des semences non GM et des semences GM. Les semences non GM sont produites en concurrence parfaite, et leur coût marginal de production, égal à leur prix de vente, est constant. Les semences GM sont produites par des firmes de semence et biotechnologie bénéficiant d'un pouvoir de marché, qui leur permet de fixer le prix de cette semence à un niveau supérieur à son coût marginal de production. Ces firmes encourent des coûts irrécupérables de recherche et développement pour amener l'innovation OGM sur le marché, et une fois que ces coûts ont été encourus, produisent la semence à un coût marginal constant.⁶

Les producteurs agricoles allouent leur terre entre le soja et une culture alternative dont le prix est maintenu constant. Trois types de soja sont distingués au stade agricole. Le premier est cultivé à partir d'une semence GM (et noté *g*). Le second est produit à partir d'une semence non GM, mais sans prendre de précautions particulières pour éviter de le mélanger à d'autres graines au stade de la production, et sans le livrer dans un circuit où le commercialisateur évitera de le mélanger à d'autres types de graines. Il est noté *n*. Ces deux types de soja, qui ne sont pas vendus comme non OGM au consommateur, sont appelés soja régulier (que l'on note *r*). Le troisième type de soja est cultivé en utilisant une semence non GM, en prenant soin d'éviter tout mélange avec des graines au stade de la production agricole, et en le livrant dans un circuit où le commercialisateur prendra soin d'éviter tout mélange avec d'autres types de graines avant la livraison au consommateur final. Il est appelé soja à identité préservée, et noté *i*.⁷

De manière implicite, il est supposé que le stade de la production agricole est constitué d'un continuum d'agriculteurs différenciés selon deux paramètres, l'un résumant leur incitation à adopter une semence OGM et l'autre résumant leur coût pour maintenir l'identité non OGM du soja jusqu'à la livraison au commercialisateur.

Jusqu'à présent, le seul type de soja GM commercialisé est un soja tolérant à un herbicide total, le glyphosate. L'utilisation du glyphosate en post-levée sur la plante GM, rendue résistante à cet herbicide, permet de contrôler un grand éventail de mauvaises herbes, et peut remplacer des cocktails d'herbicides sélectifs conventionnels plus coûteux. Dans le même temps, la semence GM est vendue à un prix supérieur à celui de la semence non GM.

⁶ Cette hypothèse est identique à celle adoptée par Moschini et al. (2000). On supposera ici que le pouvoir de marché existe uniquement sur la semence GM alors que tous les marchés des autres inputs sont en concurrence parfaite avec un prix constant, notamment on ne s'intéressera pas aux effets de l'introduction des OGMs sur les marchés des pesticides. Pour des éléments sur ce point voir Bullock et Nitsi (2000).

⁷ On ne considère pas de production de semence spécialement destinée à la production de soja à identité préservée non OGM. Implicitement on suppose ici qu'au stade de la production de semences, les mélanges entre graines GM et non GM sont suffisamment faibles pour que le maintien de l'identité non OGM des graines issues de ces semences jusqu'au stade de la consommation soit possible. En transposant le modèle écrit ici au cas du maïs, en raison de la pollinisation croisée, cette hypothèse ne serait pas nécessairement vérifiée pour un seuil de tolérance très faible de contenu OGM dans le produit final à identité préservée. Dans ce cas, il faudrait également considérer la production de semence non GM à identité préservée, avec un coût de production supérieur à celui de la semence non GM régulière. Par ailleurs, on suppose ici que tout soja à identité préservée au stade agricole sera à identité préservée au stade de la consommation, c'est-à-dire qu'un soja dont l'identité a été maintenue au stade agricole le sera nécessairement au stade de la commercialisation.

L'adoption de la variété GM n'est donc intéressante que si l'économie de coût en herbicide fait plus que compenser le surcoût de la semence. L'incitation à adopter l'OGM dépend alors notamment des situations de mauvaises herbes et des économies potentielles correspondantes sur les coûts en herbicide (Bullock et Nitsi, 2000).⁸

On suppose également ici que les agriculteurs sont différenciés sur un paramètre de coût de maintien d'identité non OGM du soja. Ceci recouvre par exemple des différences dans les capacités de stockage à la ferme, donc dans la possibilité de livrer le soja à identité préservée après la récolte si le commercialisateur ne l'accepte pas au moment de la récolte. Ceci recouvre également des différences dans les distances supplémentaires à parcourir pour livrer le soja à un silo participant à la filière à identité préservée.⁹ En raison de différences dans les situations de présence de mauvaises herbes ou dans les coûts de maintien de l'identité, certains agriculteurs peuvent trouver avantageux d'utiliser des semences OGM tandis que d'autres trouvent avantageux d'utiliser des semences non OGM, et certains de participer à la filière à identité préservée tandis que d'autres non. En d'autres termes, les trois types de soja peuvent coexister.

Le soja et la culture alternative sont achetés aux agriculteurs et vendus aux consommateurs par les commercialisateurs (c'est-à-dire les entreprises de collecte, stockage et transport). Pour simplifier, il est supposé que les technologies de commercialisation du soja et de la culture alternative sont disjointes.¹⁰ On suppose qu'une unité de soja achetée aux agriculteurs est "transformée" par les commercialisateurs en une unité de soja vendue au consommateur (la technologie de commercialisation est supposée de type Leontief). Deux types de soja sont distingués au stade de la commercialisation : le soja régulier, et le soja à identité préservée. Pour un volume commercialisé de l'autre type de soja donné, le coût marginal de commercialisation de chaque type de soja est supposé croissant avec les quantités commercialisées pour ce type de soja. Lorsque la commercialisation de soja à identité préservée est introduite, le coût marginal de commercialisation du soja à identité préservée est supérieur à celui du soja régulier, parce qu'il inclut les coûts des tests de contenu OGM et parce qu'il est nécessaire de dédier des circuits pour ce type de soja. Le coût marginal de commercialisation du soja à identité préservée croît plus vite que celui du soja régulier car certaines installations sont plus adaptées que d'autres pour le maintien de l'identité au cours du

⁸ L'effet potentiel sur les rendements n'est pas discuté ici, voir Bullock et Nitsi (2000) pour une discussion sur ce point. La présentation du soja tolérant à un herbicide total peut être transposée au cas des variétés GM de maïs tolérantes à un herbicide total. L'autre type de maïs GM actuellement commercialisé consiste en des variétés résistantes à un insecte, qui conduisent à des économies de coût en insecticide, parce qu'il n'est plus nécessaire d'utiliser d'insecticide pour contrôler l'insecte auquel la plante est résistante. Ici aussi, en raison des différences entre agriculteurs dans les attaques d'insectes, l'incitation à adopter l'OGM varie selon les exploitations.

⁹ Pour le maïs, ceci peut également recouvrir des différences dans les distances avec d'autres champs de maïs donc dans les coûts pour éviter la pollinisation croisée. Ici, pour simplifier, on suppose implicitement, dans ce qui suit, que le coût de maintien de l'identité non OGM au stade agricole ne varie pas avec les volumes de soja régulier ou de soja à identité préservée qui sont commercialisés. En fait, ce coût en dépend en partie : le coût de participation à la filière à identité préservée diminuera pour certains agriculteurs avec l'augmentation du volume commercialisé dans cette filière, si des silos situés à proximité de leur exploitation commencent alors à participer à cette filière. De même, pour le maïs, le coût de contrôle des mélanges avec de l'OGM par pollinisation croisée diminue si le volume produit en OGM diminue, au moins pour les agriculteurs pour lesquels la culture d'OGM disparaît dans les champs voisins. La prise en compte de ces points nécessiterait d'adopter un modèle spatial, ce qui n'est pas fait ici dans un souci de simplification.

¹⁰ Avec cette hypothèse, le coût de commercialisation du soja est indépendant des volumes de la culture alternative qui sont commercialisés. Cette hypothèse semble justifiée dans le cas du soja américain, la principale culture alternative étant le maïs qui, s'il est collecté et stocké dans les mêmes sites que le soja, est récolté à une période différente de l'année - le soja et le maïs n'entrant donc pas "directement" en concurrence pour l'utilisation des capacités de stockage.

stockage et du transport. Partant d'une situation sans production de soja à identité préservée, au fur et à mesure que le volume commercialisé en soja à identité préservée augmente, il y a une perte de flexibilité chez les commercialisateurs, qui se traduit par une augmentation du coût marginal de commercialisation à la fois pour le soja régulier et pour le soja à identité préservée.¹¹

Les consommateurs finaux achètent le soja commercialisé.¹² La demande domestique et la demande d'exportation sont agrégées.¹³ Il est d'abord supposé que tous les consommateurs sont indifférents entre le soja régulier et le soja à identité préservée, et consomment le moins cher des deux. Il est ensuite supposé que certains consommateurs sont toujours indifférents entre les deux, tandis que d'autres refusent de consommer le soja régulier et consomment exclusivement le soja à identité préservée.

Situation avant l'introduction des OGMs

On considère tout d'abord une situation où la technologie OGM n'a pas encore été introduite. Même si l'ensemble du soja produit dans le pays est non GM, on distingue le soja régulier (produit et commercialisé sans prendre de précautions pour éviter de le mélanger avec d'autres graines) et le soja à identité préservée (produit en prenant soin d'éviter tout mélange avec d'autres graines). La situation est caractérisée par les trois hypothèses suivantes. Le coût marginal de production de la semence GM est infini, car la recherche pour développer cette semence n'a pas abouti. Le coût de commercialisation du soja à identité préservée est infini, car il n'existe pas de test permettant de prouver l'identité de ce soja. Tous les consommateurs sont indifférents entre le soja régulier et le soja à identité préservée, et consomment le moins cher des deux.

Le marché du soja régulier aux Etats-Unis avant l'introduction des OGMs est représenté sur le graphique 1. La courbe de demande finale est représentée par D_{rh} . Il s'agit de la somme de la demande domestique et de la demande d'exportation du reste du monde. La quantité de soja demandée par les consommateurs est fonction du prix du soja commercialisé, p_{rh} , et du prix du soja à identité préservée commercialisé, p_{ih} . La courbe est dessinée ici pour un prix d'équilibre sur le marché du soja à identité préservée infiniment élevé, noté p_{ih}^{∞} .

Il est possible de représenter l'équilibre sur les marchés du soja agricole et du soja commercialisé sur le même graphique, en raison de la technologie Leontief entre ces deux biens. La courbe d'offre agrégée des agriculteurs domestiques est représentée par S_r et est à pente strictement croissante. Elle est fonction du prix du soja régulier au stade agricole, p_r , du prix de la semence GM, qui est pour l'instant infini et noté w_{sg}^{∞} , et du prix du soja agricole à identité préservée p_i^0 (ici, le prix d'équilibre p_i^0 est tel que la production de ce soja est nulle, comme il est exposé plus loin). Elle est également fonction du prix de la culture alternative, du prix de la semence non GM et des prix des autres inputs agricoles. Comme ces prix restent invariants dans notre modèle, ils sont omis des arguments de la fonction d'offre.

¹¹ Si le soja à identité préservée devient le type de soja majoritaire, il se peut que la perte de flexibilité diminue et que les coûts marginaux de commercialisation des deux types de soja diminuent. Cette situation n'est pas prise en compte ici, où on s'intéresse plutôt aux effets de l'introduction d'une filière à identité préservée, mais pas au cas où elle devient la filière principale en volume.

¹² On peut considérer que ces consommateurs finaux sont les industries de la transformation du soja, dans la mesure où le stade de la transformation n'est pas modélisé ici.

¹³ On ne s'intéresse pas aux effets potentiels de l'adoption d'OGMs et de la création de filières à identité préservée dans d'autres zones du reste du monde sur la demande d'exportation du reste du monde.

La courbe S_{rh} représente la courbe d'offre agrégée des agriculteurs et des commercialisateurs domestiques. La différence verticale entre la courbe S_{rh} et la courbe S_r est égale au coût marginal de commercialisation (soit, au coût marginal de production du soja commercialisé diminué du coût marginal de production du soja agricole), supposé croissant avec les quantités. La courbe S_{rh} est fonction du prix du soja commercialisé p_{rh} , du prix de la semence GM w_{sg}^∞ , du prix soja agricole à identité préservée p_i^0 , ainsi que du volume commercialisé en soja à identité préservée. Ce volume est ici nul (comme il est exposé plus loin) et noté q_{ih}^0 . L'intersection de la courbe S_{rh} et de la courbe D_{rh} détermine le prix d'équilibre du soja régulier au stade de la commercialisation, p_{rh}^0 , et la quantité d'équilibre produite dans le pays domestique, q_{rh}^0 . Le prix d'équilibre du soja régulier au stade agricole est p_r^0 .

Le marché du soja à identité préservée avant l'introduction des OGM est représenté sur le graphique 2. Les prix p_{rh}^0 et p_r^0 sont les prix d'équilibre sur le marché du soja régulier (cf graphique 1). La courbe de demande finale est représentée par D_{ih} . Elle est fonction du prix du soja commercialisé à identité préservée, p_{ih} , et du prix d'équilibre du soja régulier, p_{rh}^0 . Les consommateurs étant indifférents entre le soja régulier et le soja à identité préservée, ils consomment du soja à identité préservée seulement si son prix est inférieur à celui du soja régulier. Dans ce cas, toute la demande de soja se reporte vers le soja à identité préservée. En conséquence, la courbe de demande D_{ih} est coudée, la quantité demandée étant nulle pour des prix du soja commercialisé à identité préservée supérieurs à p_{rh}^0 , puis devenant infiniment élastique à p_{rh}^0 jusqu'au point où toute la demande est reportée sur ce marché, et ensuite décroissante avec les quantités comme la fonction D_{rh} du graphique 1.

Les producteurs agricoles sont prêts à livrer du soja à identité préservée plutôt que du soja régulier s'ils touchent un prix supérieur leur permettant de couvrir le coût de maintien d'identité. La fonction d'offre du soja à identité préservée au stade agricole est fonction de p_i , de p_r^0 et de w_{sg}^∞ . Elle commence à un prix p_i^0 supérieur au prix p_r^0 , elle est ensuite croissante avec les quantités en raison de l'hypothèse selon laquelle les coûts de maintien d'identité au stade agricole varient selon les agriculteurs. La différence entre p_i^0 et p_r^0 est faible (le coût de maintien de l'identité au stade agricole n'est pas très élevé, au moins pour certains agriculteurs, ils seraient donc prêts à maintenir l'identité de leurs cultures pour une différence de prix peu élevée avec le soja régulier). Au stade de la commercialisation, en revanche, le coût de commercialisation est infini, les commercialisateurs ne disposant pas de tests leur permettant de prouver l'identité du soja. La courbe S_{ih} commence donc pour un prix infini, noté p_{ih}^∞ , elle est ensuite croissante avec les quantités. L'équilibre s'établit à l'intersection des courbes d'offre et de demande du soja commercialisé, en p_{ih}^∞ . Le prix du soja agricole à identité préservée est alors p_i^0 et la quantité produite est égale à zéro.

L'équilibre du marché de la semence GM est représenté sur le graphique 3. La technologie OGM n'ayant pas encore été développée, le coût marginal de production de la semence OGM est infini, égal à MC^∞ .

Bien que la semence OGM ne soit pas encore commercialisée, il est déjà possible de représenter la demande adressée aux producteurs potentiels de cette semence. La fonction de demande de semence GM est représentée par D_{sg} . Elle est fonction du prix de la semence, w_{sg} , et des prix d'équilibre du soja régulier et du soja à identité préservée au stade agricole, p_r^0 et p_i^0 . Pour des prix de la semence GM très élevés, la courbe de demande de semence GM par les agriculteurs est confondue avec l'axe des ordonnées, aucun agriculteur n'étant prêt à acheter cette semence. A un niveau de prix de la semence représenté ici par le point A, certains agriculteurs commencent à préférer l'utilisation de la semence GM à celle de la semence non GM (ils ont par exemple des niveaux d'infestation de mauvaises herbes élevés et peuvent réaliser des économies importantes sur les coûts en herbicide en utilisant la semence

GM, qu'ils sont donc prêts à payer à un prix élevé). A partir du point A, lorsque le prix de la semence GM diminue, de plus en plus d'agriculteurs sont prêts à acheter la semence GM. La fonction D_{sg} est donc alors décroissante avec les quantités à pente non infinie. L'équilibre sur le marché de la semence GM est réalisé au prix w_{sg}^∞ , la quantité d'équilibre q_{sg}^0 est nulle.

Premier déplaceur : changement technologique OGM

Le premier déplaceur est le changement technologique OGM, avec l'apparition de la semence GM sur le marché. Plus précisément, cette situation est caractérisée par les trois hypothèses suivantes : le coût marginal de production de la semence GM est maintenant fini et constant ; les consommateurs sont toujours indifférents entre soja régulier et soja à identité préservée ; le coût marginal de commercialisation du soja à identité préservée est toujours infini (absence de tests de contenu OGM du soja).

L'effet premier de ce déplaceur sur le marché de la semence GM est représenté sur le graphique 4. Le coût marginal de production de la semence GM diminue de MC^∞ à MC^I . Le cas représenté est celui d'une firme de production de semence OGM en monopole. Elle égalise son coût marginal de production, MC^I , avec son revenu marginal, donnée par la droite partant du point A et ayant une pente deux fois plus forte que la droite D_{sg} . Elle choisit alors de produire la quantité q_{sg}^I qu'elle vend au prix w_{sg}^I .¹⁴ Ce graphique représente l'effet premier du déplaceur introduit ici, mais il ne représente pas l'équilibre final sur ce marché. En effet, la droite D_{sg} y est représentée en fonction des prix d'équilibre de la situation précédente (monde sans OGM), p_r^0 et p_i^0 . Or, ce déplaceur conduit à des changements de l'équilibre sur les marchés du soja régulier et du soja à identité préservée, qui conduisent à modifier les prix d'équilibre sur ces marchés.

L'effet premier du déplaceur "changement technologique OGM" sur le marché du soja régulier est représenté sur le graphique 5. Avec la diminution du prix de la semence GM, certains agriculteurs adoptent la semence GM, ce qui conduit à déplacer la courbe d'offre du soja régulier vers le bas. Le cas représenté ici est celui d'un déplacement de la courbe S_r parallèle vers le bas.¹⁵ La courbe d'offre S_r est la somme de deux courbes d'offre. La première est l'offre agrégée des producteurs ayant adopté l'innovation OGM, notée S_g sur le graphique. La seconde est l'offre agrégée des producteurs n'ayant pas adopté l'innovation OGM. Elle n'est pas directement représentée sur le graphique, mais elle correspond à la différence horizontale entre S_r et S_g . La courbe d'offre de soja commercialisé S_{rh} se déplace parallèlement vers le bas, avec un déplacement identique à celui de la courbe S_r . Les prix d'équilibre du soja commercialisé et agricole diminuent, la quantité d'équilibre du soja augmente. Ici encore, ce n'est pas l'équilibre final qui est représenté, puisqu'on ne considère pas l'ajustement du prix de la semence après son niveau w_{sg}^I .

¹⁴ L'offre de semence GM de soja n'est actuellement pas en monopole (voir Bullock et Nitsi, 2000). Dans le cas d'un marché en oligopole, les firmes offrant la semence GM égalisent leur coût marginal de production et leur revenu marginal perçu. On garde ici la représentation en monopole, pour simplifier.

¹⁵ Le type de déplacement de la courbe d'offre résultant de l'introduction du soja OGM est a priori inconnu. Les implications du changement technologique sur le surplus des producteurs varient selon le type de déplacement qui est supposé pour la courbe d'offre. Ainsi, le surplus des producteurs qui adoptent augmente nécessairement dans le cas d'un déplacement parallèle, tandis qu'il peut augmenter ou diminuer dans le cas d'un déplacement pivotant (Alston, Norton, Pardey 1995). Le déplacement de la courbe correspond à deux effets : diminution des coûts de production par hectare pour les agriculteurs qui adoptent ; mais aussi augmentation de la terre allouée au soja pour ces agriculteurs, au détriment de la culture alternative. Sur le marché de la culture alternative, qui n'est pas représenté ici, il y aurait donc un déplacement de la courbe d'offre vers le haut.

Le graphique 6 représente l'effet premier du déplaceur "changement technologique OGM" sur le marché du soja à identité préservée. La diminution du prix p_{rh} (jusqu'en p_{rh}^1) conduit à un déplacement vers le bas de la partie infiniment élastique de la courbe de demande D_{ih} . La diminution du prix p_r (jusqu'en p_r^1) conduit à un déplacement vers le bas de la courbe d'offre agricole S_r . Le coût de commercialisation du soja à identité préservée étant toujours infiniment élevé, l'équilibre reste en p_{ih}^∞ , avec une quantité produite nulle, le prix au stade agricole étant maintenant p_i^1 .

Seul l'effet premier du déplaceur a été représenté sur les graphiques 4 à 6. Après cet effet premier, les prix s'ajustent à nouveau sur les marchés (la diminution du prix du soja régulier conduit à un déplacement vers l'intérieur de la courbe de demande de semence, etc). En supposant que les effets premiers dominent (hypothèse de stabilité du modèle), l'équilibre final après l'introduction du premier déplaceur est réalisé pour un prix de la semence GM fini w_{sg}^{el} , des prix du soja régulier p_r^{el} et p_{rh}^{el} , des prix du soja à identité préservée p_i^{el} et p_{ih}^∞ , avec $p_r^{el} < p_r^0$, $p_{rh}^{el} < p_{rh}^0$, $p_i^{el} < p_i^0$.

En résumé, les effets technologiques du changement technologique OGM sont donc les suivants, en comparaison avec le monde sans OGM. L'offreur de biotechnologie et semence OGM réalise nécessairement un gain, puisqu'il vend sa semence à un prix supérieur au coût marginal de production. Il a cependant encouru des coûts irrécupérables de recherche et développement pour amener l'innovation sur le marché. Sur le marché du soja régulier, les courbes d'offre se déplacent vers la droite, la quantité produite augmente, les prix diminuent. L'introduction de la technologie OGM crée donc un gain pour les consommateurs; les agriculteurs qui n'adoptent pas la technologie OGM (parce qu'elle n'est pas intéressante pour eux) perdent nécessairement, puisqu'ils produisent le même type de soja que dans le monde sans OGM mais reçoivent un prix inférieur; les producteurs de soja OGM peuvent gagner ou perdre selon le type de déplacement de leur courbe d'offre (si ce déplacement est parallèle, comme il est représenté ici, ils gagnent). Il n'y a toujours pas de production de soja à identité préservée.

Second déplaceur : apparition d'une nouvelle information "les OGMs peuvent être mauvais"

En partant de la situation précédente, on introduit maintenant un nouveau déplaceur, à savoir une information selon laquelle les OGMs peuvent être dangereux. On suppose que certains consommateurs ne croient pas cette information, et restent donc indifférents entre le soja régulier et le soja à identité préservée, tandis que d'autres consommateurs croient cette information et refusent désormais de consommer du soja régulier.¹⁶ Le coût marginal de production de la semence GM est toujours égal à MC^1 , et le coût de commercialisation du soja à identité préservée est toujours infini.

Sur le marché du soja régulier (graphique 7), la courbe de demande finale adressée au soja régulier se déplace de manière pivotale vers l'intérieur, certains consommateurs refusant maintenant de consommer du soja régulier. La nouvelle courbe de demande D_{rh} est fonction d'un argument supplémentaire, le second déplaceur, noté $d2$. L'effet premier de ce déplacement de la courbe de demande est de faire diminuer le prix du soja commercialisé jusqu'à p_{rh}^2 , le prix du soja agricole jusqu'à p_r^2 , et la quantité produite jusqu'à q_r^2 .

Sur le marché du soja à identité préservée (graphique 8), la partie infiniment élastique de la courbe de demande finale est maintenant située au prix p_{rh}^2 . De plus, pour des prix

¹⁶ Ce déplaceur peut aussi être analysé comme le résultat d'une réglementation interdisant l'importation de l'OGM qui a été adopté dans certains pays importateurs.

supérieurs à p_{rh}^2 , la demande n'est maintenant plus confondue avec l'axe des ordonnées, mais représentée par un segment de droite décroissant correspondant à l'ensemble des consommateurs qui refusent de consommer du soja régulier. Pour des prix du soja régulier inférieurs à p_{rh}^2 , tous les consommateurs, y compris ceux qui sont indifférents entre soja régulier et soja à identité préservée, préfèrent consommer du soja à identité préservée. Cette partie de la courbe reste donc identique par rapport au cas précédent (équilibre après l'introduction du changement technologique OGM). La courbe d'offre des agriculteurs S_i se déplace vers le bas suite à la diminution du prix p_r en p_r^2 . Le coût marginal de commercialisation du soja à identité préservée étant toujours infini, le prix d'équilibre du soja commercialisé reste infini (noté p_{ih}^∞), la quantité produite de soja à identité préservée reste égale à zéro. Le prix du soja agricole à identité préservée est maintenant égal à p_i^2 . Sur le marché de la semence GM (graphique 9), la courbe de demande de semence se déplace vers le bas, comme le prix du soja régulier a diminué jusqu'en p_r^2 . Le prix de monopole de la semence diminue jusqu'en w_{sg}^2 .

Ici encore, seuls les effets premiers du déplaceur ont été représentés sur les graphiques 7 à 9. Après ces effets premiers, les prix s'ajustent à nouveau sur les marchés (la diminution du prix de la semence conduit à un déplacement vers l'extérieur de la courbe d'offre de soja régulier, de nouveaux agriculteurs étant prêts à acheter du soja. Il en résulte une nouvelle diminution du prix du soja régulier commercialisé et du prix du soja régulier agricole. La courbe de demande de semence GM se déplace alors une nouvelle fois vers l'intérieur). Si les effets premiers dominant, l'équilibre final après l'introduction du second déplaceur est réalisé pour un prix de la semence GM fini w_{sg}^{e2} inférieur à w_{sg}^{e1} , des prix du soja régulier p_r^{e2} et p_{rh}^{e2} , des prix du soja à identité préservée p_i^{e2} et p_{ih}^∞ , avec $p_r^{e2} < p_r^{e1}$, $p_{rh}^{e2} < p_{rh}^{e1}$, $p_i^{e2} < p_i^{e1}$.

Les effets du second déplaceur peuvent être résumés de la façon suivante, en comparaison avec l'équilibre après introduction de la technologie OGM. La courbe de demande de soja à identité préservée se déplace vers l'extérieur pour des prix supérieurs au prix d'équilibre du soja régulier commercialisé. Cependant, comme le coût de commercialisation du soja à identité préservée est infini, il n'y a pas de production de ce type de soja. Même si certains agriculteurs continuent à produire du soja non GM, ce soja est mélangé avec le soja GM au stade de la commercialisation, en l'absence d'une technologie permettant le maintien de l'identité des cultures à ce stade. Les consommateurs qui rejettent les OGMs ne consomment donc plus de soja. La courbe de demande du soja régulier se déplace vers l'intérieur, tandis que les courbes d'offre de soja régulier agricole et du soja régulier commercialisé se déplacent vers le bas, avec un effet total négatif à la fois sur les prix du soja régulier agricole et commercialisé, et sur la quantité de soja régulier.¹⁷ Le prix du soja régulier diminue, donc tous les agriculteurs perdent, qu'ils produisent du soja GM ou non GM. Les consommateurs qui ne rejettent pas les OGMs gagnent en raison de la diminution du prix du soja régulier. Les revenus réalisés sur les ventes de semence GM diminuent, la firme de biotechnologie et semence perd.

Troisième déplaceur : changement technologique "maintien d'identité"

En partant de la situation précédente, on introduit un troisième déplaceur, correspondant à une diminution du coût de commercialisation du soja à identité préservée qui devient fini (des tests permettant de déterminer le contenu OGM des échantillons apparaissent). Le coût

¹⁷ Ces deux déplacements conduisent nécessairement à une diminution du prix. On suppose qu'ils conduisent également à une diminution de la quantité, i.e., on suppose que l'effet premier (déplacement de la courbe de demande) domine l'effet second (déplacement de la courbe d'offre).

marginal de production de la semence GM est toujours égal à MC^l , et la proportion des consommateurs qui rejettent les OGMs est inchangée.

Sur le marché du soja à identité préservée (graphique 10), la courbe d'offre du soja commercialisé se déplace vers le bas. La nouvelle courbe d'offre a pour argument supplémentaire le troisième déplaceur, noté $d3$. L'équilibre sur le marché du soja est maintenant réalisé au prix p_{ih}^3 , avec une production q_{ih}^3 positive. Le prix du soja agricole à identité préservée augmente en p_i^3 . Sur le marché du soja régulier (graphique 11), la fonction d'offre du soja régulier agricole se déplace vers l'intérieur, parce que certains agriculteurs abandonnent le soja régulier pour cultiver du soja à identité préservée. La fonction d'offre du soja régulier commercialisé se déplace également vers l'intérieur, avec un déplacement plus important, car il comprend également une augmentation des coûts de commercialisation du soja régulier. En effet, la quantité commercialisée sur le marché du soja à identité préservée étant maintenant positive, il en résulte une perte de flexibilité au stade de la commercialisation, avec une augmentation des coûts pour commercialiser les deux types de soja. En raison du déplacement de la courbe d'offre de soja commercialisé, le prix du soja commercialisé augmente nécessairement et la quantité produite diminue nécessairement. En revanche, l'effet sur le prix du soja régulier au stade agricole est ambigu, il n'est pas certain qu'il augmente si la perte de flexibilité conduit à une augmentation trop grande du coût de commercialisation.

L'effet sur le marché de la semence (qui n'est pas représenté) n'est pas déterminé a priori. Il dépend du sens d'évolution du prix du soja régulier agricole. Il dépend également de la distribution des coûts de maintien d'identité chez les agriculteurs, et du type d'agriculteurs qui produisent du soja à identité préservée. Notamment, les firmes de semence peuvent perdre s'il s'agit de producteurs qui auparavant faisaient de l'OGM mais préfèrent maintenant offrir du non OGM à identité préservée.

En résumé, en comparaison avec la situation précédente (où des consommateurs refusaient les OGMs mais où la ségrégation du non OGM n'était pas possible), les consommateurs effrayés par les OGMs gagnent nécessairement, puisqu'il existe maintenant une offre de soja à identité préservée. Cependant, le prix du soja à identité préservée est nécessairement supérieur à celui du soja régulier. Sur le marché du soja régulier, le prix du soja commercialisé augmente, donc les consommateurs qui ne sont pas effrayés par les OGMs perdent. En revanche, l'effet sur le prix du soja agricole régulier n'est pas déterminé. Si la perte de flexibilité au stade de la commercialisation conduit à augmenter beaucoup le coût de commercialisation, il est possible que le prix du soja régulier au stade agricole diminue, et que les producteurs du soja régulier perdent. Il est possible que l'offreur de la semence OGM perde.

Un monde avec OGMs, rejet des OGMs par certains consommateurs, maintien de l'identité : comparaison avec un monde sans OGM

En conclusion, il semble intéressant de comparer le résultat obtenu après avoir introduit le troisième déplaceur avec la situation initiale (monde sans OGMs). Tous les effets ne sont pas déterminés en l'absence d'hypothèses supplémentaires. Il est cependant possible de conclure sur les points suivants. Tout d'abord, l'offreur de la semence OGM réalise un profit sur les ventes de cette semence, alors que dans le monde sans OGM, il n'avait aucun profit, puisque la semence OGM n'était pas vendue. Cependant, il est possible qu'il gagne moins que ce qu'il avait escompté, et pas assez pour recouvrer ses coûts irrécupérables de recherche et développement. Ensuite, les consommateurs qui rejettent les OGMs perdent nécessairement, parce qu'ils paient un prix plus élevé pour le soja à identité préservée. En revanche, l'effet sur

les consommateurs qui ne sont pas effrayés par les OGMs et sur les agriculteurs est indéterminé. Il dépend des importances relatives des trois déplaceurs, à savoir, le changement technologique OGM, le déplacement de la demande suite à l'information - crue par certains et non par d'autres - selon laquelle les OGMs peuvent être dangereux, et le changement du coût de commercialisation pour le soja à identité préservée.

4. Conclusions

Cet article présente des éléments empiriques sur les coûts liés à la ségrégation et au maintien de l'identité des cultures non GM aux Etats-Unis, ainsi qu'une première analyse des effets théoriques liés à la ségrégation non GM. L'analyse théorique est centrée sur la situation dans un pays exportateur adoptant des OGMs et faisant face à un changement dans la demande d'exportation. Ce changement dans la demande d'exportation peut provenir de l'absence d'autorisation de certaines variétés OGMs dans des pays importateurs, ou d'un rejet des OGMs par les consommateurs de certains pays importateurs. L'effet du maintien de l'identité des cultures non GM sur les prix et les revenus aux différents stades du système de production et commercialisation des graines est théoriquement ambigu. Il dépend des importances relatives des effets liés à l'arrivée de la technologie OGM, aux changements dans la demande adressée au pays exportateur, et au coût de maintien de l'identité des cultures non GM.

Il serait intéressant de poursuivre l'analyse empirique et théorique présentée ici sur plusieurs points. Tout d'abord, il serait important de détailler l'analyse des fonctions d'offre au stade agricole. Pour cela, il est prévu de développer un modèle dans lequel des agriculteurs sont différenciés sur un paramètre d'infestations de mauvaises herbes (incitation à adopter l'OGM) et un paramètre de coût de maintien de l'identité (incitation à participer à une filière à identité préservée). Il s'agira de préciser les conditions sous lesquelles les agriculteurs choisissent d'utiliser une semence GM ou non, et, dans le cas où ils n'utilisent pas de semence GM, de participer ou non à la filière à identité préservée. Notamment, les conditions sous lesquelles l'offre de soja à identité préservée provient d'agriculteurs qui auraient de toute façon cultivé du non OGM ou d'agriculteurs qui renoncent à cultiver de l'OGM seront précisées. Les implications de ces différentes conditions, en termes de quantités, de prix et de revenus, seront ensuite analysées.

Ensuite, il serait intéressant de préciser les effets de la perte de flexibilité au stade de la commercialisation, dans le cas où le système doit commercialiser à la fois la culture "régulière" et la culture à identité préservée. L'analyse présentée dans cet article concerne essentiellement le cas de la création d'une filière à identité préservée. Il serait important d'apprécier comment les coûts liés à cette perte de flexibilité pourraient évoluer dans le cas d'une forte augmentation du volume commercialisé de graines à identité préservée. En d'autres termes, il s'agirait d'analyser à quels coûts le système de commercialisation actuel serait capable de gérer à la fois des volumes importants de graines "régulières" (GM ou non GM mélangées ensemble) et de graines non GM à identité préservée.

Bibliographie

- Agriculture & Biotechnology Strategies (Canada) Inc., 2000. Global database of plants with novel traits. <http://www.agbios.com/DBSearch.asp>. Accédé le 3 juin 2000.
- Alston J.M., Norton G.W., Pardey P.G. (1995). Science under scarcity. Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Cornell University Press, Ithaca.
- Ballenger, N., M. Bohman, et M. Gehlhar (2000). Biotechnology: implications for U.S. corn & soybean trade. Agricultural Outlook, April 2000, USDA ERS.
- Bullock, D.S., Desquilbet, M. et E. Nitsi (2000). The Economics of Non-GMO Segregation and Identity Preservation. Document de travail, 21 octobre.
- Bullock, D.S., et E. Nitsi (2000). Roundup ready soybean technology and farm production costs: Measuring the incentive to adopt. Document de travail. University of Illinois at Urbana-Champaign, Department of Agricultural and Consumer Economics.
- Commission Européenne (2000a). Communiqué de presse : les OGM dans l'UE : les faits. MEMO/00/43. 22 p. 13 juillet.
- Commission Européenne (2000b). Règlements CE n° 49/2000 et n°50/2000 de la Commission du 10 janvier 2000, Journal Officiel des Communautés Européennes.
- Commission Européenne (2000c). Document de travail des services de la Commission sur la traçabilité et l'étiquetage des OGM et des produits dérivés d'OGM. ENV/620/2000. 18 p.
- DuPont Specialty Grains, 2000. Purchase Agreements for identity preserved soybeans. Sample contracts. <http://170.54.59.100/>.
- Falck-Zepeda, J. B., G. Traxler, et R. G. Nelson (2000). Rent creation and distribution from biotechnology Innovations: The case of Bt cotton and herbicide-tolerant soybeans in 1997. *Agribusiness* 16, 21-32.
- Harl N.E., R.G. Ginder, C.R. Hurburgh at S. Moline (2000). The Starlink™ situation. Document de travail, Iowa State University, 25 octobre 2000.
- ICTSD (International Centre for Trade and Sustainable Development) (2000). *Passerelles entre le commerce et le développement durable*, vol. 2, n°6, juin-juillet-août.
- Langer, D. , 2000. Director of Parent Test Research, Pioneer Hi-Bred International, Inc. Personal communication.
- Mayer, H. et W. H. Furtan (1999). Economics of transgenic herbicide-tolerant canola – The case of Western Canada. *Food Policy*, 24, 431-442.
- Moschini, G., H. Lapan, et A. Sobolevsky (2000). Roundup ready® soybeans and welfare effects in the soybean complex. *Agribusiness* 16, 33-55.
- Nielsen, C. et K. Anderson (2000). GMOs, trade policy, and welfare in rich and poor countries. Policy Discussion Paper n°21, Centre for International Economic Studies, University of Adelaide, Australia.
- Simone M. et M.L. Madell (1998). Biotechnology confronts agreements in the WTO. USDA, Economic Research Service, WRS-98-44.
- OCDE (1998). Trade and regulatory issues and biotechnology. OECD Workshop on emerging trade issues in agriculture, 26-27 octobre 1998, Paris.

- OCDE (2001). Economics of labelling of genetically engineered crops: selected issues. Directorate for food, agriculture and fisheries. Committee for agriculture. Group on cereals, animal feeds and sugar. AGR/CA/APM/CFS(2001)3.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (2000). Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques relatif à la Convention sur la diversité biologique : Texte et annexes. 30 p.
- Tokyo grain exchange, non-GMO soybean futures and US soybean futures, Yen/Ton, October 10,2000, <http://www.tge.or.jp>.
- USDA, Food and Drug Administration (2001). Guidance for Industry: Voluntary labeling indicating whether foods have or have not been developed using bioengineering: Draft Guidance, January. <http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/biolabgu.html>, accédé le 5 février 2001.
- USDA, Foreign Agriculture Service (1999). Oilseeds: World markets and trade, décembre 1999.
- USDA, Foreign Agriculture Service (2000a). Oilseeds: World markets and trade, avril 2000.
- USDA, Foreign Agriculture Service (2000b). Grains: World markets and trade, mai 2000.
- USDA, Grain inspection, packers and stockyards administration, federal grain inspection service (1997). Grain inspection handbook, book II, Washington D.C., USA.
- USDA, National Agricultural Statistics Service. Prospective plantings, 31 mars 2000. Washington D.C.

Tableau 1 - Coût unitaire des tests non OGM sur le soja

	contenu (stère)	contenu (tonne)	coût unitaire (\$)	\$ par tonne
camion : 2 tests rapides	14.5	10.9	7.5	0.688
péniche : coût d'envoi de l'échantillon au laboratoire	2,000	1,500	15	0.010
péniche : test ELISA	2,000	1,500	100	0.067
1200 tonnes dans une cale d'un bateau chez l'exportateur : test ELISA	1,600	1,200	100	0.083
1200 tonnes dans une cale d'un bateau chez l'importateur : test ELISA	1,600	1,200	100	0.083
total				0.93

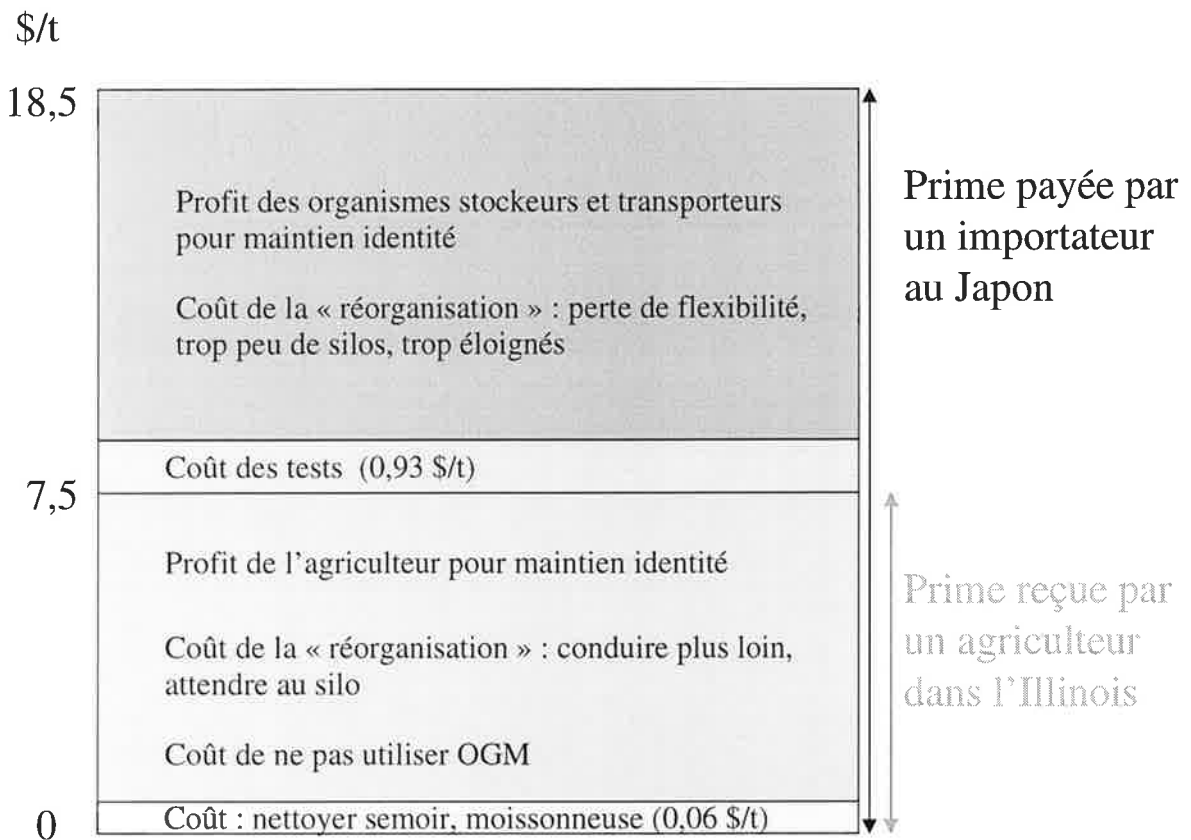
1 tonne = 1.33 stères de soja

Tableau 2 - Coût unitaire des tests non OGM sur le maïs

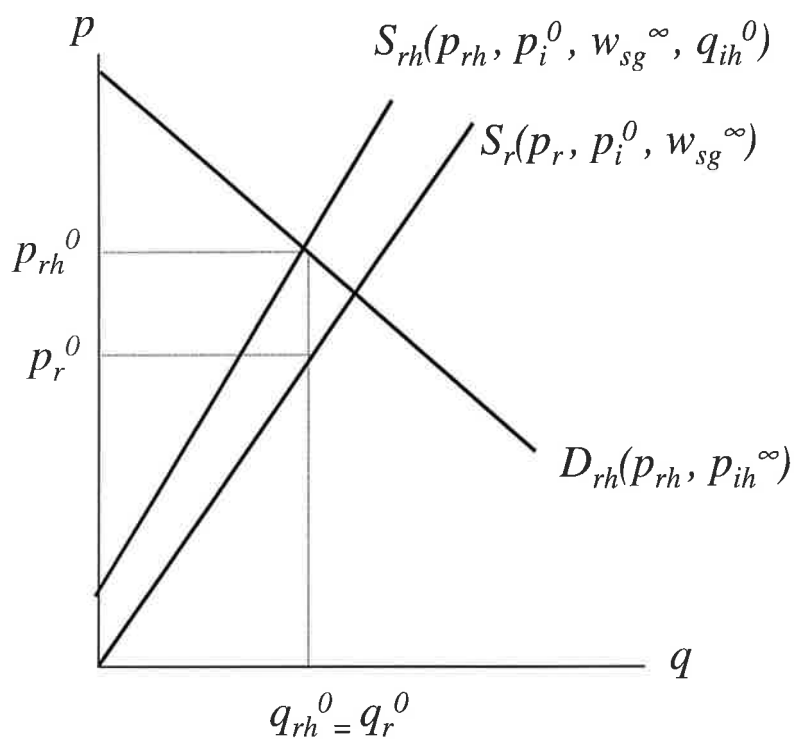
	contenu (stère)	contenu (tonne)	coût unitaire (\$)	\$ par tonne
camion : 2 tests rapides	14.5	10.1	7	0.69
péniche : coût d'envoi de l'échantillon au laboratoire	2,000	1,400	15	0.011
péniche : test PCR quantitatif	2,000	1,400	370	0.264
péniche : test PCR qualitatif additionnel pour 12 événements non approuvés à l'importation dans l'UE	2,000	1,400	900	0.643
1200 tonnes dans une cale d'un bateau chez l'exportateur : test PCR quantitatif	1,700	1,200	370	0.308
1200 tonnes dans une cale d'un bateau chez l'importateur : test PCR quantitatif	1,700	1,200	370	0.308
total				2.22

1 tonne = 1.43 stères de maïs

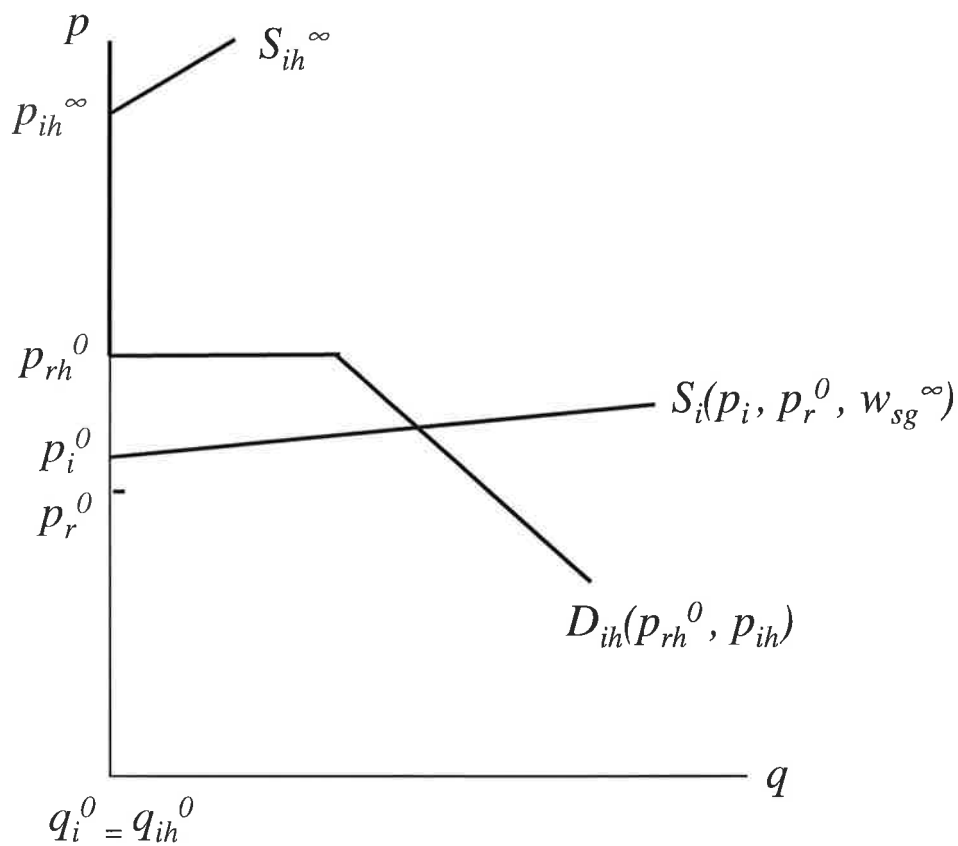
Figure 1 - Primes de vente et coûts de production de soja non GM à identité préservée



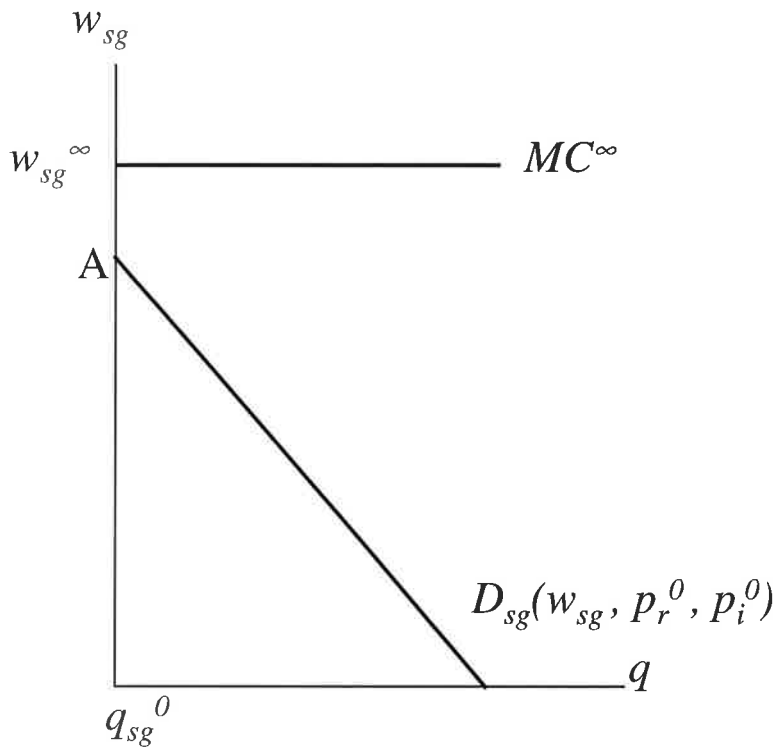
Graphique 1 - Monde sans OGMs : marché du soja régulier



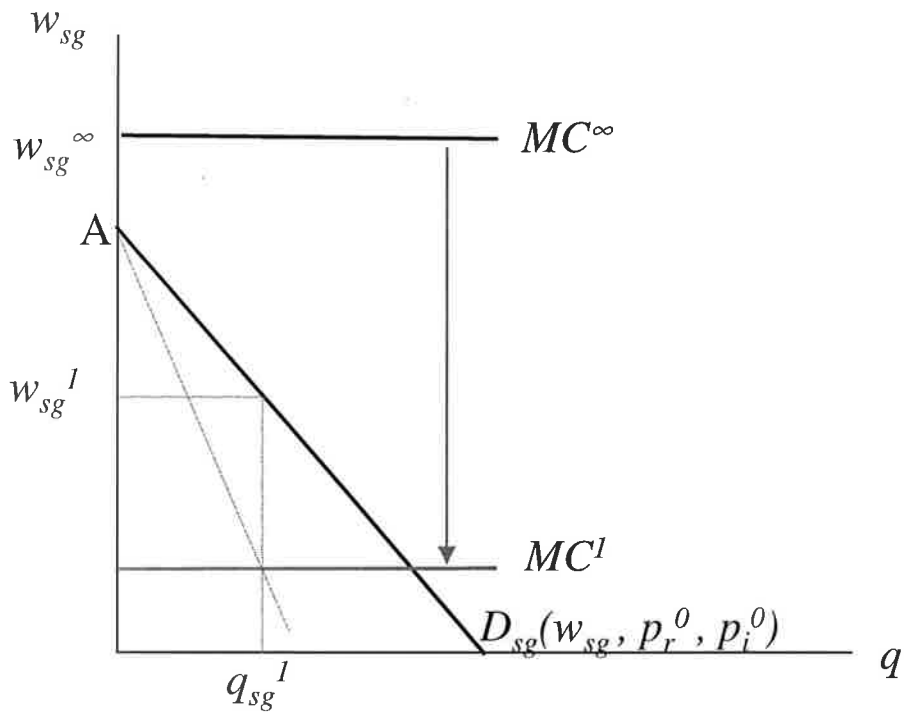
Graphique 2 - Monde sans OGMs : marché du soja à identité préservée



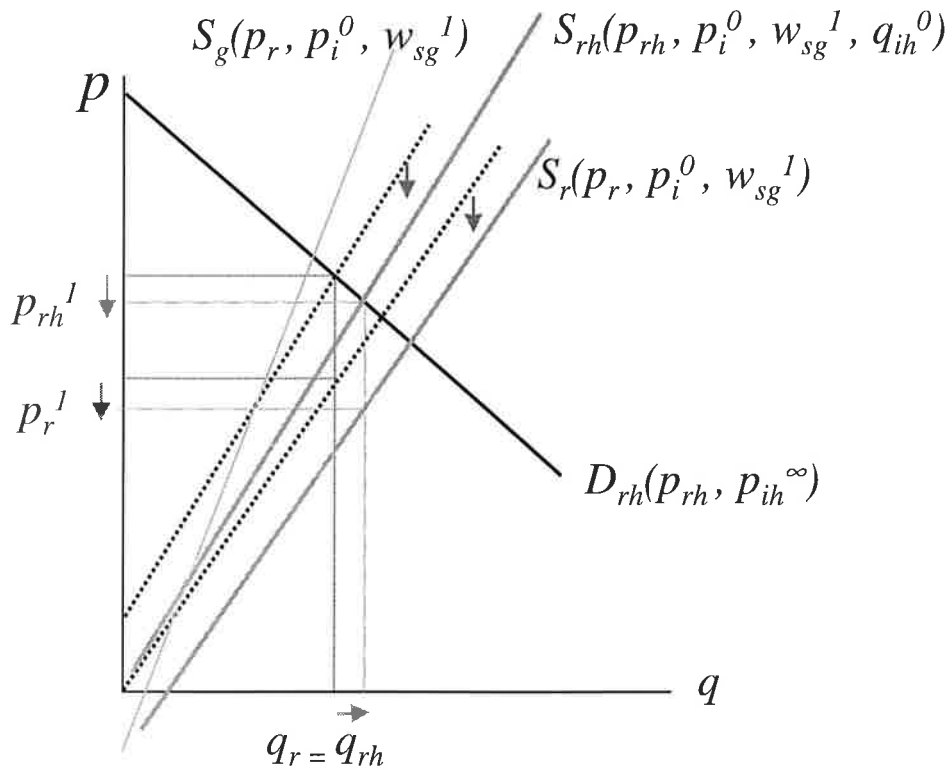
Graphique 3 - Monde sans OGMs : marché de la semence OGM



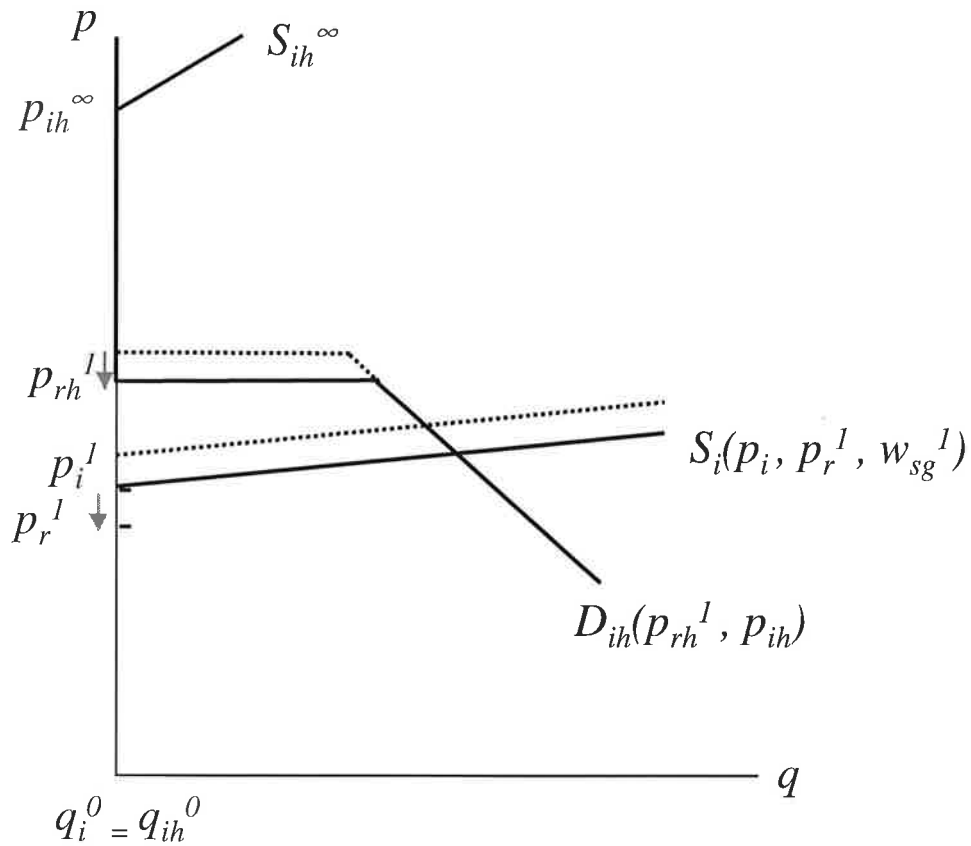
Graphique 4 - Changement technologique OGM : marché de la semence OGM



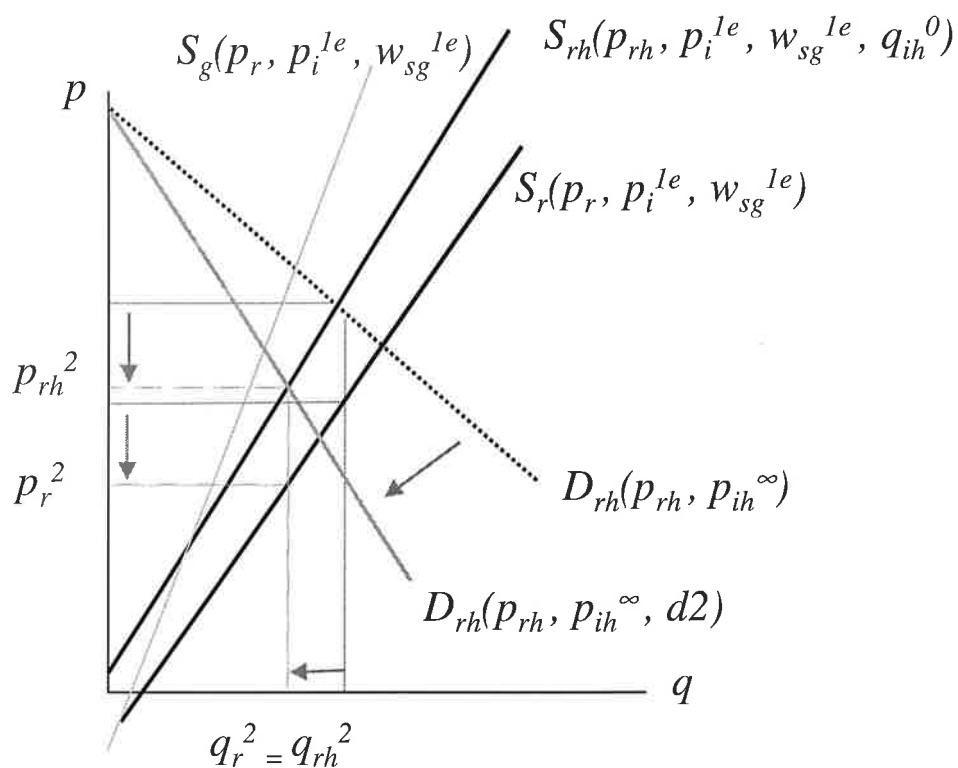
Graphique 5 - Changement technologique OGM : marché du soja régulier



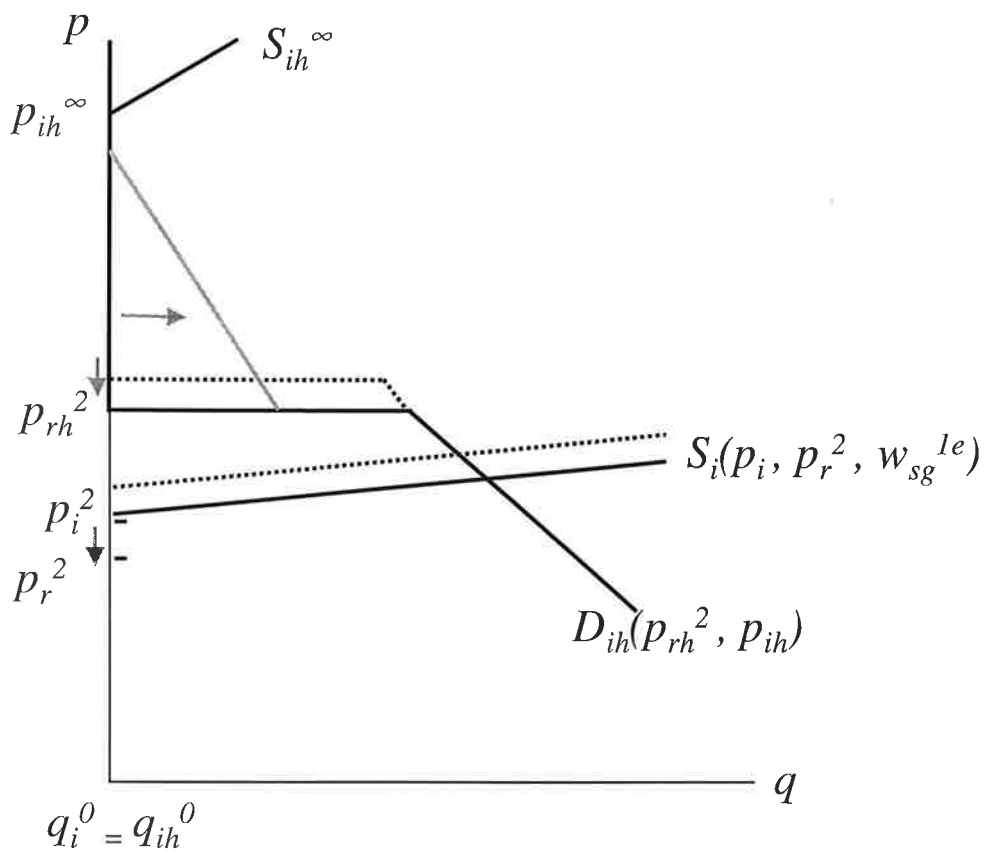
Graphique 6 - Changement technologique OGM : marché du soja à identité préservée



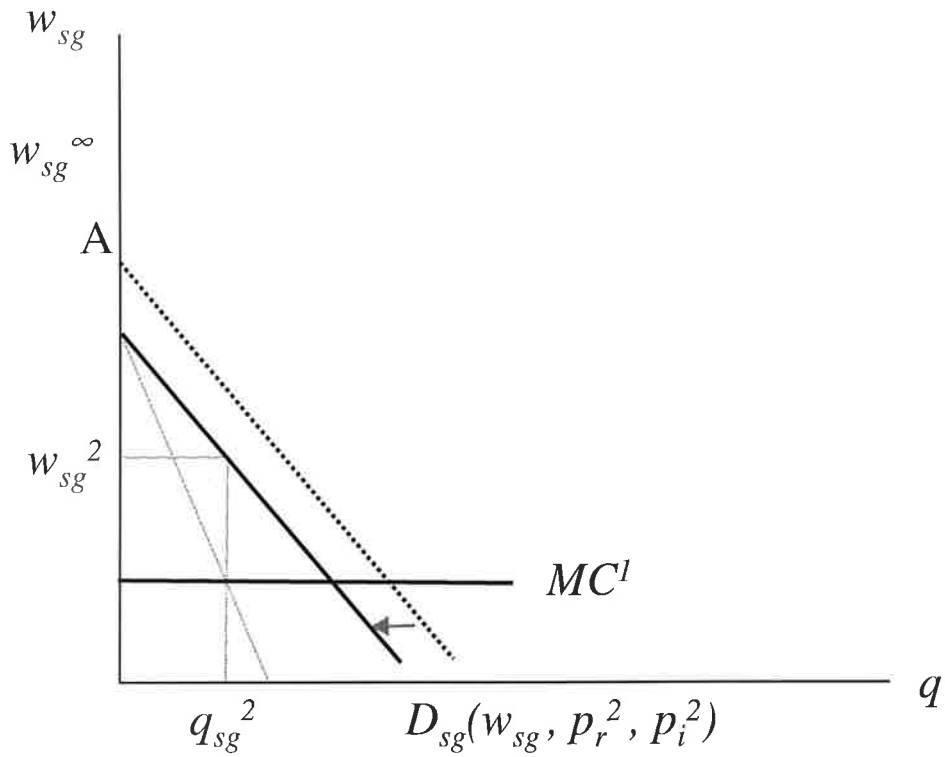
Graphique 7 - Information sur les risques des OGMs : marché du soja régulier



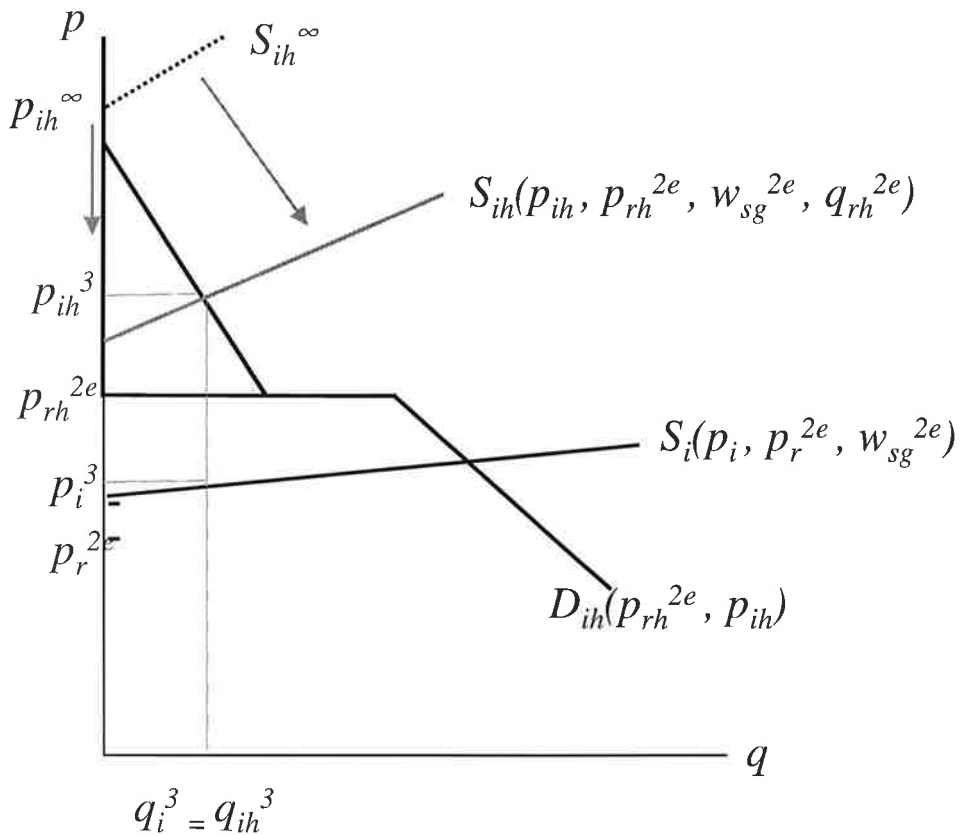
Graphique 8 - Information sur les risques des OGMs : marché du soja à identité préservée



Graphique 9 - Information sur les risques des OGMs : marché de la semence GM



Graphique 10 - Changement technologique maintien d'identité : marché du soja à identité préservée



Graphique 11 - Changement technologique maintien d'identité : marché du soja régulier

