



Section B: Les éléments de preuve d'ores et déjà disponibles

4. Impacts économiques des cultures transgéniques

Comme toute innovation technologique dans l'agriculture, les cultures transgéniques auront des retombées économiques sur les agriculteurs, les consommateurs et la société dans son ensemble.

Ce chapitre analyse les éléments de preuve économiques dont on dispose aujourd'hui sur l'impact – tant sur les exploitations que sur l'économie tout entière – de la culture transgénique la plus largement adoptée dans les pays en développement: le coton résistant aux insectes. On passe en revue les études économiques sanctionnées par les spécialistes sur l'ampleur et la répartition des retombées économiques de l'adoption du coton résistant aux ravageurs, aux États-Unis ainsi que dans cinq pays en développement qui en ont approuvé la production commerciale (l'Afrique du Sud, l'Argentine, la Chine, l'Inde et le Mexique).

Une autre étude estime l'impact économique potentiel du coton transgénique pour les agriculteurs de cinq pays d'Afrique de l'Ouest où son utilisation n'a pas encore été autorisée (voir l'encadré 16 p. 62). Outre les études de cas sur le coton, on trouvera aussi dans ce chapitre une brève analyse des impacts du soja tolérant aux herbicides sur l'économie de l'Argentine et des États-Unis qui en sont les plus grands cultivateurs.

Enfin, une analyse *ex-ante* des retombées potentielles du «riz doré» (Golden Rice) pour les consommateurs est présentée à l'encadré 13.

Sources des impacts économiques

L'impact économique global des cultures transgéniques sera fonction de facteurs très divers, dont l'incidence des technologies sur les rendements et les pratiques agronomiques, l'achat des denrées alimentaires et autres produits issus des cultures transgéniques par les consommateurs, les obligations réglementaires et les coûts qu'elles entraînent. À long terme, d'autres facteurs, tels que la concentration industrielle de la production et de la commercialisation des technologies transgéniques agricoles, pourraient également influer sur l'ampleur et la répartition des retombées économiques.

Les agriculteurs qui optent pour les nouvelles technologies, notamment lorsqu'ils le font précocement, peuvent bénéficier d'une baisse des coûts de production et/ou d'une amélioration des rendements. Les autres agriculteurs pourraient alors se trouver désavantagés, selon la façon dont évoluent les préférences des consommateurs et les modes de réglementation (voir le Chapitre 6). Si les consommateurs font dans l'ensemble bon accueil aux cultures transgéniques et que les obligations réglementaires ne sont pas trop coûteuses, les agriculteurs qui ont fait ce choix sortiraient gagnants, et les autres perdants. Toutefois, si l'opposition des consommateurs s'intensifie, les agriculteurs traditionnels verrraient la situation tourner à leur avantage

et obtiendraient un meilleur prix pour les produits non génétiquement modifiés.

Les consommateurs tirent généralement profit des innovations technologiques agricoles du fait de la baisse des prix et/ou de la meilleure qualité des produits proposés. Les choses sont cependant plus compliquées dans le cas des cultures transgéniques et ce, pour au moins deux raisons. Tout d'abord, les contraintes réglementaires, telles que l'étiquetage obligatoire et la séparation des marchés, pourraient gonfler les coûts de production et de commercialisation des cultures transgéniques et contrecarrer la baisse des prix à la consommation. Ensuite, certains consommateurs sont farouchement opposés à ces produits. Ils vivraient comme une détérioration de leur qualité de vie le fait d'être contraints de consommer des produits transgéniques ou d'acheter à prix fort des produits d'agriculture biologique pour échapper aux OGM.

Autant dire que l'impact économique net des cultures transgéniques sur la société est un concept hautement complexe et dynamique qu'il n'est pas aisément de mesurer. Dans un premier temps, les agriculteurs ne se tourneront massivement vers ces cultures que dans la mesure où elles sont porteuses de retombées économiques. Dans les pays en développement en particulier, de nombreux facteurs économiques et institutionnels viennent s'ajouter à leurs caractéristiques purement agronomiques et pèsent sur leur rentabilité au niveau des exploitations. La recherche économique commence à montrer que les cultures transgéniques peuvent se révéler très avantageuses à l'échelle des exploitations lorsqu'elles apportent une solution aux problèmes de production graves et que les agriculteurs ont accès aux nouvelles technologies. Jusqu'ici, ces conditions n'ont toutefois été remplies que dans une poignée de pays qui ont su exploiter les innovations élaborées par le secteur privé pour des cultures de climat tempéré du Nord. En outre, ces pays disposent de systèmes nationaux de recherche agricole assez bien établis, de procédures réglementaires pour la prévention des risques biotechnologiques, de régimes de droits de propriété intellectuelle et de marchés d'intrants locaux. Les pays où ces conditions préalables ne sont pas remplies

risquent fort de se retrouver exclus de la révolution génétique.

Les publications relatives à l'impact des cultures transgéniques sur les pays en développement sont très limitées, principalement parce que ces cultures ne sont cultivées que depuis quelques années et dans très peu de pays. On dispose rarement de données pour des périodes de plus de deux ou trois ans, et la plupart des études portent sur un nombre relativement restreint d'agriculteurs. Avec de si petits échantillons, il est extrêmement difficile d'isoler l'impact d'une culture transgénique des nombreuses autres variables ayant une incidence sur la performance des cultures, comme les conditions météorologiques, les semences, la qualité des pesticides, la charge en ravageurs et les compétences des agriculteurs. Par ailleurs, il faut parfois des années d'expérience d'une nouvelle technologie comme le coton résistant aux ravageurs avant que les agriculteurs ne la maîtrisent vraiment. Il faut également se garder de tirer des conclusions décisives de ces premiers éléments de preuve dans la mesure où les technologies agricoles ont souvent des retombées positives plus importantes lorsqu'elles sont adoptées précocement. Cela tient au fait que les premiers venus s'en sortent mieux que les autres agriculteurs du point de vue des coûts et vendent leur innovation à meilleur prix. À mesure qu'un plus grand nombre d'agriculteurs se tournent vers les variétés transgéniques, les économies de coûts finissent par engendrer une baisse du prix des produits, ce qui signifie que les consommateurs continuent à bénéficier de la situation mais que les gains des agriculteurs s'amenuisent. Le troisième danger que présentent les cultures transgéniques est qu'elles sont pour l'essentiel contrôlées par quelques grandes sociétés. En l'absence de concurrence et de réglementation efficace, ces sociétés ne semblent pas tirer de profits monopolistiques de la vente de leurs produits, mais rien ne garantit que ce ne sera pas le cas à l'avenir.

Le coton transgénique étant désormais cultivé dans un nombre assez important de pays, dans des conditions institutionnelles et commerciales différentes et par différents types d'agriculteurs, il devient possible de tirer quelques conclusions provisoires quant aux retombées et aux enjeux potentiels

ENCADRÉ 13

Projection des effets économiques du «riz doré» aux Philippines

Le riz doré, grâce au génie génétique, produit du bêta-carotène, le précurseur de la vitamine A. Il a été mis au point par des chercheurs des universités allemandes et suisses (Ye et al., 2000). Les propriétaires des brevets qui ont participé à la mise au point du riz doré ont renoncé à ces brevets à des fins humanitaires, ce qui signifie que les agriculteurs des pays en développement (dont les ventes sont inférieures à 10 000 dollars EU) seraient en mesure de cultiver et de reproduire le riz doré sans payer les redevances technologiques.

Les carences en vitamine A touchent plus de 200 millions de personnes dans le monde et sont responsables, d'après les estimations, de 2,8 millions de cas de cécité chez les enfants de moins de cinq ans (FAO, 2000a). Le riz doré a été proposé pour des personnes dont le riz constitue l'aliment de base. Ses adversaires font valoir que le riz doré est une solution coûteuse, technologique de pointe à un problème qui devrait être traité par la diversification de l'alimentation et par des compléments alimentaires. Ses partisans reconnaissent que la diversification de l'alimentation serait l'idéal, mais ils font valoir que cet objectif ne peut pas être atteint pour les millions de personnes qui ne peuvent se permettre plus qu'une alimentation de subsistance. Le riz doré est-il un mécanisme économiquement efficace d'administration de vitamine A aux pauvres?

Zimmermann et Qaim (2002) ont réalisé la première étude des effets économiques potentiels du riz doré aux Philippines. Le riz doré est actuellement adapté aux conditions locales de culture à l'Institut international de recherches sur le riz (IRRI) qui a son siège aux Philippines. Les auteurs estiment que les efforts financiers initiaux qui ont été nécessaires pour mettre au point le riz doré étaient de l'ordre de 3 millions de dollars et que 10 millions de dollars supplémentaires seront nécessaires pour mener à bien la

recherche adaptative aux Philippines et mener les essais d'innocuité nécessaires. Par ailleurs, ils estiment que le riz doré pourrait empêcher près de 9 000 nouveaux cas de cécité et 950 décès par an, aux seules Philippines. En utilisant un indice de la Banque mondiale des pertes économiques dues à la mauvaise santé et à la mort prématurée, les auteurs calculent que les avantages économiques potentiels du riz doré aux Philippines sont de l'ordre de 137 millions de dollars. Cela représente un avantage 10-1 des coûts totaux de mise au point du riz doré et un avantage 13-1 des coûts marginaux de l'adaptation et de l'essai du produit spécifiquement pour les Philippines.

Les auteurs reconnaissent que ces estimations dépendent de divers paramètres que l'on ne connaît pas avec certitude, tels que la teneur du riz doré en bêta-carotène, la quantité de bêta-carotène que les consommateurs seront en mesure d'absorber en consommant ce riz, l'efficacité de l'apport supplémentaire en vitamine A pour la prévention des maladies et le nombre de personnes qui pourraient bénéficier du riz doré. Même dans des hypothèses pessimistes pour chacun de ces facteurs, les auteurs estiment que le riz doré produirait encore des avantages plus de deux fois supérieurs aux coûts d'adaptation et d'essai du produit pour le marché philippin. Les auteurs indiquent que le coût d'autres traitements des carences en vitamine A aux Philippines est de l'ordre de 25 millions de dollars par an (pour les suppléments alimentaires et l'enrichissement des aliments en vitamine) alors qu'il n'y a pas de coût renouvelable pour le riz doré. Ils concluent que le riz doré constitue une solution de recharge durable et à faible coût par rapport aux autres traitements.

ENCADRÉ 14

Qu'est-ce que le coton Bt et pourquoi le cultive-t-on?

Des gènes de la bactérie commune du sol *Bacillus thuringiensis* (Bt) ont été insérés dans des cotonniers, leur faisant produire une protéine qui est toxique pour certains insectes. Le coton Bt est très efficace pour lutter contre les chenilles telles que le ver rose du cotonnier (*Pectinophora gossypiella*) et le ver de l'épi de maïs (*Helicoverpa zea*) et est en partie efficace pour lutter contre la noctuelle verdoyante (*Heliothis virescens*) et la légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*). Ces organismes nuisibles constituent un problème phytosanitaire de taille dans de nombreuses zones cotonnières, mais d'autres organismes nuisibles au coton tels que les anthonomes ne sont pas sensibles au Bt et continuent à nécessiter l'utilisation de pesticides chimiques (James, 2002b). C'est pourquoi l'effet de l'introduction du coton Bt sur l'utilisation de pesticides varie d'une région à l'autre selon les populations locales d'organismes nuisibles.

Les premières variétés de coton Bt ont été mises en vente en vertu d'un accord de licence entre le découvreur du gène, Monsanto, et la première Société américaine de matériel génétique de coton, Delta and Pine Land Company (D&PL). Ces variétés contiennent le gène *Cry1Ac* et sont mises sur le marché sous le nom commercial de Bollgard®. Des variétés auxquelles avaient été incorporés des transgéniques empilés pour la résistance aux insectes et la tolérance aux herbicides (Bt/HT) ont été introduites aux États-Unis en 1997. Monsanto a récemment reçu l'approbation réglementaire sur certains marchés pour un nouveau produit qui contient deux gènes Bt, *Cry1Ac* et *Cry2Ab2*. Ce produit, connu sous le nom

de l'utilisation des cultures transgéniques dans les pays en développement. Bien qu'il soit périlleux d'extrapoler les résultats concernant un pays ou une culture à d'autres, les premiers éléments d'information concernant le coton transgénique laissent à penser que les petits exploitants sans

de Bollgard II®, a été commercialisé en 2003. L'incorporation de deux gènes Bt devrait améliorer l'efficacité du produit et retarder l'apparition de résistances chez les organismes nuisibles.

Plus de 35 variétés différentes de coton Bt et Bt/HT sont sur le marché aux États-Unis (données du Département de l'agriculture des États-Unis [USDA]). Ces variétés et la plupart des variétés Bt dans le monde contiennent des gènes pour lesquels Monsanto a obtenu des licences. Il y a une exception en Chine, où une source indépendante de protection Bt est disponible. L'Académie chinoise des sciences agronomiques a mis au point un gène modifié Bt qui est une fusion des gènes *Cry1Ac* et *Cry1Ab*. En outre, l'Académie a isolé un gène du pois à vache, *CpTi*, qui confère une résistance aux insectes grâce à un mécanisme différent. L'Académie a empilé le gène *CpTi* avec le gène de fusion Bt et les a incorporés dans plus de 22 variétés adaptées aux conditions locales pour être distribuées dans chacune des provinces chinoises. Ces variétés devraient retarder l'apparition de résistance chez les organismes nuisibles. Le gène Monsanto *Cry1Ac* est également disponible en Chine dans au moins cinq variétés mises au point par D&PL (Pray *et al.*, 2002). En Afrique du Sud, Argentine, au Mexique, et ailleurs, les variétés de coton Bt contiennent toutes le gène Monsanto *Cry1Ac*, souvent dans des variétés initialement mises au point pour le marché des États-Unis.

La production classique de coton fait appel à de grandes quantités de pesticides chimiques pour lutter contre les chenilles et autres insectes nuisibles. On estime que la production de coton consomme

ressources des pays en développement peuvent tirer des avantages non négligeables de l'adoption de ces cultures, notamment une augmentation et une stabilité des rendements effectifs, ainsi qu'une baisse des dépenses en pesticides et des risques sanitaires dus à l'exposition aux pesticides

quelque 25 pour cent des pesticides agricoles utilisés dans le monde, y compris certains des produits chimiques les plus toxiques qui existent. Les hydrocarbures chlorés (tels que le DDT) ont été largement utilisés pour la production cotonnière jusqu'à leur interdiction dans les années 70 et 80 pour des raisons de santé et d'environnement. Les producteurs de coton ont ensuite remplacé le DDT par des organophosphorés, dont bon nombre sont également très toxiques. Dans de nombreuses régions, les organismes nuisibles ont rapidement développé une résistance aux organophosphorés, et les pyréthrinoïdes, qui sont moins toxiques que les organophosphorés, ont été largement utilisés dans les années 80 et 90. La résistance aux pyréthrinoïdes est apparue rapidement et une résistance chimique multiple est devenue un grave problème dans de nombreuses régions productrices. Dans des zones où les vers du cotonnier constituent le principal organisme nuisible et où la résistance aux produits chimiques pose problème, les variétés de coton Bt ont contribué à une réduction spectaculaire de l'utilisation de pesticides.

L'un des avantages importants du Bt par rapport à la lutte chimique, du point de vue de la production, est qu'il est toujours présent dans la plante. Étant donné que les agriculteurs n'appliquent de produits chimiques phytosanitaires qu'après avoir remarqué la présence d'organismes nuisibles dans les plantes, il y a déjà certains dégâts lorsqu'ils interviennent. L'efficacité des applications d'insecticides chimiques, contrairement au Bt transgénique, dépend également du temps, car la pluie peut lessiver le

produit chimique. Le coton Bt offre aux agriculteurs une plus grande certitude en matière de lutte, car il est efficace contre les insectes qui ont développé une résistance aux pesticides chimiques disponibles. De ce fait, les variétés de Bt ont un rendement excellent dans de nombreux types de conditions de végétation (Fernandez-Cornejo et McBride, 2000). La différence estimative des rendements entre le Bt et le coton classique varie considérablement dans le temps et dans l'espace parce que les infestations d'insectes varient elles aussi. La performance relative du coton Bt est la plus élevée dans les conditions où la pression des organismes nuisibles est la plus forte et où la résistance aux pesticides chimiques est chose courante.

La principale préoccupation liée à l'utilisation du coton Bt est la possibilité que les organismes nuisibles développent une résistance au Bt comme ils l'ont fait avec les pesticides chimiques. Ce serait un grave problème pour les producteurs de coton biologique qui luttent contre les organismes nuisibles par des pulvérisations de Bt. Une résistance générale au Bt réduirait l'efficacité de cette option. La gestion de la résistance des organismes nuisibles est une partie importante du processus réglementaire d'approbation pour le coton transgénique. Cette question est examinée plus en détail au Chapitre 5.

chimiques. La confirmation de ces premières constatations exigera des études à plus long terme afin d'évaluer avec soin la charge en ravageurs, la performance des cultures, le comportement des agriculteurs et les rendements économiques. Selon les études de cas présentées ci-après, plusieurs facteurs

importants permettent aux agriculteurs d'avoir accès aux cultures transgéniques dans de bonnes conditions économiques et avec le contrôle réglementaire adéquat:

- des capacités nationales adéquates de recherche permettant d'évaluer et d'adapter les innovations;

- des systèmes efficaces publics et/ou privés de distribution des intrants;
- des procédures fiables et transparentes en matière de prévention des risques biotechnologiques; et
- des politiques équilibrées relatives aux droits de propriété intellectuelle.

Adoption du coton résistant aux ravageurs dans le monde

Le coton transgénique contenant un gène issu de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) qui est résistante à certains ravageurs (encadré 14 p. 48), a d'abord été cultivé en Australie, aux États-Unis et au Mexique en 1996 et a ensuite été introduit commercialement dans six autres pays: l'Afrique du Sud, l'Argentine, la Chine, la Colombie, l'Inde et l'Indonésie (tableau 5). Les superficies totales plantées en coton Bt et en variétés de coton également tolérantes aux herbicides (Bt/HT) sont passées de moins de 1 million d'hectares en 1996 à 4,6 millions d'hectares en 2002 (en outre, 2,2 millions d'hectares ont été plantés en coton tolérant aux herbicides en 2002). Les variétés de coton Bt et cumulant Bt/HT représentaient en 2002 environ 15 pour cent de la superficie totale plantée en coton dans le monde, contre seulement 2 pour cent en 1996.

L'adoption du coton Bt a considérablement varié dans des zones toujours plus vastes des États-Unis, de Chine, du Mexique et d'ailleurs, en fonction de l'association spécifique des problèmes de lutte contre les ravageurs. Les variétés de coton Bt ont rapidement été acceptées par les agriculteurs dans les zones où la chenille du coton est le ravageur le plus néfaste, en particulier dans les cas de forte résistance aux pesticides chimiques. Dans les endroits fortement infestés par les ravageurs, les agriculteurs utilisent des combinaisons de produits chimiques à large spectre qui ont un effet concomitant sur la chenille du coton, mais limitent l'efficacité du Bt.

Impacts économiques du coton transgénique

À l'échelle des exploitations, les retombées économiques des cultures transgéniques

TABLEAU 5
Superficie des cultures de coton Bt et Bt/HT, 2001

Pays	(En milliers ha) Superficie
États-Unis	2 400
Chine	1 500
Australie	165
Mexique	28
Argentine	9
Indonésie	4
Afrique du Sud	30
Total	4 300 ¹

¹ La somme des données nationales diffère du total en raison d'arrondis et d'estimations.

Source: James, 2002a.

actuellement cultivées sont dues aux changements enregistrés dans l'utilisation des intrants et aux dégâts causés par les ravageurs. Quand le recours aux nouvelles semences permet de diminuer les applications de produits chimiques, comme c'est le cas avec les plantes résistantes aux pesticides ou tolérantes aux herbicides, les agriculteurs dépensent moins d'argent en produits chimiques et moins de temps et d'effort pour leur application. Lorsque ces semences offrent une protection accrue contre les adventices et les ravageurs, les rendements effectifs s'améliorent³. Ces économies de coûts, tout comme les augmentations de production, peuvent se traduire par un relèvement du revenu net des exploitants. Les gains économiques au niveau des exploitations dépendent des coûts et du rendement de la nouvelle technologie par comparaison avec les pratiques habituelles.

L'incidence de l'introduction des variétés transgéniques sur l'économie et les schémas de distribution doit aussi être envisagée en fonction du fait que les agriculteurs peuvent intensifier leur production à mesure que le coût des nouvelles technologies diminue. Cette réaction de l'offre peut tirer les prix

³ Dans ce chapitre, toutes les références au rendement se rapportent au rendement réel ou effectif et non au rendement agronomique potentiel. Le rendement réel ou effectif tient compte des pertes imputables aux dégâts causés par les ravageurs.

TABLEAU 6

Utilisation du coton Bt par les agriculteurs des États-Unis, par État, 1998-2001

	(Pourcentage)			
	1998	1999	2000	2001
Alabama	61	76	65	63
Arizona	57	57	56	60
Arkansas	14	21	60	60
Californie	5	9	6	6
Floride	80	73	75	72
Géorgie	47	56	47	43
Louisiane	71	67	81	84
Mississippi	60	66	75	80
Missouri	0	2	5	22
Nouveau-Mexique	38	32	39	32
Caroline du Nord	4	45	41	52
Oklahoma	2	51	54	58
Caroline du Sud	17	85	70	79
Tennessee	7	60	76	85
Texas	7	13	10	13
Virginie	1	17	41	30

Source: United States Department of Agriculture, Agriculture Marketing Service, diverses années.

à la baisse et profiter aux consommateurs dont la demande peut dès lors s'accroître. Les prix des semences et des autres intrants peuvent également varier à raison des achats effectués par les agriculteurs, notamment quand le fournisseur jouit d'une position de monopole sur le marché. Ces forces économiques globales auront une incidence sur le niveau général des retombées économiques et sur la répartition des bénéfices entre les agriculteurs, les consommateurs et le secteur industriel.

Impacts économiques du coton transgénique aux États-Unis

La première année où le coton Bt a été commercialisé sur le marché américain, quelque 850 000 ha, soit 15 pour cent de la superficie totale plantée en coton dans le pays, ont été ensemencés. En 2001, les variétés de coton Bt et celles cumulant le gène Bt à la tolérance aux herbicides (Bt/HT) représentaient 42 pour cent de la superficie totale plantée en coton (USDA-AMS, plusieurs années). Les États-Unis restent le plus gros producteur de coton Bt et Bt/HT,

mais leur part dans les superficies mondiales plantées en coton transgénique est tombée de 95 pour cent en 1996 à environ 55 pour cent en 2001, à mesure que d'autres pays s'y consacraient.

Les agriculteurs américains ont très rapidement adopté le coton Bt, notamment dans les États du sud où les ennemis des cultures et la résistance aux pesticides chimiques sont les plus problématiques (tableau 6). L'adoption de ce coton transgénique a eu un impact sensible sur l'utilisation de pesticides aux États-Unis. Le nombre moyen d'applications de pesticides contre la chenille du coton est passé de 4,6 pendant la période de 1992 à 1995, à 0,8 applications de 1999 à 2001 (figure 8). Carpenter et Gianessi (2001) et Gianessi *et al.* (2002) estiment que la moyenne annuelle de pesticides utilisés sur le coton aux États-Unis a chuté d'environ 1 000 tonnes de matière active.

Falck-Zepeda, Traxler et Nelson (1999, 2000a, 2000b) ont calculé les impacts annuels de l'adoption du coton Bt aux États-Unis sur les planteurs de coton américains, les

FIGURE 8
Épandages de pesticides combinés tordeuses-vers des céréales,
sélection d'États des États-Unis, 1992-2001

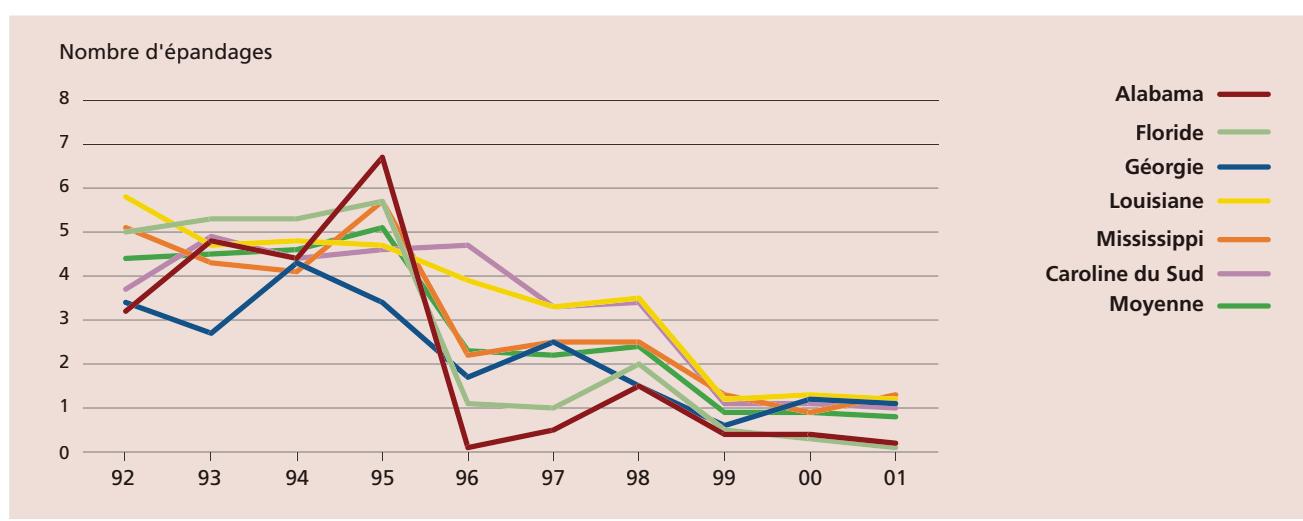
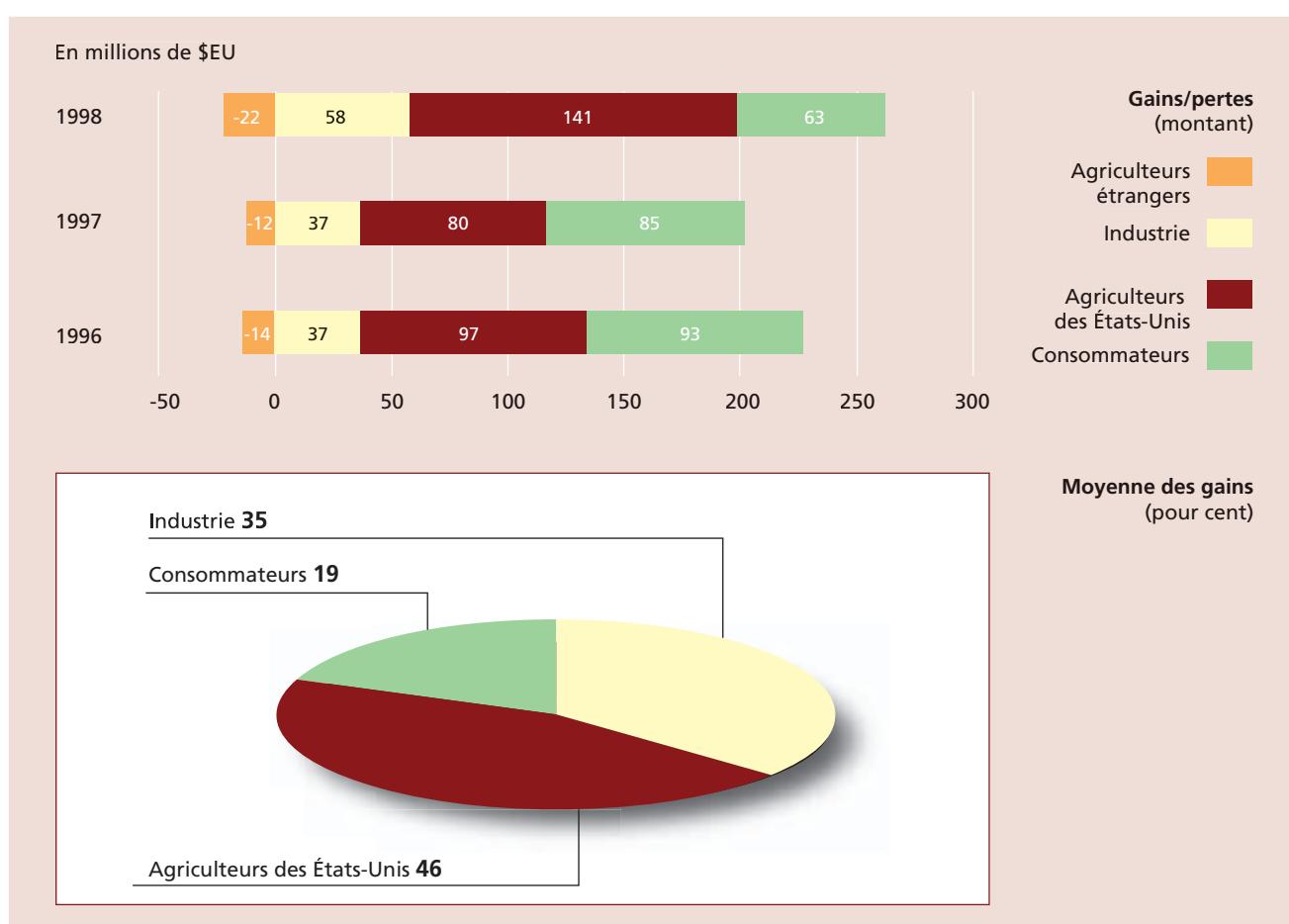


FIGURE 9
Gains découlant de l'adoption du coton Bt aux États-Unis, 1996-1998



consommateurs, les fournisseurs de matériel génétique et les planteurs étrangers pendant la période de 1996 à 1998 en utilisant un modèle type de plus-value économique (Alston, Norton et Pardey, 1995). Les estimations du montant et de la répartition des bénéfices provenant de l'introduction du coton Bt fluctuent d'une année sur l'autre; les moyennes pour la période de 1996 à 1998 sont indiquées à la figure 9. Au total, les planteurs américains de coton ont gagné chaque année quelque 105 millions de dollars EU de plus en revenus nets du fait de l'adoption du coton Bt, ce qui a abaissé leurs coûts de production et amélioré les rendements. Les ventes de la technologie Bt ont rapporté environ 80 millions de dollars EU aux sociétés concernées – principalement Monsanto et D&PL.

L'augmentation de la production de coton a fait chuter les prix à la consommation, ce qui se traduit par un gain annuel de quelque 45 millions de dollars EU pour les consommateurs des États-Unis et d'ailleurs. Les exploitants des autres pays ont perdu environ 15 millions de dollars en raison de la baisse des prix à la production du coton. Les bénéfices annuels nets sont en moyenne de l'ordre de 215 millions de dollars EU. La part moyenne des bénéfices est de 46 pour cent pour les agriculteurs américains, 35 pour cent pour l'industrie et 19 pour cent pour les consommateurs de coton. Les pertes subies par les agriculteurs étrangers représentent moins de 1 pour cent du total des bénéfices nets générés par l'adoption du coton Bt aux États-Unis.

Impacts économiques du coton transgénique dans les pays en développement

Des études de terrain sur la performance du coton Bt ont été réalisées dans cinq pays en développement sur des périodes de un à trois ans: en Afrique du Sud (Bennett, Morse et Ismael, 2003), en Argentine (Qaim et de Janvry, 2003), en Chine (Pray et al., 2002), en Inde (Qaim et Zilberman, 2003) et au Mexique (Traxler et al., 2003). Leurs résultats sont résumés au tableau 7 et discutés ci-dessous. Bien que les variétés de coton Bt aient réalisé des rendements moyens plus élevés, permis une réduction de l'utilisation des pesticides et engendré des rendements nets plus élevés que les variétés classiques

dans tous les pays en développement où des études ont été entreprises, les performances du coton Bt, comme des variétés classiques, sont caractérisées dans ces pays par des variations importantes d'une campagne à l'autre et d'un champ à l'autre. Il n'est donc pas possible de tirer de solides conclusions sur la base de deux ou trois ans de données et de quelques centaines d'agriculteurs. Bien que les données disponibles et la persistance de la cadence rapide d'adoption du coton Bt prétent à croire que les agriculteurs y gagnent, il est encore trop tôt pour évaluer de manière concluante l'ampleur et la stabilité des rendements des variétés Bt par rapport aux variétés classiques car ces aspects dépendent, entre autres choses, des infestations de ravageurs et des pratiques agronomiques qui sont extrêmement variables.

Les effets du coton Bt sur la répartition des revenus ont été étudiés pour l'Afrique du Sud (Kirsten et Gouse, 2003), l'Argentine (Qaim et de Janvry, 2003), la Chine (Pray et Huang, 2003) et le Mexique (Traxler et al., 2003). Les éléments d'information disponibles montrent que les variétés de coton transgénique n'entraînent aucune économie d'échelle du point de vue de la vitesse d'adoption et des bénéfices à l'hectare. En d'autres termes, les petits agriculteurs sont également, voire plus susceptibles de tirer avantage du coton Bt que les grands exploitants. Ce n'est pas surprenant si l'on considère la façon dont ces variétés nouvelles simplifient les tâches de gestion des agriculteurs. Qaim et Zilberman (2003) font valoir que les performances relatives les plus élevées seront probablement enregistrées par les petits exploitants des pays en développement durement frappés par les ennemis des cultures et n'ayant guère accès à des moyens efficaces de lutte chimique et où les ravageurs causent d'importants dégâts. Cette opinion est confirmée par les données internationales d'ores et déjà disponibles qui montrent que l'Argentine, la Chine et l'Inde disposent du plus fort avantage en termes de rendement.

Argentine

Qaim et de Janvry (2003) ont étudié le cas du coton Bt en Argentine sur deux périodes de végétation, 1999/2000 et 2000/01. Le

TABLEAU 7
Écarts de résultats entre le coton Bt et le coton traditionnel.

	Argentine	Chine	Inde	Mexique	Afrique du Sud
RENDEMENT EN FIBRES					
(kg/ha)	531	523	699	165	237
(Pourcentage)	33	19	80	11	65
PULVÉRISATION DE PRODUITS CHIMIQUES (nbre)	-2,4	...	-3,0	-2,2	...
REVENU BRUT					
(\$EU/ha)	121	262	...	248	59
(Pourcentage)	34	23	...	9	65
LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS					
(\$EU/ha)	-18	-230	-30	-106	-26
(Pourcentage)	-47	-67	...	-77	-58
COÛT DES SEMENCES					
(\$EU/ha)	87	32	...	58	14
(Pourcentage)	530	95	...	165	89
COÛTS TOTAUX					
(\$EU/ha)	99	-208	...	-47	2
(Pourcentage)	35	-16	...	-27	3
BÉNÉFICES					
(\$EU/ha)	23	470	...	295	65
(Pourcentage)	31	340	...	12	299

Sources:

Argentine: Qaim et de Janvry, 2003. Les données se fondent sur une étude menée auprès de 299 agriculteurs dans deux grandes provinces productrices et représentent la moyenne de deux campagnes, 1999/2000 et 2000/01.

Chine: Pray *et al.*, 2002. Les données se fondent sur des études menées dans les exploitations de toutes les provinces où l'on cultive le coton et où sont utilisées des variétés Bt. Elles représentent la moyenne de trois campagnes, 1999-2001. Les parcelles sous coton Bt et les autres se répartissaient de la manière suivante: 337 et 45 en 1999, 494 et 122 en 2000 et 542 et 176 en 2001.

Inde: Qaim et Zilberman, 2003. Les données se fondent sur des essais sur le terrain menés dans sept États indiens au cours de la campagne 2001. Les essais ont porté sur 157 parcelles de coton Bt et autant de variétés conventionnelles.

Mexique: Traxler *et al.*, 2003. Les données se fondent sur des études menées dans les exploitations de la région de Comarca Lagunera et représentent la moyenne de deux campagnes, 1997 et 1998.

Afrique du Sud: Bennett, Morse et Ismael, 2003. Les données se fondent sur des études et des registres d'exploitation dans la région de Makhathini Flats, et représentent la moyenne de trois campagnes, 1998/99-2000/01. Les auteurs ont examiné les registres de 1 283 exploitations (89 pour cent de l'ensemble des agriculteurs de la région) en 1998/99, 441 en 1999/2000 et 499 en 2000/01.

coton Bt a été distribué en Argentine pour la première fois en 1998 par CDM Mandiyú SRL, une coentreprise privée entre Monsanto, Delta and Pine Land Company (D&PL) et Ciagro, une société argentine. Les variétés Bt commercialisées en Argentine avaient à l'origine été élaborées pour le marché des États-Unis. Le coton Bt étant breveté en Argentine, les agriculteurs sont tenus d'acquitter des redevances. En vertu

de la loi argentine, les agriculteurs sont autorisés à conserver des semences pour la campagne suivante et sont ensuite obligés d'acheter du nouveau matériel végétal certifié. Mandiyú impose cependant aux agriculteurs de signer des contrats d'achat spéciaux qui leur interdisent d'utiliser des semences de coton Bt réservées sur la précédente récolte. À la différence d'autres pays (ou comme dans le cas du soja tolérant

aux herbicides en Argentine), l'adoption du coton Bt a été lente dans ce pays et, en 2001, il ne représentait encore que 5 pour cent seulement des superficies totales plantées en coton.

Les rendements du coton Bt en Argentine sont en moyenne supérieurs d'environ 531 kg/ha (ou 33 pour cent) à ceux des variétés ordinaires. Qaim et de Janvry (2003) signalent que les variétés classiques cultivées en Argentine sont en fait mieux adaptées aux conditions locales et ont un rendement agronomique potentiel supérieur à celui des variétés Bt, de sorte que la différence de rendement attribuable aux dégâts moins importants causés par les ravageurs aux variétés Bt pourrait être encore supérieure à 33 pour cent. Comme le coton Bt et non Bt se vendent sensiblement au même prix sur le marché, les meilleurs rendements fournis par les variétés Bt ont entraîné une augmentation moyenne des revenus bruts de 34 pour cent. Le nombre d'applications de pesticides a chuté et les dépenses en pesticides ont été réduites quasiment de moitié. Les dépenses de semences ont toutefois été plus de six fois plus élevées pour les variétés Bt que pour les variétés classiques et, par conséquent, les coûts variables totaux étaient supérieurs de 35 pour cent. Les revenus nets étaient plus forts pour le coton Bt que pour les autres variétés, mais d'un montant absolu relativement faible et d'une marge sensiblement moins importante que dans les autres pays.

Qaim et de Janvry (2003) concluent que le coût élevé des semences est la principale cause des marges bénéficiaires relativement faibles des agriculteurs ayant opté pour le coton Bt en Argentine, ce qui explique aussi son faible taux d'adoption par rapport à la rapidité avec laquelle le soja HT s'est implanté dans le pays (encadré 15). Grâce à une méthode d'évaluation directe, les auteurs précités ont estimé que le prix que les agriculteurs argentins seraient prêts à payer pour les semences Bt était inférieur de plus de la moitié au prix actuel. Dans ces conditions, les revenus nets des agriculteurs augmenteraient fortement, de même que ceux de la société qui vendrait davantage de semences. Cette constatation soulève une question intéressante, à savoir pourquoi Mandiyú facture des prix plus élevés que son seuil d'optimisation des profits. Les

auteurs sont d'avis que des pressions sont probablement exercées sur cette société afin qu'elle maintiennent les prix du coton Bt à des niveaux comparables à ceux des États-Unis. Elle suscite en outre la crainte, à plus long terme, de voir des monopoles privés soutirer des bénéfices indus des agriculteurs en l'absence de toute concurrence ou de mécanismes appropriés de réglementation des monopoles.

Chine

Plus de 4 millions de petits agriculteurs chinois cultivent du coton Bt sur environ 30 pour cent de la superficie totale plantée en coton dans ce pays. La part de la Chine dans la superficie mondiale de plantations de coton Bt a considérablement augmenté depuis sa première mise sur le marché en 1997, et elle est passée à plus de 35 pour cent en 2001. Pray *et al.* (2002) ont suivi de près les planteurs de coton chinois pendant trois campagnes, de 1999 à 2001. Leurs enquêtes ont été réalisées dans les principales provinces de production où l'on trouve à la fois des variétés Bt et des variétés classiques. La première enquête portait sur des agriculteurs des provinces du Hebei et du Shandong. Les nouvelles variétés ont rapidement été adoptées dans ces provinces car la chenille du coton y crée des dégâts importants et une tenace résistance aux pesticides chimiques s'y est généralisée. Le taux d'adoption avoisine les 100 pour cent au Hebei et dépasse les 80 pour cent au Shandong. La province du Hénan a été rajoutée à l'enquête en 2000. Le taux d'adoption du coton Bt s'est stabilisé autour de 30 pour cent dans cette province malgré les graves infestations de chenille du coton, apparemment parce que les agriculteurs n'ont pas accès aux meilleures variétés Bt. Les provinces d'Anhui et du Jiangsu ont été rajoutées à l'étude en 2001. Dans ces provinces, l'adoption des variétés Bt est survenue plus tardivement et à un rythme plus lent partiellement en raison du fait que la tétranique, qui en est le ravageur le plus néfaste, n'est pas sensible à Bt.

Dans le cas de la Chine, l'avantage du coton Bt sur les variétés classiques, en termes de rendement, était en moyenne de 523 kg/ha, ou 19 pour cent, sur la période de trois ans allant de 1999 à 2001. Cela se traduit par un gain moyen de 23 pour cent.

ENCADRÉ 15

Soja tolérant aux herbicides en Argentine et aux États-Unis

Les variétés génétiquement modifiées HT ont un gène issu de la bactérie des sols *Agrobacterium tumefaciens*, qui rend la plante hôte tolérante au glyphosate, herbicide à large spectre. Introduite dans une plante cultivée, cette technologie peut faciliter la lutte contre les adventices dans les champs. Elle peut réduire les coûts de production, en remplaçant par le glyphosate plusieurs herbicides plus coûteux (et plus toxiques). Le calendrier d'application et le choix de l'herbicide sont simplifiés pour les cultures HT parce que le glyphosate est efficace à la fois contre les adventices à feuilles larges et contre les graminées et peut être appliqué pendant une période relativement longue. La tolérance aux herbicides de diverses plantes cultivées a été mise au point par Monsanto sous le nom de RoundupReady® (RR).

Des sojas RR ont été commercialisés en Argentine et aux États-Unis en 1996. La vente et l'utilisation de la technologie RR sont protégées aux États-Unis par des brevets et un contrat de vente avec les agriculteurs, mais aucune de ces deux formes de protection de la propriété intellectuelle n'est appliquée en Argentine. Par conséquent, en

Argentine, des sojas RR sont couramment disponibles à partir de sources autres que Monsanto, et les agriculteurs argentins sont juridiquement autorisés à utiliser des semences prélevées sur la récolte. De ce fait, les agriculteurs argentins versent pour le RR un supplément de prix relativement faible d'environ 30 pour cent, tandis que les agriculteurs des États-Unis paient en moyenne 43 pour cent de plus (données du General Accounting Office [des États-Unis], 2000). L'adoption a progressé rapidement dans les deux pays. On estime qu'en 2002, 99 pour cent des superficies des cultures de soja de l'Argentine et 75 pour cent de celles des États-Unis étaient cultivées en soja RR (James, 2002a).

Les rendements des sojas RR ne sont pas sensiblement différents de ceux des sojas classiques en Argentine comme aux États-Unis, mais l'abaissement des coûts des herbicides et des façons culturales crée des bénéfices à l'échelle de l'exploitation. De nombreux agriculteurs sont passés à des pratiques culturales avec peu ou pas de labours après l'adoption du soja RR, réduisant les coûts des machines agricoles et de la main-d'œuvre et améliorant la conservation des sols. Les coûts de récolte sont également plus faibles du fait de la

Les semences de coton Bt coûtent près du double des semences classiques. Par comparaison avec l'Argentine cependant, ce surcoût est négligeable. Pray *et al.* (2002) attribuent le prix relativement bas des semences Bt à la forte concurrence commerciale entre les variétés CAAS, mises au point par le secteur public, et celles proposées par Monsanto. Compensant la cherté des semences, les dépenses en pesticides étaient 67 pour cent moins importantes, tandis que les coûts d'ensemble étaient 16 pour cent inférieurs à ceux du coton classique. Le bénéfice global à l'hectare des producteurs de coton Bt était en moyenne supérieur de 470 dollars à celui des planteurs de coton non Bt qui ont en fait perdu de l'argent sur chacune de ces trois années.

Selon les estimations de Pray *et al.* (2002), les cultivateurs chinois de coton Bt ont employé en moyenne 43,8 kg/ha de pesticides chimiques de moins que les planteurs traditionnels. Les baisses les plus importantes ont été enregistrées dans les provinces du Hebei et du Shandong particulièrement touchées par la chenille du coton. La moindre consommation de pesticides s'est évidemment traduite par une baisse des dépenses en produits chimiques et en main-d'œuvre pour l'épandage, mais elle a également eu des retombées sanitaires et environnementales. Selon les estimations, l'adoption de coton Bt a conduit la Chine à réduire sa consommation de pesticides de 78 000 tonnes en 2001, soit environ un quart de la quantité totale de pesticides chimiques utilisée dans ce pays au cours d'une année.

moins grande fréquence des adventices vertes (Qaim et Traxler, 2004).

En Argentine, le coût variable total de la production est d'environ 8 pour cent (21 dollars/ha) plus faible pour les sojas RR que pour une culture classique. Les résultats concernant les États-Unis sont moins nets. Moschini, Lapan et Sobolevsky (2000) ont calculé une économie de 20 dollars EU/ha pour 2000 pour l'ensemble des États-Unis, et Duffy (2001) a constaté que les économies de coût étaient négligeables en Iowa en 1998 et 2000. Si l'on fait la moyenne de tous ces chiffres, on s'aperçoit que les économies de coût aux États-Unis sont analogues à celles que l'on obtient en Argentine.

Qaim et Traxler (2004) ont estimé que les sojas RR ont créé plus de 1,2 milliard de dollars d'avantages économiques en 2001, soit environ 4 pour cent de la valeur des cultures mondiales de soja. Les consommateurs de soja dans le monde ont économisé 652 millions de dollars (soit 53 pour cent des avantages totaux) à la suite de la baisse des prix. Les sociétés semencières ont reçu 421 millions de dollars (34 pour cent) en tant que recettes technologiques¹ dont la plus grande partie provenait du marché des États-Unis. Les

producteurs de soja d'Argentine et des États-Unis ont reçu des bénéfices de plus de 300 millions de dollars et 145 millions de dollars respectivement, tandis que les producteurs des pays où la technologie RR n'est pas disponible ont eu des pertes de 291 millions de dollars en 2001 à la suite de la baisse induite d'environ 2 pour cent (4,06 dollars la tonne) des cours mondiaux. Collectivement, les agriculteurs ont reçu un bénéfice net de 158 millions de dollars, soit 13 pour cent des gains économiques totaux issus de cette technologie.

¹ Comme dans les études relatives au coton, les recettes brutes issues des technologies sont utilisées pour mesurer la rente de monopole. Aucun coût de recherche, de commercialisation ou d'administration n'est déduit. Si nous supposons, par exemple, que ces coûts représentent 33 pour cent des recettes issues des droits technologiques, la rente de monopole tomberait à quelque 280 millions de dollars (26 pour cent de l'excédent total).

normale. En Chine, les agriculteurs sont souvent exposés à des taux dangereux de pesticides car les applications de produits chimiques se font généralement au moyen de pulvérisateurs à dos et ils utilisent rarement des vêtements de protection. Les cultivateurs de coton Bt ont enregistré une bien moindre incidence d'intoxications aux pesticides que ceux cultivant les variétés classiques (5 à 8 pour cent contre 12 à 29 pour cent).

Pray et Huang (2003) ont également examiné la répartition des retombées économiques par taille d'exploitation et classe de revenus. Ils ont constaté que les exploitations de moins de 1 ha avaient enregistré une augmentation nette de leurs revenus à l'hectare de plus du double de ceux réalisés dans les exploitations de plus

grande taille (tableau 8). De même, les individus et les ménages plus pauvres ont également vu leurs revenus nets à l'hectare s'accroître bien plus que ceux des ménages et personnes mieux lotis. Ces résultats laissent à penser qu'en Chine, le coton Bt a engendré une forte amélioration des revenus nets des pauvres.

Inde

Ce n'est qu'en 2003 que la commercialisation du coton Bt a été approuvée en Inde et on ne dispose donc pas encore d'études de marché. Qaim et Zilberman (2003) ont analysé des données indiennes d'essais au champ datant de 2001 et signalent des modifications des rendements agricoles et de l'utilisation de pesticides entre les zones plantées en variétés classiques et

TABLEAU 8

Répartition des gains découlant de l'utilisation du coton Bt en fonction de la taille des exploitations ou de la catégorie de revenus en Chine, 1999

	Part du Bt dans les observations	(kg/ha)	(\$EU/ha)	(\$EU/ha)
TAILLE DE L'EXPLOITATION		Gains de rendement	Variation du coût total	Variation du revenu net
0,0-0,47 ha	86	410	-162	401
	85	-134	-534	466
	87	-124	-182	185
REVENU DU MÉNAGE (\$EU)				
	1-1 200	85	170	-302
	1 200+	91	65	-54
REVENU PAR HABITANT (\$EU)				
	1-180	85	456	-215
	180-360	83	8	-284
	360+	97	-60	1
				-15

Note: Toutes les sommes sont calculées au taux de change officiel entre le yuan renminbi et le dollar des États-Unis, à savoir: 1,00 \$EU = 8,3 RMB ¥.
Source: Pray et Huang, 2003.

les essais de coton Bt. Ces essais ont été réalisés par la société indienne Maharashtra Hybrid Seed Company (Mahyco) dans 395 exploitations réparties sur sept États indiens. Ils étaient supervisés par les autorités de réglementation et gérés par les agriculteurs selon les méthodes traditionnelles. L'étude a comparé les rendements et l'utilisation de produits chimiques dans le cas d'un hybride Bt, du même hybride mais dépourvu du gène Bt, et d'une variété non Bt répandue qui étaient cultivés sur des parcelles adjacentes de 646 m². L'analyse porte sur les résultats de 157 exploitations représentatives où des relevés complets ont été conservés. Le tableau 7 illustre la comparaison entre l'hybride Bt et le même hybride dépourvu du gène Bt.

Les rendements moyens effectifs pour l'hybride Bt étaient supérieurs de 80 pour cent à ceux de l'hybride non Bt, ce qui atteste les fortes infestations de ravageurs pendant la période de végétation et l'absence d'autres moyens de lutte. Cette différence de rendement est bien plus forte que celle constatée en Chine, aux Etats-Unis et au Mexique. Qaim et Zilberman

(2003) sont d'avis que cette performance supérieure du coton Bt en Inde est due aux graves infestations de ravageurs et au fait que les agriculteurs n'ont pas accès à des pesticides efficaces et bon marché. Par ailleurs, les résultats médiocres de l'hybride non Bt et des variétés classiques indiquent selon eux que le rendement potentiel n'est pas un facteur de la différence de performance entre les hybrides Bt et non Bt. Les auteurs conviennent que les résultats obtenus pour cette seule année ne sont sans doute pas représentatifs et citent des données concernant des essais au champ de plus petite taille, réalisés par Mahyco, qui mettent en évidence une amélioration moyenne du rendement de 60 pour cent sur une période de quatre ans allant de 1998 à 2001. D'autres essais au champ conduits en Inde ont enregistré avec du coton Bt des augmentations de rendement allant de 24 pour cent à 56 pour cent (avec une moyenne de 39 pour cent) pour les années 1998/99 et 2000/01 (James, 1999; Naik, 2001).

Qaim et Zilberman (2003) signalent que la résistance aux insecticides est généralisée en Inde, de sorte que des quantités toujours plus

TABLEAU 9

Utilisation du coton Bt et répartition géographique des problèmes liés aux ravageurs dans les principales régions productrices de coton du Mexique, 1997-98

Ravageur	Efficacité du Bt	Autres plantes hôtes	Gravité du problème ¹					
			Comarca Lagunera	Tamaulipas	Chihuahua du Nord	Chihuahua du Sud	Sonora	Basse Californie
Ver rose du cotonnier	Totale	Aucune	Très élevée	Nulle	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Ver de la capsule	Élevée	Maïs, tomate	Élevée	Élevée	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible
Noctuelle verdoyante	Partielle	Maïs, tomate	Moyenne	Élevée	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible
Noctuelle ponctuée	Partielle	Beaucoup	Faible	Élevée	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible
Charançon de la capsule	Aucune	Aucune	Éradiqué	Très élevée	Faible	Très élevée	Faible	Nulle
Mouche blanche	Aucune	Beaucoup	Faible	Nulle	Nulle	Nulle	Très élevée	Très élevée
Part d'utilisation du Bt en 2000 (pourcentage)			96	37	38	33	6	1

¹Très élevée: nécessite plusieurs traitements par an, dommages potentiellement élevés aux cultures; élevée: nécessite 2 à 3 traitements la plupart des années, faibles dommages aux cultures; moyenne: nécessite 1 à 2 traitements la plupart des années, faibles dommages aux cultures; faible: pulvérisation inutile la plupart des années, quelques dommages aux cultures.

Source: Traxler et al., 2003.

fortes de pesticides doivent être appliquées chaque année. Leurs résultats d'enquête pour 2001 montrent que le nombre de pulvérisations de produits chimiques contre la chenille du coton a chuté en moyenne de 3,68 à 0,62 par campagne, bien que le nombre de pulvérisations contre les autres insectes ne soit pas sensiblement différent. La quantité globale d'insecticides utilisée a été diminuée de 69 pour cent et il s'agissait pour l'essentiel d'organophosphates, de carbamates et de pyréthroïdes très toxiques appartenant aux catégories internationales de toxicité I et II.

Mexique

Le volume de coton planté au Mexique varie énormément d'une année sur l'autre en fonction des politiques publiques, des taux de change, des prix mondiaux et, facteur important entre tous, des approvisionnements en eau pour l'irrigation. Les superficies plantées en coton sont tombées d'environ 250 000 ha au milieu des années 90 à quelque 80 000 ha en 2000, tandis que la part des plantations consacrées aux variétés Bt est passée d'environ 5 pour cent à 33 pour cent.

Au Mexique, les schémas d'adoption des variétés Bt reflètent l'évolution des infestations de ravageurs et des pertes économiques qui leurs sont imputables (tableau 9). Le coton Bt a été adopté le plus rapidement dans la Comarca Lagunera, une région qui couvre en partie les États de Coahuila et de Durango, et qui est la plus gravement touchée par la chenille du coton. Les autres régions cotonnières du Mexique sont concernées par l'anthonome du cotonnier et d'autres ravageurs qui ne sont pas sensibles à Bt et exigent donc des moyens de lutte chimiques. En conséquence, les planteurs n'ont guère opté pour les variétés Bt dans ces régions. Elles sont par ailleurs exclues dans les États du Chiapas et du Yucatan où pousse une espèce sauvage indigène, *Gossypium hirsutum*, apparentée au coton (Traxler et al., 2003).

Les variétés de coton Bt cultivées au Mexique ont d'abord été élaborées pour le marché des Etats-Unis par D&PL, en collaboration avec Monsanto. Monsanto exige des agriculteurs mexicains qu'ils signent un contrat leur interdisant de conserver des semences sur leur récolte et les obligeant à faire égrenailler leur coton dans

les seules usines habilitées par Monsanto. Ce même contrat leur impose d'adopter une stratégie spécifique de gestion des résistances et d'autoriser les agents de Monsanto à inspecter leurs champs pour s'assurer qu'ils respectent leurs obligations en matière de zones d'isolement et d'utilisation des semences (Traxler *et al.*, 2003).

De manière générale, on classe les producteurs cotonniers de la Comarca Lagunera en trois groupes: les *ejidos*, les petits propriétaires terriens et les producteurs indépendants. Les propriétés des *ejidos* ont une superficie de 2 à 10 ha, les petits producteurs disposent de 30 à 40 ha, tandis que les producteurs indépendants ont des propriétés de plus grande taille, mais généralement inférieures à 100 ha. Les *ejidos* et les petits propriétaires terriens se sont regroupés en associations d'agriculteurs pour avoir accès au crédit et à l'assistance technique. Un consultant technique travaille pour chacune des associations d'agriculteurs. Traxler *et al.* (2003) a étudié les producteurs de coton de la Comarca Lagunera durant les campagnes de 1997 et 1998, en collaboration avec les consultants qui travaillaient pour l'association SEREASA. Il s'agit de l'une des plus grandes associations de la Comarca Lagunera, avec 638 agriculteurs qui possèdent (durant la période de l'enquête) à eux tous près de 5 000 ha. Sur l'ensemble de ces terres, entre 2 000 et 2 500 ha étaient consacrés au coton, soit environ 12 pour cent de la superficie totale plantée en coton dans la Comarca Lagunera. En 1997, les variétés Bt occupaient 52 pour cent des terres cotonnières de la Comarca Lagunera, et sont passées à 72 pour cent en 1998. Selon les auteurs, le groupe échantillonné était assez représentatif des propriétaires de petites et moyennes exploitations, tandis que les grands producteurs y étaient probablement sous-représentés.

En moyenne, la différence effective de rendement entre les variétés Bt et les espèces classiques était de 165 kg/ha ou environ 11 pour cent, soit infiniment moins que dans les autres pays mentionnés au tableau 7. Une différence de rendement très marquée a été enregistrée entre les deux saisons de végétation examinées dans cette étude; elle était presque nulle en 1997 et de 20 pour cent en 1998. Les auteurs signalent que les infestations de ravageurs ont été très rares

dans la Comarca Lagunera en 1997. Les dépenses en pesticides étaient de quelque 77 pour cent inférieures pour le coton Bt que pour les espèces classiques et les applications de produits chimiques ont été moins nombreuses. Les dépenses de semences étaient presque trois fois supérieures pour le coton Bt, attestant un surcoût sensible des nouvelles technologies. En conséquence, la différence de profit moyenne pour les deux années examinées était de 295 dollars EU/ha. La variation s'étend de moins de 8 dollars en 1997 à 582 dollars en 1998.

Traxler *et al.* (2003) ont calculé la manière dont les retombées économiques du coton Bt étaient réparties entre les agriculteurs de la Comarca Lagunera et les sociétés qui distribuent les variétés Bt, Monsanto et D&PL. Pour les deux années comprises dans l'étude, les agriculteurs ont engrangé en moyenne 86 pour cent des bénéfices globaux, contre 14 pour cent pour les distributeurs du matériel génétique (tableau 10). Comme on l'a signalé ci-dessus, les bénéfices à l'hectare réalisés par les agriculteurs ont varié considérablement d'une année sur l'autre. De ce fait, l'excédent total pour les producteurs se situait entre moins de 35 000 dollars EU et près de 5 millions de dollars EU. Selon les estimations, les bénéfices des deux années se chiffraient au total à presque 5,5 millions de dollars dont la plupart ont été réalisés durant la deuxième année et par les agriculteurs. Dans ce calcul, le montant total attribué à Monsanto et D&PL ne peut pas vraiment être considéré comme un bénéfice net pour ces sociétés car il ne tient pas compte des coûts de distribution des semences, d'administration et de commercialisation. Des recettes de 1,5 million de dollars provenant de la vente de semences ne représentent pas grand chose pour une société telle que Monsanto dont les revenus annuels se chiffrent à 5,49 milliards de dollars EU. Les importantes fluctuations annuelles sont en grande partie dues au différent degré d'infestation par les ravageurs; dans les années marquées par de fortes infestations, le coton Bt s'avère bien supérieur aux variétés classiques. Le Mexique ne cultivant qu'une petite partie de la production cotonnière mondiale, sa production n'a pas d'incidence économique sur les prix ou le bien-être des consommateurs.

TABLEAU 10

Estimation de la répartition des avantages économiques, région de Comarca Lagunera au Mexique, 1997 et 1998.

		1997	1998	Moyenne
A	Coût par hectare de production de semences Bt (\$EU)	30,94	30,94	30,94
B	Revenu de Monsanto/D&PL par hectare de Bt (\$EU)	101,03	86,60	93,82
C = B - A	Revenu net de Monsanto/D&PL ¹ par hectare (\$EU)	70,09	55,66	62,88
D	Variation des bénéfices agricoles par hectare (\$EU)	7,74	582,01	294,88
E	Superficie sous Bt à Comarca Lagunera (ha)	4 500	8 000	6 250
F = C × E	Revenu total net de Monsanto/D&PL ¹ (\$EU)	315 405	445 280	380 342
G = D × E	Gains totaux des agriculteurs (\$EU)	34 830	4 656 080	2 345 455
H = F + G	Gains totaux ¹ produits (\$EU)	350 235	5 101 360	2 725 798
I = F/H	Part de Monsanto/D&PL dans le total des gains ¹ (pour cent)	90	9	14
J = G/H	Part des producteurs dans le total des gains (pour cent)	10	91	86

¹ Revenus nets de Monsanto/D&PL calculés avant frais de gestion et de vente et avant toute indemnisation des distributeurs mexicains de semences.

Source: Traxler *et al.*, 2003.

Afrique du Sud

Le coton Bt a été la première culture transgénique déployée commercialement en Afrique subsaharienne suite à l'entrée en vigueur, en 1999, de la Loi de 1997 sur les organismes génétiquement modifiés. En 2002, quelque 30 000 ha de coton Bt étaient cultivés en Afrique du Sud, dont près de 5 700 ha plantés dans les plaines de Makhathini, dans la province du KwaZulu-Natal. Bennett, Morse et Ismael (2003) ont étudié la situation des petits planteurs de coton sans ressources des plaines de Makhathini.

Vunisa Cotton est une société commerciale privée des plaines de Makhathini qui fournit aux agriculteurs les intrants nécessaires à la culture cotonnière (semences, pesticides et crédit) et achète leur récolte. Bennett, Morse et Ismael (2003) ont puisé dans les registres que Vunisa Cotton conserve pour chaque agriculteur les informations sur l'utilisation d'intrants, les rendements, les caractéristiques agricoles et d'autres renseignements pour trois campagnes à compter de 1998/99. En 1998/99 et 1999/2000, ils se sont en outre personnellement entretenus avec de petits exploitants choisis de façon aléatoire et ont également réalisé, en 2000/01, 32 entretiens approfondis destinés à des études de cas.

Les auteurs signalent des rendements plus élevés chez les agriculteurs qui ont

opté pour le coton Bt, (du fait des dégâts moins importants causés par les ravageurs), une baisse dans l'utilisation des pesticides et de la main-d'œuvre nécessaire pour leur application. Pour ces agriculteurs, les rendements étaient en moyenne supérieurs de 264 kg/ha (65 pour cent). La différence de rendement a été particulièrement marquée au cours de la période de végétation 1999/2000 où il a peu plu et où elle a atteint 85 pour cent. Les agriculteurs qui avaient opté pour les variétés Bt ont utilisé moins de semences à l'hectare que les cultivateurs traditionnels mais, du fait du surcoût des semences Bt, leurs dépenses totales de semences étaient supérieures de 89 pour cent. Cet enrichissement a été compensé par des dépenses moins importantes en pesticides et en main-d'œuvre, de sorte que les dépenses totales étaient en moyenne plus élevées de 3 pour cent seulement pour le coton Bt. Du fait de l'amélioration des rendements et des coûts de production quasiment semblables, les cultivateurs de variétés Bt ont réalisé des profits nets de 3 à 4 fois supérieurs à ceux des agriculteurs traditionnels, pour toutes les campagnes examinées, la différence la plus forte étant à signaler en 1999/2000 où les cultivateurs de variétés classiques ont perdu de l'argent.

Les auteurs ont examiné la dynamique d'adoption du coton Bt et la répartition des bénéfices en fonction de la taille des

ENCADRÉ 16

Coûts de la non-adoption du coton Bt en Afrique de l'Ouest

Dans une étude relative à cinq pays d'Afrique de l'Ouest producteurs de coton, Cabanilla, Abdoulaye et Sanders (2003) ont examiné les avantages économiques qui pourraient découler de l'adoption du coton Bt par les agriculteurs de la région. Le coton est une source importante de recettes d'exportation dans ces pays – Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Mali et Sénégal – et une source de revenus pour des millions d'agriculteurs dotés de peu de ressources. Selon le taux d'adoption et l'avantage réel au point de vue des rendements, les avantages potentiels pour l'ensemble de ces pays pourraient aller de 21 millions à 205 millions de dollars EU.

Cabanilla, Abdoulaye et Sanders (2003) ont fondé leur analyse sur les similitudes entre les populations d'organismes nuisibles et l'utilisation de produits chimiques dans ces pays et celles d'autres pays en développement où le coton Bt a été adopté. Les principaux insectes nuisibles en Afrique de l'Ouest sont les vers du cotonnier, que l'on combat actuellement par sept pulvérisations au maximum par saison d'insecticides à spectre large, en général un mélange d'organophosphorés et de pyréthrinoïdes. Comme dans d'autres régions où ces insecticides sont utilisés, on a observé une résistance des organismes nuisibles. Étant donné les conditions actuelles, les auteurs concluent que le coton Bt serait probablement très efficace pour lutter contre les organismes nuisibles présents dans la région.

exploitations. En 1997/98, Vunisa Cotton a sciemment ciblé la commercialisation du coton Bt sur un petit nombre d'exploitants de taille relativement importante. En 1998/99, la première saison de végétation examinée dans cette étude, environ 10 pour cent des petits exploitants de Makhathini s'étaient tournés vers le coton Bt; ils étaient 25 pour cent la deuxième année et 50 pour cent la troisième. Lors de la quatrième campagne, 2001/02, qui n'est pas comprise

Les auteurs ont utilisé les expériences d'autres pays en développement pour avancer une fourchette d'augmentations de rendements et de réductions du coût qui accompagneraient l'adoption du coton Bt. Ces hypothèses ont ensuite été utilisées pour calculer divers impacts économiques potentiels pour les cinq pays selon différents scénarios d'adoption. Dans le scénario le plus optimiste (45 pour cent d'avantages de rendement et 100 pour cent d'adoption), les agriculteurs des cinq pays gagneraient un supplément de revenu net de 205 millions de dollars EU: Mali 67 millions, Burkina Faso 41 millions, Bénin 52 millions, Côte d'Ivoire 38 millions et Sénégal 7 millions. Dans le scénario le plus pessimiste (10 pour cent d'avantages de rendement et 30 pour cent d'adoption), les bénéfices totaux sont réduits à 21 millions de dollars, répartis proportionnellement entre les cinq pays comme dans le premier scénario. Ces résultats correspondent à des gains de revenu à l'exploitation de 50 à 200 pour cent par hectare.

En 2003, le Gouvernement du Burkina Faso a commencé à évaluer le coton Bt en coopération avec Monsanto.

dans cette analyse du fait de l'insuffisance de données, on estimait que 92 pour cent des petits exploitants qui cultivaient le coton dans la région avaient opté pour la variété Bt. Les auteurs ont constaté qu'au cours de la première campagne, les premiers agriculteurs à se tourner vers la variété Bt étaient des exploitants relativement fortunés, âgés, de sexe masculin, et propriétaires d'exploitations assez importantes mais, dès la deuxième et la troisième campagnes, de

petits exploitants des deux sexes et d'âges divers se sont ralliés aux premiers. L'analyse montre que les petits cultivateurs de coton Bt réalisaien des marges brutes à l'hectare supérieures à celles des grands exploitants cultivant cette même variété.

Conclusions

Dans ce chapitre, on a examiné l'expérience de cultivateurs des pays en développement qui se sont tournés vers les plantes cultivées transgéniques, notamment le coton Bt. Les informations rapportées proviennent d'études d'impact sur la diffusion du coton Bt en Afrique du Sud, en Argentine, en Chine, en Inde, au Mexique, ainsi qu'aux États-Unis. L'impact des variétés de soja tolérantes aux herbicides en Argentine et aux Etats-Unis a également été examiné. Quelques conclusions d'ordre général se dégagent de l'examen de ces cultures, bien que l'on doive se garder de les extrapolier à d'autres cultures ou pays, du court au long terme, et d'un petit échantillon d'agriculteurs au secteur tout entier.

Premièrement, les cultures transgéniques ont eu des retombées économiques très positives pour les agriculteurs de certaines régions du monde durant les sept dernières années. Dans plusieurs cas, les économies réalisées à l'hectare, notamment grâce au coton Bt, ont été importantes par comparaison à la quasi-totalité des autres innovations technologiques des dernières décennies. Cependant, même dans les pays où les variétés transgéniques étaient disponibles, les taux d'adoption varient considérablement entre les différents environnements de production, en fonction des difficultés spécifiques de production des zones considérées et de la disponibilité de cultivars adaptés. Les cultures transgéniques peuvent être utiles dans certaines circonstances, mais elles ne sont pas une panacée universelle.

Deuxièmement, la disponibilité de cultivars transgéniques adaptés dépend souvent des capacités nationales de recherche, et l'accès des petits exploitants à ces variétés est favorisé par l'existence d'un système efficace de diffusion. Dans certains pays, les agriculteurs ont pu tirer profit des innovations et des variétés élaborées pour le

marché nord américain, mais dans la plupart des régions du monde, il sera essentiel d'élaborer des cultivars écologiquement spécifiques et adaptés aux conditions locales. Dans tous les pays où les petits exploitants ont opté pour le coton transgénique, il existait un mécanisme de distribution des semences et, dans certains cas, les petits exploitants avaient été directement ciblés. Dans la majorité des pays, les sociétés semencières nationales ont assumé ce rôle en collaboration avec une société transnationale et, souvent, avec l'appui du gouvernement national et des associations d'agriculteurs.

Troisièmement, l'impact économique du coton Bt est fonction de la structure réglementaire en vigueur. Dans tous les cas étudiés, les pays avaient mis en place un processus de prévention des risques biotechnologiques et approuvé la culture commerciale du coton Bt. Les pays qui ne disposent pas de tels protocoles ou des capacités nécessaires pour en assurer l'application de manière transparente, prévisible et digne de confiance risquent de ne pas avoir accès aux nouvelles technologies. Dans le même ordre d'idées, il y a un risque, dans certains pays, de voir les agriculteurs cultiver des plantes transgéniques qui n'ont pas été évaluées, ni approuvées conformément aux procédures nationales de prévention des risques biotechnologiques. Ces variétés pourraient avoir été approuvées dans un pays voisin ou être des variétés non autorisées d'une culture approuvée. Or, une variété qui n'a pas fait l'objet d'une évaluation des risques biotechnologiques fondée sur les conditions agroécologiques locales représente un risque plus important du point de vue des conséquences environnementales indésirables (voir le Chapitre 5). Par ailleurs, les variétés non approuvées risquent fort de ne pas offrir aux agriculteurs la maîtrise recherchée des ennemis des cultures, ce qui conduirait à la persistance des pesticides chimiques et à un risque accru de résistance chez les ravageurs (Pemsl, Waibel et Gutierrez, 2003).

Quatrièmement, bien que les cultures transgéniques aient été distribuées par des sociétés privées dans la majorité des cas, les bénéfices ont été largement répartis entre le secteur industriel, les agriculteurs et les consommateurs. Cela laisse à penser

que la situation de monopole créée par les droits de propriété intellectuelle ne conduit pas nécessairement à des profits exagérés pour les sociétés de distribution. Les résultats obtenus avec le coton Bt en Argentine montrent cependant que l'équilibre entre les droits de propriété intellectuelle des distributeurs et les moyens financiers des agriculteurs a une incidence capitale sur l'adoption des nouvelles technologies et donc, sur l'ampleur et la répartition des bénéfices. Le cas de la Chine indique clairement que la participation du secteur public aux activités de recherche-développement et à la distribution du coton transgénique peut aider à garantir l'accès des agriculteurs sans ressources aux nouvelles technologies et à une part raisonnable des retombées économiques.

Cinquièmement, le coton Bt a eu des retombées très positives sur l'environnement. Dans quasiment tous les cas, l'utilisation d'insecticides sur les variétés de coton Bt a été très sensiblement réduite par rapport aux variétés classiques. Par ailleurs, dans le cas du soja tolérant aux herbicides, on utilise désormais du glyphosate à la place d'herbicides plus toxiques et à effet rémanent et, dans bien des cas, le travail du sol est moins important tant pour le soja que

pour le coton tolérant aux herbicides. Bien qu'il convienne de poursuivre la surveillance, aucune conséquence environnementale néfaste n'a encore été signalée dans les endroits où les cultures transgéniques ont été implantées jusqu'ici.

Enfin, les informations concernant la Chine (Pray et Huang, 2003), l'Argentine (Qaim et de Janvry, 2003), le Mexique (Traxler *et al.*, 2003) et l'Afrique du Sud (Bennett, Morse et Ismael, 2003) portent à croire que les petits agriculteurs n'ont pas eu plus de difficultés que les grands exploitants à se tourner vers ces nouvelles technologies. Dans certains cas, les cultures transgéniques paraissent simplifier le processus de gestion de façon très favorable pour les petits agriculteurs.

La question n'est donc pas de savoir si les biotechnologies peuvent profiter aux petits agriculteurs sans ressources, mais plutôt comment ce potentiel scientifique peut être exploité pour remédier aux problèmes agricoles des exploitants des pays en développement. Les biotechnologies constituent un outil extrêmement prometteur pour l'élaboration de nouvelles technologies agricoles appliquées. L'enjeu consiste aujourd'hui à concevoir un système d'innovation qui axe ce potentiel sur les problèmes des pays en développement.

5. L'incidence des cultures transgéniques sur la santé et sur l'environnement

La démonstration scientifique de l'incidence du génie génétique sur l'environnement et sur la santé en est encore à ses débuts. On trouvera, dans ce chapitre, un aperçu de l'état des connaissances scientifiques concernant les risques que pourrait présenter, pour la santé et pour l'environnement (encadré 17), l'application du génie génétique à l'alimentation et à l'agriculture; cet aperçu est suivi d'une analyse du rôle joué par les organismes de normalisation à l'échelle internationale dans l'harmonisation des procédures d'analyse du risque présenté par ces produits (encadré 18). Les démonstrations scientifiques figurant dans ce chapitre s'appuient en grande partie sur un rapport récent du Conseil international pour la science (CIUS, 2003 – dénommé ci-après le CIUS)⁴. Le rapport du CIUS tire sa matière d'une cinquantaine d'évaluations scientifiques indépendantes effectuées par des équipes dont la fiabilité est établie et opérant dans différentes parties du monde, notamment la Commission du Codex Alimentarius de la FAO/OMS, la Commission européenne, l'OCDE et les académies nationales des sciences de nombreux pays, parmi lesquels l'Australie, le Brésil, la Chine, les États-Unis, la France, l'Inde et le Royaume-Uni. Par ailleurs, ce chapitre s'inspire des évaluations scientifiques récentes publiées par le Nuffield Council on Bioethics (2003 – dénommé ci-après le Conseil de Nuffield)⁵,

le United Kingdom Science Review Panel (2003 – dénommé ci-après le GM-SRP)⁶ et la Royal Society (2003 – dénommée ci-après Royal Society)⁷, évaluations qui n'étaient pas disponibles au moment de l'établissement du rapport du CIUS. S'il existe indéniablement, au sein de la communauté scientifique, une entente assez généralisée sur les principaux chapitres touchant à la sécurité sanitaire des aliments transgéniques, le désaccord entre scientifiques sur certaines questions demeure, ainsi que des lacunes en matière de connaissances.

Les conséquences pour la sécurité sanitaire des aliments

Les espèces transgéniques actuellement cultivées et les aliments qui en sont issus sont jugés propres à la consommation, et les méthodes utilisées pour en tester la sécurité sanitaire sont considérées comme adéquates. Tel est le consensus que reflètent les observations scientifiques passées en revue par le CIUS (2003), consensus conforme en cela au point de vue exprimé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (2002). Les aliments en question ont été analysés, en vue de déceler un éventuel accroissement du risque pour la santé humaine, par plusieurs autorités réglementaires nationales, dont celles de l'Argentine, du Brésil, du Canada, de la Chine, des États-Unis et du Royaume-Uni, qui ont employé pour cela leurs propres procédures nationales applicables à la

⁴ Le Conseil international pour la science (CIUS) est une organisation non gouvernementale représentant la communauté scientifique internationale. Il compte, parmi ses membres, des représentants des académies scientifiques nationales (101 membres) et d'associations scientifiques internationales (27 membres). Étant donné que le CIUS est en contact avec des centaines de milliers de scientifiques dans le monde entier, il est souvent appelé à représenter la communauté scientifique mondiale.

⁵ Le Conseil de Nuffield sur la bioéthique est une organisation britannique à but non lucratif financée par le Medical Research Council, la Nuffield Foundation et le Wellcome Trust.

⁶ Le GM Science Review Panel est un groupe établi par le gouvernement du Royaume-Uni avec mandat de conduire un examen exhaustif et impartial des éléments de preuves scientifiques concernant les cultures génétiquement modifiées.

⁷ La Royal Society est l'académie scientifique indépendante du Royaume-Uni. Elle se consacre à la promotion de l'excellence dans le domaine scientifique.

ENCADRÉ 17

La nature et l'analyse des risques

Les risques font partie de la vie de tous les jours. Aucune activité n'en est dénuée. Dans certains cas, l'inaction entraîne aussi des risques. L'agriculture, sous quelque forme que ce soit, comporte des risques pour les agriculteurs, les consommateurs et l'environnement. L'analyse des risques s'effectue en trois étapes: évaluation, gestion et communication des risques. L'évaluation quantifie et compare les preuves scientifiques concernant les risques associés à d'autres activités. La gestion - qui comporte l'élaboration de stratégies visant à éviter et maîtriser les risques dans des limites acceptables - est fondée sur l'évaluation des risques et tient compte de divers facteurs tels que les valeurs sociales et l'économie. La communication suppose un dialogue constant entre les organismes réglementaires et le public au sujet des risques et des options visant à les maîtriser de façon que des décisions appropriées puissent être prises.

Le risque est souvent défini comme «la probabilité d'un dommage». Un danger, en revanche, est tout ce qui peut tourner mal. Un danger ne constitue pas en soi un risque. Par conséquent, l'évaluation du risque suppose que l'on réponde aux trois questions suivantes: Qu'est-ce qui pourrait tourner mal? Quelle est la probabilité que cela se produise? Quelles en sont les conséquences? Le risque associé à toute action dépend des trois éléments de l'équation:

$$\text{Risque} = \text{danger} \times \text{probabilité} \times \text{conséquences.}$$

Le concept apparemment simple de l'évaluation du risque est en réalité extrêmement complexe et repose à la fois sur le jugement et sur la science. Le risque peut être sous-estimé si certains dangers ne sont pas identifiés et correctement caractérisés, si la probabilité que le danger se concrétise est plus grande que prévu ou si ses conséquences sont plus graves que l'on ne pensait. La probabilité associée à un danger dépend aussi en partie de la stratégie de gestion utilisée pour le maîtriser.

Dans la vie de tous les jours, le risque a des sens différents, selon le contexte social, culturel et économique. Les personnes qui luttent pour survivre peuvent être disposées à accepter davantage de risques que les personnes qui sont aisées, si elles estiment qu'elles ont une chance de vivre mieux. Par ailleurs, nombre d'agriculteurs pauvres ne choisissent que des technologies à faible risque car ils sont si pauvres qu'ils ne peuvent pas se permettre de prendre de risques. Le risque a également des sens différents pour la même personne à diverses périodes, selon la question dont il s'agit et la situation. Il y a de plus grandes probabilités d'accepter des risques associés à des activités familiaires et librement choisies, même si les risques sont importants. Dans l'analyse du risque, il faudrait garder à l'esprit les questions suivantes: Qui court le risque et qui en profite? Qui évalue le danger? Qui décide quels risques sont acceptables?

sécurité sanitaire des aliments (CIUS). À ce jour, selon les informations réunies par le GM Science Review Panel à l'échelle mondiale, aucun laboratoire n'a signalé d'effets toxiques ou délétères, au plan nutritionnel, découlant de la consommation d'aliments ayant pour origine des cultures génétiquement modifiées. Des millions de personnes ont consommé des aliments dérivant de cultures GM – principalement du maïs, de la graine de soja et du colza – sans

que l'on ait enregistré d'effets contraires (CIUS).

Cependant, l'absence d'effets négatifs démontrés ne signifie pas que les nouveaux aliments transgéniques ne présentent aucun risque (CIUS, GM Science Review Panel), et les scientifiques reconnaissent que l'on n'en sait pas suffisamment à propos des effets à long terme des aliments transgéniques – comme, au demeurant, de la plupart des aliments traditionnels. La détection de tels

ENCADRÉ 18

Normes internationales pour faciliter les échanges

Les possibilités d'échanges agricoles ont considérablement augmenté ces dernières années du fait des réformes du commerce international dans le cadre de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). Dans une large mesure, ces réformes étaient axées sur la réduction des tarifs et des subventions dans divers secteurs. L'Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (Accord SPS) a également été adopté par l'OMC en 1994 et il est entré en vigueur en 1995. L'Accord SPS stipule que les pays conservent leur droit à veiller à ce que les produits alimentaires d'origine animale et végétale qu'ils importent soient sans danger et, en même temps, ils indiquent que les pays ne doivent pas utiliser de mesures indûment restrictives qui soient une restriction déguisée au commerce international.

L'Accord SPS concerne en particulier: la protection de la santé et de la vie des personnes et des animaux ou la préservation des végétaux contre l'entrée, l'établissement ou la propagation d'organismes nuisibles, de maladies, d'organismes vecteurs de maladies ou d'organismes pathogènes; la protection de la santé ou de la vie des personnes ou des animaux contre les risques découlant d'additifs, de contaminants, de toxines ou d'organismes pathogènes présents dans les aliments, les boissons ou les fourrages; la protection de la vie ou de la santé humaine contre les risques découlant de maladies transmises par

des animaux, des plantes ou des produits issus de ces derniers, ou contre l'entrée, l'établissement ou la propagation d'organismes nuisibles; et la prévention ou la limitation d'autres atteintes découlant de l'entrée, de l'établissement ou de la propagation d'organismes nuisibles.

L'Accord SPS indique que les pays devraient appliquer des normes convenues au plan international pour établir leurs prescriptions en matière de mesures sanitaires et phytosanitaires. Pour atteindre cet objectif, trois organismes établissant des normes internationales sont identifiés: la Commission du Codex Alimentarius pour la sécurité sanitaire des aliments, l'Office international des épizooties (OIE)¹ pour la santé animale et la CIPV pour la santé végétale. En utilisant ces normes, les pays peuvent atteindre le niveau de protection nécessaire pour assurer la protection de la vie des personnes, des animaux ou des végétaux. Les pays peuvent également adopter des mesures qui sont différentes des normes, mais dans ces cas, les mesures doivent être techniquement justifiées ou fondées sur l'évaluation du risque.

¹ Depuis lors, la dénomination de cette organisation a été modifiée en Organisation mondiale de la santé animale, mais le sigle OIE a été conservé.

effets ne sera pas une tâche facile, en raison des nombreux facteurs de confusion tels que la variabilité génétique sous-jacente aux denrées alimentaires et les difficultés liées à l'évaluation de l'incidence des aliments complets. De plus, les nouvelles générations d'aliments génétiquement transformés, plus complexes, pourraient se révéler plus difficiles à analyser avec, comme conséquence possible, l'accroissement des effets non souhaités. De ce fait, l'apparition

de nouveaux instruments d'établissement de profil ou de «caractérisation» pourrait contribuer de façon utile à tester les aliments complets afin de déceler les modifications involontaires de composition (CIUS).

Les principales préoccupations liées aux produits transgéniques et aux aliments qui en dérivent tiennent à la crainte de voir augmenter les matières allergènes, les toxines et autres composés nocifs, mais aussi les transferts génétiques horizontaux,

notamment ceux impliquant les germes résistant aux antibiotiques, ainsi que d'autres effets non souhaités (FAO/OMS, 2000). Ces préoccupations s'appliquent également à des variétés mises au point par des méthodes conventionnelles de sélection et auxquelles ont été appliquées des méthodes culturelles traditionnelles (CIUS). Vient en outre s'y conjuguer le souci d'évaluer plus pleinement les avantages directs et indirects, pour la santé, attribuables aux aliments transgéniques.

Matières allergènes et toxines

La technologie génétique, tout comme la sélection traditionnelle, est en mesure d'augmenter ou de réduire le niveau des protéines, des toxines ou autres composés nocifs naturellement présents dans les aliments. Lorsque ces derniers sont élaborés par des méthodes traditionnelles, ils ne sont généralement pas testés en vue de détecter ces substances, même si elles apparaissent souvent de façon naturelle et peuvent être affectées par la sélection traditionnelle. Lors des expériences de transformation, l'utilisation de gènes provenant de sources allergènes connues est découragée; en outre, s'il est établi qu'un produit transformé présente un risque accru d'allergénicité, sa production doit être interrompue. Les aliments génétiquement modifiés actuellement diffusés sur le marché ont été testés sous l'angle de niveaux accrus d'allergènes et de toxines, et aucune de ces substances n'y a été détectée (CIUS). Les scientifiques s'entendent pour dire qu'il y a lieu d'évaluer et d'améliorer de façon constante ces tests normalisés, et qu'il convient d'être prudent lors de l'évaluation de toutes les nouvelles denrées alimentaires, y compris celles dérivant de cultures transgéniques (CIUS, GM Science Review Panel).

La résistance aux antibiotiques

Le transfert génétique horizontal ainsi que la résistance aux antibiotiques constituent une préoccupation en matière de sécurité sanitaire des aliments; en effet, nombre de cultures génétiquement modifiées de la première génération ont été créées au moyen de gènes marqueurs résistants aux antibiotiques. Si ces gènes devaient être transférés d'un produit alimentaire

aux cellules du corps humain ou dans des bactéries occupant le tube digestif, cela pourrait conduire au développement de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques, avec des conséquences néfastes pour la santé. Bien que, selon les scientifiques, la probabilité d'un tel transfert soit extrêmement faible (GM Science Review Panel), l'utilisation de gènes résistant aux antibiotiques a été déconseillée par un Groupe d'experts de la FAO et de l'OMS (2000) et par d'autres organismes. Par ailleurs, les chercheurs ont mis au point des méthodes visant à éliminer les marqueurs résistants aux antibiotiques des plantes produites par génie génétique (encadré 20).

Autres modifications involontaires

D'autres modifications involontaires de la composition des aliments peuvent se produire au cours de l'amélioration génétique effectuée au moyen de la sélection traditionnelle et/ou du génie génétique. L'analyse chimique permet de tester les produits génétiquement modifiés pour déceler, de manière ciblée, les changements intervenus dans les nutriments et substances toxiques connus. Les scientifiques reconnaissent que des modifications génétiques plus étendues, faisant appel à des transgènes multiples, pourraient bien augmenter la probabilité d'autres effets non souhaités et nécessiter des tests supplémentaires (CIUS, GM Science Review Panel).

Les avantages potentiels des aliments transgéniques pour la santé

Les scientifiques conviennent, de manière générale, que le génie génétique peut offrir des avantages directs et indirects pour la santé des consommateurs (CIUS). Au chapitre des avantages directs figurent l'amélioration de la qualité nutritionnelle des aliments (par exemple, le riz doré), la réduction de la présence de composés toxiques (par exemple, du manioc contenant moins de cyanure) et la réduction des substances allergènes dans certains aliments (par exemple, les arachides et le blé). Toutefois, il reste à démontrer que les nouveaux aliments contiennent dans leur composition génétique des niveaux significatifs de vitamines et autres nutriments et ne produisent pas d'effets non souhaités (CIUS). Par ailleurs, l'utilisation réduite de

ENCADRÉ 19

Considérations relatives à la santé et à l'environnement dans la sélection végétale classique

Avant l'apparition du génie génétique, la sélection végétale n'était que peu réglementée. Les normes de certification des semences assurent la pureté et la qualité de celles-ci, mais on ne s'est guère préoccupé des éventuelles répercussions des nouvelles obtentions issues de la sélection classique sur la sécurité sanitaire des aliments et l'environnement.

La sélection végétale classique est très différente de la sélection naturelle. La sélection naturelle crée des systèmes biologiques qui s'adaptent; elle assure le développement d'un organisme qui contient des propriétés qui l'adaptent à toutes sortes de conditions du milieu et assurent la survie de l'espèce. La sélection artificielle et la sélection végétale classique bouleversent précisément ces systèmes d'adaptation, créant des combinaisons de gènes qui ne survivraient guère dans le milieu naturel.

La sélection classique a été responsable de quelques cas d'effets négatifs sur la santé humaine. Dans un cas, un cultivar de pomme de terre contenait des teneurs excessives en toxines naturelles et, dans un autre cas, un cultivar de céleri obtenu par sélection classique et doté d'une forte résistance aux insectes provoquait une éruption cutanée s'il était récolté à la main sans protection.

De même, les effets potentiels des plantes cultivées obtenues par sélection classique sur l'environnement ou sur les variétés traditionnelles des agriculteurs n'ont en général pas donné lieu à des contrôles réglementaires, bien que

certaines des préoccupations associées aux plantes cultivées transformées génétiquement soient également applicables aux plantes cultivées classiques. La plupart des principales plantes vivrières cultivées du monde ne sont pas originaires des grandes zones de production; elle proviennent plutôt de quelques «centres d'origine» distincts et ont été transférées dans les nouvelles zones de production au gré des migrations et du commerce. Des plantes fortement acclimatées sont cultivées dans le monde entier et la migration hors des zones cultivées n'a qu'à de rares occasions provoqué des problèmes graves. Même lorsqu'ils sont cultivés dans leurs centres d'origine, comme les pommes de terre en Amérique du Sud ou le maïs au Mexique, les hybrides entre les espèces cultivées et les espèces sauvages ne sont pas implantés de façon permanente. On signale plusieurs cas de flux de gènes entre des plantes cultivées et des espèces sauvages apparentées, mais en général, cela n'a pas été considéré comme un problème.

Source: DANIDA, 2002.

pesticides produit des effets bénéfiques indirects pour la santé, du fait de la moindre présence de mycotoxines liées aux insectes ou aux maladies, tout en augmentant le volume des denrées alimentaires disponibles à un prix abordable et en favorisant l'élimination des composés toxiques présents dans le sol. Il conviendra de mieux documenter ces avantages directs et indirects (CIUS, GM Science Review Panel).

Les normes internationales applicables à l'analyse de la sécurité sanitaire des aliments

À la vingt-sixième session de la Commission du Codex Alimentarius, qui s'est tenue du 30 juin au 7 juillet 2003, des décisions d'une grande importance ont été prises concernant les principes régissant l'évaluation des

ENCADRÉ 20

Transformation de «gène propre» au CIMMYT

Alessandro Pellegrineschi et David Hoisington¹

Depuis l'apparition des plantes cultivées génétiquement modifiées, une partie de la société civile a fait part de ses préoccupations au sujet des gènes de résistance aux antibiotiques et aux herbicides utilisés comme gènes marqueurs de sélection spécifique pour la mise au point de plantes transgéniques. On évoque à cet égard des dangers possibles pour l'environnement et la santé, et en particulier l'apparition de «superadventices» issues de la résistance aux herbicides et d'une résistance aux antibiotiques chez les agents pathogènes pour l'homme. Bien que la plupart des chercheurs estiment que ces préoccupations sont en grande partie dénuées de fondement, et que ces dangers ne se sont effectivement matérialisés ni l'un, ni l'autre, la mise au point de plantes transgéniques exemptes de gènes marqueurs aiderait à rassurer et contribuerait à l'acceptation des plantes

¹ Les auteurs sont, respectivement, Biologiste cellulaire et Directeur du Centre de biotechnologie appliquée du CIMMYT au Mexique.

aliments dérivés de la biotechnologie moderne (FAO/OMS, 2003a), de même que les lignes directrices pour la conduite de l'évaluation de la sécurité sanitaire des aliments dérivés de plantes à ADN recombinant (FAO/OMS, 2003b) et d'aliments produits au moyen de micro-organismes à ADN recombinant (FAO/OMS, 2003c). Un quatrième document concernant l'étiquetage est toujours en discussion.

Les lignes directrices du Codex stipulent que l'évaluation de la sécurité sanitaire d'un aliment transgénique doit être conduite par le biais d'une comparaison avec son homologue traditionnel – lequel est généralement considéré comme sûr en raison de son long passé d'utilisation – en mettant l'accent sur la détermination des analogies et des différences. En cas

cultivées transgéniques par l'opinion publique (Zuo *et al.*, 2002).

On a signalé plusieurs méthodes qui permettent de créer des plantes transformées qui ne sont pas porteuses de gènes marqueurs, par exemple la cotransformation (Stahl *et al.*, 2002), les éléments transposables (Rommens *et al.*, 1992), la recombinaison spécifique de site (Corneille *et al.*, 2001) et la recombinaison intrachromosomique (De Vetten *et al.*, 2003). Le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (connu sous son abréviation espagnole CIMMYT) s'attache à fournir aux agriculteurs disposant de peu de ressources des pays en développement les meilleures options pour mettre en œuvre des systèmes durables de culture du maïs et du blé. Le CIMMYT estime que même si les plantes cultivées génétiquement modifiées ne peuvent résoudre tous les problèmes des agriculteurs, cette technologie a un grand potentiel et devrait être évaluée.

Les chercheurs du CIMMYT ont élaboré et adapté une technique de transformation pour le blé et le maïs afin de produire des plantes génétiquement

d'apparition d'un doute relatif à la sécurité sanitaire, le risque auquel il est associé devra être caractérisé de manière à déterminer son incidence éventuelle sur la santé humaine. On commence par la description des organismes hôtes ou donateurs, et par la caractérisation de la modification génétique. L'évaluation sanitaire qui s'ensuit doit prendre en compte des facteurs tels que la toxicité, la propension à provoquer des réactions allergiques (allergénicité), les effets d'une modification de la composition des nutriments clés (facteurs antinutritionnels) et des métabolites, la stabilité du gène inséré et la modification nutritionnelle découlant de l'altération génétique. Si l'évaluation exhaustive de ces facteurs porte à conclure que l'aliment génétiquement modifié en question est aussi sûr que son homologue

modifiées qui ne sont pas porteuses des gènes marqueurs de sélection spécifique. Dans le cadre de cette technique, deux fragments d'ADN, l'un contenant le gène marqueur de sélection spécifique et l'autre contenant le gène d'intérêt, sont reproduits et intégrés séparément dans le génome. Pendant le processus de sélection, ces gènes se séparent l'un de l'autre, permettant la sélection de plantes contenant uniquement le gène d'intérêt. Les chercheurs du CIMMYT ont testé cette technique simple en utilisant le gène de sélection spécifique *bar* et les gènes *Bt*, *Cry1Ab* et *Cry1Ba*, et ils ont obtenu avec succès des plantes sans le gène marqueur de sélection spécifique, mais avec le gène *Bt* et qui exprimaient des teneurs élevées en toxine *Bt*. Les plantes transgéniques étaient impossibles à distinguer au point de vue morphologique des plantes non transformées et les caractères introduits étaient hérités de façon stable par les générations suivantes.

Des efforts sont en cours à l'Institut agricole international du Kenya et à la Fondation Syngenta pour l'agriculture durable afin de transformer ces

«caractéristiques propres» aux variétés locales de maïs au Kenya et de fournir aux agriculteurs disposant de peu de ressources une option supplémentaire pour la lutte contre les insectes sous la forme qu'ils connaissent le mieux, les semences. Une approche analogue est actuellement utilisée pour renforcer les autres caractéristiques importantes telles que la tolérance au stress abiotique et la teneur en micronutriments. Une tolérance accrue aux stress tels que la sécheresse profiterait directement aux agriculteurs et les plantes enrichies par ces procédés auraient une incidence significative sur la santé des enfants dans les pays en développement.

conventionnel, il est alors considéré comme propre à la consommation.

Les détracteurs de cette approche comparative soutiennent que, si l'on veut évaluer aussi bien les effets voulus que les effets non souhaités, il faut recourir aux méthodes non ciblées qui analysent le contenu d'aliments complets (CIUS). De manière générale, les scientifiques conviennent que les aliments transgéniques doivent être évalués au cas par cas, en mettant l'accent sur le produit spécifique plutôt que sur le processus ayant conduit à sa création. Il convient également que la sécurité sanitaire des aliments génétiquement modifiés soit évaluée avant leur mise en marché, étant donné que la surveillance post-commercialisation a de fortes chances de se révéler difficile et

coûteuse, sans pour autant produire de données véritablement utiles, du fait de la composition complexe des régimes et de la variabilité génétique des populations (CIUS).

Principes régissant l'analyse du risque présenté par les aliments dérivés de la biotechnologie moderne

Ces *Principes*, qui reprennent la définition de la biotechnologie moderne contenue dans le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques, incorporent des critères régissant l'évaluation, la gestion et la communication du risque. Les *Principes* reconnaissent que les approches utilisées dans le domaine de l'analyse du risque pour évaluer les dangers chimiques présentés par des substances telles que les résidus de pesticides, les contaminants, les additifs

ENCADRÉ 21

Cultures fourragères génétiquement modifiées

Des espèces cultivées génétiquement modifiées, des produits issus de ces plantes et des enzymes obtenues à partir de micro-organismes modifiés sont couramment utilisés en alimentation animale. Le marché mondial des aliments pour animaux représente, d'après les estimations, quelque 600 millions de tonnes. Les aliments composés sont principalement utilisés pour les volailles, les porcs et les vaches laitières et sont formulés à partir de diverses matières premières telles que le maïs et d'autres céréales et des oléagineux tels que le soja et le colza «canola». On estime actuellement que 51 pour cent de la superficie totale des cultures de soja, ainsi que 12 pour cent des cultures de colza «canola» et 9 pour cent des cultures de maïs (utilisé comme maïs entier et comme sous-produit tel le gluten de maïs) sont consacrés à des plantes génétiquement modifiées (James, 2002a).

Les évaluations de l'innocuité des nouveaux aliments pour animaux au Canada, aux États-Unis et ailleurs portent sur des caractéristiques moléculaires, de composition, toxicologiques et nutritionnelles des nouveaux aliments pour animaux par rapport à leur équivalent classique. On étudie notamment les effets sur l'animal qui s'en nourrit, sur les consommateurs du produit d'origine animale ainsi obtenu, la sécurité des travailleurs et autres aspects environnementaux de l'utilisation de l'aliment pour animaux. En outre, de nombreuses études ont été réalisées sur des comparaisons de la composition nutritionnelle et l'innocuité des aliments pour animaux contenant des

éléments transgéniques et des éléments classiques.

Les principales préoccupations liées à l'utilisation de produits génétiquement modifiés dans les aliments pour animaux concernent la question de savoir si de l'ADN modifié issu de la plante peut entrer dans la chaîne alimentaire avec des conséquences nocives et si les gènes marqueurs de la résistance aux antibiotiques utilisés dans le processus de transformation peuvent être transférés à des bactéries de l'animal et donc potentiellement à des bactéries pathogènes pour l'homme. Étant donné que le processus de production d'enzymes utilisées dans les aliments pour animaux se déroule dans des conditions contrôlées, dans des installations à cuves de fermentation fermées et élimine l'ADN modifié des produits obtenus, ces produits ne comportent aucun risque pour les animaux ni pour l'environnement. L'enzyme phytase présente des avantages particuliers pour l'alimentation des porcins et des volailles, notamment une réduction sensible de la quantité de phosphore libérée dans l'environnement.

Les chercheurs ont examiné les effets de la transformation des aliments pour animaux sur l'ADN pour établir si l'ADN modifié reste intact et pénètre dans la chaîne alimentaire. On a constaté que l'ADN n'est pas fragmenté de façon importante dans le matériel végétal et dans les ensilages, mais qu'il reste partiellement ou complètement intact. Cela signifie que si des plantes cultivées génétiquement modifiées sont données aux animaux, ceux-ci ont toute probabilité de consommer de l'ADN modifié.

alimentaires et les agents technologiques sont difficiles à appliquer aux aliments complets. Ils précisent que l'évaluation du risque comprend un volet sur la sécurité sanitaire visant à déterminer s'il y a ou non présence d'un danger, d'une préoccupation d'ordre nutritionnel ou autre relativement à la sécurité sanitaire et, dans l'affirmative,

à recueillir des informations sur sa nature et sur sa gravité. Les Principes traduisent la notion d'équivalence substantielle, en vertu de laquelle l'évaluation de la sécurité sanitaire devrait incorporer, sans toutefois la substituer, une comparaison entre l'aliment dérivé de la biotechnologie moderne et son homologue conventionnel. La comparaison

Afin d'établir si l'ADN modifié ou des protéines dérivées consommés par des animaux peuvent avoir des effets sur la santé animale ou pénétrer dans la chaîne alimentaire, il est nécessaire de considérer le devenir de ces molécules dans l'organisme de l'animal. La digestion des acides nucléiques (ADN et acides ribonucléiques, ARN) se produit par l'action de nucléases présentes dans la bouche, le pancréas et les sécrétions intestinales. Chez les ruminants, une dégradation microbienne et physique supplémentaire des aliments se produit. Les indices dont on dispose laissent penser que plus de 95 pour cent de l'ADN et de l'ARN sont complètement décomposés dans le tube digestif. En outre, les recherches effectuées sur la digestion des protéines transgéniques en culture *in vitro* ont montré que la digestion est presque complète dans un délai de cinq minutes en présence de l'enzyme digestive pepsine.

On se préoccupe en outre de savoir si il peut y avoir un transfert de la résistance aux antibiotiques à partir des gènes marqueurs utilisés pour la production de végétaux génétiquement modifiés à des micro-organismes des animaux et, par conséquent, à des bactéries pathogènes pour l'homme. Un examen demandé par la FAO a conclu qu'il est extrêmement improbable que cela se produise. Néanmoins, ce document conclut que les marqueurs qui codent pour la résistance à des antibiotiques cliniquement significatifs, essentiels pour traiter les infections humaines, ne devraient pas être utilisés dans la production de plantes transgéniques.

devra déterminer les similitudes et les différences entre les deux produits. En outre, une évaluation de la sécurité sanitaire doit: (a) rendre compte des effets voulus et des effets non souhaités, (b) identifier les dangers nouveaux ou sujets à évolution et (c) identifier les changements pertinents à la santé humaine dans les nutriments clés.

MacKenzie et MacLean (2002) ont examiné 15 études d'aliments des bovins laitiers, bovins de boucherie, porcins et volailles publiées entre 1995 et 2001. Les aliments étudiés étaient du maïs et du soja résistants aux insectes et/ou aux herbicides. Les animaux ont été nourris avec un produit transgénique ou classique pendant des périodes allant de 35 jours pour les volailles à deux ans pour les bovins de boucherie. Aucune de ces études n'a mis en évidence d'effet négatif chez les animaux auxquels on a donné des produits transgéniques pour aucun des paramètres mesurés, qui étaient notamment la composition en nutriments, le poids de l'animal, l'apport en aliments pour animaux, la conversion des aliments, la production de lait, la composition du lait, la fermentation dans le rumen, la croissance ou les caractéristiques de la carcasse. Deux des études ont mis en évidence de légères améliorations des taux de conversion des aliments pour les animaux qui ont reçu du maïs résistant aux insectes, peut-être en raison de plus faibles concentrations d'aflatoxines, éléments antinutritionnels qui découlent des dégâts provoqués par les insectes.

En résumé, on peut conclure que les risques pour la santé humaine et animale issus de l'utilisation de plantes cultivées GM et d'enzymes obtenues à partir de micro-organismes GM comme aliments pour animaux sont négligeables. Néanmoins, certains pays demandent un étiquetage pour indiquer la présence de matériel génétiquement modifié dans les importations et les produits issus de celles-ci.

Enfin, l'évaluation de la sécurité sanitaire doit se faire au cas par cas.

Il convient que les mesures de gestion du risque soient proportionnelles à ce dernier. Elles devront prendre en compte, le cas échéant, «d'autres mesures légitimes» conformes aux décisions générales de la Commission du Codex, ainsi que les *Lignes*

directrices du Codex en matière d'analyse du risque (FAO/OMS, 2003d). Ajoutons que le même objectif peut être atteint par des approches différentes. Les gestionnaires du risque doivent ainsi tenir compte des incertitudes identifiées lors de l'évaluation du risque et les gérer par des mesures qui peuvent comprendre l'étiquetage des aliments, les conditions mises à l'approbation de la commercialisation, la surveillance post-commercialisation et l'élaboration de méthodes visant à détecter ou à identifier des aliments dérivés de la biotechnologie moderne. Remonter la filière du produit peut également s'avérer utile pour un déroulement sans heurt du processus de gestion du risque.

Les principes régissant la communication du risque sont basés, eux, sur un concept idéal, à savoir qu'une communication efficace est essentielle à tous les stades de l'évaluation et de la gestion du risque. Il doit s'agir d'un processus interactif favorisant la fourniture de conseils et la participation des intéressés. Les processus devront être transparents, intégralement documentés et ouverts à l'examen du public, tout en respectant le souci légitime de protection des informations commerciales confidentielles. Les rapports d'évaluation de la sécurité sanitaire, de même que les autres aspects du processus décisionnel, devront être mis à la disposition du public, et des processus interactifs de consultation devront être instaurés.

Directive pour la conduite de l'évaluation de la sécurité sanitaire des aliments dérivés de plantes à ADN recombinant.

La *Directive pour la conduite de l'évaluation de la sécurité sanitaire des aliments dérivés de plantes à ADN recombinant* a également été adoptée à la vingt-sixième session (juillet 2003). L'objet de la *Directive* est de soutenir les *Principes régissant l'analyse du risque des aliments issus de la biotechnologie moderne*. Le document décrit la démarche recommandée pour effectuer une évaluation de la sécurité sanitaire d'aliments dérivés de plantes à ADN recombinant lorsqu'il existe un homologue conventionnel – lequel se définit comme «une variété végétale connexe, ses composantes et/ou dérivés pour lesquels on dispose d'une expérience de

détermination de la sécurité sanitaire, par suite d'une utilisation commune à des fins alimentaires». Les techniques décrites dans la *Directive* peuvent s'appliquer aux aliments dérivés de plantes qui ont été modifiées par des techniques autres que la biotechnologie moderne.

La *Directive* contient une introduction, assortie d'une justification, à l'évaluation de la sécurité sanitaire des aliments issus de plantes à ADN recombinant. Elle établit en outre des distinctions entre ce type d'évaluation et l'évaluation conventionnelle du risque toxicologique de composés spécifiques basée sur des études animales. «L'objectif de l'évaluation est de déterminer si le nouvel aliment est aussi sûr et a la même valeur nutritive que l'homologue conventionnel de référence.» La *Directive* indique que l'équivalence substantielle ne constitue pas une évaluation de la sécurité sanitaire en tant que telle, mais représente plutôt un point de départ visant à structurer les évaluations de la sécurité sanitaire par rapport à un homologue conventionnel. L'équivalence substantielle est utilisée pour identifier les similitudes et les différences entre le nouvel aliment et cet homologue. L'évaluation détermine ensuite la sécurité sanitaire des traits différenciels identifiés, en prenant en considération les effets non souhaités découlant des modifications génétiques. À un stade ultérieur, les gestionnaires du risque apprécieront la situation et élaboreront les mesures appropriées de gestion du risque.

Directive pour la conduite d'évaluations de la sécurité sanitaire des aliments produits au moyen de micro-organismes à ADN recombinant.

Cette *Directive* vise à encadrer les procédures d'évaluation de la sécurité sanitaire des aliments produits au moyen de micro-organismes à ADN recombinant, en se basant sur le cadre d'évaluation du risque tracé par les *Principes* susmentionnés. L'aspect à relever, s'agissant de ces micro-organismes, tient au fait que l'on recommande d'effectuer une comparaison non seulement entre les micro-organismes à ADN recombinant et leurs homologues conventionnels (micro-organismes), mais également entre les aliments qui en sont dérivés ainsi que les aliments originaux.

Texte du Codex en discussion concernant l'étiquetage des aliments génétiquement modifiés

Outre les Principes et Directives ci-dessus, mentionnons le projet, encore au stade préliminaire de la discussion, de la *Directive concernant l'étiquetage des aliments obtenus au moyen de certaines techniques de modification génétique/génie génétique* (FAO/OMS, 2003e); de nombreux passages de ce texte se trouvent encore entre crochets, en attendant l'adoption du libellé définitif. La Directive proposée s'appliquerait à l'étiquetage des aliments et de leurs ingrédients dans trois situations, à savoir lorsque ces aliments: (1) diffèrent significativement de leurs homologues conventionnels; (2) contiennent des organismes GM (génétiquement modifiés)/GG (issus du génie génétique) ou en sont composés, ou contiennent des protéines ou de l'ADN résultant de l'application de la technologie génétique; (3) lorsqu'ils sont produits, sans en contenir, à partir d'organismes GM/GG, de protéines ou d'ADN provenant de la technologie génétique.

On voit, d'après le rapport du CIUS, que les scientifiques ne sont pas unanimes quant au rôle qu'il convient d'assigner à l'étiquetage. Parallèlement à l'étiquetage obligatoire, traditionnellement utilisé pour aider les consommateurs à identifier les aliments pouvant contenir des allergènes ou d'autres substances potentiellement nocives, les étiquettes sont utilisées pour venir en aide aux consommateurs souhaitant sélectionner certains aliments en fonction de leur mode de production, ou sur la base de critères environnementaux (par exemple, produits biologiques), éthiques (commerce équitable, entre autres) ou religieux (par exemple, nourriture kasher). Les caractéristiques des informations obligatoires ou autorisées sur l'étiquetage varient d'un pays à l'autre. Selon le CIUS, «l'étiquetage des aliments en tant que génétiquement modifiés ou non génétiquement modifiés peut permettre au consommateur d'exercer son choix quant au processus de production de l'aliment [mais] cet étiquetage ne communique pas d'informations quant au contenu des aliments, ni sur les éventuels risques et/ou avantages associés à des aliments particuliers». Le CIUS considère qu'en adoptant un étiquetage alimentaire qui

expliquerait le type de transformation ainsi que toute modification de la composition qui en résulterait, on pourrait permettre aux consommateurs d'évaluer les risques et les avantages d'aliments spécifiques (on trouvera, au Chapitre 6, une analyse plus approfondie des aspects relatifs à l'étiquetage).

Les conséquences environnementales

L'agriculture, quelle que soit sa forme – de subsistance, biologique ou intensive – affecte l'environnement. Il est donc normal de s'attendre à ce que l'utilisation de nouvelles techniques génétiques en agriculture ait des répercussions sur l'environnement. Le CIUS, le GM-SRP et le Conseil de Nuffield, et d'autres encore, reconnaissent que l'impact environnemental des cultures génétiquement modifiées peut être positif ou négatif, selon la manière et l'endroit où elles sont appliquées. Ainsi, le génie génétique peut accélérer les effets néfastes de l'agriculture, ou au contraire, contribuer à des pratiques culturelles plus durables et à la conservation des ressources naturelles, y compris à la biodiversité. On trouvera, ci-après, un sommaire des préoccupations environnementales liées aux cultures transgéniques, de même qu'un point des connaissances scientifiques qui les entourent.

La diffusion de cultures transgéniques dans l'environnement peut avoir des effets directs, parmi lesquels: le transfert génétique à des plantes sauvages apparentées ou à des cultures conventionnelles, la prolifération des adventices, la transmission de traits caractéristiques à des espèces non ciblées, ainsi que d'autres effets non souhaités. Ces risques sont analogues, qu'il s'agisse des cultures transgéniques ou des cultures conventionnelles (CIUS). Les scientifiques, qui sont loin de s'entendre sur l'appréciation de ces risques, conviennent toutefois que les impacts environnementaux doivent être évalués au cas par cas, et ils recommandent une surveillance écologique après leur diffusion afin de déceler toute manifestation imprévue (CIUS, Conseil de Nuffield, GM-SRP). En outre, les cultures transgéniques peuvent produire des effets environnementaux indirects, positifs ou

ENCADRÉ 22

Considérations relatives à l'environnement concernant les animaux génétiquement modifiés

Aucun animal génétiquement modifié n'est actuellement utilisé en agriculture commerciale dans le monde (Chapitre 2), mais plusieurs espèces d'élevage et espèces aquatiques font l'objet de recherches de divers caractères transgéniques. Des études des éventuels problèmes pour l'environnement liés aux animaux génétiquement modifiés ont été menées récemment par le Conseil national de la recherche des États-Unis (NRC, 2002), la Commission des biotechnologies pour l'agriculture et l'environnement du Royaume-Uni (AEBC, 2002) et la Pew Initiative sur les aliments et les biotechnologies (Pew Initiative, 2003). Ces études concluent que les animaux génétiquement modifiés peuvent avoir des effets négatifs ou positifs sur l'environnement selon l'animal concerné, le caractère et l'environnement de production dans lequel il est introduit. Les principales préoccupations environnementales liées aux animaux sont notamment: (a) la possibilité que des animaux transgéniques s'échappent, avec les effets négatifs qui en découlent sur les animaux sauvages apparentés ou les écosystèmes et (b) les changements potentiels de pratiques de production qui pourraient aboutir à des degrés divers de pression sur l'environnement. Ces rapports recommandent que les animaux génétiquement modifiés soient évalués par comparaison avec leur équivalent classique.

Les trois études concordent sur le fait que les animaux transgéniques devraient être évalués au point de vue de leur aptitude à s'échapper et à s'implanter dans des environnements différents. Le NRC et l'AEBC s'accordent à dire que les répercussions négatives sur l'environnement sont moins probables pour les animaux d'élevage que pour les poissons, car la plupart des animaux d'élevage n'ont plus d'animaux sauvages apparentés et la reproduction des animaux d'élevage est limitée à des troupeaux encadrés. Le danger de devenir feral est faible chez les bovins, les ovins et les volailles domestiques, qui sont moins mobiles et très domestiqués, mais il est plus élevé chez les chevaux, chameaux, lièvres, chiens et animaux de laboratoire (rats et souris). On sait que les chèvres, porcins et chats domestiques non transgéniques peuvent retourner à l'état sauvage, infligeant des dégâts considérables aux communautés écologiques (NRC, 2002). Les animaux domestiques transgéniques seraient particulièrement précieux et seraient donc élevés dans des environnements soigneusement surveillés. Les poissons d'aquaculture, en revanche, sont naturellement mobiles et se reproduisent facilement avec des espèces sauvages. Le rapport de l'AEBC recommande que les poissons transgéniques ne soient pas élevés dans des cages flottantes en haute mer, étant donné la forte probabilité

négatifs, en entraînant la modification des pratiques culturales telles que l'utilisation de pesticides et d'herbicides et des pratiques agricoles.

Les préoccupations environnementales liées aux espèces arboricoles transgéniques sont du même ordre, quoique accentuées du fait de leur longévité. Quant aux micro-organismes transgéniques utilisés dans la transformation des aliments, ils sont normalement employés dans un milieu confiné et ne sont généralement

pas considérés comme un risque pour l'environnement. Certains micro-organismes peuvent être diffusés dans l'environnement comme agents de régulation biologique ou pour la réparation de dégâts environnementaux tels que les déversements de pétrole, et il y a lieu d'évaluer leurs répercussions sur l'environnement avant de les employer. Les préoccupations environnementales touchant les espèces piscicoles transgéniques sont principalement axées sur leur potentiel de reproduction et

qu'ils s'échappent. L'étude de la Pew Initiative met en évidence le fait que les répercussions de poissons d'aquaculture échappés, qu'ils soient transgéniques ou issus de la sélection classique, dépendent de leur «aptitude nette» par rapport aux espèces sauvages. L'étude fait remarquer que les caractères transgéniques pourraient accroître ou réduire l'aptitude nette des espèces d'élevage et recommande que le poisson transgénique soit soigneusement évalué et réglementé de façon intégrée et transparente.

Les animaux transgéniques pourraient également avoir des répercussions sur l'environnement par des modifications des animaux mêmes ou des pratiques d'élevage qui leur sont associées. Les modifications transgéniques pourraient réduire la quantité de fumier et d'émission de méthane produite par les animaux d'élevage et les espèces d'aquaculture (AEBC, 2002; Pew Initiative, 2003) ou accroître leur résistance aux maladies (favorisant une baisse de l'utilisation d'antibiotiques). Par ailleurs, certaines modifications génétiques pourraient aboutir à une intensification de la production animale qui s'accompagnerait d'augmentations des émissions de polluants dans l'environnement. La question de la nocivité pour l'environnement est donc moins une question de technologie proprement dite qu'une question de capacité de gestion de cette technologie. L'un des

facteurs supplémentaires à prendre en compte pour les biotechnologies concernant le bétail est l'effet possible sur le bien-être des animaux. Ces effets sur le bien-être pourraient être positifs ou négatifs et devraient être évalués en tenant compte des pratiques d'élevage des animaux classiques (AEBC, 2002). À l'heure actuelle, la production d'animaux transgéniques et clonés est extrêmement inefficace et caractérisée par une mortalité élevée au premier stade du développement embryonnaire et elle n'a un taux de réussite que de 1 à 3 pour cent. Chez les animaux transgéniques nés, les gènes insérés peuvent ne pas fonctionner comme prévu, aboutissant souvent à des anomalies anatomiques, physiologiques et de comportement (NRC, 2002). Les bovins produits par clonage tendent à avoir des périodes de gestation plus longues et un poids plus élevé à la naissance, ce qui aboutit à des césariennes plus fréquentes (NRC, 2002; AEBC, 2002). Ces problèmes peuvent aussi se produire avec des animaux issus de l'insémination artificielle ou de l'OMTE et devraient être évalués dans le contexte des autres technologies de reproduction utilisées en production animale (AEBC, 2002). Le rapport de l'AEBC recommande en outre que les effets sur le bien-être de toutes les technologies utilisées en production animale soient pesés compte tenu de considérations économiques et environnementales.

d'éviction de leurs homologues sauvages apparentés (CIUS). Enfin, on peut penser que les animaux de ferme transgéniques seront probablement utilisés dans un contexte de confinement extrême et ne présenteront qu'un risque minime pour l'environnement (NRC, 2002) (encadré 22).

Le flux génétique

Les scientifiques conviennent généralement que les cultures GM peuvent être à l'origine d'un flux génétique par la transmission de

gènes provenant de variétés à pollinisation libre par des cultures locales ou des plantes sauvages apparentées. Étant donné que le flux génétique se produit depuis des millénaires entre les espèces terrestres et les cultures conventionnelles, on peut raisonnablement supposer qu'il intéresse également les cultures transgéniques. La propension et l'aptitude aux croisements extérieurs varie en fonction de la présence de plantes sauvages ou de cultures apparentées sexuellement compatibles, qui varie selon les

ENCADRÉ 23

Le flux de gènes provenant de plantes cultivées transgéniques vu par une écologueAllison A. Snow¹

La plupart des scientifiques en matière d'écologie reconnaissent que le flux de gènes n'est pas un problème environnemental tant qu'il n'a pas de conséquences indésirables. À court terme, la propagation de la résistance transgénique aux herbicides par le flux de gènes peut créer des problèmes logistiques et/ou économiques pour les agriculteurs. À long terme, les transgéniques qui confèrent la résistance aux organismes nuisibles et au stress de l'environnement et/ou aboutissent à une plus grande production de semences ont la plus grande probabilité de favoriser les adventices ou de porter atteinte à des espèces non visées. Cependant, ces résultats semblent improbables pour la plupart des plantes transgéniques actuellement cultivées. De nombreux caractères transgéniques vont probablement être inoffensifs d'un point de vue environnemental et certains pourraient aboutir à des

¹ Le docteur Snow est professeur au Département de l'évolution, de l'écologie et de la biologie des organismes à l'Université de l'État de l'Ohio, Columbus (Ohio, États-Unis).

sites (encadré 23) (CIUS, GM Science Review Panel).

Il n'y a pas unanimité parmi les scientifiques sur l'importance intrinsèque du flux génétique entre cultures transgéniques et plantes sauvages apparentées (CIUS, GM Science Review Panel). S'il devait en résulter une plante transgénique/sauvage présentant un quelconque avantage concurrentiel sur la population sauvage, cet hybride pourrait persister dans l'environnement, risquant de perturber l'écosystème. Selon le GM-SRP, l'hybridation entre des cultures transgéniques et des plantes sauvages apparentées « entraînerait, selon toute probabilité, le transfert de gènes bénéfiques à l'environnement agricole, sans pour autant que ces derniers prospèrent à l'état sauvage... De plus, ce genre d'invasion du

pratiques agricoles plus durables. Pour approfondir les divers risques et avantages, il est absolument nécessaire que les chercheurs universitaires et autres s'attachent davantage à étudier les cultures transgéniques. De même, il est crucial que les biologistes moléculaires, les obtenteurs et le secteur améliorent leurs connaissances des questions d'écologie et d'évolution au sujet de l'innocuité des nouvelles générations de cultures transgéniques.

La présence d'espèces apparentées sauvages et adventices varie selon les pays et les régions. Le schéma montre des exemples de plantes cultivées importantes groupées par aptitude à disperser du pollen et la présence d'espèces adventices apparentées à des espèces cultivées dans la partie continentale des États-Unis. Cette matrice 2 par 2 simple peut être utile pour identifier les cas dans lesquels le flux de gènes d'une plante cultivée transgénique à une plante sauvage apparentée est probable. Pour les cultures pour lesquelles il n'y a pas de plantes sauvages ou adventices apparentées à

milieu sauvage par un hybride résultant d'une espèce cultivée et d'une plante sauvage apparentée est inconnue au Royaume-Uni.» (GM Science Review Panel, 2003: 19).

La question de savoir si le flux, par ailleurs bénin, de transgéniques dans les populations naturelles ou autres variétés conventionnelles pourrait, en soi, constituer un problème environnemental, n'est toujours pas résolu; en effet, les cultures conventionnelles entretiennent depuis longtemps une interaction de cet ordre avec les populations naturelles (CIUS). Des recherches s'imposent afin de mieux apprécier les conséquences environnementales du flux génétique, notamment à longue échéance, et pour mieux appréhender le déroulement du flux

proximité – par exemple pour le soja, le coton et le maïs figurant ici en vert – il n'y aurait pas de flux de gènes vers les plantes sauvages. Le riz, le sorgho et le blé ont des plantes apparentées sauvages aux États-Unis et une tendance relativement faible à la fécondation croisée, qui pourrait permettre à des transgéniques de se disperser dans des populations sauvages. Les plantes cultivées qui ont une forte tendance à la

fécondation croisée et ont des espèces sauvages apparentées aux États-Unis sont en rouge. Il y a un fort potentiel de flux de gènes entre ces plantes cultivées et les plantes sauvages qui leur sont apparentées, de sorte qu'il faudrait être prudent lorsqu'on cultive des variétés transgéniques qui pourraient conférer un avantage concurrentiel à leurs hybrides.

		PLANTES SAUVAGES ADVENTICES APPARENTÉES COMPATIBLES À PROXIMITÉ	
		NON	OUI
POTENTIEL DE FÉCONDATION CROISÉE	FAIBLE	SOJA	RIZ SORGHO BLÉ
	FORT	COTON MAÏS	TOURNESOL BRASSICA CAROTTE COURGE RADIS PEUPLIER

génétique entre les principales cultures alimentaires et les populations naturelles dans les centres de diversité (CIUS, GM Science Review Panel).

On entend par enherbement l'établissement d'une espèce cultivée ou de son hybride comme adventice dans d'autres champs, ou comme espèce envahissante dans d'autres habitats. Les scientifiques conviennent que le risque est très faible de voir des cultures domestiques se transformer en adventices, car les traits qui les rendent désirables en tant que cultures affaiblissent souvent leur capacité de survie et de reproduction à l'état sauvage (CIUS, GM Science Review Panel). Les adventices qui se croisent avec des cultures présentant une résistance aux herbicides peuvent, en théorie, acquérir

une telle résistance; toutefois, ce trait additionnel ne constituerait un avantage qu'en présence d'herbicides. Citons, à ce propos, le GM Science Review Panel: «Des expériences de terrain approfondies portant sur plusieurs cultures GM dans une large gamme de contextes ont démontré que les traits transgéniques étudiés – comme la tolérance aux herbicides et la résistance aux insectes – n'augmente pas de façon significative l'adaptabilité des plantes aux habitats semi-naturels» (GM-SRP, 2003: 19). Certains traits transgéniques, comme la résistance aux ravageurs ou aux maladies, pourraient constituer un avantage adaptatif; toutefois, il n'est guère démontré jusqu'ici qu'un tel phénomène se produise ou qu'il ait la moindre conséquence environnementale négative (CIUS, GM-SRP). Il convient de

recueillir davantage d'indices confirmant l'influence, sur le phénomène d'infestation, des traits renforçant l'adaptabilité (GM Science Review Panel).

On s'attache à mettre au point des méthodes de gestion et de génie génétique visant à réduire les possibilités de flux génétique. L'isolation complète de cultures pratiquées à l'échelle commerciale, qu'elles soient GM ou non, n'est pas actuellement réalisable – même s'il reste possible d'atténuer le flux génétique, comme cela se fait aujourd'hui entre les variétés de colza cultivées pour l'alimentation humaine ou animale, ou encore la fabrication d'huiles industrielles (GM Science Review Panel). Les stratégies de gestion employées tendent à éviter de planter des cultures transgéniques dans leurs centres de biodiversité ou dans des lieux où se trouvent des plantes sauvages apparentées, voire à instaurer des zones-tampons afin d'isoler les variétés transgéniques de leurs homologues conventionnels ou biologiques. On peut également recourir au génie génétique pour modifier les périodes de floraison afin d'empêcher la pollinisation croisée ou pour garantir que les transgènes ne viennent pas se mêler aux pollens et ne développent pas des variétés transgéniques stériles (CIUS et Conseil de Nuffield). Le GM Science Review Panel ainsi que d'autres organismes experts recommandent que les cultures GM à l'origine de substances médicales ou industrielles soient mises au point et cultivées en faisant en sorte d'éviter le flux génétique vers les cultures d'alimentation humaine et animale (GM Science Review Panel).

Les effets de traits caractéristiques sur des espèces non ciblées

Certains traits transgéniques, tels que les toxines de pesticides sous forme de gènes Bt risquent d'affecter des espèces non ciblées en même temps que les ravageurs qu'ils sont censés attaquer (CIUS). Les scientifiques, sans exclure cette éventualité, divergent quant à l'appréciation d'une telle probabilité (CIUS, GM Science Review Panel). Ainsi, la controverse à propos du papillon monarque *Danaus Plexippus* (encadré 24) a illustré la difficulté à extrapoler, à partir d'études en laboratoire, les conditions prévalant sur le terrain. Des études sur site ont fait apparaître certaines différences dans la

structure de la communauté microbienne des sols entre des espèces Bt et des espèces non Bt; toutefois, ces différences restent dans la fourchette normale des variations observées entre cultivars de la même espèce et ne démontrent pas de façon convaincante que les cultures Bt pourraient être, à long terme, néfastes à la santé du sol (GM Science Review Panel). Bien que l'on n'ait pas à ce jour observé, sur le terrain, d'effets négatifs marqués sur les espèces sauvages non ciblées ou sur la santé du sol, les scientifiques divergent sur la quantité d'indices nécessaires pour démontrer que la culture d'espèces Bt peut se faire de façon durable (GM Science Review Panel). Ils conviennent toutefois de la nécessité de surveiller les impacts éventuels sur les espèces non ciblées et d'effectuer une comparaison avec les effets des autres pratiques culturelles, comme l'utilisation de pesticides chimiques (GM Science Review Panel). Ils reconnaissent en outre qu'il est nécessaire de mettre au point de meilleures méthodes pour les études écologiques de terrain, et notamment d'obtenir de meilleures données de référence avec lesquelles comparer les nouvelles cultures (CIUS).

Les effets environnementaux indirects

Les cultures transgéniques pourraient produire des conséquences environnementales indirectes découlant des pratiques culturelles ou environnementales associées aux nouvelles variétés. De tels effets indirects pourraient être bénéfiques ou néfastes, selon la nature des modifications en cause (CIUS, GM Science Review Panel). Les scientifiques s'entendent pour dire que l'utilisation de pesticides et d'herbicides agricoles conventionnels a endommagé les habitats des oiseaux des champs, des plantes sauvages et des insectes, dont elle aurait décimé les effectifs (CIUS, GM Science Review Panel, Royal Society). Ainsi, les cultures transgéniques modifient les modes d'utilisation des produits chimiques, l'utilisation des sols et les pratiques culturelles; toutefois, il subsiste des divergences entre les scientifiques quant au caractère positif ou négatif du bilan de ces changements pour l'environnement (CIUS), même si tous reconnaissent qu'il convient de multiplier les analyses comparatives des nouvelles technologies et des pratiques culturelles existantes.

ENCADRÉ 24

Le maïs Bt tue-t-il le papillon monarque?

John Losey, entomologiste à l'Université Cornell, a publié dans la revue scientifique *Nature* une recherche qui semblait démontrer que le pollen du maïs Bt tuait le papillon monarque (Losey, Rayor et Carter, 1999). Losey et ses collègues ont constaté que lorsqu'ils étalaient du pollen d'une variété commerciale de maïs Bt sur des feuilles d'asclépiade en laboratoire et les donnaient aux chenilles de papillon monarque, les chenilles mouraient.

Six équipes indépendantes de chercheurs ont mené des études de suivi sur les effets du pollen du maïs Bt sur les chenilles de papillon monarque, publiées en 2001 dans *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Bien que ces études reconnaissent que le pollen utilisé dans l'étude initiale était毒ique à dose élevée, elles ont constaté que le pollen de maïs Bt n'entraînait que des risques négligeables pour les larves de papillon monarque dans les conditions naturelles. Elles ont fondé leurs conclusions sur quatre faits: (a) la toxine Bt est exprimée à des doses relativement faibles dans le pollen de la plupart des variétés commerciales de maïs Bt, (b) le maïs et l'asclépiade (dont se nourrissent habituellement les chenilles de papillon monarque) ne se trouvent généralement pas ensemble dans un champ, (c) il y a un chevauchement limité des périodes pendant lesquelles le pollen de maïs se répand dans un champ et les

larves de papillon monarque sont actives et d) la quantité de pollen qui a des probabilités d'être consommée dans les conditions naturelles n'est pas毒ique. Ces études ont conclu que le risque est très faible, en particulier si on le compare à d'autres menaces telles que les pesticides classiques et la sécheresse (Conner, Glare et Nap, 2003).

De nombreux chercheurs sont agacés par la façon dont la controverse concernant le papillon monarque et d'autres questions liées aux biotechnologies ont été traitées dans la presse. En effet, si la première étude sur le papillon monarque a suscité l'attention des médias du monde entier, les études ultérieures qui la réfutaient n'ont pas reçu la même couverture. De ce fait, de nombreuses personnes ignorent que le maïs Bt n'est que peu dangereux pour les papillons monarques (Pew Initiative, 2002a).

Utilisation des pesticides

La communauté scientifique s'accorde pour dire que l'utilisation de cultures transgéniques Bt résistantes aux insectes contribue à réduire le volume et la fréquence de l'utilisation d'insecticides sur les cultures de maïs, de coton et de soja (CIUS). Ce résultat a été particulièrement significatif pour la culture du coton en Afrique du Sud, en Australie, en Chine, aux États-Unis et au Mexique (Chapitre 4). Au plan environnemental, l'introduction de ces variétés a réduit la contamination des approvisionnements hydriques et

les dommages infligés aux populations d'insectes non ciblés (CIUS). La réduction de l'emploi des pesticides donne à penser que les cultures Bt seraient, de manière générale, bénéfiques à la biodiversité intrinsèque d'une culture, relativement aux espèces conventionnelles qui reçoivent régulièrement des applications de pesticides à large spectre; toutefois, ces avantages se trouveraient réduits s'il devait être nécessaire d'appliquer des doses supplémentaires d'insecticides (GM Science Review Panel). En Chine (Pray et al., 2002) et en Afrique du Sud, la réduction des pulvérisations de pesticides sur le coton a

entraîné une amélioration démontrable de la santé des travailleurs agricoles (Bennett, Morse et Ismael, 2003).

Utilisation des herbicides

Alors que l'utilisation des herbicides évolue par suite de l'adoption rapide des cultures résistantes aux herbicides (RH) (CIUS), on observe une désaffection marquée à l'égard des herbicides plus toxiques en faveur de formes moins toxiques; le volume total d'herbicides employé a néanmoins augmenté (Traxler, 2004). Le monde scientifique s'entend pour dire que les espèces résistantes aux herbicides encouragent l'adoption de cultures à faible labour, ce qui favorise la conservation des sols (CIUS). La biodiversité pourrait y gagner, dans l'hypothèse où l'évolution de l'utilisation des herbicides permettrait un enherbement adventice plus durable des champs qui offrirait des habitats aux oiseaux des champs et à d'autres espèces; on en reste toutefois, sur ce plan, aux conjectures non confirmées par des essais sur le terrain (GM Science Review Panel). Au demeurant, il est à craindre qu'un usage accru des herbicides – même de catégories moins toxiques – ne vienne amenuiser encore les habitats des oiseaux des champs et d'autres espèces (CIUS). La Royal Society a publié les résultats d'évaluations approfondies, à l'échelle des exploitations, de l'incidence des cultures transgéniques de maïs, de canola de printemps et de betterave sucrière RH sur la biodiversité au Royaume-Uni. Selon ces études, la conséquence principale de telles cultures, relativement aux pratiques conventionnelles, concerne la végétation des adventices, avec des effets corrélatifs sur les herbivores, les insectes polliniseurs et les autres populations qui en consomment. Ces catégories ont été affectées de façon négative dans le cas de la betterave sucrière transgénique RH, de façon positive dans le cas du maïs, et n'ont manifesté aucune altération dans le cas du canola de printemps. Les études ont conclu que la commercialisation de ces cultures pourrait avoir toute une gamme d'effets sur la biodiversité des terres agricoles, en fonction de l'efficacité relative des régimes herbicides transgéniques et conventionnels ainsi que de l'effet tampon fourni par les champs environnants (Royal Society, 2003: p. 1912). Les scientifiques admettent

que l'on ne dispose pas de suffisamment d'éléments probants pour prédire quelles seront les conséquences à long terme des cultures transgéniques RH sur les populations adventices et sur la biodiversité correspondante à l'intérieur des familles de plantes cultivées (GM-SRP).

La résistance des ravageurs et des adventices

Les scientifiques s'entendent pour dire que l'utilisation généralisée et prolongée de cultures Bt ainsi que de glyphosate et de glufosinate – les herbicides associés aux cultures RH – peut encourager le développement d'insectes ravageurs et d'adventices résistants (CIUS, GM Science Review Panel). Des problèmes similaires ont été fréquemment observés avec les cultures et les pesticides conventionnels; en outre, même si la protection conférée par les gènes Bt semble particulièrement robuste, rien ne permet de supposer que l'on ne verra pas se développer des organismes nuisibles résistants (GM-SRP). À l'échelle mondiale, plus de 120 espèces adventices ont développé une résistance aux principaux herbicides utilisés avec les cultures RH, bien que cette résistance ne soit pas nécessairement associée aux variétés transgéniques (CIUS, GM Science Review Panel). Étant donné que l'on peut escompter l'apparition d'organismes nuisibles et d'adventice résistants en cas d'utilisation excessive de glyphosate et de glufosinate, les scientifiques préconisent l'adoption d'une stratégie de gestion de la résistance dans les champs ensemencés en cultures transgéniques (CIUS). Cependant, ils ne s'entendent pas sur le degré d'efficacité des stratégies de gestion de la résistance, notamment dans les pays en développement (CIUS), ni sur l'étendue et la gravité éventuelle de l'impact, sur l'environnement, de ravageurs ou d'adventices résistants (GM Science Review Panel).

La tolérance au stress abiotique

Comme nous l'avons vu au Chapitre 2, de nouvelles cultures transgéniques présentant une tolérance aux divers stress abiotiques (sel, sécheresse, aluminium, entre autres) sont en cours de développement, et elles pourraient permettre aux agriculteurs d'exploiter des sols jusqu'ici non arables. Selon les scientifiques, ces cultures,

considérées individuellement, pourraient être aussi bien bénéfiques que néfastes pour l'environnement, en fonction de leurs traits spécifiques et du contexte (CIUS).

L'évaluation de l'impact sur l'environnement

Il est généralement reconnu que l'impact environnemental des cultures transgéniques et des autres organismes vivants modifiés (OVM), tels que les semences transgéniques, devrait être évalué au cas par cas et au moyen de procédures d'évaluation du risque à base scientifique, en tenant compte des espèces particulières, de leur traits et de la nature de l'agroécosystème. Les scientifiques conviennent également que la diffusion d'organismes transgéniques dans l'environnement doit être mise en comparaison avec d'autres pratiques culturelles et options technologiques (CIUS et Conseil de Nuffield).

Comme nous l'avons vu plus haut, les procédures d'évaluation de la sécurité sanitaire des aliments se sont bien développées et la Commission du Codex Alimentarius de la FAO/OMS constitue une enceinte internationale pour l'élaboration de lignes directrices applicables à la sécurité sanitaire des aliments transgéniques. En revanche, il n'existe pas de lignes directrices ni de normes reconnues au plan international pour l'évaluation de l'impact environnemental des organismes transgéniques (CIUS). Les scientifiques tombent d'accord pour dire qu'il convient d'adopter des méthodologies et des normes, harmonisées à l'échelle internationale et régionale, afin d'évaluer les impacts environnementaux dans différents écosystèmes (CIUS; FAO, 2004). Nous décrivons, ci-après, le rôle qui pourrait être dévolu à des organismes internationaux de normalisation en matière de directives encadrant l'analyse du risque.

Selon le CIUS, les autorités réglementaires des différents pays réclament généralement des données analogues en vue de l'évaluation de l'impact environnemental; toutefois, elles diffèrent dans leur interprétation de ces données, comme de ce qui constitue un risque ou un dégât pour l'environnement. Les scientifiques divergent

également quant à ce qui devrait constituer une base appropriée de comparaison: les systèmes agricoles actuels et/ou les données écologiques de référence (CIUS). Une consultation d'experts de la FAO (2004) a conclu que les impacts de l'agriculture sur l'environnement étaient beaucoup plus marqués que l'incidence mesurable du passage des cultures conventionnelles aux cultures transgéniques: ce qui dit bien l'importance de la base de comparaison.

En outre, les scientifiques se divisent quant à la valeur respective des essais sur petite échelle en laboratoire ou sur le terrain et de leur extrapolation sur grande échelle. En outre, il reste à déterminer si les approches de modélisation qui incorporent des données provenant de systèmes d'information géographique pourraient être utiles à la prédiction des effets produits par les organismes vivants modifiés (OVM) dans différents écosystèmes (CIUS). La communauté scientifique préconise un complément de recherche sur les effets post-diffusion des cultures transgéniques. En outre, la nécessité se fait sentir d'un suivi mieux ciblé après diffusion, et associé à de meilleures méthodologies de surveillance (CIUS; FAO, 2004).

Les institutions et les accords internationaux en matière d'environnement

Plusieurs institutions et accords internationaux sont directement concernés par les aspects environnementaux de certains produits transgéniques, parmi lesquels la Convention sur la diversité biologique, le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques et la Convention internationale pour la protection des végétaux. Nous en décrivons, ci-dessous, les rôles respectifs et les mesures qui en découlent.

La Convention sur la diversité biologique et le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques

La plupart des mesures prises dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique (CDB) (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 1992) sont axées sur la

conservation des écosystèmes. Cependant, deux aspects touchant la conservation de la diversité biologique sont pertinents à la biosécurité: il s'agit de la gestion des risques liés aux OVM résultant de la biotechnologie et de la gestion des risques associés aux espèces exotiques.

Dans le cadre des mesures de conservation *in situ*, la Convention stipule que les parties contractantes devront «... réglementer, gérer ou maîtriser les risques associés à l'utilisation et à la dissémination d'organismes vivants modifiés résultant de la biotechnologie d'organismes vivants modifiés résultant de la biotechnologie et présentant une probabilité d'impacts néfastes pour l'environnement pouvant affecter la conservation la conservation et l'utilisation durables de la diversité biologique....» Cette disposition déborde le cadre général de la Convention, dans la mesure où elle exige également que soient pris en compte les risques pour la santé humaine.

La Convention stipule en outre qu'il incombe aux parties contractantes d'empêcher l'introduction d'espèces exotiques et d'endiguer, voire d'éradiquer les espèces exotiques qui menacent les écosystèmes, les habitats ou les autres espèces. Les espèces exotiques envahissantes sont, aux termes de la Convention, les espèces diffusées de façon délibérée ou involontaire en dehors de leur habitat naturel, là où elles ont la capacité de s'établir, d'envahir, de remplacer les espèces locales et d'occuper le nouvel environnement.

Le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2000) a été adopté par la CDB en septembre 2000, avec entrée en vigueur en septembre 2003. L'objectif du Protocole consiste à protéger la diversité biologique contre les risques potentiels que posent le transfert, la manutention et l'utilisation des OVM issus de la biotechnologie moderne. Les risques pour la santé humaine sont également pris en considération. Le Protocole est applicable à tous les OVM, à l'exception des produits pharmaceutiques de consommation humaine, traités dans le cadre d'autres organisations et accords internationaux.

Le Protocole prévoit une Procédure d'accord préalable donné en connaissance

de cause pour les OVM destinés à être introduits de façon intentionnelle dans l'environnement et qui pourraient avoir des effets contraires sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité. La procédure prévoit, préalablement à la première introduction intentionnelle dans l'environnement d'une partie importatrice:

- la notification, assortie de certaines informations, émanant de la partie exportatrice;
- l'accusé de réception;
- le consentement écrit de la partie importatrice.

Quatre catégories d'OVM sont exemptées d'accord préalable donné en connaissance de cause: les OVM en transit, les OVM à usage restreint, les OVM désignés dans une décision de la Conférence/Réunion des parties comme présentant une faible probabilité d'effets contraires sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité, et les OVM destinés à un usage direct pour l'alimentation humaine ou animale, ou encore à la transformation.

S'agissant des OVM pouvant être assujettis à des mouvements transfrontières en vue d'un usage direct comme aliments pour humains ou animaux ou en vue d'une transformation, l'Article 11 dispose qu'une partie prenant une décision définitive d'utilisation interne, y compris la mise en marché, doit en notifier le Centre d'échange d'informations établi en vertu du Protocole. La notification doit contenir le minimum d'informations requises à l'Annexe II. Une partie contractante peut prendre une décision d'importation en vertu de son cadre réglementaire interne, sous réserve qu'elle soit compatible avec le Protocole. Lorsqu'un pays en développement ayant qualité de partie contractante ou une partie dont l'économie est en transition, ne possède pas de cadre réglementaire interne, cette partie peut déclarer, par le truchement du Centre d'échange d'informations, que sa décision concernant la première importation d'un OVM pour utilisation directe dans l'alimentation humaine ou animale, ou pour transformation, se fera en conformité d'une évaluation des risques. Dans les deux cas, l'absence d'une certitude scientifique résultant d'une carence d'informations scientifiques pertinentes et de lacunes dans les connaissances touchant l'étendue des

effets contraires potentiels, n'empêchera pas la partie contractante importatrice de prendre une décision appropriée aux circonstances, afin d'éviter ou d'atténuer les effets contraires potentiels.

L'évaluation et la gestion des risques sont des conditions nécessaires pour les cas relevant des accords préalables donnés en connaissance de cause comme pour ceux relevant de l'Article 11. L'évaluation des risques doit être conforme aux critères énumérés dans une annexe. En principe, l'évaluation du risque doit être conduite par des autorités nationales compétentes ayant pouvoir décisionnel. On pourra exiger de l'exportateur qu'il entreprenne l'évaluation. En outre, la partie importatrice pourra exiger du notificateur qu'il assume les frais de l'évaluation du risque.

Le Protocole énonce des mesures et des critères généraux applicables à la gestion des risques. Toute mesure basée sur l'évaluation des risques devra être proportionnelle aux risques identifiés. Les parties devront prendre des mesures visant à atténuer la probabilité de mouvements transfrontières non intentionnels d'OVM, et les États à risque devront se voir notifier les situations pouvant conduire à un mouvement transfrontière non intentionnel.

Le Protocole contient également des dispositions concernant la manutention, l'emballage et le transport des OVM. En particulier, chaque partie contractante devra prendre des mesures afin d'obtenir une documentation qui:

- (a) s'agissant des OVM destinés à être utilisés directement pour l'alimentation humaine ou animale, ou à être transformés, indique clairement qu'ils «pourraient contenir» des OVM et «ne sont pas destinés à être introduits de façon intentionnelle dans l'environnement», et désigne un point de contact pour tout complément d'information;
- (b) s'agissant des OVM destinés à être utilisés en milieu confiné, les identifie clairement en tant qu'OVM et donne toutes les prescriptions voulues pour assurer la sécurité de la manutention, de l'entreposage, du transport et de l'utilisation, et désigne un point de contact et destinataire;
- (c) s'agissant des OVM destinés à être introduits intentionnellement dans l'environnement de la partie importatrice, les identifie clairement en tant qu'OVM et spécifie l'identité ainsi que les traits/caractéristiques, énonce les prescriptions garantissant la sécurité de la manutention, de l'entreposage, du transport et de l'utilisation, désigne un point de contact, précise le nom et l'adresse de l'importateur/exportateur et émette une déclaration attestant que le mouvement est conforme aux dispositions du Protocole applicables à l'exportateur.

Le Protocole envisage la communication de renseignements par le biais d'un Centre d'échange d'informations destiné à promouvoir le partage d'expérience concernant les OVM et à assister les parties dans l'application du Protocole. Conformément à l'Article 20, paragraphe 2, le Centre d'échange d'informations donnera également accès à d'autres systèmes internationaux d'échange d'informations sur la biosécurité. Les parties s'engagent à communiquer au Centre d'échange d'informations des données concernant notamment la législation, la réglementation et les lignes directrices en vigueur touchant l'application du Protocole, les informations nécessaires à l'établissement des accords préalables donnés en connaissance de cause, tout accord bilatéral, régional et multilatéral pris dans le contexte du Protocole, ainsi que les synthèses des évaluations du risque et les décisions finales.

La question de la participation du public est traitée de façon spécifique à l'Article 23. Les parties:

- (a) encouragent et facilitent la sensibilisation, l'éducation et la participation du public concernant le transfert, la manipulation et l'utilisation sans danger d'organismes vivants modifiés;
- (b) s'efforcent de veiller à ce que la sensibilisation et l'éducation du public comprennent l'accès à l'information sur les organismes vivants modifiés, au sens du Protocole, qui peuvent être importés;
- (c) consultent le public lors de la prise des décisions relatives aux organismes vivants modifiés et mettent à la

disposition du public l'issue des ces décisions, tout en respectant le caractère confidentiel de l'information.

Les décisions prises par les parties contractantes peuvent également s'appuyer sur des considérations socioéconomiques, découlant notamment de l'impact des OVM sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité, notamment en ce qui a trait à la valeur de la biodiversité pour les communautés indigènes et locales. Les parties sont encouragées à coopérer à la recherche et à l'échange d'informations sur toute incidence socioéconomique des OVM. Il est prévu qu'un processus visant à mettre en cause les responsabilités et à réparer les torts causés par les mouvements transfrontières des OVM sera mis en place avant la première réunion des parties au protocole.

La CIPV et les organismes vivants modifiés

La Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV) vise à obtenir une action commune et efficace en vue de prévenir la propagation et l'introduction de ravageurs des plantes et de leurs dérivés, et de promouvoir les mesures de lutte contre ces organismes nuisibles. Bien que la CIPV contienne des dispositions applicables au commerce des plantes et de leurs dérivés, elle n'est pas limitée à ce cadre. De façon spécifique, la portée de la CIPV s'étend, outre à la conservation de la flore cultivée, à la protection de la flore sauvage, et elle couvre les dégâts directs et indirects causés par les ravageurs, y compris les adventices. La CIPV joue un rôle important dans la conservation de la biodiversité des espèces végétales et dans la protection des ressources naturelles. De ce fait, les normes élaborées dans le cadre de la CIPV sont également applicables à des éléments clés de la CDB, y compris la prévention et l'atténuation de l'impact d'espèces envahissantes exotiques, ainsi que le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques. En conséquence, la CDB, la FAO et la CIPV ont entrepris de collaborer étroitement, en allant notamment jusqu'à incorporer les préoccupations à l'origine de la CDB à l'élaboration de nouvelles normes internationales pour les mesures phytosanitaires (NIMP).

Les NIMP mises au point sous les auspices de la CIPV fournissent aux pays des lignes directrices internationalement reconnues pour l'adoption de mesures visant à protéger la vie ou la santé des plantes contre l'introduction et la propagation de ravageurs ou de maladies. Au premier plan des normes conceptuelles élaborées sous l'égide de la CIPV figure la Norme NIMP n° 11, Analyse du risque phytosanitaire pour les organismes de quarantaine (FAO, 2001b), adoptée par la Commission intérimaire des mesures phytosanitaires (CIPV) à sa troisième session, en 2001. En outre, à sa cinquième session, en 2003, la CIMP a adopté un supplément à la NIMP n° 11 afin de traiter les risques pour l'environnement de manière à prendre en compte les préoccupations liées à la CDB, notamment en ce qui a trait aux espèces envahissantes exotiques. Plus récemment, la CIPV a rédigé un autre supplément à la NIMP n° 11 afin de traiter l'analyse des risques phytosanitaires (PRA) associés aux OVM⁸.

Ce projet de normes a donné lieu, tout au long de son élaboration, à des discussions et à des consultations techniques approfondies. À la demande de la CIMP, un groupe d'experts à composition non limitée a vu le jour en septembre 2001, avec la participation de spécialistes nommés par les gouvernements des pays développés et en développement, ainsi que d'experts représentant la protection des végétaux ainsi que de l'environnement. La réunion avait pour objet de discuter de l'élaboration de la norme, mais aussi de la nécessité de fournir des lignes directrices détaillées sur la conduite des analyses des risques, afin de répondre aux effets que pourraient avoir les OVM sur la santé des espèces végétales, en axant l'attention sur les besoins des pays en développement.

Le groupe de travail est parvenu à la conclusion qu'il y aurait lieu de prendre en compte, dans le cadre d'une analyse des risques posés par les organismes nuisibles, les risques phytosanitaires suivants liés aux OVM (FAO, 2002b):

⁸ Le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques définit en ces termes un organisme vivant modifié (OVM): «... tout organisme vivant possédant une combinaison de matériel génétique inédite obtenue par recours à la biotechnologie moderne (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2000: 4)

- L'évolution des caractéristiques adaptatives pouvant accroître le potentiel d'invasion, y compris: la tolérance des plantes à la sécheresse et aux herbicides; les altérations de la biologie reproductive; la capacité de diffusion des ravageurs; la résistance des ravageurs; et la résistance aux pesticides.
- Le flux génétique, y compris: le transfert de gènes de résistance aux herbicides à des espèces compatibles; et la capacité de surmonter les barrières existantes à la reproduction et à la recombinaison.
- La capacité d'affecter des organismes non ciblés, y compris: la modification de l'éventail des hôtes des agents ou organismes de lutte biologique déclarés utiles; et les effets sur les autres organismes tels que les agents de lutte biologique, les organismes déclarés utiles et la microflore des sols, conduisant à une incidence phytosanitaire (effets indirects).
- Les éventuelles propriétés phytopathogènes, y compris: les risques phytosanitaires présentés par les caractéristiques nouvelles d'organismes ne constituant pas, en temps normal, un risque phytosanitaire; la recombinaison virale renforcée, la transcapsidation et les manifestations synergiques liées à des séquences virales; enfin, les risques phytosanitaires associés aux séquences d'acides nucléiques (marqueur, promoteur, terminateur, etc.) présents dans l'insert.

Un petit groupe de travail s'est réuni ultérieurement, en présence d'experts de la CDB/du Protocole de Cartagena et de la protection des espèces végétales, afin d'élaborer un projet de norme fournissant des lignes directrices générales sur la conduite de l'analyse des risques posés par les ravageurs, dans l'optique des risques phytosanitaires potentiels identifiés ci-dessus. Lors de la rédaction de la norme, le groupe de travail a mis au jour plusieurs problèmes importants quant à la portée de la CIPV et aux risques phytosanitaires potentiels liés aux OVM. Le groupe de travail a observé, en particulier, que si certains types de OVM nécessitent une analyse des risques liés aux ravageurs du fait qu'ils pourraient comporter des risques phytosanitaires, de nombreuses autres catégories de OVM, par exemple

ceux avec des caractéristiques telles que le temps de maturation ou la durée utile d'entreposage ne présentent pas de tels risques. Dans le même ordre d'idées, il a été observé que l'analyse des risques liés aux ravageurs ne traiterait que les risques phytosanitaires liés aux OVM, mais qu'il faudrait peut-être prendre en compte d'autres risques potentiels, tels que ceux d'origine alimentaire pour la santé humaine. On a également observé que les risques phytosanitaires potentiels identifiés ci-dessus pourraient également être associés à des non-OVM ou à des cultures traditionnelles. Il a été admis que les procédures d'analyse des risques de la CIPV se préoccupent généralement davantage des caractéristiques du phénotype que de celles du génotype, et il a été souligné qu'il conviendrait peut-être de prendre ce dernier en compte lors de l'évaluation des risques phytosanitaires liés aux OVM.

Au moment de la publication de ce document, le projet de normes avait été examiné par le Comité des normes et distribué à tous les membres, pour examen et commentaires. Les observations émanant des pays ont été passées en revue par le Comité des normes le 30 novembre 2003. Le projet sera modifié en fonction des commentaires reçus, et il devrait être soumis à la CIMP à sa sixième session, qui se tiendra en avril 2004, pour approbation.

Conclusions

À ce jour, dans les pays où ont été cultivées des espèces transgéniques, il n'y a eu aucune indication probante que leur présence ait causé des dommages significatifs à la santé ou à l'environnement. Les papillons monarques n'ont pas été exterminés. Les ravageurs n'ont pas développé de résistance aux gènes Bt. Certains signes de présence d'adventices résistant aux herbicides ont été observés, mais il n'y a pas eu invasion des terres agricoles ni des écosystèmes naturels par de super-adventices. En revanche, on voit apparaître certains avantages importants aux plans environnemental et social. Ainsi, les agriculteurs utilisent moins de pesticides et remplacent les produits chimiques toxiques par des produits moins nocifs. De ce fait, les risques d'empoisonnement sont moindres

pour les travailleurs agricoles comme pour les approvisionnements hydriques, et l'on voit retourner dans les champs des insectes et des oiseaux à la présence bénéfique.

Parallèlement, la science progresse à grands pas. Certaines des préoccupations engendrées par la première génération de cultures transgéniques ont trouvé des solutions d'ordre technique, et les nouvelles méthodes de transformation génétique éliminent les gènes marqueurs des antibiotiques ainsi que les gènes promoteurs, source d'inquiétude pour certains. Les variétés qui incorporent deux gènes Bt différents réduisent la probabilité de voir se développer une résistance au niveau des ravageurs. Enfin, les stratégies de gestion et les techniques génétiques visant à faire obstacle au flux génétique ne cessent d'évoluer.

Il reste que l'absence d'effets négatifs dûment observés ne signifie pas que ces derniers ne surviendront pas dans l'avenir. Au demeurant, les scientifiques conviennent que notre compréhension des processus écologiques et des mécanismes entourant la sécurité sanitaire des aliments reste très lacunaire. Il est illusoire de viser à la sécurité sanitaire totale; en outre, les systèmes réglementaires et les personnes qui les administrent ne sont pas infaillibles. Comment, alors, devons-nous procéder, compte tenu de l'incertitude au plan scientifique? Citons l'avis du GM Science Review Panel (page 25):

Il est indéniable que la communauté scientifique doit entreprendre davantage de recherches dans plusieurs domaines, que les entreprises spécialisées doivent opérer de bons choix en ce qui a trait à la conception des transgéniques et à la sélection des espèces hôtes, et qu'il convient de mettre au point des produits répondant de façon plus large aux attentes du corps social. Enfin, le dispositif réglementaire... devra rester sensible au degré de risque et d'incertitude, tout en prenant acte des caractéristiques distinctes des OGM, des perspectives scientifiques divergentes et des lacunes correspondantes dans les connaissances, sans négliger le contexte et les critères de référence de la sélection conventionnelle.»

Le Conseil de Nuffield (page 44) recommande que «des normes identiques soient appliquées à l'évaluation des risques provenant des plantes et des

aliments génétiquement modifiés et non génétiquement modifiés, et que les risques inhérents à l'inaction soient analysés avec le même soin que les risques découlant de l'action...» Le Conseil de Nuffield conclut en outre (page 45):

Nous ne considérons pas que l'on dispose, au stade actuel, d'une quantité suffisante de constats probants de dommages réels ou potentiels pour justifier un moratoire qui toucherait la recherche, les essais sur le terrain ou la diffusion contrôlée de cultures génétiquement modifiées dans l'environnement. C'est pourquoi nous recommandons que la recherche portant sur les cultures génétiquement modifiées se poursuive, tout en étant régie par l'application raisonnable du principe de précaution.

La Déclaration de la FAO sur la biotechnologie (FAO, 2000b) se rallie en ces termes à cette position:

La FAO soutient un système d'évaluation à base scientifique qui déterminerait de manière objective les avantages et les risques de chaque OGM considéré individuellement. Il faut, pour cela, une approche prudente et au cas par cas afin de prendre en compte les préoccupations légitimes touchant la biosécurité de chaque produit ou processus avant sa diffusion. Il convient d'évaluer les effets possibles sur la diversité biologique, l'environnement et la sécurité sanitaire des aliments, et dans quelle mesure les avantages du produit ou du processus l'emportent sur les risques constatés qu'il présente. Le processus d'évaluation doit également prendre en considération l'expérience acquise par les autorités réglementaires nationales dans l'agrément de tels produits. Il est en outre essentiel de surveiller avec attention les effets de ces produits et processus après leur diffusion, afin de garantir qu'ils restent sans danger pour les êtres humains, les animaux et l'environnement.

La science ne peut pas déclarer une technologie, quelle qu'elle soit, totalement exempte de risques. Les cultures issues du génie génétique peuvent réduire certains risques pour l'environnement liés à l'agriculture conventionnelle; toutefois, elles introduiront aussi de nouveaux défis, qu'il faudra affronter. C'est à la société qu'il appartiendra de déterminer dans quelles circonstances le génie génétique présente la sécurité voulue.»

6. L'opinion publique et la biotechnologie agricole

Les attitudes du public à l'égard de la biotechnologie influeront de façon déterminante sur l'application des techniques du génie génétique à l'alimentation et à l'agriculture. Ces attitudes ont fait l'objet d'observations détaillées en Europe et en Amérique du Nord, mais moins approfondies que dans d'autres pays, si bien que les données comparables d'envergure internationale sont très limitées. Le présent chapitre passe en revue les principales études d'opinion publique internationale conduites à ce jour sur la biotechnologie agricole (Hoban, 2004) et conclut par une analyse du rôle possible de l'étiquetage dans la médiation des divergences de vues observées à l'égard des aliments transgéniques. Les attitudes à l'égard de la biotechnologie agricole varient considérablement d'un pays à l'autre, les Européens s'exprimant généralement de façon plus négative que les répondants des Amériques, de l'Asie et de l'Océanie. En règle générale, il existe une corrélation entre la position adoptée et le niveau de revenu: les répondants des pays plus pauvres se montrent plus positifs que ceux des pays nantis, avec toutefois des exceptions. En dépit du manque de précision des sondages qui, par exemple, utilisent souvent de façon interchangeable les termes de «biotechnologie» et de «génie génétique» (voir encadré 25 p. 90), ils révèlent que les points de vue sont assez nuancés. Une fois admis que, pour certains, toute application du génie génétique est répréhensible, la plupart des répondants établissent des distinctions subtiles, qui prennent en compte les types de modifications et les risques et avantages potentiels.

Les avantages et les risques de la biotechnologie

L'étude internationale la plus ambitieuse relative aux perceptions du public à l'égard de la biotechnologie a porté sur environ

35 000 personnes dans 34 pays d'Afrique, d'Asie, des Amériques et d'Europe: elle a été conduite par Environics International⁹ (2000). Dans chacun des pays concernés, on a demandé à un millier de personnes dans quelle mesure elles acceptaient ou rejetaient l'énoncé suivant:

«Les avantages présentés par l'utilisation de la biotechnologie afin de créer des cultures vivrières génétiquement modifiées ne nécessitant pas l'emploi de pesticides et d'herbicides chimiques l'emportent sur les risques d'une telle utilisation.»

Les réponses à cet énoncé révèlent d'importantes différences interrégionales (figure 10). Ainsi, les habitants des Amériques et de l'Asie conviennent beaucoup plus volontiers que les Africains ou les Européens que les avantages d'une telle utilisation de la biotechnologie l'emportent sur les risques. Alors que près des trois cinquièmes des personnes interrogées dans les Amériques et en Asie ont répondu de façon positive, à peine plus d'un tiers des Européens et un peu moins de la moitié des Africains ont fait de même. De plus, les Africains et les Européens se sont montrés plus partagés dans leurs réponses, avec un cinquième et un tiers respectivement des répondants exprimant de l'incertitude, contre à peine un huitième dans les Amériques, en Asie et en Océanie.

En règle générale, les habitants de pays à revenu plus élevé tendent à se montrer plus sceptiques quant aux avantages de la biotechnologie, et plus préoccupés par les risques potentiels. En Asie, par exemple, on note un plus haut degré de scepticisme à l'égard des avantages associés à la biotechnologie, et plus d'inquiétude à l'égard des risques potentiels, dans les pays mieux nantis tels que le Japon et la République de Corée que dans les pays moins riches, comme les Philippines et l'Indonésie. Parallèlement, en Amérique latine, les

⁹ En novembre 2003, Environics International a pris l'appellation de GlobeScan Inc.

ENCADRÉ 25

Poser les bonnes questions

Les réponses aux sondages de l'opinion publique dépendent, notamment, du libellé des questions. Les recherches ont montré que lorsqu'on pose des questions sur les «biotechnologies», on a plus de chances de susciter une réponse positive que lorsque l'on interroge les personnes au sujet du «génie génétique». Bien que ces subtilités puissent aboutir à une variation de 10 à 20 pour cent du total des réponses, de nombreuses études utilisent

ces termes avec peu de rigueur. D'autres facteurs peuvent avoir une influence sur les réponses, notamment la façon dont les personnes interrogées sont choisies et le type et la quantité de matériel d'information qui leur est remis. C'est pourquoi les comparaisons de différentes études réalisées dans des endroits et à des moments différents exigent la plus grande prudence.

classes aisées de l'Argentine et du Chili sont plus méfiantes que les populations de pays à revenu inférieur, tels que la République dominicaine et Cuba. On observe toutefois des exceptions. Ainsi, en Europe, les habitants d'un pays à revenu plus élevé, les Pays-Bas, acceptent mieux la biotechnologie, en moyenne, que ceux de la Grèce, pays moins riche. En outre, d'autres facteurs que le niveau de revenu jouent, à l'évidence, un rôle déterminant dans l'attitude à l'égard de la biotechnologie.

S'agissant de l'Asie et de l'Océanie, l'éventail des opinions varie considérablement, allant de 81 pour cent d'assentiments en Indonésie à tout juste 33 pour cent au Japon. Quant aux pays les plus riches de l'Asie et l'Océanie – à savoir l'Australie, le Japon et la République de Corée – leurs répondants sont généralement moins enclins à convenir, relativement aux autres pays de la région, que les avantages de la biotechnologie pour réduire l'emploi de pesticides et d'herbicides chimiques l'emportent sur les risques. Sur les continents américains, la gamme des opinions s'est révélée plus restreinte, allant de 79 pour cent d'opinions favorables à Cuba à 44 pour cent en Argentine. En Amérique latine et dans les Caraïbes, les répondants de pays à revenu plus élevé – Argentine, Chili, Uruguay – se sont montrés sensiblement plus négatifs que les autres. Pour ce qui est de l'Amérique du Nord, l'énoncé a obtenu une adhésion aussi élevée qu'homogène. Enfin, les répondants européens sont généralement moins favorables que ceux d'autres régions, allant de 55 pour cent d'approbations aux Pays-Bas

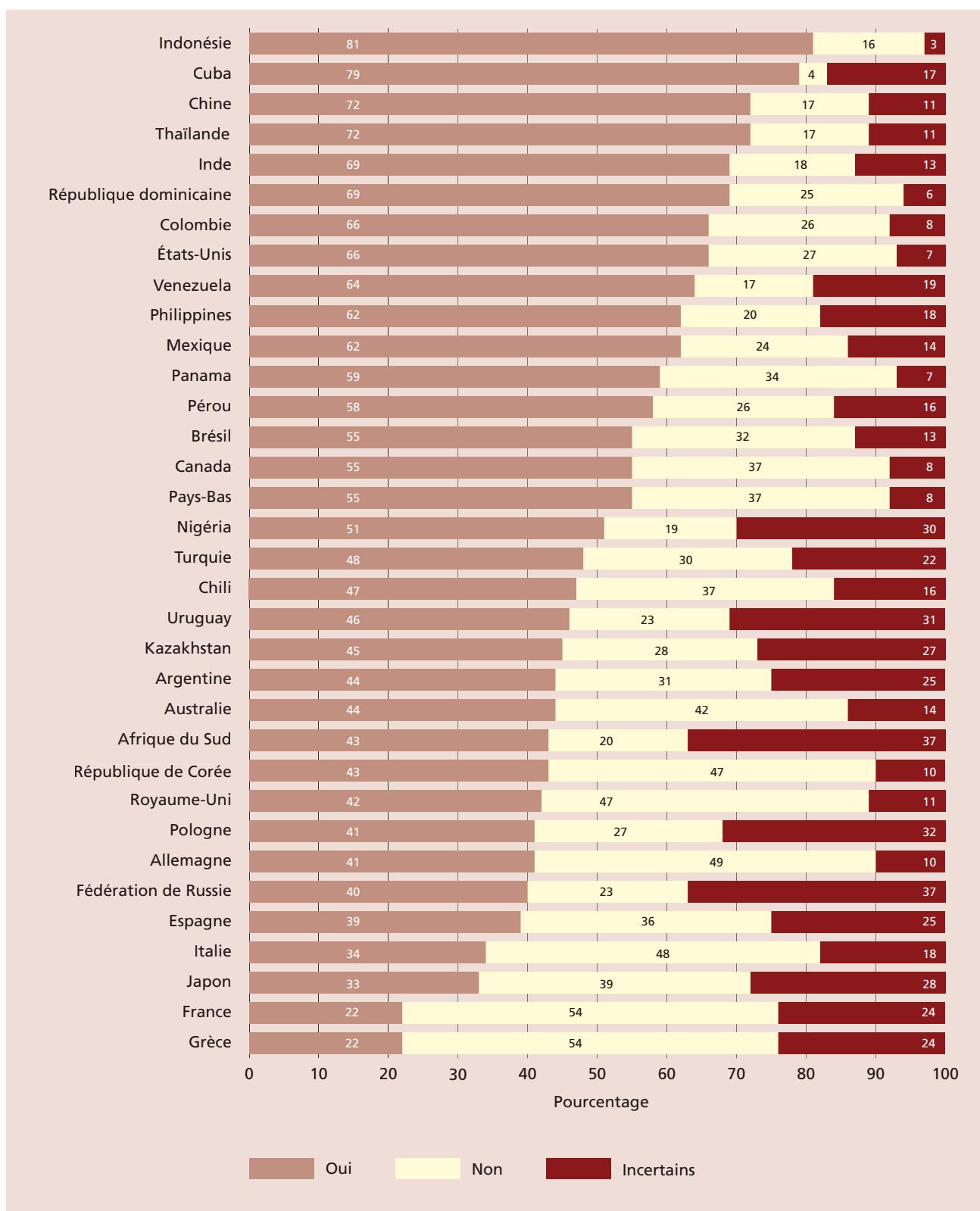
à 22 pour cent en France et en Grèce.

En règle générale, les habitants des pays en développement sont plus disposés à appuyer l'application du génie génétique afin de réduire l'emploi de pesticides et d'herbicides chimiques. En moyenne, les trois cinquièmes des répondants des pays non membres de l'OCDE sont d'accord avec l'énoncé, contre deux cinquièmes dans les pays membres de l'OCDE. Cette observation permet d'avancer que, pour les habitants des pays plus pauvres, les avantages potentiels de la biotechnologie prédominent sur les risques, tandis que le contraire est vrai pour les pays plus riches. Les pays de l'OCDE où l'on observe le taux le plus élevé d'approbation – le Canada, les États-Unis et le Mexique – sont en général ceux où se pratique déjà l'agriculture biogénétique.

Le soutien aux différentes applications de la biotechnologie

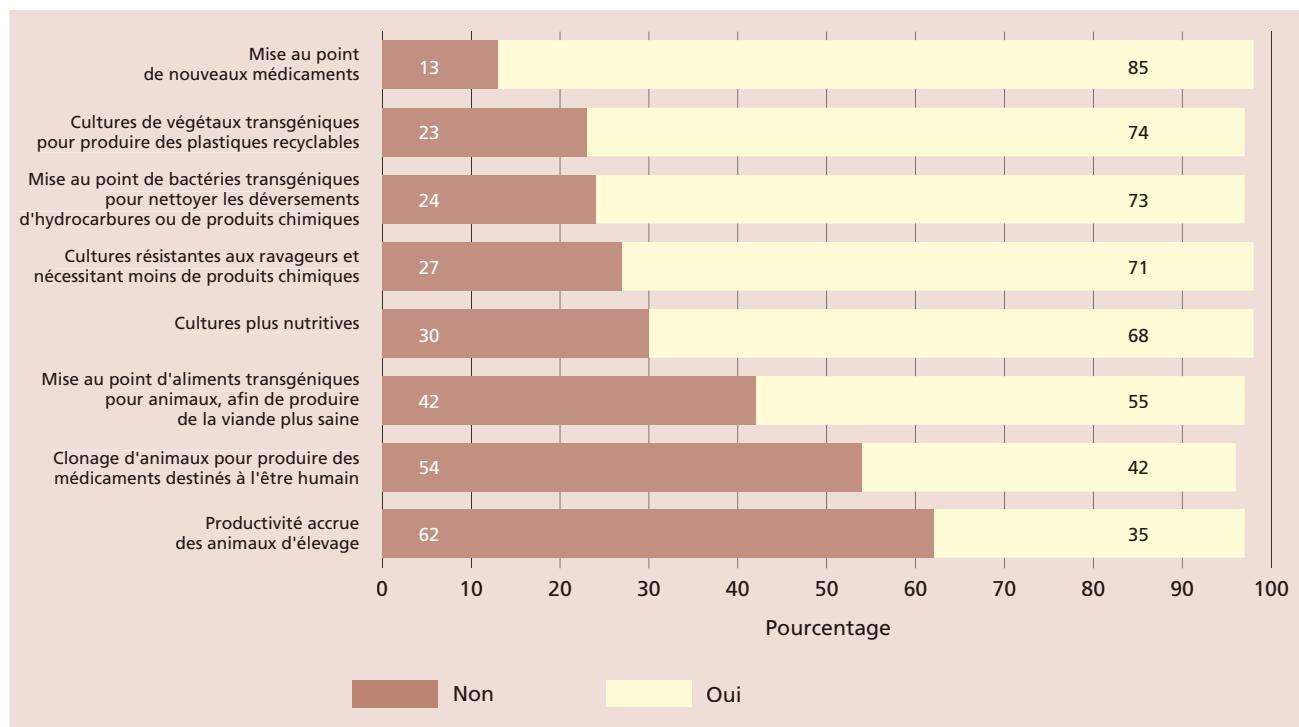
Dans leur deuxième question, les enquêteurs de Environics International (2000) ont demandé à leurs répondants s'ils appuieraient ou non l'utilisation de la biotechnologie afin de développer huit applications différentes (figure 11). On a ainsi pu observer que l'appui du public varie considérablement en fonction de l'application spécifique de la biotechnologie envisagée. Les applications portant sur la santé humaine ou la protection de l'environnement, par exemple, sont mieux acceptées que celles visant à augmenter la productivité agricole. La quasi-totalité des répondants (13 pour cent d'opposants) appuierait l'utilisation de

FIGURE 10
Les avantages des biotechnologies sont-ils plus importants que les risques?



Source: Environics International, 2000.

FIGURE 11
Soutenez-vous les applications biotechnologiques suivantes?



Source: Environics International, 2000.

la biotechnologie afin de mettre au point de nouveaux médicaments à usage humain. Plus de 70 pour cent se rallient à l'utilisation de la biotechnologie en vue de protéger ou de remettre en état l'environnement, par exemple pour mettre au point des cultures produisant des matières plastiques, des bactéries capables de nettoyer les dégâts environnementaux, ou des cultures nécessitant moins d'apport chimique. En outre, les répondants soutiennent en grande majorité (68 pour cent) la mise au point de cultures plus nutritives.

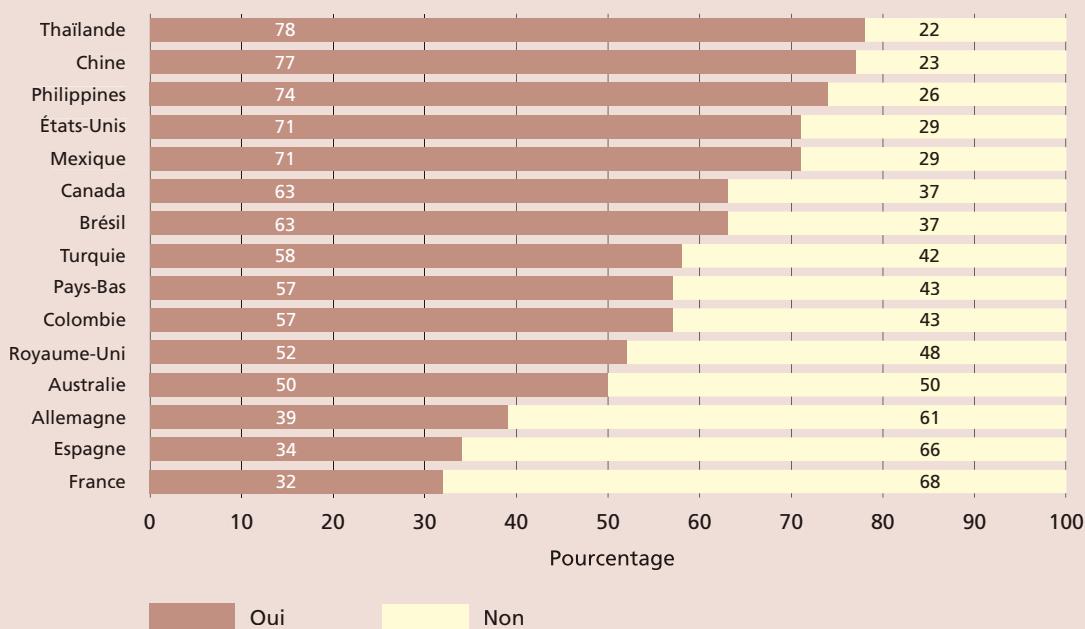
S'agissant des applications de la biotechnologie aux animaux, elles sont considérées d'un œil beaucoup moins favorable que les manipulations de végétaux ou de bactéries. Ainsi, plus de la moitié des répondants (55 pour cent) sont défavorables aux aliments génétiquement modifiés pour animaux, même lorsqu'ils permettent d'obtenir une viande plus saine. L'utilisation de la biotechnologie pour cloner des animaux destinés à la recherche médicale a essuyé un refus de la part de 54 pour cent des répondants, et 62 pour cent

d'entre eux se sont opposés à la modification génétique des animaux en vue d'accroître la productivité. De tels résultats donnent à penser que les populations sont plus inquiètes face à la biotechnologie animale, peut-être parce qu'elle s'accompagne de questions plus complexes au plan éthique. Ainsi, les répondants semblent plus enclins à accepter les applications de la biotechnologie animale qui comportent des avantages tangibles, notamment pour la santé humaine, que lorsqu'il s'agit d'en tirer des avantages économiques, comme l'intensification de la productivité.

Les attentes personnelles à l'égard de la biotechnologie

Dans un ensemble de questions de suivi, Environics International (2000) s'est efforcé d'éclairer certaines des attitudes et préoccupations à l'origine du soutien ou de l'opposition du public à la biotechnologie. Dans 15 des pays étudiés, on a demandé aux répondants qui avaient indiqué avoir

FIGURE 12
Les biotechnologies profiteront à des personnes comme moi



Source: Environics International, 2000.

entendu parler de la biotechnologie s'ils étaient d'accord ou non avec l'énoncé suivant:

La biotechnologie profitera à des gens comme moi au cours des cinq prochaines années.

Près de 60 pour cent des répondants à cette question ont accepté l'idée que la biotechnologie leur serait bénéfique (figure 12). Les habitants des Amériques, d'Asie et d'Océanie se sont montrés beaucoup plus optimistes que les Européens quant aux avantages escomptés de la biotechnologie (précisons que ces questions n'ont été posées dans aucun pays d'Afrique). Les deux tiers des répondants des Amériques, d'Asie et d'Océanie étaient donc favorables, contre moins de la moitié de leurs homologues européens. On observe une démarcation analogue en fonction du niveau de revenu: à peine plus de la moitié des répondants appartenant aux pays membres de l'OCDE se disaient convaincus que la biotechnologie leur serait bénéfique, alors que près des trois quarts des personnes provenant de pays non membres de l'OCDE acceptaient cet énoncé. En outre, dans les pays où les répondants n'escomptaient

guère d'avantages de la biotechnologie, les personnes prêtes à convenir que les avantages des cultures génétiquement modifiées l'emportaient sur les risques étaient souvent moins nombreuses. Cette observation correspond au niveau plus élevé d'acceptation de la biotechnologie dans les Amériques, en Asie et en Océanie (figure 10). On peut en déduire que les personnes convaincues de tirer personnellement parti de la biotechnologie sont plus enclines à en appuyer l'utilisation.

Les préoccupations d'ordre moral et éthique

Dans le cadre d'une deuxième question de suivi, les répondants se sont vus demander s'ils étaient d'accord ou non avec l'énoncé suivant:

La modification de gènes des espèces végétales ou animale est répréhensible aux plans éthique et moral.

Plus de 60 pour cent des répondants se sont dits d'accord avec cet énoncé, et on a obtenu des réponses plus homogènes que

pour les autres questions dans l'ensemble des pays étudiés (figure 13). Plus de la moitié des personnes consultées, dans tous les pays à l'exception de la Chine, sont convenues que les modifications génétiques apportées aux plantes ou aux animaux étaient moralement et éthiquement répréhensibles. Un tel résultat semble contredire le niveau d'acceptation généralement élevé de la biotechnologie végétale illustré aux figures 10 et 11, et pourrait refléter le fait que l'énoncé englobait les modifications génétiques apportées aux animaux comme aux végétaux. En effet, comme l'indique la figure 11, les répondants sont moins enclins à accepter une quelconque forme de biotechnologie applicable aux animaux.

Les répondants appelés à porter un jugement éthique et moral sur la modification génétique se sont trouvés divisés en fonction des régions et de leur situation socioéconomique; les Européens étaient plus enclins à considérer la modification génétique comme répréhensible au plan éthico-moral que leurs homologues des Amériques, d'Asie et d'Océanie. Par ailleurs, les résidents des pays de l'OCDE étaient plus portés que leurs homologues de pays non membres de l'OCDE à manifester des réserves d'ordre éthique ou moral. Bien que les lignes de division régionales et socioéconomiques soient moins marquées que pour les autres énoncés, la tendance générale est analogue. Ainsi, les pays dont les répondants considèrent la modification génétique comme répréhensible sont moins enclins à convenir que les avantages de la biotechnologie l'emportent sur les risques, ou à déclarer que la technologie leur sera bénéfique ou utile.

Les applications tournées vers les consommateurs

Dans le cadre d'une deuxième étude, Environics International (2001) a analysé la question de savoir si les produits plus utiles aux consommateurs susciteraient un taux d'acceptation plus élevé. Ils ont donc demandé à 10 000 consommateurs situés dans 10 pays s'ils achèteraient des aliments contenant des ingrédients génétiquement modifiés dans l'hypothèse où ils devaient s'avérer plus nutritifs (figure 14). Les

répondants avaient le choix entre continuer d'acheter le produit ou en interrompre l'achat s'ils apprenaient que le produit était génétiquement modifié à cet effet.

Près de 60 pour cent de l'échantillonnage complet des répondants ont indiqué qu'ils achèteraient les aliments rendus plus nutritifs, les consommateurs européens se montrant moins attirés que ceux des autres régions. Toutefois, il semble que, dans ce cas, les différences géographiques soient moins nettes que pour les autres questions. En outre, le niveau de revenu présente une corrélation plus marquée avec la propension à acheter des aliments renforcés au plan nutritionnel. Ajoutons que plus de 75 pour cent des consommateurs chinois et indiens, et 66 pour cent de leurs homologues brésiliens se sont déclarés prêts à acheter des aliments génétiquement modifiés renforcés au plan nutritionnel. À peine plus de la moitié des consommateurs des pays de l'OCDE se sont dits prêts à acheter ces aliments, tandis qu'une majorité de consommateurs australiens, allemands et britanniques répondaient par la négative. De tels résultats donnent à penser que, même si les nouvelles cultures offrant des avantages démontrables pour les consommateurs seraient bien accueillies dans de nombreux pays, elles ne surmonteraient pas l'opposition des consommateurs à l'échelle universelle.

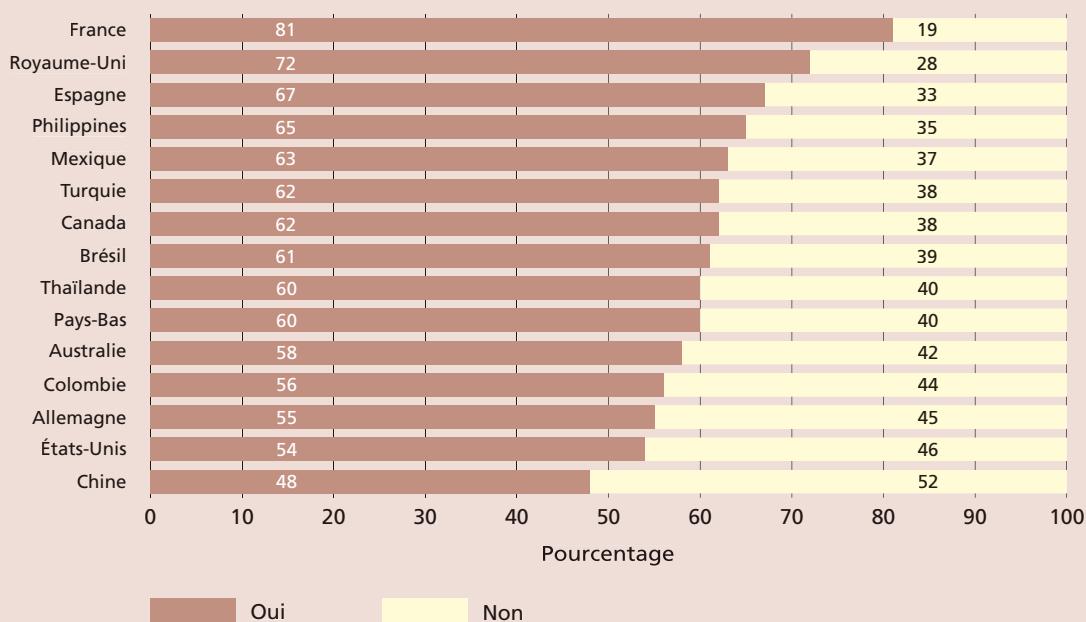
Étiquetage des aliments et biotechnologie

L'absence de consensus au niveau du corps social et du monde scientifique à l'égard de la biotechnologie agricole moderne a conduit certains à proposer, afin de trouver un compromis qui permette de progresser, l'étiquetage des produits de cette technologie.

Les tenants de l'étiquetage soutiennent que, munis des informations mentionnées sur les emballages, les consommateurs seraient en mesure, en achetant ou non certains produits, d'accepter ou de rejeter l'application du génie génétique. Pour leurs détracteurs, en revanche, de tels étiquetages ne feraient que prévenir les consommateurs contre des aliments ayant été déclarés propres à la consommation par les autorités réglementaires nationales. On voit donc que,

FIGURE 13

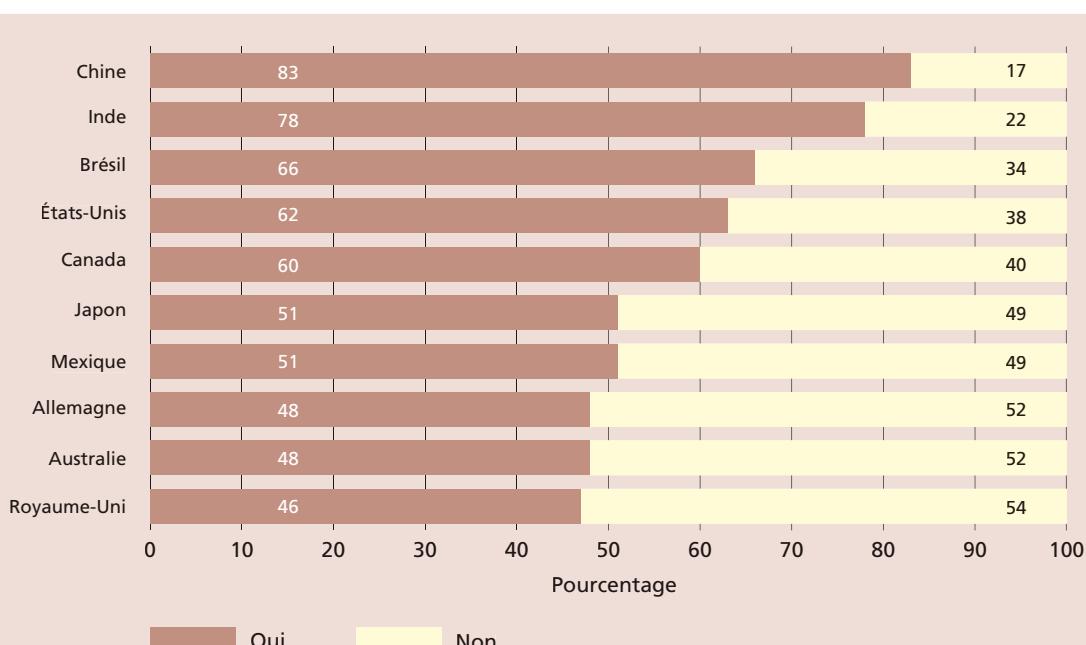
La modification des gènes des plantes ou des animaux est-elle une mauvaise chose?



Source: Environics International, 2000.

FIGURE 14

Achèteriez-vous des aliments dont les caractéristiques nutritionnelles ont été renforcées?



Source: Environics International, 2001.

même si l'étiquetage fait figure de solution simple, il n'a pas manqué de susciter des débats complexes à l'échelon national mais aussi de portée internationale (Chapitre 5).

L'opposition produit/processus

Il est généralement entendu que les produits génétiquement modifiés peuvent être étiquetés lorsqu'ils diffèrent de leurs homologues conventionnels aux plans nutritionnel et organoleptique (goût, apparence, texture) et sous l'angle des propriétés fonctionnelles. L'on s'entend également sur le fait que les aliments qui risquent de causer des réactions allergiques par suite de modifications génétiques doivent, avant toute commercialisation, porter une mention d'avertissement (FAO/OMS, 2001, section 4.2.2). Dans ce genre de cas, l'accent est mis sur le produit final, et l'étiquetage a pour objet d'éviter l'erreur sur la marque tout en avertissement le consommateur des risques éventuels; on rejoint ainsi les raisons traditionnelles de l'étiquetage. Il convient toutefois de noter que les textes du Codex sur l'évaluation de la sécurité sanitaire des aliments OGM découragent le transfert de gènes codés comme allergènes (FAO/OMS, 2003e); c'est pourquoi il est peu probable que de tels produits soient acceptés par les autorités réglementaires nationales.

On a également suggéré d'étiqueter un produit lorsqu'il a été fabriqué au moyen de processus biotechnologiques. Le débat se poursuit sur les critères permettant de déterminer si un produit devrait être étiqueté en l'absence de différences discernables avec le produit conventionnel, ou de traces détectables d'ADN, etc. (FAO/OMS, 2003b).

L'étiquetage basé sur le processus répond souvent à des objectifs d'ordre social, tels qu'offrir aux consommateurs la possibilité de choix, ou encore protéger l'environnement. L'étiquetage contenant des informations relatives au processus est une démarche relativement récente, qui reste controversée.

L'opposition droit de savoir/besoin de savoir

Les partisans de l'étiquetage des aliments produits par génie génétique partent du principe que les citoyens ont le droit d'être informés des processus utilisés pour produire

un aliment. Il est difficile de contrebattre un tel argument. Cependant, les adversaires de l'étiquetage soutiennent que les informations qui ne sont pas essentielles à la protection de la santé et à la prévention des fraudes sont une source de confusion préjudiciable pour le consommateur.

Bien que les réactions des consommateurs à l'étiquetage des aliments produits par génie génétique demeurent mal connues, les représentants de l'industrie alimentaire craignent que l'étiquetage n'incite les consommateurs à conclure que ces produits sont inférieurs à leurs homologues conventionnels.

Les recherches dans ce domaine indiquent que les consommateurs sont influencés, dans leurs décisions d'achat, par différentes sources d'informations (Frewer et Shepherd, 1994; Einsiedel, 1998; Knoppers et Mathios, 1998; Pew Initiative, 2002b; Tegene et al., 2003); ainsi, l'influence exercée par l'étiquetage alimentaire dépend des autres messages reçus par le public. Or, le type d'informations diffusées à propos de la biotechnologie varie d'un pays à l'autre, et la façon dont elles sont perçues diffère selon les segments de la population: il est donc difficile de se livrer à des généralisations à propos de l'impact de l'étiquetage.

L'opposition étiquetage obligatoire/étiquetage volontaire

Un certain nombre de pays ont envisagé de prescrire aux fabricants d'indiquer qu'un aliment donné est issu de la biotechnologie. Certains gouvernements ont promulgué des lois rendant l'étiquetage obligatoire (Union européenne, Australie, Chine, Japon, Mexique, Nouvelle-Zélande et Fédération de Russie).

D'autres pays rejettent cette approche (l'Argentine, le Brésil, le Canada, l'Afrique du Sud et les Etats-Unis). Certains d'entre eux envisagent cependant d'opter pour l'étiquetage volontaire de la part des fabricants désireux d'informer les consommateurs.

Étiquetage négatif – ce produit ne contient pas d'ingrédients issus du génie génétique

Certains sont d'avis que les étiquettes déclarant qu'un aliment ne contient pas d'ingrédients issus de la biotechnologie

(«étiquetage négatif») donneraient aux consommateurs la possibilité d'éviter les aliments génétiquement modifiés, avec pour effet d'encourager le développement de marchés spécialisés, notamment celui de l'agriculture biologique.

Les adversaires de cette approche considèrent que de telles étiquettes induiraient les consommateurs en erreur, les poussant à conclure que les aliments issus de la biogénétique sont inférieurs. D'autres soutiennent qu'exiger d'un producteur qu'il démontre l'absence de modifications génétiques représente un fardeau injuste pour les petites entreprises.

Les considérations d'ordre technique, économique et politique

Pour être efficace, il faut que les politiques en matière d'étiquetage soient sous-tendues par des normes, des tests, des processus de certification et des services garantissant leur application (Golan, Kuchler et Mitchell, 2000). L'étiquetage présente un certain nombre de difficultés, dont plusieurs restent à résoudre. Il faut, entre autres, établir les définitions et la terminologie les plus appropriées à l'étiquetage, mettre au point des techniques et des dispositifs scientifiques permettant de retracer la présence d'ingrédients génétiquement modifiés dans les aliments et appliquer les règlements pertinents à l'appui de la politique d'étiquetage.

Toutes les options qui s'offrent en matière d'étiquetage entraînent des coûts initiaux qui doivent être supportés par les fabricants d'aliments et par les pouvoirs publics, et pourraient se répercuter sous forme d'augmentation des prix et des impôts pour la population. Les tenants de la théorie éthique soutiennent qu'il ne serait pas justifié d'imposer ces coûts à tous les consommateurs, étant donné qu'une partie d'entre eux est défavorable à la biotechnologie (Thompson, 1997; Nuffield Council on Bioethics, 1999). D'autres soutiennent, à l'opposé, que l'étiquetage est justifié si une proportion importante de la population souhaite disposer de l'information. Rappelons que certains consommateurs pourraient se trouver entravés, dans leur liberté de choix, par la faiblesse de leurs revenus ou par l'absence d'autres options, et que certains pourraient

être incapables de déchiffrer les étiquettes. C'est pourquoi l'étiquetage, en tant que tel, risque de ne pas refléter pleinement les préférences des consommateurs.

L'étiquetage soulève par ailleurs la question de l'iniquité des conditions concurrentielles entre fabricants de produits alimentaires. Outre l'impact économique à l'intérieur des pays, l'étiquetage pourrait avoir des répercussions sur le commerce international. C'est pourquoi les exportateurs de produits alimentaires issus de la biogénétique se sont opposés aux politiques d'étiquetage obligatoire des pays importateurs, au motif qu'ils constituent une barrière injustifiée au commerce.

Le Codex et la recherche d'une solution

Ces questions font, depuis des années, l'objet de délibérations au sein du Comité du Codex sur l'étiquetage des denrées alimentaires de la Commission du Codex Alimentarius. Lors de la réunion tenue par le Comité en mai 2003, un groupe de travail a été constitué afin de se pencher sur elles.

Conclusions

Le sentiment public à l'égard de la biotechnologie, et en particulier à l'égard du génie génétique, est à la fois complexe et nuancé. On ne dispose à ce jour sur le sujet que d'un fonds relativement limité de recherches d'envergure internationale se prêtant aux comparaisons; toutefois, les résultats dont on dispose révèlent des différences marquées entre les régions et au sein même de ces dernières. En règle générale, les habitants de pays moins favorisés sont plus enclins à convenir que les avantages de la biotechnologie agricole l'emportent sur les risques, qu'elle leur sera donc profitable et qu'elle est moralement acceptable. Les habitants des continents américain et asiatique sont beaucoup plus optimistes, quant à l'avenir de la biotechnologie, que les Africains et les Européens. Il s'agit là de grandes lignes qui souffrent bien des exceptions, et, à l'évidence, les attitudes à l'égard de la biotechnologie sont influencées par de nombreux facteurs.

Rares sont les répondants qui expriment à l'égard de la biotechnologie soit un soutien

sans réserve, soit un rejet total. La plupart des personnes interrogées cherchent à établir des distinctions nuancées entre les techniques et les applications, en s'appuyant sur un ensemble complexe de considérations. Ces dernières comprennent notamment la perception de l'utilité de l'innovation, son potentiel nocif ou bienfaisant pour les êtres humains, les animaux et l'environnement, ainsi que son acceptabilité aux plans moral et éthique. Partout dans le monde, les populations acceptent plus volontiers les applications médicales que les applications agricoles, et tolèrent mieux ces dernières lorsqu'elles concernent les végétaux plutôt que les animaux. Les répondants sont mieux disposés à l'égard des innovations porteuses d'avantages tangibles pour les consommateurs ou l'environnement, relativement à celles qui visent à améliorer la productivité agricole. Ces distinctions subtiles donnent à penser que les attitudes du public à l'égard de la biotechnologie agricole évolueront à mesure que seront mises au point de nouvelles applications et que l'on obtiendra davantage d'informations fiables sur l'impact socioéconomique et environnemental et sur la sécurité sanitaire des aliments. Il convient en outre de recueillir davantage de données comparables à l'échelle internationale afin de cerner l'ensemble multidimensionnel de facteurs qui influencent l'opinion et de comprendre la manière dont elle évolue.

Le recours à l'étiquetage est envisagé comme moyen de rallier les différents points de vue sur la biotechnologie, et plus particulièrement sur le génie génétique. En dépit de sa simplicité apparente, cette solution masque un débat complexe centré sur les avantages et sur la faisabilité de l'étiquetage. Ce qui est en cause, c'est la justification fondamentale de l'étiquetage des aliments, avec des conséquences pour l'équité dans la distribution, les droits des consommateurs et le commerce international. Certains affirment que les gens ont le droit de savoir si un produit a été fabriqué au moyen du génie génétique, même lorsqu'il ne présente aucune différence perceptible avec son homologue conventionnel. D'autres soutiennent en revanche que ces étiquettes induiraient en erreur les consommateurs, en faisant percevoir une différence là où il n'y en a pas. À cela s'ajoutent les désaccords

à propos de l'application technique d'une prescription d'étiquetage, et à propos de qui doit en supporter le coût. Il n'existe pas, aujourd'hui, de consensus à l'échelle internationale sur ce point. Cependant, la Commission du Codex Alimentarius poursuit son travail d'élaboration de lignes directrices communes en matière d'étiquetage des aliments.