



I S A A A
INTERNATIONAL SERVICE
FOR THE ACQUISITION
OF AGRI-BIOTECH
APPLICATIONS

ISAAA Briefs

BRIEF 36

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

**Plantes GM : Les dix premières années - Impacts socio-économiques
et environnemental au niveau mondial**

par

Graham Brookes et Peter Barfoot
PG Economics Ltd., UK

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Cette étude présente les découvertes de la recherche concernant l'impact socio-économique et environnemental des plantes GM pendant les dix années où elles ont été cultivées pour la première fois sur une superficie importante. Elle se concentre sur les effets économiques au niveau de la ferme, l'impact environnemental résultant des changements dans l'utilisation des insecticides et des herbicides ainsi que la contribution à la réduction de l'émission de gaz à effet de serre (GHG).

Contexte général

L'analyse présentée se base largement sur les performances et l'impact moyens enregistrés pour différentes cultures. Les performances économiques et l'impact environnemental de la technologie au niveau de la ferme doivent, cependant varier largement, à la fois entre et à l'intérieur des régions/pays. Cela signifie que l'impact de cette technologie (et de toute nouvelle technologie, GM ou autre) est sujet à des variations au niveau local. De plus, la performance et l'impact devraient être considérés au cas par cas en terme de combinaisons d'espèce et de caractère.

Les systèmes de production agricole (la manière dont les fermiers utilisent différentes et nouvelles technologies ainsi que les pratiques agricoles) sont dynamiques et varient avec le temps. Cette analyse s'efforce de répondre à cette thématique, lorsque c'est possible, en comparant les systèmes de production GM avec l'alternative traditionnelle la plus probable, si la technologie GM n'avait pas été disponible. Ceci est particulièrement pertinent dans le cas du soja GM tolérant aux herbicides (GM HT), pour lequel avant l'introduction de la technologie GM HT, les systèmes de production changeaient de la production conventionnelle à la production sans/faible labourage (ces derniers systèmes utilisent plus, et sont plus dépendants, des systèmes de contrôle des mauvaises herbes basés sur l'utilisation d'herbicides - le rôle de la technologie GM HT dans la facilitation de ce changement fondamental de système de production est évalué ci-dessous).

De plus, l'impact de la dynamique du marché sur l'adoption des plantes GM (sur les prix) a été inclus dans l'analyse en utilisant les prix actuels (pour chaque année) pour toutes les espèces.

Effets sur les revenus des fermiers¹

L'impact sur les revenus des fermiers dans les pays ayant adoptés la technologie GM a été très positif (table 1). Ceci résulte d'une augmentation de la productivité et de bénéfices liés à une utilisation rationnelle :

- En 2005, le bénéfice direct sur les revenus des fermiers était d'environ 5 milliards de dollars. Si le revenu supplémentaire généré par la deuxième récolte de soja en Argentine était aussi pris en considération², cette augmentation de revenu atteindrait 5,6 milliards de dollars. Ceci équivaut à ajouter entre 3,6 % et 4,0 % de la valeur de la production mondiale pour les quatre principales cultures, soja, maïs, colza et coton ;

¹ Cf. section 3 pour les détails.)

² La disponibilité de la technologie GM HT a joué un rôle crucial pour faciliter l'expansion de la seconde culture de soja, suivant habituellement celle de blé (durant la même saison)

Résumé et conclusions

- Depuis 1996, les bénéfices pour les revenus des fermiers se sont élevés à 24,2 milliards de dollars (27 milliards de dollars si nous incluons la deuxième récolte de soja en Argentine) ;
- La plus forte augmentation des revenus des fermiers s'est produite dans le secteur du soja où le supplément de revenu généré par le soja GM HT a été équivalent à 7,1 % de la valeur de la culture dans les pays cultivant des GM, ou à 6,05 % de la valeur mondiale des cultures de soja ;
- Des augmentations importantes se sont aussi produites dans le secteur du coton (via une combinaison d'augmentation de rendement et de diminution des coûts). En 2005, le revenu des fermiers cultivant du coton dans les pays ayant adopté les plantes GM a augmenté de 1,9 milliards de dollars et depuis 1996, le secteur a bénéficié d'un supplément de recettes de 8,44 milliards de dollars. Les augmentations de revenus de 2005 équivalent 13,3 % de la valeur des cultures de coton dans ces pays ou à 7,3 % de la valeur mondiale de la production de coton ;
- Des suppléments importants des revenus des fermiers ont aussi été obtenus dans les secteurs maïs et colza. La combinaison des technologies résistance GM aux insectes (GM IR) et tolérance

Table 1: Bénéfices mondiaux pour les revenus des fermiers dus aux cultures GM entre 1996-2005 (en millions de dollars US)

Caractère	Augmentation des revenus des fermiers en 2005	Augmentation des revenus des fermiers de 1996 à 2005	Augmentation des revenus des fermiers en 2005 exprimée en % de la valeur totale de la production de ces cultures dans les pays ayant adopté les cultures GM	Augmentation des revenus des fermiers en 2005 exprimée en % de la valeur mondiale de la production de ces cultures
Soja GM tolérant aux herbicides	2'281 (2'842)	11'686 (14'417)	5,72 (7,1)	4,86 (6,05)
Maïs GM tolérant aux herbicides	212	795	0,82	0,39
Coton GM tolérant aux herbicides	166	927	1,16	0,64
Colza GM tolérant aux herbicides	195	893	9,45	1,86
Maïs GM résistant aux insectes	416	2'367	1,57	0,77
Coton GM résistant aux insectes	1'732	7'510	12,1	6,68
Autres	25	66	n/a	n/a
Total	5'027 (5'588)	24'244 (26'975)	6,0 (6,7)	3,6 (4,0)

Notes: Autres = Papaye et courge résistantes aux virus, Maïs résistant aux chrysomèles des racines (*Diabrotica* spp.) ; Les chiffres indiqués entre parenthèses comprennent les bénéfices liés à la deuxième récolte en Argentine ; les totaux pour la valeur excluent les autres cultures (ne concernent que les quatre principales cultures : soja, maïs, colza et coton).

GM aux herbicides (GM HT) chez le maïs a dopé les revenus des fermiers de plus de 3,1 milliards de dollars depuis 1996. En Amérique du Nord, une augmentation de 893 millions de dollars a été générée dans le secteur du colza.

La table 2 résume cette information pour quelques-uns des principaux pays ayant adoptés les GM. Ceci met en avant la forte augmentation des revenus des fermiers due au soja GM HT en Argentine, au coton GM IR en Chine et à un éventail de cultivars GM aux USA. Ceci illustre aussi l'augmentation du niveau des revenus des fermiers obtenus dans les pays en voie de développement comme l'Afrique du Sud, le Paraguay, l'Inde et le Mexique.

Table 2: Augmentation des revenus des fermiers cultivant des plantes GM entre 1996 et 2005 dans une sélection de pays (en millions de dollars US)

	Soja GM HT	Maïs GM HT	Coton GM HT	Colza GM HT	Maïs GM IR	Coton GM IR	Total
USA	7'570	771	919	101	1'957	1'627	12'945
Argentine	5'197	0,2	4,0	N/a	159	29	5'389,2
Brésil	1'367	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	1'367
Paraguay	132	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	132
Canada	69	24	N/a	792	145	N/a	1'031
Afrique du Sud	2,2	0,3	0,2	N/a	59	14	75,7
Chine	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	5'168	5'168
Inde	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	463	463
Australie	N/a	N/a	4,1	N/a	N/a	150	154,1
Mexique	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	55	55
Philippines	N/a	N/a	N/a	N/a	8	N/a	8
Espagne	N/a	N/a	N/a	N/a	28	N/a	28

Note: La deuxième récolte de soja GM HT en Argentine est incluse dans les bénéfices. N/a = ne s'applique pas.

En terme de répartition des bénéfices économiques obtenus par les fermiers des pays développés versus ceux des fermiers des pays en voie de développement, la table 3 montre, qu'en 2005, la majorité des bénéfices pour les revenus des fermiers (55 %) ont été obtenus par des fermiers des pays en voie de développement. La grande majorité des augmentations de revenus des fermiers de pays en voie de développement provient des cultures de coton GM IR et de soja GM HT.

Cumulativement sur la période 1996 à 2005, les fermiers des pays en voie de développement ont acquis 47 % du bénéfice total des revenus des fermiers (27 millions de dollars).

L'examen comparatif des coûts payés par les fermiers pour accéder à la technologie GM et des bénéfices totaux qui en découlent montre (cf. Table 2), à travers l'exemple des quatre principales cultures GM, que les coûts totaux s'élevaient à environ 26 % des bénéfices retirés par les fermiers. Pour les fermiers des pays en voie de développement, le total des coûts représentait environ 13 %

Résumé et conclusions

Table 3: Bénéfices pour les revenus des fermiers cultivant des plantes GM en 2005: Pays développés vs. pays en voie de développement (en millions de dollars US)

	Développés	En voie de développement	% développés	% En voie de développement
Soja GM HT	1'183	1'658	41,6	58,4
Mais GM IR	364	53	86,5	13,5
Mais GM HT	212	0,3	99,9	0,1
Coton GM IR	354	1'378	20,4	79,6
Coton GM HT	163	3	98,4	1,6
Colza GM HT	195	0	100	0
Papaye et courge GM VR	25	0	100	0
Total	2'496	3'092	45	55

Les pays en voie de développement incluent tous les pays d'Amérique du Sud.

des augmentations de revenus alors que pour les fermiers des pays développés, ce coût représentait environ 38 % des bénéfices.

En plus de ces impacts quantifiables sur les revenus de la ferme, il y a eu aussi d'autres impacts importants, plus intangibles (de nature économique). La plupart d'entre eux ont eu une influence importante pour l'adoption de cette technologie. Ce sont :

Cultures tolérantes aux herbicides

- Augmentation de la flexibilité de la gestion qui vient d'une combinaison entre la facilité d'utilisation d'herbicides post-émurgents à large spectre comme le glyphosate et un élargissement de la période de pulvérisation ;

Table 4: Coûts pour accéder à la technologie GM (en %) comparativement à l'augmentation totale du revenu des fermiers

	Tous les fermiers	Pays développés	Pays en voie de développement
Soja GM HT	21	32	10
Mais GM IR	44	43	48
Mais GM HT	38	38	81
Coton GM IR	21	41	13
Coton GM HT	44	43	65
Colza GM HT	47	47	N/a
Total	26	38	13

N/a = ne s'applique pas

- Comparativement aux cultures traditionnelles, chez lesquelles l'utilisation d'herbicides post-émurgents peut entraîner un " knock-back " (risque d'endommager les cultures dû à l'herbicide), ce problème a une probabilité moindre de se produire dans les cultures GM HT ;
- Adoption plus facile des pratiques sans ou avec un labourage réduit ce qui entraîne des économies de temps et d'utilisation d'équipements (cf. plus bas pour les bénéfices environnementaux) ;
- L'amélioration du contrôle des mauvaises herbes a réduit les coûts des récoltes - des cultures plus propres nécessitent moins de temps pour les récoltes. Cela a aussi amélioré la qualité de la récolte et a conduit à des bonus supplémentaires pour les prix dans certaines régions;
- L'élimination des dommages potentiels pour les cultures suivantes causés par les résidus d'herbicides incorporés dans les sols.

Cultures résistantes aux insectes

- Concernant les risques de gestion/assurance - éloigner le risque important que des dommages dus aux nuisibles se produisent ;
- Un bénéfice de "confort" (moins de temps utilisé à parcourir les cultures et/ou à appliquer les insecticides) ;
- Economies d'énergie - principalement associées à la diminution du nombre de pulvérisations ;
- Economie dans l'utilisation des machines (pour les pulvérisations ainsi que probablement une diminution des temps de récolte) ;
- Amélioration de la qualité (par ex. taux de mycotoxines plus faibles dans les maïs GM IR) ;
- Amélioration de la santé et de la sécurité des fermiers et des ouvriers agricoles (due à la diminution de la manutention et de l'utilisation des pesticides) ;
- Saison de culture plus courte (par ex. pour quelques fermiers cultivant le coton en Inde) ce qui permet à ces fermiers de planter une deuxième culture durant la même saison³. Quelques fermiers indiens ont rapporté des répercussions pour les apiculteurs car il y a, actuellement, moins d'abeilles perdues suite aux pulvérisations d'insecticides.

Relativement à la taille et à la nature des adoptants de la technologie GM, il est clair que la taille de la ferme n'a pas été un facteur qui a affecté l'utilisation de cette technologie. Tant les grandes que les petites exploitations ont adopté les cultures GM. La taille des exploitations n'a pas été une barrière à l'adoption. En 2005, 8,5 millions de fermiers utilisaient cette technologie dans le monde, plus de 90 % d'entre eux étaient des fermiers à faibles ressources des pays en voie de développement.

Les augmentations significatives de la productivité et des revenus des fermiers identifiés ci-dessus ont, dans quelques pays (notamment en Argentine) aussi été une contribution importante à la création de revenus et d'emplois dans l'économie plus large. Par exemple, en Argentine, les gains économiques découlant de l'augmentation de 140 % du secteur soja depuis 1995, a contribué, selon une estimation, à la création de 200'000 emplois supplémentaires dans le secteur agricole⁴ ainsi qu'une augmentation du secteur économique de l'exportation.

³ Particulièrement pour le maïs en Inde

⁴ Trigo et al (2002)

Impact environnemental lié aux changements dans l'utilisation des insecticides et des herbicides⁵

Pour examiner cet impact, l'étude a analysé l'utilisation des ingrédients actifs ainsi que l'utilisation d'indicateur commun sous le terme " Quotient d'Impact Environnemental (EIQ) " pour évaluer l'impact plus large sur l'environnement (ainsi que l'impact sur la santé humaine et animale). Le EIQ fait la synthèse des différents impacts environnementaux et sur la santé des pesticides individuels dans différents systèmes de production GM et traditionnels dans une seule " valeur de champ par hectare " et il dessine pour toutes les données clés de la toxicité et de l'exposition environnementale relativement aux produits individuels. Cela fournit ainsi une mesure cohérente et facilement compréhensible et permet de comparer les impacts des différents pesticides sur l'environnement et la santé humaine. Les lecteurs peuvent cependant noter que l'EIQ est seulement un indicateur et qu'il ne prend pas en compte toutes les questions environnementales et tous les impacts. Dans l'analyse de la technologie GM HT, nous avons posé l'hypothèse que l'alternative traditionnelle permet le même niveau de contrôle des mauvaises herbes que celui obtenu avec le système de production GM HT.

La table 5 résume l'impact environnemental durant les dix dernières années et montre qu'il y a eu des gains environnementaux importants associés à l'adoption de la technologie GM. Plus particulièrement :

- Il y a eu une réduction nette de 15,3% de l'impact environnemental⁶ sur la superficie utilisée par les cultures GM depuis 1996. Le volume total d'ingrédient actif (ai) appliqué sur les cultures a diminué de 7 % ;
- Dans l'absolu, depuis 1996, les plus grands bénéfices environnementaux sont dus à l'adoption des sojas GM HT. Ceci reflète principalement la (grande) part des cultures GM dans le monde représentée par le soja GM HT. Le volume d'herbicides utilisé est 4,1 % plus faible et l'impact environnemental 20 % plus faible que ce qu'ils auraient été si les superficies GM avaient été cultivées avec des cultivars traditionnels. Les lecteurs devraient noter que dans quelques pays (en particulier en Amérique du Sud), l'adoption de la technologie GM HT chez les sojas a aussi coïncidé avec l'augmentation du volume des herbicides utilisés et l'impact environnemental a atteint des niveaux historiques. Comme cela est mentionné plus haut, ceci reflète largement le rôle de modérateur de la technologie GM HT pour accélérer et maintenir le passage du labourage traditionnel vers les systèmes de production sans labourage ou avec labourage réduit avec les bénéfices environnementaux inhérents. Cette augmentation nette de l'impact environnemental devrait, cependant être placée dans le contexte de la réduction de l'émission des gaz à effet de serre découlant du changement de système de production (cf. plus bas) et de la dynamique générale des changements des systèmes de production agricole (que l'analyse présente ci-dessus et dont la table 5 tient compte) ;

⁵ cf. section 4.1

⁶ L'utilisation actuelle des ingrédients actifs et l'impact ou le fardeau EIQ pour chaque année ont été comparés avec l'utilisation probable d'ingrédients actifs et le fardeau EIQ que l'on aurait eu si la totalité des cultures avait été chaque année réalisée avec des cultivars non-GM, en utilisant le même système de labourage que celui utilisé dans les cultures GM et, dans le cas de la comparaison avec des cultures GM tolérantes aux herbicides, si on avait obtenu le même niveau de contrôle des mauvaises herbes que dans le cas du système de production GM

Table 5: Impact des changements dans l'utilisation des herbicides et des insecticides dans les cultures GM mondialement de 1996 à 2005

Caractère	Changement dans le volume d'ingrédients actifs utilisé (million kg)	Changement dans l'impact EIQ (en termes de millions d'EIQ/ha)	% changement dans l'utilisation d'ai dans les pays cultivant des plantes GM	% changement dans l'impact environnemental dans les pays cultivant des plantes GM
Soja GM tolérant aux herbicides	-51,4	-4'865	-4,1	-20,0
Maïs GM tolérant aux herbicides	-36,5	-845	-3,4	-4,0
Coton GM tolérant aux herbicides	-28,6	-1'166	-15,1	-22,7
Colza GM tolérant aux herbicides	-6,3	-310	-11,1	-22,6
Maïs GM résistant aux insectes	-7,0	-403	-4,1	-4,6
Coton GM résistant aux insectes	-94,5	-4'670	-19,4	-24,3
Total	-224,3	-12'259	-6,9	-15,3

Les pays en voie de développement incluent tous les pays d'Amérique du Sud.

- Des gains environnementaux importants proviennent aussi de l'adoption du coton résistant aux insectes (IR) (le plus fort gain par hectare). Depuis 1996, il y a eu une réduction de 24 % de l'impact environnemental et de 19 % du volume d'insecticide utilisé ;
- Des avantages environnementaux importants ont aussi été trouvés dans les secteurs du maïs et du colza. Dans le secteur du maïs, une réduction de 4,6 % de l'impact environnemental s'est produite suite à la diminution de l'utilisation d'insecticide et le changement pour des herbicides moins nocifs pour l'environnement a entraîné une réduction supplémentaire de 4 % de l'impact environnemental des herbicides du maïs. Dans le secteur du colza, l'impact environnemental a diminué de 23 % grâce au changement vers des herbicides moins nocifs pour l'environnement.

L'impact du changement dans l'utilisation des insecticides et des herbicides au niveau du pays (pour les principaux pays ayant adoptés les GM) est résumé dans la Table 6.

Exprimé en termes de division des bénéfices environnementaux avec une plus faible utilisation des insecticides et des herbicides par les fermiers des les pays en voie de développement par

Table 6: Réduction de l'impact environnemental des changements dans l'utilisation des pesticides associés avec l'adoption des cultures GM par pays entre 1996 et 2005 pour une sélection de pays (% de réduction des valeurs EIQ)

	Soja GM HT	Maïs GM HT	Coton GM HT	Colza GM HT	Maïs GM IR	Coton GM IR
USA	29	4	24	38	5	23
Argentine	21	NDA	NDA	N/a	0	4
Brésil	6	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a
Paraguay	13	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a
Canada	9	5	N/a	22	NDA	N/a
Afrique du Sud	7	0,44	6	N/a	2	NDA
Chine	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	28
Inde	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	3
Australie	N/a	N/a	4	N/a	N/a	22
Mexique	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	NDA
Espagne	N/a	N/a	N/a	N/a	30	N/a

Note: N/a = non applicable, NDA = Pas de données disponibles. L'absence d'impact pour le maïs GM IR en Argentine est due à l'utilisation (historique) négligeable d'insecticides sur les cultures argentines de maïs.

rapport à ceux des pays développés, la table 7 montre, qu'en 2005, la majorité des bénéfices environnementaux associés à la diminution de l'utilisation d'herbicides et d'insecticides l'a été pour les fermiers des pays en voie de développement. L'immense majorité de ces avantages environnementaux découlent de l'utilisation de coton GM IR et de sojas GM HT.

Cumulativement sur la période 1996 - 2005, les fermiers des pays en voie de développement ont acquis 48% du total des bénéfices environnementaux liés à la diminution de l'utilisation d'insecticides et d'herbicides.

Impact sur l'émission des gaz à effet de serre (GHG)⁷

Les perspectives de contribution des cultures GM à la diminution des émissions de gaz à effet de serre proviennent de deux principales sources :

- Diminution de l'utilisation de carburant liée à la diminution du nombre d'applications d'herbicides ou d'insecticides et à la réduction de l'énergie utilisée pour la culture du sol. Les économies associées avec la diminution des pulvérisations (par rapport aux cultures traditionnelles) et le passage aux systèmes de culture de conservation, sans ou avec un labourage réduit, ont entraîné des économies permanentes dans les émissions de dioxyde de carbone. En 2005, cela s'élevait à environ 962 millions de kg (découlant de la diminution de l'utilisation de 356 millions de litres de carburant). Pour la période 1996-2005, la réduction cumulée permanente de l'utilisation de carburant est estimée à 4'613 millions de kg de dioxyde de carbone (découlant de la diminution d'utilisation de 1'679 millions de litres) ;

⁷ cf. section 4.2

Table 7: Bénéfices environnementaux des cultures GM découlant de l'utilisation plus faible des herbicides et des insecticides en 2005 : pays en voie de développement vs. pays développés

	% de la réduction totale de l'impact environnemental : pays développés	% de la réduction totale de l'impact environnemental : pays en voie de développement
Soja GM HT	53	47
Maïs GM IR	92	8
Maïs GM HT	99	1
Coton GM IR	15	85
Coton GM HT	99	1
Colza GM HT	100	0
Total	46	54

Les pays en voie de développement incluent tous les pays d'Amérique du Sud.

- L'utilisation de système de culture sans labourage ou avec un labourage réduit⁸. Ces systèmes de production se sont répandus de manière importante avec l'adoption des cultures GM HT car la technologie GM HT a amélioré la capacité des cultivateurs à contrôler les mauvaises herbes, réduit le besoin d'être tributaire de la culture des sols et de la préparation des semis comme moyen d'obtenir un bon niveau de contrôle des mauvaises herbes. Il en résulte une utilisation réduite de carburant pour le labourage, une amélioration de la qualité des sols et une diminution de l'érosion des sols. Une plus grande quantité de carbone reste dans le sol et cela conduit à une émission plus faible de gaz à effet de serre (GES). En tenant compte des économies découlant de l'adoption rapide des systèmes de culture sans ou avec un labourage réduit en Amérique du Nord et du Sud, un supplément de 2'929 millions de kg de carbone du sol a été retenu en 2005 (ce qui équivaut à 8'053 millions de tonnes de dioxyde de carbone qui n'ont pas été relâchées dans l'atmosphère). De manière cumulée, le taux de carbone séquestré pourrait être supérieur à cause des bénéfices d'une année à l'autre concernant la qualité des sols. Cependant, avec seulement une estimation de 15 à 25 % des superficies cultivées avec un système sans labourage permanent, il n'est actuellement pas possible d'estimer les gains liés à la séquestration cumulée dans le sol.

En plaçant ces bénéfices liés à la séquestration du carbone dans le contexte des émissions de carbone par les voitures, la table 8 montre que :

- En 2005, les économies permanentes de dioxyde de carbone découlant de la plus faible utilisation de carburant ont été équivalentes au retrait de presque 0,43 millions de voitures des routes ;

⁸ Culture sans labourage signifie que le sol n'est absolument pas labouré, alors que réduction du labourage signifie que le sol est moins retourné que lors de labourages traditionnels. Par exemple, avec un système sans labourage, les graines de soja sont plantées alors que le matériel organique provenant de la culture précédente (maïs, coton ou blé, par exemple) est laissé en place.

Résumé et conclusions

- Cumulativement depuis 1996, les économies permanentes de dioxyde de carbone liées à la réduction de la consommation de carburant depuis l'introduction des cultures GM ont été égales au retrait de 2,05 millions de voitures des routes pendant une année (8,5 % de toutes les voitures enregistrées en Grande Bretagne) ;
- Le gain supplémentaire probable de carbone séquestré dans les sols en 2005 était équivalent au retrait de presque 3,6 millions de voiture des routes ;
- Il n'est pas possible d'estimer les gains probables de la séquestration de carbone depuis 1996 (cf. plus haut) ;
- Au total, l'addition des économies d'émissions de dioxyde de carbone liées aux cultures GM et la séquestration supplémentaire de carbone dans les sols en 2005 était équivalente au retrait de presque 4 millions de voitures, soit l'équivalent de 17 % de toutes les voitures enregistrées en Grande Bretagne.

Table 8: Contexte de l'impact de la séquestration de carbone en 2005 : économies exprimées en équivalents voitures découlant de la diminution de l'utilisation des carburants (en millions de kg de dioxyde de carbone)

Culture/ caractère/ pays	Economies permanentes de dioxyde de carbone découlant de la diminution de l'utilisation de carburant (en millions de kg de dioxyde de carbone)	Equivalence moyenne des économies permanentes de carburant en voitures familiales retirées des routes pendant une année	Economies potentielles dans la séquestration de carbone du sol (en millions de kg de dioxyde de carbone)	Equivalence moyenne de la séquestration supplémentaire de carbone du sol en voitures familiales retirées des routes pendant une année
USA: Soja GM HT	176	78'222	2'195	975'556
Argentine: Soja GM HT	546	242'667	4'340	1'928'889
Autres pays : Soja GM HT	55	24'444	435	193'333
Canada: Colza GM HT	117	52'000	1'083	481'520
Coton GM IR mondial	68	30'222	0	0
Total	962	427'556	8'053	3'579'298

Notes: Hypothèse: une voiture familiale produit 150 grammes de dioxyde de carbone au kilomètre. Une voiture parcourt en moyenne 15'000 km/an et produit ainsi 2'250 kg de dioxyde de carbone/an.

Conclusion

La technologie GM a, jusqu'à présent, délivré plusieurs caractères agronomiques spécifiques qui ont permis de passer au-dessus un certain nombre de contraintes de production pour de nombreux fermiers. Ceci a entraîné une amélioration de la productivité et de la rentabilité pour les 8,5 millions de fermiers qui ont adopté la technologie sur plus de 87 millions d'hectares en 2005.

Durant les dix dernières années, cette technologie a eu d'importantes contributions socio-économiques et environnementales. Elles découlent d'un petit nombre de caractères agronomiques GM qui ont, jusqu'à présent, été commercialisés dans un petit nombre de cultures.

La technologie a délivré des avantages économiques et environnementaux via une combinaison d'avancées technologiques inhérentes et du rôle de la technologie dans la facilitation et l'évolution de pratiques agricoles financièrement plus efficaces et meilleures pour l'environnement. En particulier :

- Les gains liés au caractère GM IR découlent principalement directement de la technologie (amélioration du rendement, diminution des risques de la production et de l'utilisation des insecticides). Ainsi les fermiers (principalement dans les pays en voie de développement) ont été capables, à la fois, d'améliorer leur productivité et les bénéfices économiques tout en utilisant des méthodes agricoles meilleures pour l'environnement ;
- Les gains des caractères GM HT proviennent d'une combinaison de bénéfices directs (principalement diminution des coûts pour les fermiers) et la facilitation des changements des systèmes agricoles. Ainsi, la technologie GM HT (en particulier pour le soja) a joué un rôle important en permettant aux fermiers de capitaliser sur la disponibilité d'un herbicide peu coûteux à large spectre (glyphosate) et, en retour, a facilité le changement d'un système de production traditionnel vers un système sans/ou avec moins de labourage tant en Amérique du Nord qu'en Amérique du Sud. Ce changement du système de production a aussi eu des contributions économiques positives supplémentaires pour les fermiers (et l'économie au sens plus large) et a délivré des bénéfices environnementaux importants, notamment en réduisant les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre (découlant de la diminution de carburant pour les tracteurs et la séquestration supplémentaire de carbone dans le sol).

L'impact du caractère GM HT a, cependant, contribué à augmenter le recours à un éventail limité d'herbicides et ceci pose la question d'une augmentation potentielle future du développement de la résistance des mauvaises herbes à ce petit nombre d'herbicides. Une diminution réduite de l'efficacité du glyphosate (et du glufosinate) contre certaines mauvaises herbes pourrait se produire. Etant donné l'étendue à laquelle cela se produira, cela augmente la nécessité d'inclure des doses d'utilisation plus faibles des autres herbicides dans les programmes de contrôle des mauvaises herbes (habituellement utilisées dans les systèmes traditionnels de production) et ainsi pourrait, de manière marginale, réduire le niveau des gains nets environnementaux et économiques découlant de l'utilisation actuelle de la technologie GM.