

RESUME

BRIEF 49

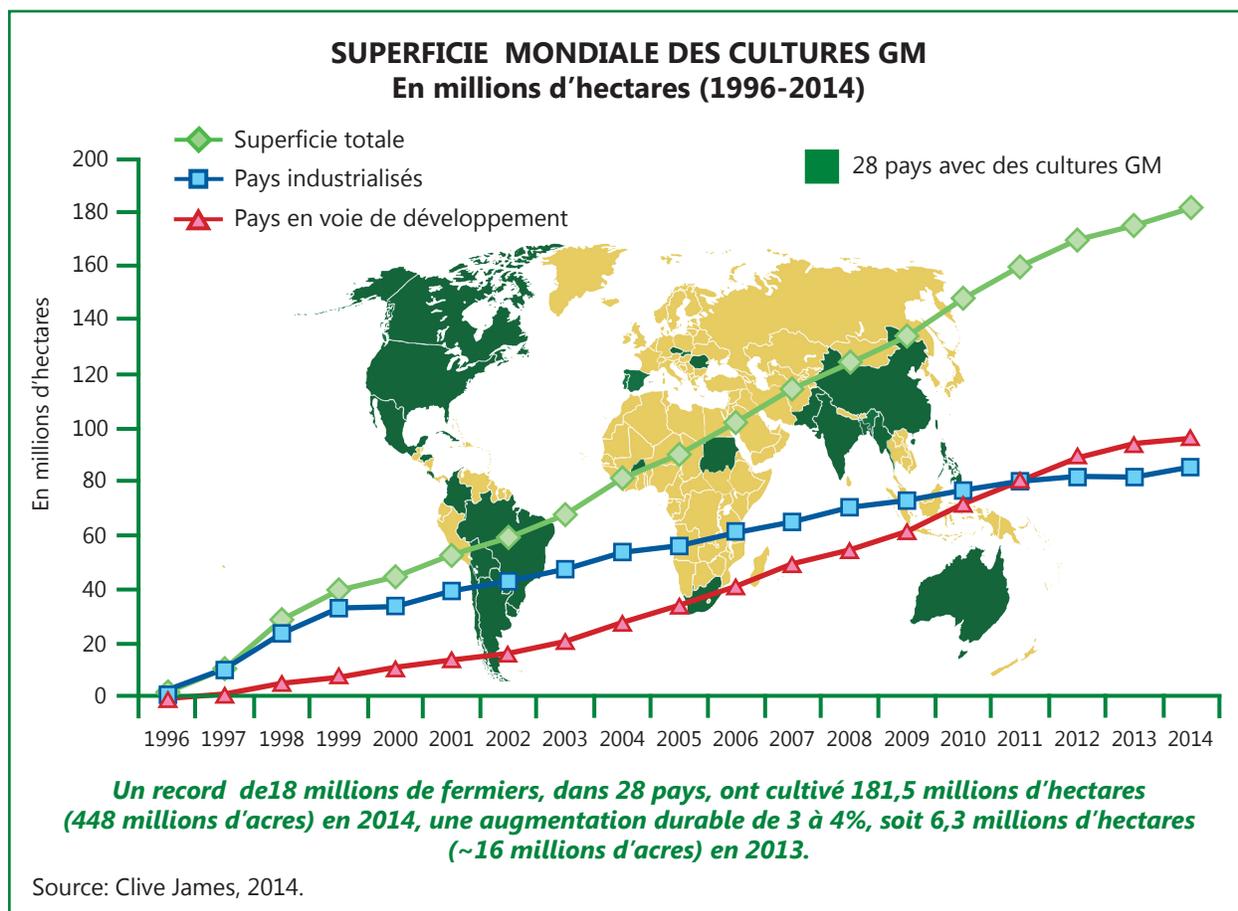
Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

Par

Clive James

Fondateur et président émérite de l'ISAAA

Dédié au dernier Lauréat du Prix Nobel de la Paix, Norman Borlaug,
Patron fondateur de l'ISAAA, pour le centenaire de sa naissance, le 25 mars 2014



NOTE DE L'AUTEUR :

Les totaux mondiaux des millions d'hectares cultivés avec des plantes GM ont été arrondi au million le plus proche et, de la même manière, les sous-totaux aux 100'000 hectares les plus proches en utilisant les caractères > ou < ; d'où, dans quelques cas, des approximations non significatives ou des variations mineures dans quelques figures, totaux et estimations de pourcentages dont l'addition ne conduit pas exactement à 100% à cause des arrondis. Il est aussi important de noter que les pays de l'hémisphère sud sèment leurs cultures dans le dernier quart de l'année calendaire. Les superficies de cultures GM rapportées dans cette publication sont des superficies plantées et pas nécessairement récoltées lors de l'année donnée. Ainsi, par exemple, les informations 2014 pour l'Argentine, le Brésil, l'Australie, l'Afrique du Sud et l'Uruguay sont des superficies habituellement semées dans le dernier quart de 2014 et récoltées dans le premier quart de 2015. Certains pays comme les Philippines ont plus d'une saison par an. Ainsi, pour les pays de l'hémisphère sud, comme le Brésil, l'Argentine et l'Afrique du Sud, les estimations sont des projections et sont donc toujours sujettes à des changements liés aux aléas climatiques qui peuvent conduire à une augmentation ou une diminution des prévisions de superficies semées avant la fin de la saison de plantation alors cette Brief doit être imprimée. Pour le Brésil, les cultures de maïs d'hiver (safrinha) semées lors de la dernière semaine de décembre 2014 et plus intensivement en janvier et février 2015 sont comprises dans les cultures 2014 dans cette Brief, en cohérence avec la politique qui utilise la première date de plantation pour déterminer l'année de la culture. L'ISAAA est une organisation à but non-lucratif, sponsorisée par des organisations des secteurs publics et privés. Toutes les estimations des superficies de cultures GM rapportées dans toutes les publications de l'ISAAA sont comptées une seule fois, quel que soit le nombre de caractères incorporés dans la plante. Fait important, toutes les superficies de plantes GM rapportées concernent des produits autorisés et plantés et ne comprennent pas les cultures non officielles de plantes GM. Au moment où cette Brief était imprimée, les estimations des bénéfices économiques, de la productivité, des économies de terres, les données sur le carbone étaient provisoires pour la période 1996-2013 (Brookes and Barfoot, 2015, à venir) et les données sur les pesticides de 1996 à 2012 (Brookes and Barfoot, 2014). Les détails des références indiquées dans le résumé sont donnés dans la Brief 49.

RESUME

BRIEF 49

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

Par

Clive James

Fondateur et président émérite de l'ISAAA

Dédié au dernier Lauréat du Prix Nobel de la Paix, Norman Borlaug,
Patron fondateur de l'ISAAA, pour le centenaire de sa naissance, le 25 mars 2014

ISAAA prepares this Brief and supports its free distribution to developing countries. The objective is to provide information and knowledge to the scientific community and society on biotech/GM crops to facilitate a more informed and transparent discussion regarding their potential role in contributing to global food, feed, fiber and fuel security, and a more sustainable agriculture. The author takes full responsibility for the views expressed in this publication and for any errors of omission or misinterpretation.

Published by: The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA).

Copyright: ISAAA 2014. All rights reserved. Whereas ISAAA encourages the global sharing of information in Brief 49, no part of this publication may be reproduced in any form or by any means, electronically, mechanically, by photocopying, recording or otherwise without the permission of the copyright owners. Reproduction of this publication, or parts thereof, for educational and non-commercial purposes is encouraged with due acknowledgment, subsequent to permission being granted by ISAAA.

Citation: James, Clive. 2014. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. *ISAAA Brief* No. 49. ISAAA: Ithaca, NY.

ISBN: 978-1-892456-59-1

Publication Orders: Please contact the ISAAA *SEAsia*Center to acquire a hard copy of the full version of Brief 49. Access to the Executive Summary and the Top Ten Facts at <http://www.isaaa.org>. The publication is available free of charge to eligible nationals of developing countries.

ISAAA *SEAsia*Center
c/o IRRI
DAPO Box 7777
Metro Manila, Philippines

Info on ISAAA: For information about ISAAA, please contact the Center nearest you:

ISAAA <i>Ameri</i> Center	ISAAA <i>Afri</i> Center	ISAAA <i>SEAsia</i> Center
105 Leland Lab	PO Box 70, ILRI Campus	c/o IRRI
Cornell University	Old Naivasha Road	DAPO Box 7777
Ithaca NY 14853, U.S.A.	Uthuru, Nairobi 00605	Metro Manila
	Kenya	Philippines

Electronically: or email to info@isaaa.org

For Executive Summaries of all *ISAAA Briefs*, please visit <http://www.isaaa.org>

RÉSUMÉ

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

Sommaire

	Page Number
Introduction	1
Les superficies des cultures GM ont augmenté encore une fois en 2014, 19 ^{ème} année consécutive de commercialisation.	1
Les plantes GM sont la technologie végétale la plus rapidement adoptée	2
Une méta-analyse détaillée, nouvelle et rigoureuse, incluant 147 études publiées sur les plantes GM au cours des 20 dernières années, a confirmé les bénéfices importants et multiples apportés par les plantes GM au cours des 20 dernières années (1995 - 2014).	2
Des millions de fermiers qui détestent les risques, tant petits que grands, du monde entier, ont conclu que les retours de cultures GM sont importants, d'où un taux de replantation virtuel de 100%. Le bon retour sur investissement est le test critique utilisé par les fermiers lorsqu'ils jugent la performance de n'importe quelle technologie.	2
28 pays, au lieu de 27 en 2013, ont cultivé des plantes GM en 2014.	3
Le Bangladesh, un des pays les plus petits et le plus pauvres du monde, a autorisé et commercialisé un brinjal Bt en un temps record en 2014. Le Vietnam et l'Indonésie ont évolué vers la culture de leur première plante GM en 2015, soit un total de 9 pays cultivant des plantes GM en Asie.	3
Augmentation de l'adoption de maïs GM tolérant à la sécheresse aux USA	3
Une sélection de "nouvelles" cultures GM vient d'être autorisée et devrait être commercialisée à partir de 2015 ; elle comprend deux nouvelles plantes alimentaires de base, la pomme de terre et le légume brinjal (aubergine).	3
18 millions de fermiers bénéficient des cultures GM. 90% d'entre eux sont des petits fermiers pauvres.	8
Pour la troisième année consécutive, en 2014, les pays en voie de développement ont semé plus de plantes GM que les pays industrialisés.	8
Les caractères empilés occupaient 28% des 181 millions d'hectares totaux.	9
Les 5 pays en voie de développement, chef de files pour la biotechnologie dans trois continents du sud, Brésil et Argentine en Amérique Latine, Inde et Chine en Asie, et Afrique du Sud sur le continent africain, ont cultivé 47% du total mondial des cultures GM et représentent ~41% de la population mondiale.	9
Les USA conservent leur rôle de chef de file et, en 2014, l'augmentation d'une année sur l'autre des superficies cultivées était supérieure à celle du Brésil, pays qui a connu la plus forte augmentation durant les cinq dernières années.	9
Le Brésil conserve la seconde place derrière les USA pour la superficie de cultures GM.	9
Le Canada a augmenté la superficie des cultures GM alors que celles de l'Australie diminuent à cause d'une sécheresse sévère.	10
L'Inde continue à beaucoup profiter du coton Bt.	10
Situation des plantes GM en Chine	10

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

	Page Number
Situation en Afrique	11
Cinq pays de l'UE ont planté 143'016 hectares de maïs Bt. L'Espagne était de loin le grand adoptant, cultivant 92% de la superficie totale de maïs Bt en UE.	11
Situation des événements autorisés de plantes GM	11
La valeur mondiale des graines GM seules était de ~ 15,7 milliards de dollars US en 2014	12
Perspectives	12
Commentaires de clôture	19
Etude de cas 1 – Brinjal Bt résistante aux Insectes (RI) au Bangladesh	21
Etude de cas 2 – Soja tolérant aux herbicides (HT) au Brésil	22
Etude de cas 3 – Canne à sucre tolérante à la sécheresse (TS) en Indonésie	23
Etude de cas 4 – Maïs tolérant à la sécheresse (TS) pour l'Afrique WEMA (Afrique du Sud, Kenya, Ouganda, Mozambique et Tanzanie)	24

RÉSUMÉ

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

Par

Clive James, Fondateur et Président Emérite de l'ISAAA

*Dédié au dernier Prix Nobel de la Paix, Norman Borlaug,
Patron fondateur de l'ISAAA, pour le centenaire de sa naissance, le 25 mars 2014*

Fait remarquable, en 2014 les superficies mondiales de cultures GM ont continué à augmenter pendant la 19^{ème} année consécutive de commercialisation. 18 millions de fermiers de 28 pays ont planté plus de 181 millions d'hectares en 2014, au lieu de 175 millions dans 27 pays en 2013. Notamment, le Bangladesh, petit pays pauvre, a autorisé l'aubergine/brinjal Bt pour la première le 30 octobre 2013, et en un temps record, moins de 100 jours après l'autorisation, le brinjal Bt a été commercialisé pour les petits fermiers, le 22 janvier 2014. La pomme de terre Innate™, une autre culture alimentaire, a été autorisée aux USA en novembre 2014. Elle comporte des niveaux d'acrylamide, un carcinogène potentiel chez les humains, plus bas ainsi que des niveaux plus bas de pertes dues aux meurtrissures. La pomme de terre est la 4^{ème} culture de base la plus importante dans le monde. Un produit sûr et qui diminue les pertes d'une plante multipliée végétativement et périssable, peut contribuer à une meilleure productivité et sécurité alimentaire. Aussi en novembre 2014, une nouvelle luzerne GM (event KK179) avec une moins de lignine, ce qui conduit à une meilleure digestibilité et productivité, a été autorisée pour la culture aux USA. Le premier maïs GM tolérant à la sécheresse, cultivé aux USA en 2013 sur 50'000 hectares, a été cultivé en 2014 sur une superficie 5 fois plus grande de 275'000 hectare, reflet d'une forte acceptation par les fermiers US. Fait important, une méta-analyse mondiale détaillée de 2014, portant sur 147 études sur les plantes GM publiées pendant les 20 dernières années dans le monde, a confirmé les bénéfices importants et multiples apportés par les plantes GM durant les 20 dernières années, de 1995 à 2014. En moyenne, l'adoption de la technologie GM a réduit l'utilisation de pesticides chimiques de 37%, augmenté les rendements des cultures de 22% et les profits des fermiers de 68%. Ces résultats corroborent les résultats précédents et cohérents d'autres études annuelles mondiales qui ont estimé l'augmentation de la productivité agricole à 133,3 milliards de \$ US pour la période 1996-2013.

Introduction

Ce résumé se concentre sur les faits saillants de la Brief 49 de l'ISAAA, dont les détails sont présentés et discutés dans la Brief "Situation Mondiale des Cultures GM : 2014".

Les superficies des cultures GM ont augmenté encore une fois en 2014, 19^{ème} année consécutive de commercialisation.

Une superficie record de 181,5 millions d'hectares de plantes a été cultivée dans le monde en 2014, soit un taux de croissance annuelle de 3 à 4% ou 6,3 millions d'hectares supplémentaires par rapport aux 175,2 millions d'hectares de 2013. En 2014, 19^{ème} année de commercialisation, 1996-2014, la croissance a continué après 18 années consécutives de croissance annuelle, avec, notamment, un taux de croissance à deux chiffres pour 12 des 18 années.

Les plantes GM sont la technologie végétale la plus rapidement adoptée

La superficie mondiale des plantes GM a augmenté de plus de 100 fois, passant de 1,7 millions d'hectares en 1996 à 181,5 millions d'hectares en 2014. Ceci fait des plantes GM, la technologie végétale la plus rapidement adoptée de l'histoire récente. Ce taux d'adoption, très impressionnant, parle de lui-même en terme de développement durable, de résilience et de bénéfices significatifs que les cultures GM apportent tant aux petits qu'aux grands fermiers ainsi qu'aux consommateurs.

Une méta-analyse détaillée, nouvelle et rigoureuse, incluant 147 études publiées sur les plantes GM au cours des 20 dernières années, a confirmé les bénéfices importants et multiples apportés par les plantes GM au cours des 20 dernières années (1995 - 2014).

La méta-analyse réalisée par Klumper et Qaim (2014) comprend 147 études sur les plantes GM publiées lors des 20 dernières années, en utilisant des données primaires d'études détaillées de fermes ou d'essais en champs dans le monde et rapportant les impacts du soja, maïs ou coton GM sur les rendements des cultures, l'utilisation de pesticides et/ou les profits des fermiers. La méta-analyse a conclu que **« en moyenne l'adoption de la technologie GM a réduit l'utilisation de pesticides chimiques de 37%, augmenté le rendement des cultures de 22 % et le profit des fermiers de 68%. Les gains de rendements et la diminution des pesticides sont plus importants pour les cultures résistantes aux insectes que pour celles qui sont tolérantes aux herbicides. Les gains de rendement et de profit sont supérieurs dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés »**. Les auteurs ont conclu que **« cette méta-analyse confirme que, malgré l'hétérogénéité de l'impact, les bénéfices agronomiques et économiques moyens des plantes GM sont vastes et importants. Les impacts varient en particulier en fonction du caractère modifié et de la région géographique. Les gains de rendement et les réductions de pesticides sont plus importants pour les plantes résistantes aux insectes que pour celles tolérantes aux herbicides. Les gains de rendement et de profit pour les fermiers sont supérieurs dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés. Des études d'impact récentes ont utilisé de meilleures données et méthodes que les études précédentes mais ces améliorations dans la conception de l'étude ne réduisent pas les estimations des avantages des cultures GM. Au contraire, les rapports des ONG et les autres publications sans examen scientifique par des pairs semblent biaiser l'impact vers le bas. Mais même avec de tels biais, les effets moyens restent importants »**. Les auteurs de la méta-analyse notent qu'elle révèle **« des preuves solides des bénéfices des plantes GM pour les fermiers dans les pays industrialisés et en voie de développement »**. Il faut noter que les résultats de cette méta-analyse corroborent ceux d'études précédentes examinées par des pairs comprenant l'étude de l'impact annuel mondial réalisée par Brookes et Barfoot de PG Economics et régulièrement référencée dans les Briefs annuelles de l'ISAAA.

Des millions de fermiers qui détestent les risques, tant petits que grands, du monde entier, ont conclu que les retours de cultures GM sont importants, d'où un taux de replantation virtuel de 100%. Le bon retour sur investissement est le test critique utilisé par les fermiers lorsqu'ils jugent la performance de n'importe quelle technologie.

Durant la période de 19 ans, 1996 - 2014, des millions de fermiers dans près de 30 pays du monde, ont adopté les plantes GM à un taux sans précédent. Le témoignage le plus impérieux et crédible pour les plantes GM est que, durant cette période de 19 ans, de 1996 à 2014, des millions de fermiers dans ~30 pays du monde, ont choisi de faire plus de 100 millions de décisions indépendantes de planter et replanter une superficie accumulée de plus de 1,8 milliards d'hectares, plus de 4 milliards d'acres, pour la première fois en 2014. C'est une superficie équivalente à plus de 180% à la taille totale des terres des USA ou de la Chine, ce qui représente une superficie énorme. C'est une des principales et écrasantes raisons qui sous-tendent la confiance dans la biotechnologie de fermiers qui détestent le risque. Les plantes GM apportent des bénéfices socio-économiques et environnementaux importants et durables. Des études analytiques détaillées réalisées

par de nombreuses organisations incluant l'étude 2011 de l'UE ont confirmé que les plantes GM sont sans danger et qu'elles apportent des bénéfices agronomiques et environnementaux importants et entraînent des réductions importantes de l'utilisation de pesticides.

28 pays, au lieu de 27 en 2013, ont cultivé des plantes GM en 2014.

Parmi les 28 pays qui ont cultivé des plantes GM en 2014 (Table 1 et Figure 1), 20 étaient des pays en voie de développement (y compris le nouveau pays cultivant des plantes GM, le Bangladesh) et seul 8 des pays industrialisés. Chacun des pays du Top 10, dont 8 étaient des pays en voie de développement, cultivaient plus d'un million d'hectares, fournissant une fondation mondiale large pour une croissance continue et diversifiée dans le futur. Plus de la moitié de la population mondiale, ~60% soit ~4 milliards de personnes, vit dans les 28 pays cultivant des plantes GM.

Le Bangladesh, un des pays les plus petits et le plus pauvres du monde, a autorisé et commercialisé un brinjal *Bt* en un temps record en 2014. Le Vietnam et l'Indonésie ont évolué vers la culture de leur première plante GM en 2015, soit un total de 9 pays cultivant des plantes GM en Asie.

Le Bangladesh a autorisé une plante GM (brinjal/aubergine *Bt*) pour la culture pour la première fois le 30 octobre 2013 et, en un temps record, moins de 100 jours après l'autorisation, la commercialisation a commencé le 22 janvier 2014 lorsque 20 très petits fermiers ont planté leur première culture de brinjal *Bt*. Un total de 120 fermiers a cultivé 12 hectares de brinjal *Bt* en 2014. Cette prouesse, qui est un excellent modèle de travail pour d'autres petits pays pauvres, n'aurait pu être réussie sans une forte volonté politique et le soutien du gouvernement, en particulier du Ministre de l'Agriculture, Matia Chowdhury. Cette autorisation du Bangladesh est importante dans le sens qu'elle sert de modèle exemplaire pour d'autres petits pays pauvres. Aussi, très important, le Bangladesh a brisé l'impasse expérimenté en essayant d'obtenir l'autorisation pour la commercialisation du brinjal *Bt* tant en Inde qu'aux Philippines.

Il faut noter qu'en Asie, deux autres pays en voie de développement, le Vietnam et l'Indonésie ont aussi autorisé la culture de plantes GM en 2014 pour une commercialisation en 2015 (ces superficies ne sont pas comprises dans la base de données de cette Brief). Le Vietnam a autorisé le maïs GM et l'Indonésie une canne à sucre tolérante à la sécheresse pour l'alimentation, tandis que l'autorisation pour l'alimentation animale est en suspens. 50 hectares de canne à sucre GM ont été plantés en 2014 pour produire des graines qui devraient être commercialisées en 2015. En rajoutant le Vietnam et l'Indonésie, cela amène à un total de 9 pays commercialisant les plantes GM en Asie.

Augmentation de l'adoption de maïs GM tolérant à la sécheresse aux USA

La superficie estimée du maïs DroughtGard™ contenant l'évènement MON 87460 cultivé pour la première fois aux USA en 2013 sur 50'000 hectares a augmenté pour occuper environ 275'000 hectares en 2014. Cela équivaut à une forte augmentation de 5,5 fois d'une année sur l'autre entre 2013 et 2014, ce qui est le reflet de la forte acceptation des fermiers US pour la technologie GM du premier maïs tolérant à la sécheresse à être déployée dans le monde. Il faut noter que l'évènement MON 87460 a été offert par Monsanto au WEMA (Water Efficient Maize for Africa), un partenariat public-privé (PPP) créé pour apporter le premier maïs tolérant à la sécheresse sélectionné pour les pays africains en 2017.

Une sélection de "nouvelles" cultures GM vient d'être autorisée et devrait être commercialisée à partir de 2015. Elle comprend deux nouvelles plantes alimentaires de base, la pomme de terre et le légume brinjal (aubergine).

En 2014, les USA ont autorisé les deux nouvelles plantes GM suivantes pour une culture dès 2015 : pomme

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

Table 1 : Superficies mondiales des cultures GM en 2014: par pays (en millions d'hectares)**

Rang	Pays	Superficie (en millions d'hectares)	Plantes GM
1	USA*	73,1	Maïs, Soja, Coton, Colza, Betterave sucrière, Luzerne, Papaye, Courge
2	Brésil*	42,2	Soja, Maïs, Coton
3	Argentine*	24,3	Soja, Maïs, Coton
4	Inde*	11,6	Coton
5	Canada*	11,6	Colza, Maïs, Soja, Betterave sucrière
6	Chine*	3,9	Coton, Papaye, Peuplier, Tomate, Poivron
7	Paraguay*	3,9	Soja, Maïs, Coton
8	Pakistan*	2,9	Coton
9	Afrique du Sud *	2,7	Maïs, Soja, Coton
10	Uruguay*	1,6	Soja, Maïs
11	Bolivie*	1,0	Soja
12	Philippines*	0,8	Maïs
13	Australie*	0,5	Coton, Colza
14	Burkina Faso*	0,5	Coton
15	Birmanie*	0,3	Coton
16	Mexique*	0,2	Coton, Soja
17	Espagne *	0,1	Maïs
18	Colombie*	0,1	Coton, Maïs
19	Soudan*	0,1	Coton
20	Honduras	<0,1	Maïs
21	Chili	<0,1	Maïs, Soja, Colza
22	Portugal	<0,1	Maïs
23	Cuba	<0,1	Maïs
24	République Tchèque	<0,1	Maïs
25	Roumanie	<0,1	Maïs
26	Slovaquie	<0,1	Maïs
27	Costa Rica	<0,1	Coton, Soja
28	Bangladesh	<0,1	Brinjal/Aubergine
Total		181,5	

* 19 méga-pays biotech cultivant au moins 50'000 hectares de cultures GM

** Arrondi à la centaine de millier la plus proche

Source: Clive James, 2014.

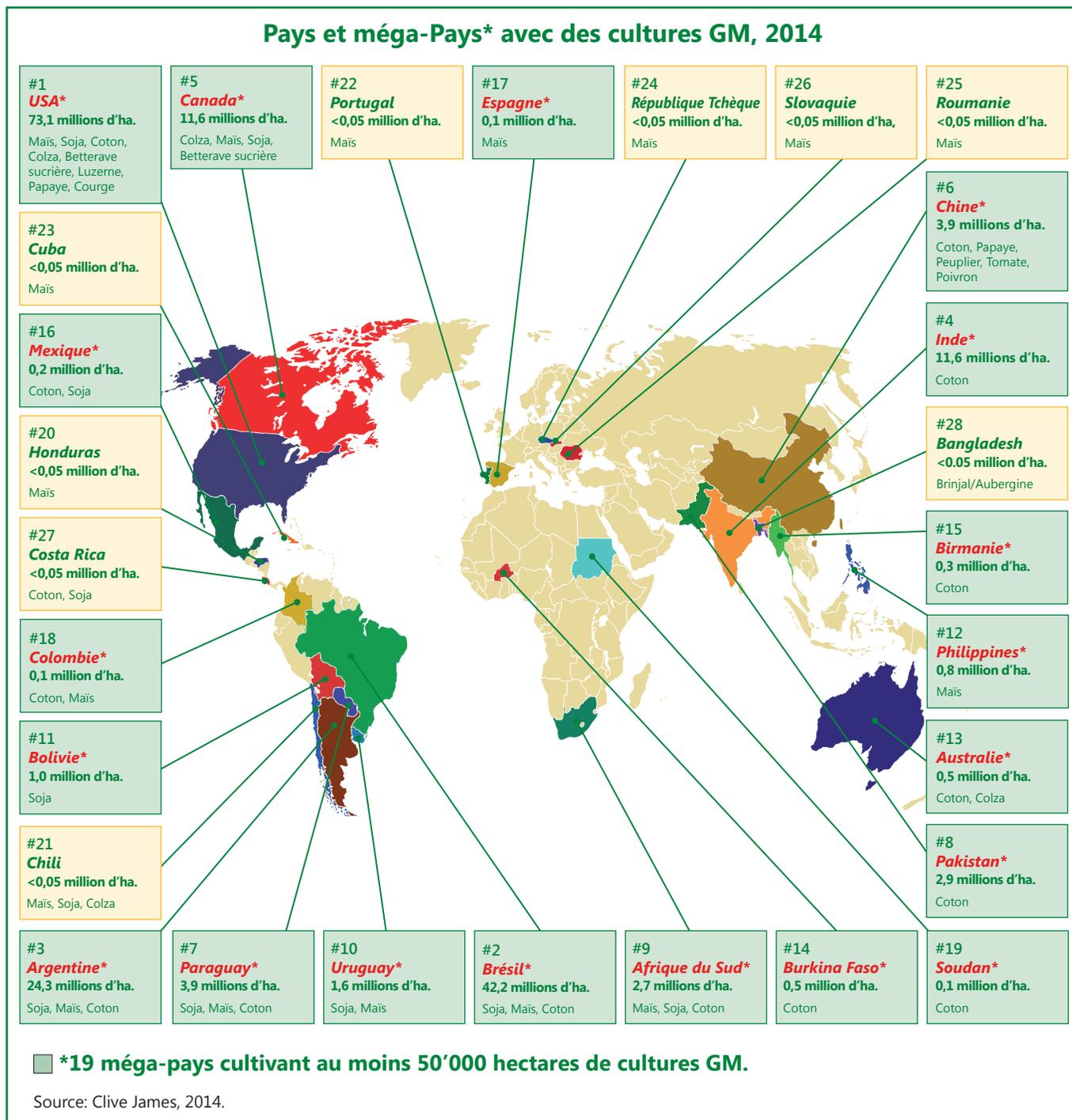


Figure 1 : Carte mondiale des pays et méga-pays GM en 2014

de terre Innate™, un aliment de base contenant de plus bas niveaux d'acrylamide, un carcinogène potentiel, et présentant moins de pertes dues aux meurtrissures ainsi qu'une luzerne contenant moins de lignine, avec l'évènement KK179, qui sera commercialisée sous le nom HarvXtra™ présentant une plus haute digestibilité et un rendement plus élevé. Un autre produit Enlist™ Duo est un exemple représentatif de la seconde génération de produits tolérants aux herbicides avec une double-action / systèmes de gestion des mauvaises herbes pour gérer les mauvaises herbes résistantes aux herbicides. D'autres exemples dans la même classe comprennent un soja dicamba/glyphosate ou le soja tolérant au glufosinate avec l'évènement SYHTOH2, à l'isoxaflutole et au mésotrione. Enlist™ Duo présente une tolérance aux herbicides glyphosate et 2,4-D chez le soja et le maïs. L'Indonésie a autorisé une canne à sucre tolérante à la sécheresse, planifiant de la cultiver en 2015 et le Brésil a deux produits, Cultivance™, un soja tolérant aux herbicides et un haricot résistant aux virus fait maison qui seront commercialisés en 2016. Enfin, le Vietnam a autorisé le maïs GM (tolérance aux herbicides et résistance aux insectes) pour la première fois, la culture étant prévue en 2015. En résumé, en plus des cultures actuelles d'aliments GM qui bénéficient directement aux consommateurs (maïs blanc en Afrique du Sud, betterave sucrière et maïs doux aux USA et au Canada ; papaye et courge aux USA), de nouvelles cultures alimentaires GM dont la reine des légumes (brinjal) au Bangladesh et la pomme de terre, le 4^{ème} aliment de base le plus important du monde aux USA.

- **La pomme de terre Innate™** développée par l'entreprise privée, Simplot aux USA, a été autorisée pour la commercialisation par l'APHIS/USDA en novembre 2014. Innate™ présente des niveaux d'acrylamide, un carcinogène potentiel, inférieur de 50 à 75%. L'acrylamide est produit lorsque les pommes de terre sont cuites à hautes températures. La pomme de terre Innate™ est aussi moins sensible aux meurtrissures. Etant donné que la pomme de terre est un produit alimentaire périssable, la qualité peut être impactée de manière importante et négative par des dommages aux tubercules durant la récolte, la manipulation ou la transformation. Les pommes de terre Innate™ sont un excellent exemple de la manière dont les plantes GM peuvent améliorer la sécurité et la qualité des aliments et apporter des bénéfices pour tous les acteurs, cultivateurs, transformateurs et consommateurs. Il faut noter que la pomme de terre Innate™ a été développée par le transfert de gènes d'une variété de pomme de terre à une autre. Simplot a affirmé que la pomme de terre Innate™ est un produit sans danger et supérieur qui apporte les bénéfices suivants aux fermiers, transformateurs et consommateurs : niveaux plus bas d'asparagine, qui, à son tour, diminue le potentiel pour la production d'acrylamide non souhaitée, un carcinogène potentiel, lorsque les pommes de terre sont cuites à haute température ; pas de changement de couleur lorsqu'elles sont pelées ; moins de points dus aux meurtrissures et meilleure conservation, diminution des pertes contribuant à la sécurité alimentaire. L'étude des consommateurs de Simplot indique que 91% des sondés étaient à l'aise avec la méthode d'amélioration Innate™. La technologie ARN interférence a été utilisée pour éteindre quatre gènes qui ont diminué les niveaux d'enzymes, qui, à leur tour, ont conduit à une diminution du niveau d'acrylamide. L'entreprise a prévu de commencer la commercialisation sur une superficie modeste en 2015, privilégiant le marché de la pomme de terre fraîche et celui des chips de pomme de terre tout en séparant la production de Innate™ des pommes de terre traditionnelles destinées au marché de l'exportation. Simplot prévoit de soumettre des demandes sur les principaux marchés : Canada, Mexique et Japon.

L'autorisation de la variété Innate™ pourrait ouvrir de nouvelles opportunités pour les pommes de terre GM dans le monde. La pomme de terre est le quatrième aliment de base le plus important dans le monde après le riz, le blé et le maïs. Les contraintes de la protection végétale sont importantes dans la production de la pomme de terre car c'est une plante propagée végétativement pour laquelle les tubercules et non les « vraies graines » sont utilisés pour la multiplication commerciale de la plante. Donc, contrairement aux cultures multipliées par les graines, les pommes de terre ne bénéficient pas des barrières naturelles fournies par la graine pour bloquer la transmission de nombreux pathogènes des plantes. De ce fait, comme les autres cultures à tubercules, la fréquence et l'importance des maladies est élevée chez la pomme de terre, en comparaison avec les plantes multipliées par graines. Les pertes mondiales de rendement chez la pomme de terre dues aux pathogènes fongiques et bactériens sont estimées à 22%, plus 8% pour les virus soit un total

de 30% pour toutes les maladies. Les pertes dues aux maladies s'additionnent aux pertes estimées à 18% pour les insectes nuisibles et 23% pour les mauvaises herbes. Sans la protection des cultures, jusqu'à 70% de la production de pomme de terre réalisable pourraient potentiellement être perdus avec des nuisibles comme le doryphore, les vecteurs de virus (aphides et cicadelles), les maladies causées par des champignons, bactéries et un ensemble de virus, dont le virus Y de la pomme de terre (PVY) et le virus de l'enroulement des feuilles de pomme de terre (PLRV) ainsi que les nématodes, qui causent des pertes dévastatrices dans des zones localisées. Les programmes de certification des semences, pour la croissance en champs de tubercules destinés à la multiplication, et les systèmes de culture de tissus de plantes, nécessitant tous les deux des infrastructures ainsi que l'utilisation récurrente de ressources pour produire des stocks de pomme de terre saines chaque année, sont utilisés dans les pays industrialisés pour fournir un contrôle efficace de quelques maladies, en particulier des virus transportés par les insectes y compris PVY et PLRV. La certification n'est pas très efficace contre la dispersion du mildiou destructeur et la certification nécessite des infrastructures adaptées qui ne sont souvent pas disponibles dans les pays en voie de développement. Ainsi, les pommes de terre subissent de pertes très importantes dues aux nuisibles et aux maladies, que la biotechnologie peut contrôler efficacement.

Parmi les nombreux nuisibles qui attaquent la pomme de terre, le mildiou (causé par le champignon *Phytophthora infestans*) est la maladie la plus importante individuellement, comptant pour jusqu'à 15% des pertes de rendement de pomme de terre dues à des nuisibles des végétaux, la maladie responsable de la famine irlandaise de 1845. Plus de 150 ans après la famine, la technologie traditionnelle n'a toujours pas réussi à apporter une résistance et le mildiou est encore la maladie de la pomme de terre la plus importante, responsable de pertes économiques de 7,5 milliards de dollars par an dans le monde. La pomme de terre est largement cultivée dans les pays en voie de développement comme le Bangladesh, l'Inde et l'Indonésie, dans lesquels des essais en champs sont en cours pour évaluer la résistance de pomme de terre GM au mildiou. L'autorisation de la pomme de terre Innate™ aux USA pourrait avoir des implications importantes dans le monde, en particulier dans les pays en voie de développement, parce qu'elle ouvre de nouvelles opportunités pour utiliser la biotechnologie à une « nouvelle » culture en empilant plusieurs caractères importants déjà développés (résistance au mildiou), autorisés (Innate™) ou déjà commercialisés (PVY, PLRV et *Bt* aux USA à la fin des années 1990). Il faut noter que, récemment, Simplot a été le pionnier pour cette stratégie en mettant une licence sur les pommes de terre GM résistantes au mildiou de l'Institut John Innes au Royaume-Uni et qu'il a développé une pomme de terre Innate™ améliorée possédant une résistance au mildiou, un potentiel pour un faible niveau d'acrylamide, une diminution des tâches noires dues aux meurtrissures et une baisse des sucres réducteurs. L'entreprise a fait une demande à l'APHIS pour que les produits améliorés Innate™ ne soient pas réglementés. L'APHIS a déjà invité le public à commenter la demande.

- **Une luzerne contenant moins de lignine, évènement KK179**, qui sera commercialisé sous le nom HarvXtra™, vient d'être déréglémentée par l'APHIS pour la culture aux USA. La luzerne est une plante pérenne. Elle occupe la 4ème place en terme de superficie aux USA après le maïs, le soja et le blé, soit jusqu'à 8-9 millions d'hectares. C'est la principale culture fourragère aux USA et dans le monde, où elle occupe environ 30 millions d'hectares. La luzerne GM tolérante à l'herbicide RR® est déjà cultivée aux USA depuis 2005. En novembre 2014, les USA ont autorisé la culture de la luzerne GM, évènement KK179, commercialisée sous le nom HarvXtra™, comme un empilement avec la luzerne RR® avec une réduction de la lignine pouvant atteindre 22% par rapport à la luzerne traditionnelle au même stade de croissance. Cela résulte en une réduction de l'accumulation totale de lignine dans le fourrage de luzerne. Les taux de lignine dans le fourrage avec l'évènement KK179 sont généralement semblables à ceux obtenus dans les fourrages traditionnels récoltés plusieurs jours plus tôt dans des conditions de production similaires. La réduction de la lignine augmente la qualité du fourrage par rapport au fourrage traditionnel de même âge, maximise le rendement de fourrage en retardant la récolte de plusieurs jours et donne plus de flexibilité aux fermiers pour la période de récolte. Ainsi, l'évènement KK179 maximise la qualité du fourrage avec des taux de lignine moins élevés; optimise les rendements de fourrage en permettant aux fermiers de retarder la récolte de plusieurs jours durant lesquels

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

la biomasse s'accumule et permet des calendriers de récolte plus souples permettant de faire face à des climats défavorables et des calendriers de travail variables.

- **Enlist™ Duo** est un exemple représentatif de la seconde génération de produits tolérants à un herbicide caractérisant une action double / systèmes de gestion des mauvaises herbes pour faire face aux mauvaises herbes résistantes à un herbicide. D'autres exemples de cette classe sont le soja dicamba/glyphosate ou le soja avec l'évènement SYHTOH2 tolérant aux herbicides gufosinate, isoxaflutole et mesotrione. Les produits **Enlist™ Duo** contiennent deux gènes empilés qui confèrent une tolérance aux herbicides glyphosate et 2,4-D choline. Le produit a été déréglementé aux USA pour gérer un large spectre de mauvaises herbes y compris des adventices difficiles à contrôler et résistantes comme l'amarante Palmer, l'acnide tubéreuse et l'herbe à poux résistantes au glyphosate. Les fermiers cultivant du maïs et du soja peuvent utiliser les graines Enlist™ Duo comme un composant de leurs pratiques de rotation de diverses semences et produits tolérants aux herbicides sur leurs fermes, une stratégie importante pour conserver la valeur, l'efficacité et le développement durable des cultures tolérantes aux herbicides. Un lancement complet des produits Enlist attend une autorisation d'importance en suspens en Chine qui a autorisé le dernier produit en juin 2013 ; une autorisation asynchrone pour la culture et l'importation de nouveaux produits est un défi important qui nécessite une attention immédiate de tous les acteurs.

18 millions de fermiers bénéficient des cultures GM. 90% d'entre eux sont des petits fermiers pauvres.

En 2014, environ 18 millions de fermiers, les mêmes qu'en 2013, ont cultivé des plantes GM. Fait remarquable, environ 90% soit 16,5 millions, étaient des petits fermiers pauvres détestant le risque de pays en voie de développement. En Chine, 7,1 millions de petits fermiers ont profité du coton GM et en Inde, 7,7 millions de fermiers ont bénéficié de la culture de plus de 15 millions d'hectares de coton *Bt* au total. Les dernières données économiques provisoires disponibles pour la période 1996 -2013 indiquent que les fermiers ont gagné 16,2 milliards de dollars US en Chine et 16,7 milliards de dollars US en Inde. En plus des bénéfices économiques, les fermiers ont énormément profité d'une diminution d'au moins 50% du nombre de traitements insecticides, réduisant ainsi l'exposition des fermiers aux insecticides et, fait important, cela a contribué à un environnement plus durable et une meilleure qualité de vie.

Pour la troisième année consécutive, en 2014, les pays en voie de développement ont semé plus de plantes GM que les pays industrialisés.

Les fermiers d'Amérique Latine, d'Asie et d'Afrique ont collectivement semé 96 millions d'hectares soit 53% des 181 millions d'hectares GM cultivés dans le monde (au lieu de 54% en 2013) à comparer aux 85 millions d'hectares des pays industrialisés ou 47% (au lieu de 46% en 2013). Cela équivaut à une différence de 11 millions d'hectares en faveur des pays en voie de développement. A long terme, cette tendance devrait continuer malgré le fait qu'en 2014 les USA ont eu la plus forte augmentation (3,0 millions d'hectares) alors que le Brésil (avec une augmentation de 1,9 millions d'hectares en 2014) a eu la plus forte augmentation d'une année à l'autre pendant les cinq dernières années. Le fait que la superficie soit plus élevée dans les pays en voie de développement est contraire aux prédictions des opposants qui, avant la commercialisation de la technologie en 1996, avaient déclaré prématurément que les plantes GM étaient destinées uniquement aux pays industrialisés et ne seraient jamais acceptées et adoptées par les pays en voie de développement, en particulier les petits fermiers pauvres.

Durant la période 1996-2013, les bénéfices économiques prévisionnels cumulés dans les pays industrialisés étaient de 65,2 milliards de \$ US et de 68,1 milliards de \$ US dans les pays en voie de développement. En 2013, les pays en voie de développement ont perçu 49,5% (soit 10,1 milliards de \$ US) du bénéfice total de 20,4 milliards de \$ US, les pays industrialisés percevant 10,3 milliards de \$ US (Brookes and Barfoot, 2015, A venir).

Les caractères empilés occupaient 28% des 181 millions d'hectares totaux.

Les caractères empilés ont continué à être une caractéristique importante et croissante des plantes GM. 13 pays ont cultivé des plantes GM avec au moins 2 caractères en 2014, dont 10 pays en voie de développement. Environ 51 millions d'hectares, soit 28% des plus de 181 millions d'hectares, étaient cultivés avec des plantes comportant des empilements de gènes en 2014, au lieu de 47 millions d'hectares, soit 27% des 175 millions d'hectares en 2013. Cette tendance constante et croissante d'augmentation de l'utilisation des empilements de caractères devrait se poursuivre. En 2014, 5,8 millions d'hectares de soja tolérant à un herbicide/Bt étaient cultivés au Brésil, en Argentine, au Paraguay et en Uruguay en Amérique Latine.

Les 5 pays en voie de développement, chef de files pour la biotechnologie dans trois continents du sud, Brésil et Argentine en Amérique Latine, Inde et Chine en Asie, et Afrique du Sud sur le continent africain, ont cultivé 47% du total mondial des cultures GM et représentent ~41% de la population mondiale.

Les cinq pays en voie de développement, chef de files en biotechnologie végétale, sur trois continents du sud sont la Chine et l'Inde en Asie, le Brésil et l'Argentine en Amérique Latine, et l'Afrique du Sud sur le continent africain. Ils ont collectivement cultivé 84,7 millions d'hectares (47% du total) et, ensembles, représentent ~41% de la population mondiale de 7 milliards, qui pourrait atteindre au moins 10,9 milliards au tournant du siècle en 2100. Fait remarquable, la population en Afrique sub-saharienne seule pourrait grimper de ~1 milliard par rapport à aujourd'hui (~13% du total) à la hauteur potentielle de 3,8 milliards (~38% du total) d'ici la fin du siècle en 2100. La sécurité alimentaire mondiale, aggravée par des prix alimentaires élevés et inabondables, est un défi formidable auquel les plantes GM pourraient contribuer même si elles ne sont pas la panacée.

Les USA conservent leur rôle de chef de file et, en 2014, l'augmentation d'une année sur l'autre des superficies cultivées était supérieure à celle du Brésil, pays qui a connu la plus forte augmentation durant les cinq dernières années.

Les USA ont continué à être le premier producteur de plantes GM dans le monde avec 73,1 millions d'hectares (40% du total) et un taux moyen d'adoption de plus de ~90% pour ses principales cultures GM. La croissance d'une année sur l'autre aux USA était en 2014 de 4%. Il faut noter que, en 2014, les USA ont augmenté les superficies (3,0 millions d'hectares) plus fortement qu'aucun autre pays dans le monde y compris le Brésil (1,9 millions d'hectares) qui avait enregistré les plus fortes augmentations de tous les pays du monde pour les cinq dernières années. La plus forte augmentation aux USA en 2014 était due principalement à une augmentation de 11% des superficies mondiales cultivées avec un record de 34,3 millions d'hectares de soja semés. Malgré des niveaux d'adoption très hauts en 2013, l'adoption en 2014 a augmenté pour chacune des trois principales cultures : l'adoption du soja a augmenté de 93% à 94%, celle du maïs de 90% à 93% et du coton de 90% à 96%.

Le Brésil conserve la seconde place derrière les USA pour la superficie de cultures GM.

En 2014, le Brésil se classe second derrière les USA pour la superficie des cultures GM dans le monde avec 42,2 millions d'hectares (au lieu de 40,3 millions en 2013). L'augmentation en 2014 était de 1,9 millions d'hectares soit un taux de croissance de 5%. Pendant les cinq dernières années, le Brésil a été le moteur de croissance dans le monde. En 2013, ses superficies de cultures GM ont augmenté de 3,7 millions d'hectares, plus que dans n'importe quel autre pays dans le monde. Cependant, en 2014, la plus forte augmentation d'une année sur l'autre a été observée aux USA avec 3,0 millions d'hectares. En 2014, le Brésil a cultivé 23% (comme en 2013) de la superficie mondiale de 181 millions d'hectares. Dans l'avenir, le Brésil devrait combler le fossé avec les USA. Un système d'autorisation efficace, basé sur la science, au Brésil facilite une adoption rapide. En 2014, le Brésil a cultivé commercialement, pour la seconde année, un soja avec un empilement de

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

résistance aux insectes et de tolérance aux herbicides sur 5,2 millions d'hectares, une forte augmentation par rapport aux 2,2 millions d'hectares en 2013. Fait notable, l'EMBRAPA, organisation brésilienne de R&D agricole, avec un budget annuel de 1 milliard de dollars US, a obtenu l'autorisation de commercialiser son haricot GM fait maison résistant aux virus dont la commercialisation est prévue pour 2016 ainsi qu'un soja tolérant aux herbicides qu'il a développé avec un partenariat public-privé avec BASF, et qui attend une autorisation d'importation de l'UE avant la commercialisation prévue en 2016.

Le Canada a augmenté la superficie des cultures GM alors que celles de l'Australie diminuent à cause d'une sécheresse sévère.

Le Canada a cultivé 11,6 millions d'hectares de cultures GM en 2014, au lieu de 10,8 millions d'hectares en 2013, car les fermiers ont semé plus de colza et de soja GM. Le Canada a semé 8 millions d'hectares de colza GM (95% d'adoption) et plus de 2 millions d'hectares de soja GM. L'Australie a connu une diminution de ~200'000 hectares de coton GM (99% d'adoption) à cause d'une sécheresse sévère. La diminution des semis de coton a été compensée par une augmentation de ~50% pour le colza tolérant aux herbicides de 342'000 hectares.

L'Inde continue à beaucoup profiter du coton *Bt*.

L'Inde a cultivé une superficie record de 11,6 millions d'hectares de coton *Bt* cultivé par 7,7 millions de petits fermiers avec un taux d'adoption de 95%, au lieu de 11,0 millions d'hectares en 2013. Fait notable, l'augmentation de 50'000 hectares de coton *Bt* en 2002 (année où le coton *Bt* a été commercialisé pour la première fois) à 11,6 millions d'hectares en 2014, représente une augmentation sans précédent de 230 fois en treize ans. Les dernières estimations prévisionnelles de Brookes et Barfoot indiquent que l'Inde a augmenté le revenu des fermes cultivant du coton *Bt* de 16,7 milliards de dollars US pendant la période de 12 ans, 2002 – 2013, et de 2,1 milliards de dollars US en 2013 seul, comme en 2012.

Situation des plantes GM en Chine

En 2014, 7,1 millions de petits fermiers (0,5 à 0,6 hectares/ferme) ont semé avec succès 3,9 millions d'hectares de coton GM avec un taux d'adoption de 93% parmi les 4,2 millions d'hectares plantés avec du coton. De plus, ~8'500 hectares de papayes résistantes aux virus ont été plantées à Guangdong, Hainan Island, et cette année dans la nouvelle province de Guangxi ainsi que ~543 hectares de peuplier *Bt*, comme l'année dernière. Malgré une diminution de la superficie totale de coton en Chine de 4,6 millions d'hectares en 2013 à 4,2 millions d'hectares en 2014 (principalement due aux faibles prix et aux fortes réserves de coton en Chine), l'adoption du coton *Bt* a augmenté de 90% en 2013 à 93% en 2014. Fait remarquable, les cultures de papayes résistantes aux virus ont augmenté de ~50%, passant de 5'800 hectares en 2013 à 8'475 hectares en 2014. En plus des 7,1 millions de fermiers bénéficiant directement du coton *Bt*, il pourrait y avoir 10 millions supplémentaires de fermiers bénéficiaires secondaires cultivant 22 millions d'hectares de plantes qui sont des hôtes alternatifs du ver de la capsule du cotonnier et qui bénéficient de la diminution de l'infestation du nuisible à cause de la plantation extensive du coton *Bt*. Donc, le nombre total actuel de fermiers bénéficiant du coton *Bt* en Chine seule pourrait facilement être supérieur à 7,1 millions de fermiers. Les dernières données prévisionnelles montrent que le bénéfice économique au niveau du fermier dû au coton *Bt* pour la période 1997 - 2013 était de 16,2 milliards de dollars US et de 1,6 milliards de dollars US pour la seule année 2013.

A court terme, le maïs GM, et, à long terme, le riz *Bt*, offrent des bénéfices importants et ont des répercussions capitales pour la Chine, l'Asie et le reste du monde, à court, moyen et long terme. Ceci est dû au fait que le riz est l'aliment de base le plus important et le maïs l'aliment pour animaux le plus important dans le monde. La recherche et la commercialisation du maïs *Bt* en Chine, du maïs tolérant à un herbicide et du maïs phytase ainsi que du riz GM, peuvent avoir une contribution potentielle importante pour les besoins mondiaux en

aliments destinés aux hommes et aux animaux ainsi que ceux de la Chine. Alors que le Président Xi Jinping a autorisé la technologie utilisée dans le soja et le maïs GM importés en très grandes quantités par la Chine (63 millions de tonnes de soja et 3,3 millions de tonnes de maïs en 2013), la production nationale d'aliment de base n'a pas été mise en place actuellement, bien que la papaye GM, consommée comme fruit/aliment frais soit largement acceptée avec des superficies qui ont augmenté de ~50% en 2014 pour atteindre plus de 8'000 hectares. Le Président Xi Jinping a déclaré à la Conférence du Parti Communiste en décembre 2013 que, parce que la technologie est nouvelle *"il est raisonnable que la société ait des opinions controversées et des doutes"*. Fait important, maintenant la Chine, via le Ministère de l'Agriculture, a lancé une grande campagne médiatique d'information nationale du public pour augmenter la sensibilisation du public à propos des plantes GM y compris les bénéfiques qu'elles offrent à la Chine. Un soutien fort et continu, prioritaire à la R&D pour les plantes GM en Chine (4 milliards de dollars US pour la période 2008 - 2020) reflète l'engagement à long terme du pays pour les plantes GM. La Chine importe des quantités de plus en plus grandes de maïs (dont ~90% de GM) et consomme un tiers de la production mondiale de soja. La Chine importe 65% des exportations mondiales de soja dont 90% est GM.

Situation en Afrique

L'Afrique continue à faire des progrès en 2014 avec le Soudan dont la superficie de coton *Bt* a augmenté de ~46% avec 90'000 hectares. Celles de l'Afrique du Sud et le Burkina Faso les ont diminué faiblement, principalement à cause de conditions de plantations incertaines. De manière encourageante, sept nouveaux pays africains supplémentaires (par ordre alphabétique) : Cameroun, Egypte, Ghana, Kenya, Malawi, Nigeria et Ouganda ont réalisé des essais en champs sur un large éventail de cultures de base et orphelines : riz, maïs, blé, sorgho, banane, manioc et patate douce. Le projet WEMA devrait apporter son premier maïs GM contenant un empilement de caractères, tolérance à la sécheresse et contrôle des insectes (*Bt*), en Afrique du Sud dès 2017, suivi par le Kenya et l'Ouganda, puis le Mozambique et la Tanzanie, soumis à une autorisation réglementaire.

Cinq pays de l'UE ont planté 143'016 hectares de maïs *Bt*. L'Espagne était, de loin, le grand adoptant, cultivant 92% de la superficie totale de maïs *Bt* en UE.

Cinq pays de l'UE, les mêmes que l'année dernière, ont planté 143'016 hectares de maïs *Bt*, soit une légère baisse de 3% par rapport à 2013 qui est principalement due à la diminution des cultures de maïs, en particulier en Espagne. L'Espagne a rapporté un taux record d'adoption de 31,6% et a cultivé 92% de tout le maïs *Bt* de l'UE. De faibles augmentations ont été rapportées dans trois pays : Portugal, Roumanie et Slovaquie ainsi que de légères diminutions dans deux pays, Espagne et République Tchèque. L'Espagne est à la première place dans l'UE avec 131'538 hectares de maïs *Bt*, 3% de moins que les 136'962 en 2014. Généralement dans les pays de l'UE, les fermiers ne sont pas incités à planter du maïs *Bt* à cause des effets négatifs des procédures de signalement onéreuses et très exigeantes pour les fermiers de l'UE.

Situation des évènements autorisés de plantes GM

Fin octobre 2014, un total de 38 pays (37 + EU-28) ont accordé des autorisations réglementaires à des plantes GM pour une utilisation en alimentation humaine, animale ou une libération volontaire dans l'environnement depuis 1994. De ces pays, 3'083 autorisations réglementaires ont été données par les autorités compétentes pour 27 cultures GM et 357 évènements GM. 1'458 autorisations sont destinées à une alimentation humaine (utilisation directe ou transformation), 958 pour une alimentation animale (utilisation directe ou transformation) et 667 pour une libération volontaire dans l'environnement ou la culture. Le Japon est le pays qui a le plus grand nombre d'évènements autorisés (201), suivi par les U.S.A. (171 sans les évènements empilés), le Canada (155), le Mexique (144), la Corée du Sud (121), l'Australie (100), la Nouvelle Zélande (88), Taiwan (79), les Philippines (75), l'Union Européenne (73 y compris les autorisations qui ont expiré ou qui sont en cours de

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

renouvellement), la Colombie (73), l'Afrique du Sud (57) et la Chine (55). Le maïs est la plante qui a encore le plus grand nombre d'évènements (136 évènements dans 29 pays), suivi par le coton (52 évènements dans 21 pays), le colza (32 évènements dans 13 pays), la pomme de terre (31 évènements dans 10 pays) et le soja (30 évènements dans 28 pays).

Parmi les évènements GM, le soja tolérant à un herbicide, évènement GTS-40-3-2, a le plus grand nombre d'autorisations (52 autorisations dans 26 pays + UE-28). Il est suivi par le maïs tolérant à un herbicide, évènement NK603, (52 autorisations dans 25 pays + UE-28), le maïs résistant aux insectes, MON810, (50 autorisations dans 25 pays + UE-28), le maïs résistant aux insectes *Bt11* (50 autorisations dans 24 pays + UE-28), le maïs résistant aux insectes ,TC1507, (47 autorisations dans 22 pays + UE-28), le maïs tolérant aux herbicides, GA21, (41 autorisations dans 20 pays + UE-28), le coton résistant aux insectes, MON531, (39 autorisations dans 19 pays + UE-28), maïs résistant aux insectes MON89034 (39 autorisations dans 22 pays + UE-28), soja tolérant aux herbicides A2704-12 (39 autorisations dans 22 countries + EU-28), maïs résistant aux insectes MON88017 (37 autorisations dans 20 pays + UE-28), maïs tolérant aux herbicides T25 (37 autorisations dans 18 pays + UE-28) et le coton résistant aux insectes MON 1445 (37 autorisations dans 17 pays + UE-28).

La valeur mondiale des graines GM seules était de ~ 15,7 milliards de dollars US en 2014

La valeur mondiale des graines GM seules était de ~ 15,7 milliards de dollars US en 2014. Une étude 2011 a estimé que le coût de la découverte, du développement et de l'autorisation d'un nouveau caractère GM est de ~ 135 millions de dollars US. En 2014, la valeur du marché mondial des plantes GM, estimée par Cropnosis, était de 15,7 milliards de dollars US, (en légère hausse de 15,6 milliards de dollars US en 2013). Cela représente 22% des 72,3 milliards de dollars US du marché mondial de protection des cultures en 2013, et 35% des 45 milliards de dollars US du marché commercial des graines. Les revenus de la ferme estimés au niveau mondial des « produits finis » récoltés commercialement (le grain GM et les autres produits récoltés) sont plus de 10 fois plus grands que la valeur des graines GM seules.

PERSPECTIVES

Nourrir le monde de 2050

Nourrir plus de 9 milliards de personnes en 2050 est un des, sinon LE défis le plus redoutable auquel l'humanité doit faire face durant les années restantes de ce siècle. Le fait que la majorité de la population mondiale n'est même pas au courant de l'ampleur de ce défi rend la tâche encore plus difficile. Les paragraphes suivants enregistrent quelques-uns des faits les plus saillants et critiques en relation avec la dimension de nourrir le monde de 2050 et après.

- La population mondiale, qui était de 1,7 milliards vers la fin du siècle en 1900, est maintenant de 7,2 milliards, et devrait grimper jusqu'à 9,6 milliards d'ici 2050, et être proche de 11 milliards à la fin de ce siècle en 2100. Globalement, 870 millions de personnes souffrent actuellement chroniquement de la faim et 2 milliards sont mal nourries.
- Par coïncidence, un changement se produit en faveur d'un régime plus riche en protéines moins efficace, y compris beaucoup plus de viande dans les pays en voie de développement les plus prospères menés par la Chine et l'Inde.
- Besoin d'augmenter la productivité des cultures, d'au moins 60% d'ici 2050 et de le faire avec une meilleure utilisation durable de moins de ressources : moins de terres, d'eau, d'engrais et de pesticides.
- Demande plus forte de biomasse végétale pour produire des biofiouls en réponse à un besoin croissant d'énergie à cause d'une population mondiale croissante plus exigeante et riche.

- Réponse aux nouveaux défis supplémentaires associés au changement climatique, avec des sécheresses plus fréquentes et sévères ayant des implications pour la disponibilité et l'utilisation de l'eau. L'agriculture utilise 70% de l'eau fraîche dans le monde, un taux qui ne sera pas durable en 2050 avec 2 milliards de personnes en plus.

Les taux de croissance de la productivité des cultures ont décliné à la suite de l'importante contribution des révolutions vertes du blé et du riz. Il est maintenant évident que la technologie végétale traditionnelle ne permettra pas seule de nourrir plus de 9 milliards de personnes en 2050, pas plus que la biotechnologie est une panacée. Une option proposée par la communauté scientifique mondiale est une approche équilibrée, sûre et durable, utilisant le meilleur de la technologie végétale traditionnelle (germplasme bien adapté) et le meilleur de la biotechnologie (caractères appropriés GM et non GM) pour atteindre une **intensification durable** de la productivité végétale sur les 1,5 milliards d'hectares de terres arables dans le monde. Les retours sur investissements en agriculture sont élevés et ils ont, de plus, un impact direct sur la diminution de la pauvreté, en particulier les petits fermiers pauvres et les ruraux sans terre qui dépendent de l'agriculture, représentant la majorité des personnes les plus pauvres du monde.

Contribution des plantes GM à la sécurité alimentaire, le développement durable et le changement climatique

Les données provisoires pour 1996 - 2013 ont montré que les plantes GM ont contribué à la sécurité alimentaire, le développement durable et le changement climatique en augmentant la production végétale (évaluée à 133,3 milliards de dollars US) ; en fournissant un meilleur environnement en économisant ~500 millions de kg i.a. de pesticides en 1996-2012 (en 2013 seul, les émissions de CO₂ ont été réduites de 28 milliards de kg, ce qui équivaut à enlever 12,4 millions de voitures des routes pendant une année) ; en conservant la biodiversité pendant la période 1996-2013 en économisant 132 millions d'hectares de terres; et en aidant à diminuer la pauvreté en aidant 16,5 millions de petits fermiers et leurs familles soit, au total, >65 millions de personnes, parmi les plus pauvres du monde. Les cultures GM peuvent contribuer à une stratégie d'"**intensification durable**" favorisée par de nombreuses académies scientifiques dans le monde, ce qui permet d'augmenter la productivité/production seulement sur les 1,5 milliards d'hectares actuels de terres cultivées dans le monde, sauvant ainsi des forêts et de la biodiversité. Les plantes GM sont essentielles mais elles ne sont pas la panacée et l'adhésion aux bonnes pratiques de cultures comme les rotations et la gestion des résistances, sont un plus pour les cultures GM comme elles le sont pour les plantes traditionnelles.

Contribution des plantes GM au développement durable

Les plantes GM contribuent au développement durable des cinq manières suivantes :

- **Contribution à la sécurité de l'alimentation humaine et animale ainsi qu'à l'approvisionnement en fibres et auto-suffisance, y compris prix plus abordables en augmentant la productivité et les bénéfices économiques durables au niveau de la ferme.**

Des gains économiques au niveau de la ferme de ~133,3 milliards de dollars US dans le monde proviennent des cultures GM durant une période de 18 ans, 1996 - 2013, dont 30% proviennent de la diminution des coûts de production (moins de labourage, moins de traitements pesticides et moins de travail) et 70% des importants gains de rendement de 441,4 millions de tonnes. La valeur correspondante pour l'année 2013 seule était de 88% du gain total de 20,4 milliards de dollars provenant de l'augmentation du rendement (équivalent à 64 millions de tonnes) et 12% dus à la diminution des coûts de production (Brookes et Barfoot, 2015, A venir).

- **Conservation de la biodiversité. Les plantes GM sont une technologie qui économise des terres**

Les cultures GM sont une technologie qui économise des terres, capable d'augmenter la productivité sur les 1,5 milliards d'hectares de terres cultivées actuellement et qui peuvent ainsi aider à empêcher la déforestation et protéger la biodiversité dans les forêts et autres sanctuaires in-situ de la biodiversité ; une stratégie d'intensification durable. Environ 13 millions d'hectares de biodiversité, forêts tropicales riches, sont perdus chaque année dans les pays en voie de développement. Si les 441,4 millions de tonnes d'aliments supplémentaires pour les hommes et les animaux ainsi que de fibres produits par les cultures GM lors de la période 1996 - 2013 n'avaient pas été produits par les cultures GM, 132 millions d'hectares supplémentaires (Brookes and Barfoot, 2015, à venir) de cultures traditionnelles auraient été nécessaires afin de produire le même tonnage. Certains de ces 132 millions d'hectares supplémentaires auraient certainement nécessité le labourage de terres marginales fragiles, pas adaptées à la production végétale et l'abattage de forêts tropicales, riche en biodiversité, pour faire la place à l'agriculture sur brûlis dans les pays en voie de développement, détruisant ainsi la biodiversité.

- **Contribution à la diminution de la pauvreté et de la faim**

Jusqu'à présent, le coton GM dans les pays en voie de développement comme la Chine, l'Inde, le Pakistan, la Birmanie, le Burkina Faso et l'Afrique du Sud a déjà apporté une contribution importante au revenu de 16,5 millions de petits fermiers pauvres en 2014. Cela pourrait être amélioré dans les dernières années de la décennie 2011 - 2020 principalement avec le coton et le maïs GM.

- **Réduction de l'empreinte environnementale de l'agriculture**

L'agriculture traditionnelle a eu un impact important sur l'environnement et la biotechnologie peut être utilisée pour réduire l'empreinte environnementale de l'agriculture. Les progrès réalisés jusqu'à aujourd'hui comprennent : une diminution importante des pesticides ; des économies de fioul fossiles ; une diminution des émissions de CO₂ via la diminution/absence de labourage ; et la conservation des sols et de l'humidité en optimisant la pratique de non-labourage via l'utilisation de la tolérance aux herbicides. La réduction accumulée des pesticides, basée sur les dernières informations pour la période 1996 - 2012, était estimée à ~500 millions de kilogrammes (kg) d'ingrédient actif (i.a.), une économie de 8,7% des pesticides, ce qui équivaut à une réduction de 18,5% de l'impact environnemental associé à l'utilisation de pesticides sur ces cultures, comme mesuré par le Quotient d'Impact Environnemental (EIQ). L'EIQ est une mesure basée sur divers facteurs contribuant à l'impact environnemental net d'un ingrédient actif individuel. Les données correspondantes pour la seule année 2012 étaient une réduction de 36 millions de kg i.a. (soit une économie de 8% de pesticides) et une réduction de 23,6% de l'EIQ (Brookes and Barfoot, 2014).

Accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau aura un impact important sur la conservation et la disponibilité de l'eau dans le monde. Soixante-dix pourcent de l'eau fraîche sont actuellement utilisés par l'agriculture mondiale et cela n'est évidemment pas durable pour l'avenir car la population augmentera d'environ 30% pour atteindre 9,6 milliards en 2050. Les premiers hybrides de maïs GM avec une certaine tolérance à la sécheresse ont été commercialisés en 2013 aux USA et le premier maïs tropical tolérant à la sécheresse est attendu pour ~2017 en Afrique sub-saharienne. La tolérance à la sécheresse devrait avoir un impact important sur des systèmes de culture plus durables dans le monde, en particulier dans les pays en voie de développement, où la sécheresse est susceptible d'être plus répandue et sévère que dans les pays industrialisés.

- **Aider à atténuer le changement climatique et à réduire les gaz à effet de serre**

Les préoccupations importantes et urgentes concernant l'environnement ont des implications pour les plantes GM qui contribuent à une réduction des gaz à effet de serre et aident à atténuer le changement climatique de deux manières principales ; premièrement, des économies permanentes dans les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) via une diminution de l'utilisation des fiouls fossiles, associées à une diminution des traitements insecticides et herbicides. Provisoirement, pour la seule année 2013, l'économie de CO₂ a été estimée à 2,1 milliards de kg, ce qui équivaut à réduire le nombre de voitures des routes de 0,93 million. Deuxièmement, des économies supplémentaires découlant des labours de conservation (besoin de moins ou absence de labourage facilité par les cultures de plantes GM tolérantes aux herbicides) dans les cultures GM pour la production d'aliments pour les hommes et les animaux et de fibres, conduit à une séquestration supplémentaire de carbone dans le sol équivalente, en 2013, à 25,9 milliards de kg of CO₂, soit à enlever 11,5 millions de voitures des routes pendant une année. Ainsi, en 2013, l'addition des économies permanentes et supplémentaires via la séquestration étaient équivalentes à une économie de 28 milliards de kg de CO₂ ce qui équivaut à enlever 12,4 millions des routes au lieu de 11,8 millions en 2012 (Brookes and Barfoot, 2015, A venir).

Les sécheresses, les inondations et les changements de températures devraient devenir plus fréquents et plus sévères car nous faisons face aux nouveaux défis associés au changement climatique. Par conséquent, des programmes de sélection plus rapides seront nécessaires afin de développer des variétés et des hybrides bien adaptés aux changements des conditions climatiques plus rapides. Plusieurs outils et techniques de plantes GM, y compris la culture de tissus, le diagnostic, la génomique, la sélection assistée par marqueurs (SAM) zinc fingers et TALENS et les plantes GM peuvent être utilisées collectivement pour 'accélérer la sélection' et aider à atténuer les effets du changement climatique. Les plantes GM contribuent déjà réduire les émissions de CO₂ en empêchant la nécessité de labourer une portion importante de terres arables, en conservant le sol, en particulier l'humidité et en réduisant les traitements de pesticides ainsi qu'en séquestrant le CO₂.

En résumé, collectivement les cinq axes ci-dessus ont déjà montré la capacité des plantes GM à contribuer à la durabilité de manière importante et à atténuer les formidables défis associés au changement climatique, réchauffement global ; le potentiel futur est énorme. Les plantes GM peuvent augmenter la productivité et les revenus de manière importante et, par conséquent, servir de moteur pour la croissance de l'économie rurale et contribuer ainsi à la diminution de la pauvreté pour les petits fermiers pauvres du monde.

Stewardship et gestion de la résistance des plantes GM

Les deux principaux caractères GM, résistance aux insectes (RI) et tolérance aux herbicides (TH), ont apporté une contribution énorme à la production mondiale d'aliments, pour les hommes et les animaux, ainsi que de fibres depuis la première autorisation de culture commerciale en 1996, il y a près de 20 ans. En 2014, les caractères de résistance aux insectes et de tolérance aux herbicides, ont été déployés isolément ou en empilements dans les quatre principales cultures GM, maïs, soja, coton et colza, et ont été semés sur 181 millions d'hectares au total dans 28 pays. De plus, durant la période de 19 ans, 1996-2014, les plantes GM RI/TH ont gagné la confiance de millions de fermiers dans le monde et, par conséquent, ont atteint une adoption presque optimale d'au moins 90% dans pratiquement tous les principaux pays cultivant des plantes GM. Les plantes GM RI/TH ont fourni un système complémentaire et alternatif aux systèmes de production traditionnels basés sur les pesticides. Elles ont été jugées, par les fermiers, efficaces, pratiques et respectueuses de l'environnement. Les deux mêmes caractères ont aussi été souvent incorporés dans un éventail de plantes GM dont la luzerne, le brinjal (aubergine), la betterave sucrière et le peuplier. Ces deux caractères ont aussi été incorporés avec succès dans deux autres cultures de base, riz et blé, pour un déploiement futur comme culture GM commerciale.

Indépendamment du fait que la technologie soit traditionnelle ou GM, l'adoption répandue des résistances aux insectes et des tolérances aux herbicides conduit, au fil du temps, à l'apparition de résistances chez les insectes nuisibles et les mauvaises herbes, diminuant ainsi leurs bénéfices pour les fermiers. **Les questions de gestion des résistances RI/TH ont été anticipées et discutées par la communauté scientifique, les régulateurs et les politiciens avant l'introduction des plantes GM en 1996.** Les approches politiques étaient considérées pour gérer la résistance des cultures RI/TH y compris le déploiement de refuges, l'intégration de stratégies de gestion des résistances aux insectes (IRM) et la surveillance après la libération des cultures GM pour une détection précoce de la résistance. Par coïncidence, de nouvelles méthodes scientifiques ont évolué autour du cumul de gènes et de l'empilement de caractères pour permettre une gestion plus efficace et de bonnes pratiques de cultures y compris la rotation ont joué un rôle important dans l'adoption avec succès à grande échelle et dans l'acceptation des plantes GM RI/TH depuis le tout début en 1996. Ces approches sont connues pour prolonger la vie des plantes GM et les rendre plus durables que les technologies traditionnelles, élargissant ainsi les bénéfices pour les fermiers de planter des plantes GM RI/TH saison après saison.

Comme attendu, des études ont confirmé que la première génération de caractères RI et TH est devenue sensible aux insectes nuisibles et aux adventives résistantes à des insectes. Des plantes GM avec des gènes RI/TH seuls ou empilés dont le maïs avec un(des) gène(s) seul ou multiple aux USA ont entraîné l'évolution de résistances chez les insectes nuisibles dans les champs. De ce fait, des approches pour gérer la résistance *Bt* doivent avoir une forte priorité, en particulier car un plus grand nombre de cultures comportent des gènes *Bt* (isolés ou empilés) et qui ont occupé 55 millions d'hectares en 2014. De même, plusieurs études indiquent qu'un grand nombre d'adventives ont montré une résistance lors de l'application d'herbicides, y compris pour le glyphosate très utilisé, limitant ainsi potentiellement l'utilisation future du produit dans sa forme actuelle. Ainsi, la gestion des résistances aux insectes et les bonnes pratiques pour les cultures GM RI/TH ont pris une plus grande importance et méritent une priorité et une attention appropriée et la mise en œuvre au niveau du champ.

Les deux décennies d'expérimentation et la tendance des développements technologiques suggèrent que les 12 éléments suivants doivent être pris en compte pour avoir une mise en œuvre efficace et stricte de la gestion des résistances et des bonnes pratiques :

- Plantation de refuges et méthodes innovantes pour les déployer dans des schémas simples mais créatifs comme les refuges dans un sac (RIB)
- Intégration de la gestion des résistances aux insectes (IRM) dans les systèmes de gestion intégrée des nuisibles (IPM)
- Application plus stricte de l'ensemble des pratiques recommandées
- Surveillance après la libération et communication en temps utile de la détection de résistances
- Garantir la pureté des graines et l'expression appropriée des caractères
- Garantir l'approvisionnement en graines RI/TH de qualité élevée
- Cumuler et empiler des gènes pour les caractères de résistance aux insectes et tolérance aux herbicides
- Intégration de multiples modes d'action pour les caractères RI/TH
- Développement de nouvelles technologies innovantes et plus résistantes capables d'inverser la résistance
- Remplacement rapide des produits RI/TH actuels par des versions améliorées
- Education, formation et sensibilisation de la communauté agricole dans la gestion des cultures GM RI/TH et,
- Renforcement de la conformité des exigences réglementaires

Aussitôt que possible, les autorisations pour les produits de la seconde génération de plantes RI/TH comme les produits Bollgard-III™ et Enlist™ avec des modes d'action doubles et triples pour les caractères de tolérance aux insectes et mauvaises herbes sont importantes et aident à surmonter les défis actuels de gestion

des résistances aux insectes et adventices des cultures RI/TH. L'utilisation à grande échelle de la stratégie 'refuge dans un sac' (RIB) et la conformité réglementaire doivent être mise en œuvre de manière stricte. **Fait important, tous les acteurs, dont la communauté scientifique, les fermiers, les décideurs et le secteur privé, doivent être attentifs à leur responsabilité collective et au fait que le système global de gestion des résistances ne fonctionnera PAS si un seul acteur est négligent dans sa mise en œuvre.**

Situation du Riz Doré

Les femmes et les enfants sont les plus vulnérables à la carence en vitamine A (VAD), principale cause de cécité et d'incapacité du système immunitaire à combattre la maladie. L'OMS rapporte en 2009 et 2012 que 190 des 250 millions d'enfants d'âge préscolaire dans le monde souffrent de VAD chaque année. Les études ont montré que la supplémentation en vitamine A pourrait réduire la mortalité des enfants de moins de 5 ans de 24-30%. Cela signifie que la disponibilité en vitamine A pour 8 millions d'enfants en fin d'enfance et d'âge préscolaire avec des paramètres de malnutrition pourrait empêcher 1,3 à 2,5 millions de décès d'enfants chaque année. Le Riz Doré (GR) est en développement à l'Institut Philippin de Recherche sur le Riz (PhilRice) et à l'Institut International de Recherche sur le Riz (IRRI). L'IRRI signale qu'à partir de mars 2014, la recherche, l'analyse et le test de Riz Doré enrichi en bêta-carotène continue en partenariat avec les agences nationales de recherches aux Philippines, en Indonésie et au Bangladesh. Le Riz Doré, événement R (GR2-R), a été introduit dans des méga-variétés sélectionnées, testées au champ pendant 3 saisons pour évaluer les performances agronomiques du produit dans les conditions en champs aux Philippines.

Les premiers résultats des essais multi-localisations réalisés montrent que, bien que le niveau ciblé de bêta-carotène dans le grain soit atteint, le rendement était, en moyenne, plus faible que les rendements de variétés locales comparables toujours préférées par les fermiers. D'où, le nouvel objectif d'augmenter le rendement qui est au centre de la recherche actuelle pour inclure d'autres versions de GR2 comme le GR2-E et d'autres. A l'IRRI, le caractère du Riz Doré est transféré dans des méga-variétés pour obtenir des lignées avancées adaptées, et une fois les lignées obtenues, la série d'essais en champ recommencera. L'IRRI et ses nombreux partenaires de recherche restent déterminés à développer une variété de Riz Doré très performante qui bénéficie aux fermiers et aux consommateurs. La mission importante du projet 'Riz Doré', qui est de contribuer à l'amélioration de la santé de millions de personnes souffrant de carence en micronutriments, demande que chaque étape et aspect de l'étude scientifique soit planifié avec soin. L'IRRI et toutes les organisations qui participent au projet continueront à suivre rigoureusement tous les protocoles de biosécurité et autres règlements en continuant la recherche pour développer et diffuser le Riz Doré.

Une fois libéré, le Riz Doré aura le potentiel de fournir une source de carbohydrate fortifiée en bêta-carotène, totalisant une estimation de 2'06'869 calories par jour dans les principaux pays du Sud souffrant du VAD. Ce qui suit est le détail par région et par jour : Personne vivant en Asie du sud (1'130'648 calories), Asie du sud-est (660'979), Afrique (125'124), Amérique latine (75'238) et centre de l'Asie (14'880) pour un total de 2'006'869 calories par jour. Ce sont les régions dans lesquelles le VAD est le plus présent (HarvestPlus, Communication personnelle).

Nouvelles cultures GM potentielles dans les 5-10 prochaines années

Une des préoccupations souvent exprimée par les opposants aux cultures GM est le centrage étroit sur 4 principales cultures (soja, maïs, coton et colza) et sur 2 caractères (tolérance aux herbicides et résistance aux insectes). Cependant, durant les cinq dernières années, le nombre de cultures GM commercialisées a été fortement élargi pour inclure une superficie importante de betterave sucrière et de luzerne ainsi qu'une petite superficie permanente de courge, papaye, aubergine et peuplier, pour un total de 10 cultures GM commercialisées en 2014.

Une information mondiale sur les cultures GM en cours d'essais en champs est dans l'intérêt de beaucoup mais il n'est pas toujours aisé d'accéder à cette information. L'annexe 7 de la Brief fournit une liste incomplète de 71

nouvelles cultures/nouveaux caractères sélectionnés qui ont, au minimum, été testés en champs à l'équivalent du stade essais en champs confinés (CFT). La liste fournit au lecteur une étude détaillée générale globale de la future portée éventuelle des nouvelles cultures GM qui pourraient être disponibles (sujettes à l'autorisation réglementaire) lors des 5-10 prochaines années. La base de données simplifie les listes de cultures GM par plante, caractère(s), développeur/facilitateur de technologie et pays où les essais en champs ont été réalisés. Bien que la liste de 71 entrées ne soit pas exhaustive, l'étude de la base de données de 71 entrées a mis en évidence les caractéristiques générales suivantes qui pourraient être intéressantes :

- Environ la moitié des 71 entrées concerne des produits testés en champs dans les pays en voie de développement et l'autre moitié des pays industrialisés. La dérive générale en faveur des pays en voie de développement est aussi opportune qu'adaptée, étant donné que les pays du Sud, en Afrique, Asie et Amérique latine sont ceux qui ont le plus grand besoin d'aliments pour les hommes et les animaux ainsi que de fibres.
- Environ un quart concerne de 'nouvelles' cultures qui pourraient diversifier de manière importante le portefeuille actuel de 10 cultures GM commerciales dont des cultures orphelines en faveur des pauvres, ce qui pourraient apporter une importante contribution à la sécurité alimentaire des peuples pauvres. Les nouvelles cultures GM comprennent le pommier, la banane, la caméline, le manioc, le citrus, le pois chiche, la dolique, l'arachide, la mourarde, le pois d'Angola, la pomme de terre, le riz, le carthame, la canne à sucre et le blé.
- L'éventail des caractères comprend une meilleure tolérance à la sécheresse et à la salinité, une augmentation du rendement, une utilisation efficace de l'azote, une meilleure nutrition et qualité des aliments, une résistance aux nuisibles et aux maladies, y compris la résistance aux virus.
- Environ la moitié des entrées de la liste concerne des technologies développées par les organisations du secteur public ou des projets de transfert de cultures GM impliquant des partenariats public-privé. Ceci, combiné au fait que près de la moitié des essais sont réalisés dans les pays en voie de développement, avec un nombre croissant en Afrique qui présente les plus grands défis, sont des nouvelles encourageantes pour le développement de la communauté mondiale.

Produits GM non-transgéniques

Jusqu'à maintenant, la modification transgénique a été faite via *Agrobacterium* ou le 'gene gun'. De nouvelles utilisations GM avancées comme la technologie **zinc finger nucleases (ZFN), regroupant régulièrement des systèmes de nucléases associées avec de courtes répétitions palindromiques espacées (CRISPR) et des nucléases effecteurs comme des activateurs de transcription (TALENs)**, sont utilisées pour augmenter l'efficacité et la précision du processus de transformation. Ces nouvelles techniques permettent de découper l'ADN à un endroit prédéterminé et l'insertion précise de la mutation ou du changement d'un nucléotide à un endroit optimal dans le génome pour une expression maximisée. Ce sont des techniques de pointe : le ZFN a déjà été utilisé pour introduire avec succès une tolérance à un herbicide et TALEN a été utilisé pour enlever ou 'couper', chez le riz, le gène qui confère une sensibilité à la maladie importante de la brûlure bactérienne. **Cependant, des experts dans le domaine croient que, potentiellement, le 'pouvoir réel' de ces nouvelles technologies est leur capacité à 'éditer' et modifier les multiples gènes natifs des plantes (non GM), codant pour des caractères importants comme la sécheresse et, générer des cultures améliorées qui ne sont pas transgéniques.** Les régulateurs aux USA ont, au début, émis l'avis que les changements n'incluant pas de transgénie seront traités différemment ; cela pourrait avoir un impact très important sur l'efficacité et le rythme des processus actuels de réglementation intensive des ressources/ des autorisations et sur l'acceptation des produits par le public.

Le blé résistant au mildiou a été développé par des chercheurs de l'Académie Chinoise des Sciences via des méthodes de pointe d'édition de gènes. Les chercheurs ont enlevé les gènes codant pour des protéines qui empêchent les défenses contre le mildiou avec la technologie TALEN et les outils d'édition de génome CRISPR.

Le blé est hexaploïde et requiert donc la délétion de multiples copies des gènes. Cela représente aussi une réussite importante dans la modification des cultures alimentaires sans introduire de gènes étrangers, d'où le fait qu'elle est considérée comme une technique non GM.

Les **transporteurs de membranes végétales** sont une autre classe de nouvelles utilisations, encore dans les premiers stades de développement. Ils sont recherchés pour franchir un éventail de contraintes de cultures provenant de stress abiotiques et biotiques afin d'améliorer les micronutriments. Il faut noter dans la population actuelle de 7 milliards de personnes, que près d'un milliard est sous-nourri mais qu'un autre milliard est mal nourri, **avec des carences pour les micronutriments essentiels, fer (anémie), zinc et vitamine A**. Un apport adéquat d'aliments nutritifs avec des niveaux plus élevés des micronutriments importants est essentiel pour la santé humaine. Des avancées récentes montrent que les transporteurs spécialisés des membranes végétales peuvent être utilisés pour améliorer le rendement des cultures de base, augmenter le contenu en micronutriments et la résistance aux principaux stress, y compris la salinité, la toxicité des pathogènes et de l'aluminium. Ceci pourrait, à son tour, augmenter les terres arables disponibles. Les sols acides occupent, selon les estimations, 30% des terres mondiales.

COMMENTAIRES DE CLÔTURE

Les prochaines étapes – Le rôle des partenariats public-privé (PPP)

En étudiant les projets de transfert des plantes GM pendant la dernière décennie, le progrès et les promesses des partenariats du secteur public-privé (PPP) sont frappants. Le premier projet PPP de transfert de culture GM a été facilité par l'ISAAA au début des années 1990. Le projet est tripartite : le pays en voie de développement partenaire était le Mexique (plus spécifiquement le laboratoire de biotechnologie CINVESTAV), qui conjointement avec le Ministère de l'Agriculture, a identifié comme priorité absolue une résistance à une maladie virale de la pomme de terre, cultivée par des petits fermiers car la technologie traditionnelle n'offre pas de solution. Le partenaire du secteur privé était Monsanto qui a offert une protéine de couverture qui confèrent une résistance aux virus PVX et PVY de la pomme de terre. Fait important, Monsanto a aussi accepté de former les scientifiques du CINVESTAV à l'utilisation de la nouvelle technologie. Le troisième partenaire était la fondation Rockefeller qui a financé complètement le projet de 3 ans, à cause de sa nature innovante et parce qu'il était cohérent avec le programme de la fondation en biotechnologie végétale.

Après la mise en œuvre du projet mexicain, l'ISAAA a exploré davantage la possibilité de construire un projet de transfert de la biotechnologie dans lequel plusieurs pays pourraient partager la même technologie offerte, fournissant ainsi un effet multiplicateur du transfert de technologie. Le projet, qui a évolué, a concerné le don d'un évènement conférant une résistance au virus létal des tâches annulaires de la papaye (PRSV). Les partenaires des pays en voie de développement étaient cinq pays d'Asie du sud-est, tous ayant identifié le PRSV comme un besoin commun et une priorité absolue parce que la technologie traditionnelle n'offre pas de solution. Les cinq pays en voie de développement partenaires en Asie du sud-est (où les principaux laboratoires du secteur publics en biotechnologie végétale ont été inclus) étaient, par ordre alphabétique : Indonésie, Malaisie, Philippines, Thaïlande et Vietnam. Le partenaire du secteur privé était Monsanto qui a offert l'évènement pour la résistance au virus PRSV chez la papaye pour une utilisation par les petits fermiers dans les cinq pays partenaires. Comme pour le projet mexicain, Monsanto a aussi accepté de former les scientifiques des cinq pays d'Asie du sud-est à l'utilisation de la nouvelle technologie. Le financement a été apporté par différentes agences pour une période de trois ans. Après l'implantation du projet PRSV, l'ISAAA a facilité un réseau de cinq pays pour partager les expériences et accélérer les progrès avec la technologie. Le réseau a aussi fourni un mécanisme adapté efficace du point de vue coût pour l'échange de l'information et la formation réciproque de projets scientifiques parmi les cinq laboratoires. A la suite de l'interaction des pays du réseau, les cinq pays ont identifié collectivement un second caractère de la papaye jugé important par toutes les parties, la maturation retardée. C'est un caractère important pour un fruit périssable comme

Situation mondiale des plantes GM commercialisées : 2014

la papaye qui subit d'importantes pertes après récolte dans les tropiques ; la technologie pour la maturation retardée a été donnée par Zeneca.

Lors de la dernière décennie, plusieurs agences et fondations d'aide ont établi des projets pour faciliter les dons et le transfert des utilisations de la biotechnologie végétale tant du secteur privé que du secteur public pour le bénéfice des pays en voie de développement, en particulier les petits fermiers pauvres. Les exemples comprennent l'AATF basé à Nairobi qui permet de répondre aux besoins des pays africains et le Projet de Soutien à la Biotechnologie Agricole (ABSPII) et le programme bilatéral de l'Agence des USA pour le Développement International (USAID), avec des activités globales et exploité par l'université de Cornell.

Une étude détaillée préliminaire des initiatives impliquées dans les projets de transfert de la biotechnologie végétale tant du secteur public que privé, suggère que les projets des partenariats publics-privés (PPP) ont réussi avec succès et offrent des avantages qui augmentent la probabilité d'apporter un produit de biotechnologie améliorée au niveau de la ferme dans un délai raisonnable. Quatre études de cas PPP ont été sélectionnées pour étudier en détail et illustrer la diversité des caractéristiques des quatre modèles de projets : *Bt* brinjal au Bangladesh, soja tolérant aux herbicides au Brésil, canne à sucre tolérante à la sécheresse en Indonésie et le projet WEMA pour un maïs tolérant à la sécheresse dans des pays africains sélectionnés. Pour la commodité des lecteurs, des descriptions courtes de chacune des quatre études de cas, avec des détails plus spécifiques, sont résumés dans quatre encadrés à la fin de ce chapitre.

L'Héritage et le plaidoyer de Norman Borlaug pour les plantes GM

Il est approprié de finir cette ISAAA Brief de 2014, en enregistrant les conseils du lauréat du Prix Nobel de la Paix de la fin des années 1970, Norman Borlaug, concernant les plantes GM, dont le centenaire de la naissance a été célébré le 25 mars 2014. Norman Borlaug, qui a sauvé un milliard de personnes de la faim, a été récompensé par un Prix Nobel de la Paix pour l'impact de sa technologie de blé semi-nain sur la diminution de la faim. Norman Borlaug était le patron fondateur de l'ISAAA, et aussi le plus grand avocat de la biotechnologie et des plantes GM dans le monde, car il connaissait, mieux que quiconque leur importance cruciale et primordiale pour nourrir le monde de demain.

Ci-dessous deux exemples de citations mémorables et historiques auto-explicatives de l'homme qui connaissait mieux que personne comment nourrir le monde de demain parce qu'il avait réussi la révolution verte et compris la profondeur du proverbe : **Lire est apprendre, voir est croire mais faire est connaître, connaissances.** Cette Brief cherche à partager les connaissances sur les plantes GM tout en respectant le droit du lecteur à se faire sa propre opinion sur les plantes GM.

Citations de Borlaug :

“Lors des décennies précédentes, nous avons été témoins du succès de la biotechnologie végétale. Cette technologie aide les fermiers du monde entier à produire des rendements plus élevés tout en réduisant l'utilisation des pesticides et l'érosion des sols. Les bénéfiques et la sécurité de la biotechnologie ont été prouvés lors des décennies précédentes dans des pays qui hébergent plus de la moitié de la population mondiale.”

“Ce dont nous avons besoin est le courage des chefs de file de ces pays où les fermiers n'ont encore pas d'autre choix que d'utiliser des méthodes anciennes et moins efficaces. La Révolution Verte, et maintenant la biotechnologie végétale, aident à atteindre la demande croissante pour la production alimentaire tout en préservant notre environnement pour les générations futures” (ISAAA, 2009).

Etude de cas 1 – Brinjal Bt résistante aux Insectes (RI) au Bangladesh

Description courte: Le projet brinjal Bt au Bangladesh peut prétendre être le premier projet de transfert de biotechnologie végétale pour délivrer un produit qui a déjà été commercialisé par les fermiers. Le brinjal Bt a été développé comme un partenariat international public-privé, entre une entreprise indienne de graine, Mahyco, qui a offert généreusement la technologie au secteur public R&D du Bangladesh, l'Institut Bengalais de Recherche Agricole (BARI) facilitée par l'université Cornell qui a dirigé le projet, ABSP-II, et financé par l'USAID. Le Bangladesh a autorisé le brinjal Bt pour la culture commerciale le 30 octobre 2013 et, en un temps record, moins de 100 jours, le 22 janvier 2014, un groupe de petits fermiers a planté le premier produit commercial dans ses propres champs. En 2014, un total de 12 hectares de brinjal Bt a été planté par 120 fermiers. La superficie devrait augmenter de manière importante en 2015. Cet exploit n'aurait pas été possible sans le soutien fort du gouvernement du Bangladesh pour le projet et, en particulier, la volonté politique et le soutien du Ministre de l'Agriculture, Matia Chowdhury. Le brinjal Bt a très fortement réduit l'utilisation de pesticides, augmenté le rendement commercialisable et amélioré la qualité des fruits. Les fermiers ont vendu avec succès les fruits des brinjal Bt sur le marché libre en les étiquetant comme "BARI Bt Begun #, pas de pesticides utilisés". Plus de détails spécifiques sont fournis ci-dessous.

Pays: Bangladesh

Culture: Brinjal/Aubergine

Superficie : ~50'000 hectares cultivés par ~150'000 petits exploitants (taille moyenne des fermes de 0,3 ha)

Importance : Légume cultivé par les hommes pauvres, connus comme "la reine des légumes"

Gène: Gène *cry1Ac* de *Bacillus thuringiensis* (Bt)

Caractère(s): Résistance aux insectes (RI) qui transmet une protection contre l'insecte nuisible létal du fruit et le foreur des bourgeons" (*Leucinodes orbonalis*) nécessitant souvent des traitements insecticides polluants tous les deux jours par les petits fermiers et, même ainsi, le contrôle adéquat n'est pas possible

Evènement: Elite Event EE-1

Donneur de la technologie : L'entreprise du secteur privé Mahyco (Inde)

Destinataire de la technologie : Institut de Recherches Agricoles du Bangladesh (BARI)

Agence bailleuse de fonds : USAID

Facilitateur : Programme II de Soutien à la Biotechnologie Agricole (ABSPII) géré par l'Université de Cornell

Etat de l'autorisation : Autorisé pour l'alimentation humaine et animale ainsi que pour la libération dans l'environnement le 30 octobre 2013 et commercialisé moins de 100 jours après, le 22 janvier 2014

Variétés autorisées : Brinjal-1 (Uttara), Brinjal-2 Bt (Kajla), Brinjal-3 Bt (Nayantara) et Brinjal-4 Bt (Iswardi/ISD 006)

Commercialisation : 120 fermiers ont cultivé le brinjal Bt sur 12 hectares en 2014

Nombre de fermiers bénéficiaires potentiels : 150'000 des fermiers les plus pauvres et les plus petits du Bangladesh avec un capital par tête de 1'000 dollars US par an

Impact Socio-Economique : augmente le rendement commercialisable d'au moins 30% et diminue le nombre de traitements insecticides de 70-90%, entraînant un bénéfice économique net de 1'868 dollars US par hectare; soit un gain de plus de 200 millions de dollars US par an nationalement.

Etude de cas 2 – Soja tolérant aux herbicides (HT) au Brésil

Description courte : En 2010, l'Autorité Brésilienne de Réglementation, CTNBio, a autorisé la culture commerciale d'une nouvelle variété de soja tolérant aux herbicides développée via un partenariat public-privé conjoint exécuté par l'entreprise du secteur privé BASF Allemagne et l'institut de R&D du secteur public, l'EMBRAPA, la Coopération Brésilienne de Recherches Agricoles. Dans ce projet de collaboration, BASF fournissait à l'EMBRAPA le gène *csr1-2* qui confère une tolérance à l'herbicide imidazolinone, alors que l'institution brésilienne fournissait aussi un gène supplémentaire et était responsable de l'insertion du caractère dans des germplasmes de soja bien adaptés. L'EMBRAPA et BASF partagent le brevet pour les nouvelles variétés, première culture GM faite maison, développée via PPP et autorisée au Brésil. La commercialisation au Brésil attend l'autorisation finale d'importation de l'UE. La nouvelle variété TH devrait être commercialisée au Brésil d'ici 2016, augmentant le choix des options de gestion des adventices pour les cultivateurs brésiliens. Des informations plus spécifiques sont fournies ci-dessous.

Pays : Brésil

Culture : Soja

Superficie : ~31 millions d'hectares

Importance : Plante d'exportation la plus importante pour le Brésil

Gène : *csr1-2* d'*Arabidopsis thaliana* qui apporte une tolérance à l'herbicide imidazolinone

Caractère(s) : Tolérance à un herbicide

Evènement : BPS-CV127-9

Fournisseur de technologie : BASF (Allemagne)/EMBRAPA (Brésil). Il y a 2 principaux brevets soutenant le développement du produit, un gène de BASF et un autre de l'EMBRAPA, 4 transferts de gène de soja

Destinataire de la technologie : BASF, Allemagne/EMBRAPA, Brésil

Agence bailleuse de fonds : BASF, Allemagne/EMBRAPA, Brésil

Facilitateur/Collaborateur : BASF, Allemagne/EMBRAPA, Brésil

Situation d'autorisation : Autorisé pour la culture commerciale en 2009 (décembre), mais l'autorisation finale d'importation de l'UE est en attente

Variété autorisée : Variété pouvant être vendue sous le nom de marque Cultivance™

Commercialisation : Plantation en tant que culture commerciale prévue en 2016

Bénéficiaires potentiels : Comprennent les fermiers, les cultivateurs de semences et les consommateurs

Impact Socio-Economique : Cultivance™ devrait grimper jusqu'à 20% du marché partagé sur 31 millions d'hectares de soja avec une valeur d'exportation de 17 milliards de dollars US.

Etude de cas 3 – Canne à sucre tolérante à la sécheresse (TS) en Indonésie

Description courte : En mai 2013, l'Indonésie, second pays importateur de sucre brut dans le monde (2.4 millions de tonnes, évaluées à 1.6 milliards de dollars US), a émis des certificats de sécurité alimentaire et environnementale pour le pays de la première canne à sucre GM tolérante à la sécheresse. La variété GM de canne à sucre, "Canne PRG tolérante à la sécheresse NX1-4T", a été développée dans le cadre d'un partenariat public-privé entre l'entreprise sucrière indonésienne détenue par l'Etat, PT. Perkebunan Nusantara XI (PTPN-11) et Ajinomoto Company (Japon), en collaboration avec l'université Jember dans l'est de Java (Indonésie). Les variétés de canne à sucre tolérantes à la sécheresse peuvent résister à un stress hydrique jusqu'à 36 jours et, sous un stress hydrique, ont un rendement beaucoup plus élevé que la variété contrôle de 2 à 75% lors de la première culture, de 14 à 57% lors de la première repousse et de 11 à 44% lors de la seconde repousse. La première canne à sucre faite maison tolérante à la sécheresse devrait être officiellement plantée en Indonésie en 2015, l'autorisation du produit pour l'alimentation animale est en attente. Des informations plus spécifiques sont fournies ci-dessous.

Pays : Indonésie

Culture : Canne à sucre

Area : 450'000 hectares

Importance : L'Indonésie est le second pays importateur dans le monde par ordre d'importance

Gène: betA de *Rhizobium meliloti*

Caractère(s) : Tolérance à la sécheresse

Evènement: NX1-4T

Fournisseur de technologie : Ajinomoto, Japon

Destinataire de la technologie : PT. Perkebunan Nusantara XI (PTPN-11), Indonésie

Agence bailleur de Fonds : Gouvernement Indonésien

Facilitateur/Collaborateur: Université Jember, est de Java, Indonésie

Etat d'autorisation : Autorisé pour la libération pour l'alimentation humaine et l'environnement en 2013, autorisation pour l'alimentation animale en attente

Variété autorisée : Canne à sucre PRT tolérante à la sécheresse NX1-4T

Commercialisation: Première plantation commerciale attendue en 2015

Etude de cas 4 – Maïs tolérant à la sécheresse (TS) pour l'Afrique WEMA (Afrique du Sud, Kenya, Ouganda, Mozambique et Tanzanie)

Description courte : Monsanto a offert la technologie 'maïs tolérant à la sécheresse' (TS) (MON 87460), DroughtGard™ aux institutions R&D du secteur public agricole de cinq pays en Afrique sub-saharienne dont l'Afrique du Sud, l'Ouganda, le Mozambique et la Tanzanie via un projet de partenariat public-privé nommé "Maïs efficace pour l'eau pour l'Afrique (WEMA)". WEMA est coordonné par la Fondation Africaine de Technologie Agricole (AATF) basée à Nairobi en collaboration avec Monsanto et le CIMMYT pour des développements technologiques ultérieurs. Le projet est financé conjointement par la Fondation Gates, la Fondation Howard G. Buffett et l'USAID. Les premiers hybrides de maïs avec un empilement de résistance aux insectes et de tolérance à la sécheresse (Bt/DT) devraient être disponibles pour les fermiers (en fonction de l'autorisation réglementaire) dès 2017. L'Afrique du Sud devrait être le premier pays à déployer la technologie en 2017, suivi par le Kenya et l'Ouganda qui devraient réaliser des essais en champs confinés (CFT) en 2015. Les trois pays ont réalisé des CFT avec le maïs TS pendant au moins 5 saisons (Ouganda 5ème, Kenya 6ème et Afrique du Sud, 7ème saison) avec des résultats très encourageants. Le Kenya est actuellement dans la 3ème saison de CFT pour le maïs Bt (MON 810 aussi offert par Monsanto au début du projet) et l'Ouganda dans la 2ème saison d'essais en champs. Au Mozambique, le décret révisé de biosécurité et la réglementation de mise en œuvre ont reçu une autorisation du Conseil des Ministres en octobre 2014 et le pays devrait commencer les CFT du WEMA en 2015. La Tanzanie a fait des progrès importants vers la modification de la réglementation en biosécurité 2009 pour les CFT. Il est prévu que les hybrides de maïs WEMA avec un empilement TS/Bt pourrait avoir un rendement supérieur de 20 à 30% par rapport aux autres hybrides commerciaux sous une sécheresse modérée, ce qui entraînerait un supplément de 2 à 5 millions de tonnes de maïs pour nourrir environ 14-21 millions de personnes en Afrique. Des informations plus spécifiques sont fournies ci-dessous.

Pays : Afrique du Sud, Kenya, Ouganda, Tanzanie et Mozambique

Culture : Maïs

Superficie : ~8 millions d'hectares dans les 5 pays

Importance : L'Afrique cultive 90% de son maïs en conditions pluviales et jusqu'à 25% de la zone souffrent de sécheresses fréquentes

Gène : Gène de la protéine Cold shock (*CspB*) de *Bacillus subtilis*

Caractère(s) : Tolérance à la sécheresse

Evènement : Evènement MON87460, qui sera déployé en tant que maïs hybride avec un empilement ; qui dispose également du gène Bt (MON 810) pour le contrôle des insectes aussi offert par Monsanto au début du projet. L'évènement TS est le même que celui déployé dans les 50'000 hectares de maïs GM tolérant à la sécheresse aux USA en 2013, qui a été multiplié par 5,5 fois pour atteindre 275'000 hectares aux USA en 2014.

Donneur de la technologie : Monsanto, USA

Destinataire de la technologie : Afrique du Sud, Kenya, Ouganda, Mozambique et Tanzanie

Agences bailleurs de fonds : Fondation Gates, Fondation Howard G. Buffet et USAID

Agence Facilitateur : Fondation Africaine de Technologies Agricoles (AATF), NARI dans les 5 pays WEMA, CIMMYT

Etat de l'autorisation : Premier déploiement des empilements TS/Bt prévus en Afrique du Sud en 2017, puis au Kenya et en Ouganda qui devraient réaliser des essais en champs (CFT) du produit avec l'empilement l'année prochaine, en 2015. Le décret révisé de biosécurité et la réglementation de mise en œuvre avalisée au Mozambique qui ouvrira la voie pour que les CFT soient réalisés en 2015 et une discussion positive sur les modifications de la procédure de réglementation en biosécurité en Tanzanie.

Commercialisation: Devrait commencer (soumise à l'autorisation réglementaire) en Afrique du Sud en 2017

Impact Socio-Economique : pourrait augmenter la production de maïs de 2 - 5 millions de tonnes dans des conditions de sécheresse modérée pour nourrir environ 14 à 21 millions de personnes en Afrique.



I S A A A
INTERNATIONAL SERVICE
FOR THE ACQUISITION
OF AGRIBIOTECH
APPLICATIONS

ISAAA SEAsiaCenter
c/o IRRI, DAPO Box 7777
Metro Manila, Philippines

Tel.: +63 2 580 5600 ext. 2234/2845 · Telefax: +63 49 5367216
URL: <http://www.isaaa.org>

For details on obtaining a copy of ISAAA Brief No. 49 - 2014, email publications@isaaa.org