LE MAÏS AU CŒUR DES ENJEUX DE LA PROTECTION PHYTOSANITAIRE

par Catherine **Regnault-Roger**[1]

Introduction

Le maïs est une culture stratégique dans le contexte de la mondialisation et un élément clé de l'agriculture et de l'économie française. Sa place dans les assolements, la diversité des profils génétiques et des systèmes de culture génèrent une multitude de situations où l'agronome doit intégrer de très nombreux facteurs depuis la protection de la culture en place et ses effets sur les autres cultures de la rotation jusqu'aux conséquences sur les biocénoses associées aux cultures et sur les santés animale et humaine.

Les relations interspécifiques entre le maïs et ses bio-agresseurs, les insectes phytoravageurs (pyrale et sésamie), la mycoflore pathogène fusarienne et mycotoxines associées, les traitements phytopharmaceutiques (de synthèse et biologiques), le recours aux variétés transgéniques (incluant notamment l'événement MON 810), sont au cœur d'enjeux non seulement sanitaires pour la qualité de la récolte, mais également politiques en France. Les stratégies de contrôle des bio-agresseurs du maïs avec notamment le recours aux biotechnologies et au génie génétique, soulèvent au-delà des questions scientifiques des débats de société.

1. La place de la culture du maïs en France et dans le monde

Le maïs est une culture stratégique dans le contexte de la mondialisation : elle est la première céréale produite, en volume, devant le blé et le riz. La production mondiale de maïs en 2012 s'élevait à 864 MT pour une superficie d'environ 177 millions d'ha dont 32% était cultivé avec des variétés transgéniques **(James 2013)**, ce qui représente la première culture de céréales transgéniques dans le monde. Les Etats-Unis produisent 41% de la production mondiale suivi par la Chine (25%), la place de l'Union européenne se situant autour de 10%. Le commerce mondial du maïs se caractérise par l'émergence de nouveaux pays exportateurs, en particulier l'Ukraine et le Brésil (figure 1).

Selon l'AGPM (Association générale des producteurs de maïs), le maïs fourrage (1,44 Mha en 2011) est cultivé dans les départements de l'Ouest, en Bretagne, Normandie, Pays de la Loire où la production laitière est importante. Le maïs grain (1,56 Mha en 2011) est produit principalement dans le Grand Sud-Ouest de la France (40% des surfaces) avec un volume total de 15,8 MT et un rendement moyen de 105 q/ha. Il est destiné à l'alimentation des animaux, notamment volailles/ovins/porcs (3 MT achetés par les fabricants d'aliments du bétail et de 1 à 3 MT servant à l'autoconsommation dans les fermes). Le reste de la production est livré au secteur industriel avec 2 MT environ pour l'amidonnerie et 0.4 MT pour la semoulerie. Cette production est exportée aux deux tiers **(**AGPM, http://www.agpm.com**)**. La France occupe une place prépondérante en Europe avec une production de maïs grain représentant 25% de la production européenne de 65 MT en 2012, mais en diminution (30% en 2008) en raison de la concurrence pressante d'autres pays (Italie, Hongrie, Roumanie).

[1] Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur des universités Émérite à l'Université de Pau et des pays de l'Adour.

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.

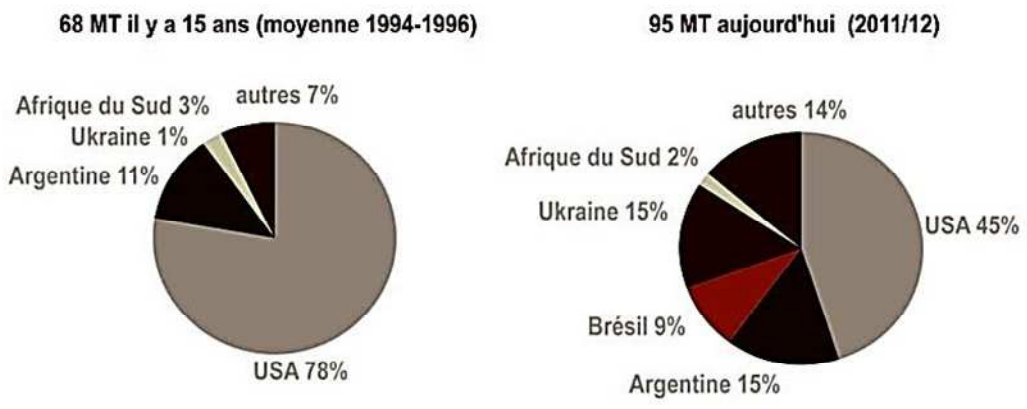

Figure 1 : Commerce mondial du maïs et l'émergence de nouveaux pays exportateurs (Source AGPM : http://www.agpm.com/pages/mais_grain.php)

C'est dans ce contexte d'âpre compétition qu'il convient, pour conserver ses parts de marché, d'assurer de hauts rendements en améliorant sans cesse les performances agronomiques de la culture tout en préservant la qualité des récoltes.

2. La qualité sanitaire des récoltes : un enjeu clef

La qualité sanitaire de la production de maïs représente un facteur essentiel pour l'exportation ainsi que pour assurer la sécurité alimentaire que les citoyens sont en droit d'attendre. Parmi les nombreuses agressions que subit le maïs cultivé, certains bio-agresseurs affectent non seulement les caractères organoleptiques de la récolte mais aussi en altèrent la composition nutritionnelle en produisant des toxines hautement dommageables pour la santé animale et humaine. C'est le cas de la relation interspécifique entre le maïs, les lépidoptères ravageurs des organes aériens de la plante que sont la pyrale (*Ostrinia nubilalis)* et la sésamie (*Sesamia nonagrioides)*, et la mycoflore fusarienne.

Les deux insectes produisent des dégâts consistant en des galeries creusées par les chenilles de ces insectes, et provoquent une fragilisation de la plante en affectant son alimentation en eau et son développement. Les galeries creusées sont souvent à l'origine de la verse du maïs et de la chute des épis. La pyrale du maïs est un insecte polyphage largement répartie sur le territoire français avec un nombre de cycles de reproduction annuels qui diffère selon les régions : une à deux générations par an, exceptionnellement trois. La sésamie est méridionale, polyvoltine et sensible aux froids hivernaux intenses. Ces insectes provoquent des blessures qui constituent autant de portes d'entrées pour l'installation d'une mycoflore pathogène et toxinogène dans la plante.

Les agents des maladies cryptogamiques ou virales sont également nombreux. Parmi les champignons pathogènes, ceux du genre *Fusarium* spp. sont à l'origine d'une maladie sévère, la fusariose répartie sur l'ensemble du territoire français. Une étude réalisée par les Services de la protection des végétaux du Ministère de l'Agriculture sur l'ensemble du territoire français sur une période de quatre ans (2001-2005), a identifié les espèces pathogènes de *Fusarium* : *F. verticilloïdes*, *F. graminearum* et *F. proliferatum* comme les plus fréquemment retrouvées et à un degré moindre F. *culmorum* **(Weissenberger et al 2006).** Les espèces *F. graminearum* et *F. culmorum* produisent des mycotoxines de la famille des trichothécènes en particulier le DON (déoxynivalénol) tandis que *F. proliferatum* et *F. verticillioides (ex-moniliforme)* biosynthétisent des mycotoxines de la famille des fumonisines. Ces dernières prédominent dans les régions

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.

les plus méridionales et sont des champignons opportunistes. Actuellement prépondérante sur maïs en France en raison des conditions climatiques actuelles, il n'est pas exclu que la mycoflore fusarienne ne puisse rentrer en compétition sur le territoire national avec d'autres champignons phytopathogènes et toxinogènes du genre *Aspergillus*. Il a été observé au cours des dernières années, dans différents pays de l'Europe du Sud et de l'Est soumis à des étés très chauds, des développements d'*Aspergillus flavus* qui produisent des aflatoxines hautement cancérigènes.

Les mycotoxines sont à l'origine de plusieurs maladies graves chez l'homme et le bétail. Des effets cancérogènes, mutagènes, tératogènes, nécrosants, immunosuppresseurs, allergiques, oestrogéniques, neurotoxiques et néphrotiques sont établis. Ils sont fonction de la nature de la mycotoxine impliquée, de sa concentration et de la durée de l'exposition. Aussi importe-t-il de surveiller les teneurs en mycotoxines dans les récoltes. Une réglementation européenne a été adoptée puis révisée (règlement (CE) n°1881/2006 et règlement (CE) N°1126/2007) fixant les seuils à ne pas dépasser : 5 $\mu g.kg^{-1}$ (ppb) pour l'aflatoxine B1, 4000 ppb ($\mu g.kg^{-1}$) pour les fumonisines B1/B2, 1750 ppb pour le déoxynivalénol (DON) et 350 ppb pour la zéaralénone pour le maïs brut destiné à être utilisé comme ingrédient de denrées alimentaires.

3. Moyens de lutte contre les bio-agresseurs du maïs

Une vaste palette de méthodes de contrôle des bio-agresseurs du maïs est disponible (figure 2). Sur la culture du maïs en France, se sont développées au cours des dernières années des techniques alliant des approches prophylactiques, la sélection variétale avec une moindre sensibilité aux maladies, la lutte chimique raisonnée, le biocontrôle, et pendant une très courte période la culture du maïs Bt.

3.1. Prophylaxie

La première action prophylactique consiste en un broyage des tiges, qu'accompagnent désouchage et éclatement des pivots rapidement après la récolte afin de limiter la ré-infestation des parcelles d'une année sur l'autre par la pyrale et la sésamie L'efficacité de la méthode est conditionnée à une action coordonnée et homogène sur de grandes surfaces car les insectes (notamment la sésamie) peuvent parcourir plusieurs kilomètres à la recherche de parcelles attractives pour le dépôt des pontes.

Une autre approche pour limiter les infestations de lépidoptères foreurs consiste à choisir des dates de semis (précoces ou retardées) afin que le développement de la plante et des insectes phytoravageurs ne coïncident pas. Cette démarche est particulièrement pertinente dans les zones où la pyrale est polyvoltine.

Pour limiter les fusarioses et la contamination par les mycotoxines, la démarche prophylactique consiste en la gestion des résidus après récolte, à éviter le stress hydrique (altérations racinaires ou présence de certaines adventices) par l'irrigation en cours de culture, et surtout le choix de variétés peu sensibles.

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.

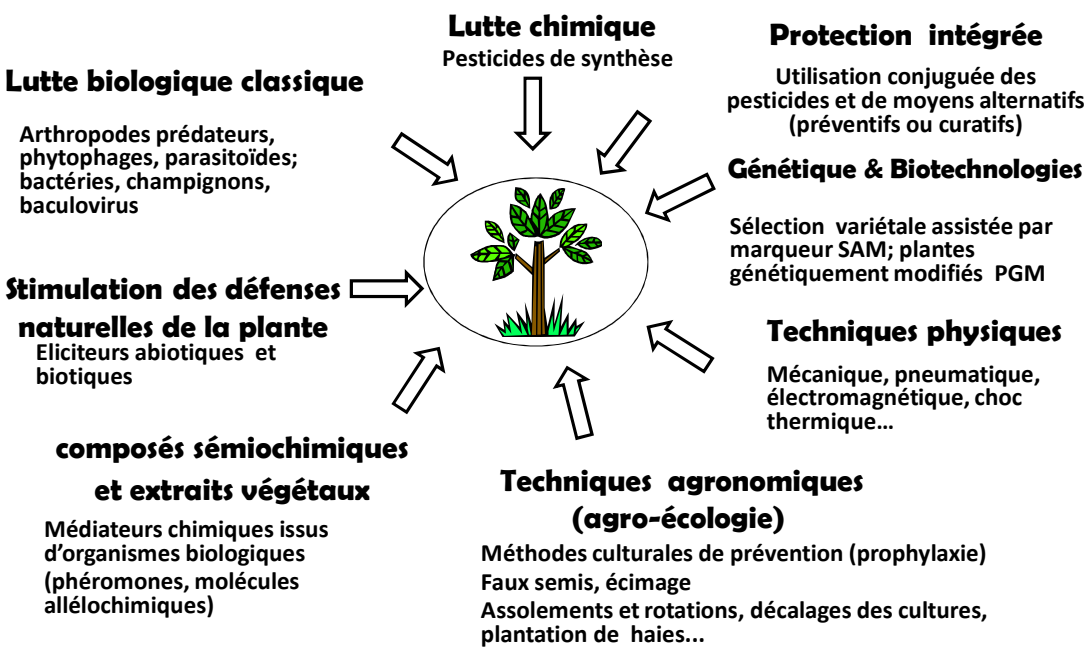

Figure 2 : Méthodes de contrôle des bio-agresseurs des cultures

3.2. Biotechnologies

3.2.1. Amélioration variétale par SAM (sélection assistée par marquage)

La sélection de variétés résistantes aux maladies est une recherche qui se développe depuis plusieurs dizaines d'années avec des outils de plus en plus efficients qui permettent d'exploiter la variabilité génétique naturelle de l'espèce en identifiant puis en sélectionnant des gènes impliqués dans la résistance aux maladies et ravageurs. Réalisée pendant plus d'un siècle à partir des méthodes classiques, les biotechnologies ont modifié considérablement les techniques de sélection en raccourcissant les délais d'obtention des variétés. La sélection assistée par marquage (SAM) est un outil puissant pour aider le sélectionneur à localiser les gènes de résistance aux maladies. Elle permet l'identification de régions génomiques impliquées dans la résistance aux pathogènes à l'aide des QTL (Quantitative Trait Loci). L'efficacité de la sélection assistée par marqueurs réside dans la force de l'association entre les marqueurs moléculaires et le caractère recherché. Les études de cartographie des QTL permettent de localiser les loci qui contribuent aux mécanismes de résistance de la plante. Certains sont caractéristiques d'une composante de la résistance ou d'un type de résistance ou d'une méthode d'innoculation. Assembler ces différents allèles (pyramidage) permet d'obtenir ainsi des génotypes qui confèrent aux plantes la capacité à mieux réagir contre l'agression. L'étude cartographique des chevauchements des QTL associés aux phénomènes de résistance et à la variance phénotypique de molécules allélochimiques d'intérêt constitue une étape essentielle de la démarche pour cibler les gênes candidats **(Ouellet *et al.* 2005).**

À titre d'exemple, **Bily et al. (2003)** ont étudié l'association entre des QTL de facteurs de résistance phytochimiques et des QTL de résistance à la fusariose. La composition en phénylpropanoïdes (DFA : acide diférulique) de la paroi des grains de maïs exhibant des niveaux de résistance les plus élevés ou les plus faibles au pathogène a été analysée. Ces auteurs ont constaté qu'il existe des co-localisations entre les QTL

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.

de DFA et des QTL de résistance confirmant ainsi que les DFA pourraient être associés avec la résistance à la fusariose provoquée par *F. graminearum.*

3.2.2. Amélioration variétale par transgénèse

Plusieurs types d'événements transgéniques peuvent être insérés dans le génome du maïs. Parmi ceux qui sont commercialisés aujourd'hui, certains confèrent une tolérance à des herbicides totaux (glyphosate, glufosinate), d'autres codent pour la biosynthèse de protéines Cry1Ab qui inhibent l'alimentation des larves de lépidoptères ou de coléoptères phytophages dont les populations diminuent (maïs Bt). La culture du maïs transgénique occupe environ 60 Mha (sur une surperficie totale de 177 Mha). Il s'agit de la deuxième superficie derrière le soja (*Glycine max* L.) **(James 2013).** Alors qu'en France, depuis 2007, aucune culture transgénique n'est autorisée, les superficies de maïs transgéniques n'ont cessé de progresser dans le monde au cours des dix dernières années.

3.3. Contrôle phytopharmaceutique

La base de données du Ministère de l'agriculture e-phy (http://e-phy.agriculture.gouv.fr/) répertorie les produits phytopharmaceutiques autorisés ou interdits par substances actives, spécialités ou usages. Le catalogue des usages autorisés pour le traitement aérien du maïs contre la pyrale indique 84 spécialités autorisées et 75 pour le traitement de la sésamie (en ligne le 18 mars 2014). Parmi les substances homologuées figurent des substances phytopharmaceutiques de synthèse et des bioinsecticides. Les pyréthrinoïdes de synthèse (cyperméthrine, lambda-cyhalothrine, deltaméthrine, cyfluthrine), puis plus récemment de nouvelles molécules plus sélectives l'indoxacarbe (Milou®, Explicit®) et le chlorantraniliprole (Coragen®, RynaXypyr®), s'inscrivent dans la première catégorie tandis le spinosad dérivé de toxines sécrétées par une bactérie tellurique, *Saccharopolyspora spinosa*, *Beauveria bassiana*, champignon entomopathogène ou les trichogrammes (micro-hyménoptères) appartiennent à la seconde. Le champignon (Ostrinil®) qui a été supplanté par les trichogrammes car moins efficace, connaît aujourd'hui un regain d'intérêt pour le biocontrôle de *Paysandisia archon* ravageur du palmier. Le biocontrôle réserve ainsi des surprises !

L'utilisation de substances actives à base *de Trichogramma brassicae* représente aujourd'hui un des grands succès de la lutte biologique inondative. Ces micro-guêpes parasitoïdes pondent leurs œufs dans ceux de la pyrale du maïs empêchant le renouvellement des générations. Actuellement ce sont 100 000 à 120 000 ha qui sont traités annuellement par ce bioinsecticide. Les traitements sont particulièrement efficaces dans le Nord-Est-de la France peuplé de pyrale univoltine (une seule génération annuelle). Cette spécialité n'est pas active sur sésamie, démontrant ainsi toute la spécificité des produits de biocontrôle.

Tandis que le fongicide tébuconazole (Horizon®) est homologué pour lutter contre la fusariose du blé, il n'existe pas de fongicide homologué pour lutter contre la fusariose du maïs.

4. Incidence des différentes technologies de contrôle des bio-agresseurs du maïs sur les teneurs du maïs en mycotoxines

Deux expérimentations ont été réalisées en France de manière concomitante afin de vérifier si le contrôle des deux lépidoptères pyrale et sésamie avait un effet sur les teneurs en mycotoxines observées à la récolte :

– La première a été réalisée à partir d'un relevé de données sur un réseau de parcelles géré par les services de Protection des végétaux du Ministère de l'Agriculture et localisées en Aquitaine, Midi-Pyrénées, Alsace, Lorraine, Franche Comté et Auvergne pour les années 2004, 2005 et 2006. Il a été observé que les traitements par insecticides (pyréthrinoïdes) permettaient de réduire significativement les teneurs en fumonisines B1 et B2, en trichothécènes (DON) et en zéaralénone alors que les fongicides se révélaient peu performants **(Folcher et al, 2009)**.

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.

– La seconde fut réalisée en Midi-Pyrénées en 2005 et 2006. Un réseau de 42 parcelles jumelles a été cultivé avec une lignée de maïs transgénique incluant l'événement Mon 810 et sa contrepartie isogénique. La seule différence entre ces parcelles jumelles était l'événement transgénique, les analyses statistiques ayant vérifié que les autres paramètres (climat, variabilité inter-annuelle des teneurs en mycotoxines) étaient homogènes sur l'ensemble de l'essai. Les résultats indiquent que les lépidoptères sont contrôlés à plus de 99% et qu'une réduction de plus de 90% des teneurs de fumonisines est observée avec le maïs Bt par rapport au maïs conventionnel, et de 50% pour la zéaralénone. En revanche, les teneurs en DON ont augmenté. Sur l'ensemble des deux années, plus de la moitié de la récolte de maïs conventionnel (55%) ne remplit pas les conditions légales avec des teneurs en fumonisines excédant le seuil réglementaire contre 7% pour le maïs Bt qui contient des teneurs excessives de DON **(Folcher et al, 2010)**.

La technologie transgénique Bt MON 810, protège la plante en biosynthétisant la protéine entomotoxique Cry1A(b). Elle diminue les populations de pyrales et de sésamies et limite de ce fait les possibilités d'installation de la mycoflore toxinogène et en conséquence le risque mycotoxine. Ces résultats complètent les observations effectuées dans d'autres parties du monde en Europe centrale ou en Amérique du Nord où toutefois l'augmentation en trichothécènes n'avait pas été observée **(Regnault-Roger et Délos, 2011)**. Outre l'amélioration de la qualité sanitaire de la récolte de maïs, les quantités d'insecticides utilisées pour le contrôle des lépidoptères sont moindres diminuant ainsi le risque lié aux résidus pesticides. Cet effet est particulièrement sensible dans les régions méridionales où les deux lépidoptères foreurs sont polyvoltins. Dans ce contexte, l'utilisation de la technologie MON 810 présente un bénéfice évident.

5. Le MON 810 au cœur du débat politico-scientifique français sur les OGM

Depuis plusieurs années, les gouvernements français successifs, refusent la mise en culture de plantes génétiquement modifiées (PGM) en France en avançant des raisons environnementales. Il est donc utile de faire le point sur les raisons évoquées**.**

En raison de la réglementation européenne actuelle, les Autorités françaises ne peuvent s'y opposer qu'en évoquant la clause de sauvegarde ou mesure d'urgence prévue dans la réglementation, c'est-à-dire en justifiant leur refus par l'existence de risques réels pour la santé et l'environnement. Les instances européennes (Cour de justice de l'Union européenne) ou française (Conseil d'Etat) ont jusqu'à présent contesté les arguments des moratoires décrétés par le Gouvernement français.

Très récemment, un nouvel *arrêté du 14 mars 2014 interdisant la commercialisation, l'utilisation et la culture des variétés de semences de maïs génétiquement modifié (Zea mays L. lignée MON 810* (NOR : AGRG 1405497A) a été dénoncé par Georges Pelletier, membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie d'agriculture de France. Dans une lettre ouverte du 20 février 2014 au gouvernement français**, il** a évoqué de « faux arguments scientifiques nouveaux » **(Fondapol, 2014).** Ainsi l'arrêté cite une publication, celle de **Campagne et al. (2013)** qui décrit un mécanisme de résistance dominante à la toxine Cry1Ab chez l'insecte ravageur *Busseola fusca*. Ce papillon n'étant pas présent en France mais en Afrique subsaharienne, Georges Pelletier souligne que le risque mentionné n'est pas avéré en France.

De la même façon, l'arrêté insiste sur « l'absence de mesures de gestion adéquates » pour prévenir ou limiter « des risques graves pour l'environnement ». La réglementation européenne pour les PGM est l'une des plus sévères au monde. Elle repose sur plusieurs textes : la Directive 2001/18/CE du 12 mars 2001 et les Notes explicatives 2002/811/CE ; les Règlement (CE) No 1829/2003 et 1830/2003 ainsi que les lignes directrices de l'EFSA concernant la post-commercialisation (J. EFSA 2011,9(8), 2316). En France, la loi no 2008-595 relative aux organismes génétiquement modifiés complète le dispositif.

Pour être autorisés dans l'UE, les OGM ne doivent pas avoir des effets négatifs sur la santé humaine, la santé animale ou l'environnement. La surveillance post-commercialisation est obligatoire et les rapports

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.

afférents sont examinés par L'EFSA (Agence européenne de sécurité alimentaire) au niveau européen et le Haut Conseil des Biotechnologies (HCB) au niveau français.

Autorisée avant la mise en place de cette réglementation de 2001 sur la base de la réglementation plus ancienne (Directive 90/220), la culture du maïs MON 810 en Europe fait néanmoins l'objet d'une surveillance post-commercialisation volontaire de la part de la société Monsanto qui commercialise l'événement MON 810. Depuis 2005, cette société produit, en se basant sur les requis de la réglementation de 2001, des rapports annuels sur la surveillance spécifique et la surveillance générale dont fait l'objet la culture de ces maïs Bt dans l'Union Européenne.

Cette culture (Tableau 1), qui se situe principalement dans la péninsule ibérique (97% des surfaces cultivées en 2012), est en effet surveillée de la manière suivante. Après qu'un plan d'évaluation d'un risque environnemental ait été établi, une surveillance spécifique est réalisée. Elle vise à observer si des effets non avérés mais prévisibles comme par exemple la survenue d'une éventuelle résistance à la protéine Cry1Ab qui n'existe pas encore mais qui pourrait se manifester en cas de mauvaises pratiques agricoles. En plus de cette surveillance spécifique, une surveillance générale doit être menée. Elle consiste à rechercher des effets non intentionnels non connus sur des populations non cibles et non identifiées comme cibles potentielles : c'est que qu'on appelle *«non hypothesis driven »* (sans hypothèse préalable)**.**

La surveillance générale est réalisée au moyen :

– de questionnaires distribués aux fermiers pour signaler des anomalies qui surviendraient dans les parcelles. Les enquêtes sont supervisées par des organismes indépendants de la société Monsanto mais commandités par ses soins ;

– d'une veille bibliographique sur toutes les publications scientifiques mondiales concernant le MON 810 et la protéine Cry1Ab ;

– de réunions d'Informations sur les spécificités de la technologie auprès des opérateurs, des forums, et de publications dans la presse professionnelle (ex : la revue espagnole Phytoma) ;

– d'une étude pour établir des réseaux de surveillance dédiés au niveau européen.

La surveillance spécifique repose sur l'établissement d'une ligne de base de la fréquence des allèles de résistance chez les insectes cibles pour surveiller la survenue d'une résistance à la protéine Cry1Ab. Elle s'accompagne de campagnes d'incitation à créer des zones refuges, c'est-à-dire à positionne une culture simultanée et voisine de variétés transgéniques et conventionnelles afin de favoriser le brassage des allèles de résistance chez les insectes cible.

Tableau 1 : La culture du maïs Bt MON 810 dans l'Union européenne en 2010 et 2012

Pays / année	2010	2012
Espagne	84%	90%
Portugal	5,3%	7,1%
République Tchèque	5,1%	2,3%
Roumanie	0,9%	0,168% (217 ha)
Slovaquie	1,4%	0,144%
Pologne	3,3%	-
Total	91 190 ha	123 042 ha (+35%)

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.

Le Haut Conseil des Biotechnologies qui, depuis sa création en 2009, est en charge de l'examen de ces rapports, conclut que si des améliorations méthodologique ou statistiques seraient nécessaires, « les analyses contenues dans le rapport de surveillance de Monsanto ne font apparaître aucun problème majeur associé à la culture de maïs MON 810 en 2012 » **(Haut Conseil des Biotechnologie, 2013).**

Conclusion

Ce bref panorama de la protection phytosanitaire du maïs démontre que cette culture essentielle pour l'humanité se situe plus que jamais au cœur des enjeux phytosanitaires de protection des plantes, que ce soit en matière d'approches technologiques innovantes combinant plusieurs démarches, ou de débats sociétaux et politiques.

Remerciements : à Alain Wiessenberger (Chambre d'Agriculture de Région Alsace) et Marc Délos (Ministère de l'Agriculture) pour d'utiles documentations.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Arrêté du 14 mars 2014 (NOR : AGRG 1405497A) interdisant la commercialisation, l'utilisation et la culture des variétés de semences de maïs génétiquement modifié (Zea mays L. lignée MON 810), JORF 15 mars 2014, texte 29/110.

(2) BILY A., REID L. M., TAYLOR J. H., JOHNSTON D., MALOUIN C., BURT A. J., BAKAN B., REGNAULT-ROGER C., PAULS K. P., ARNASON J. T., PHILOGÈNE B. J. R. 2003. – Dehydrodimers of Ferulic Acid in Maize Grain Pericarp : Resistance Factors to Fusarium graminearum. *Phytopathology*, **93**, 712-719.

(3) CAMPAGNE P., KRUGER M., PASQUET R., LE RU B., VAN DEN BERG J., 2013. – Dominant Inheritance of Field-Evolved Resistance to Bt Corn in *Busseola fusca*. *PLoS ONE* **8**(7), e69675. doi:10.1371/journal.pone.0069675

(4) FOLCHER L., JARRY M., WEISSENBERGER A., GÉRAULT F., EYCHENNE N., DELOS M., REGNAULT-ROGER C, 2009. – Comparative activity of agrochemical treatments on mycotoxin levels with regard to corn borers and *Fusarium* mycoflora in maize (*Zea mays* L.) fields. *Crop Prot.*, **28**, 302–308.

(5) FOLCHER L., DELOS M., MARENGE E., JARRY M., WEISENBERGER A., EYCHENNE N., REGNAULT-ROGER C., 2010. – Lower mycotoxin levels in Bt maize grain *Agron .Sustain Dev* **30**,711-719

(6) Fondapol, 2014. – Lettre de Georges Pelletier, président du Conseil scientifique de l'Association Française des Biotechnologies Végétales. http://www.fondapol.org/debats/lettre-de-georges-pelletier-president-du-conseil-scientifique-de-lassociation-francaise-des-biotechnologies-vegetales/

(7) Haut Conseil des Biotechnologies (2013). Commentaires sur le rapport de surveillance de culture du MON 810 en 2012, avis du 8 novembre 2013 http://www.hautconseildesbiotechnologies.fr/

(8) JAMES C., 2013. – ISAAA Report on Global Status of Biotech/GM Crops, http://www.isaaa.org [en ligne 21/03/14].

(9) OUELLET T., HARRIS L., GLEDDIE S., BELZILE F., 2005. – Génomiques structurale et fonctionnelle appliquées à la lutte phytosanitaire : le cas de la fusariose de l'épi chez les céréales. p

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.

733-747 *In : Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnemen*t, C.Regnault-Roger (dir), Lavoisier, Paris

(10) REGNAULT-ROGER C, Délos M, 2011. – L'intérêt des plantes génétiquement modifiées (PGM) pour la qualité des productions agricoles : le maïs Bt, p 200-211, In : Biotechnologies végétales A.Ricroch, Y.Dattée, M.Fellous (dir), Vuibert, Paris.

(11) WEISSENBERGER A., IOOS R,, FOLCHER L., REGNAULT-ROGER C., ROSE S,., GERAULT F.,EYCHENNE N., DELOS M., 2006. – Mycotoxines en maïs : état des lieux en France et premiers éléments de gestion ; *Actes 8ème conférence internationale sur les maladies des plantes,* AFPP, Tours 5-6 décembre, CD Rom ISBN 2-905550-07-4

Copyright – Académie d'Agriculture de France, 2014. Séance du 19 mars.