

# Maïs OGM en plein champ : des résultats probants

**ORAMA, l'union des grandes cultures (AGPB, AGPM, FOP), vous informe sur les résultats techniques du maïs Bt en 2006.**

**L'AGPM et Arvalis - Institut du végétal accompagnent les agriculteurs souhaitant cultiver du maïs Bt. Ce suivi a pris la forme d'un Programme d'Accompagnement des Cultures issues des Biotechnologies, ayant pour objectif l'évaluation des bénéfices de la technologie Bt et la diffusion de références technico-économiques.**

La culture du maïs Bt<sup>1</sup> (événement de transformation MON810) en France a connu en 2006 un essor important : de moins de 500 ha en 2005, les semis ont dépassé cette année 5 000 ha, et vraisemblablement un nombre à cinq chiffres en 2007 si l'on en croit l'intérêt suscité auprès de nombreux agriculteurs.

De 2002 à 2004, le programme scientifique POECB conduit par Arvalis - Institut du Végétal, avec les experts scientifiques et techniques issus de différentes structures<sup>2</sup>, avait posé les bases de la coexistence et fourni des outils opérationnels<sup>3</sup> de gestion des productions OGM et non OGM. Devant l'engouement récent suscité par cette nouvelle technologie, l'AGPM et ses partenaires de la filière ont souhaité dès 2005 accompagner les agriculteurs désireux de s'engager dans cette production. Ce suivi s'est matérialisé sous la forme du PACB (Programme d'Accompagnement des Cultures issues des Biotechnologies) conduit en 2006 sur 17 parcelles, réparties sur 12 départements situés dans les principales régions maïsicoles françaises (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Pays de la Loire, Champagne Ardennes, Rhône Alpes, Centre).

## Les objectifs du programme PACB

- ▶ Évaluer l'intérêt de la technologie Bt
- ▶ Former et informer les professionnels sur les règles de coexistence
- ▶ Diffuser les résultats auprès des acteurs de la filière

La mise en place des plateformes PACB s'est appuyée sur les recommandations du Guide des Bonnes Pratiques pour la culture du maïs Bt : strict respect des règles de coexistence, gestion des zones refuges, et mise en œuvre de la traçabilité et de l'étiquetage. Le suivi technique assuré par Arvalis - Institut du végétal, portait sur des aspects quantitatifs (mesures d'infestations, rendements) et qualitatifs (fusarioses, mycotoxines). Chaque parcelle comportait, pour comparaison, une partie semée avec du maïs Bt et la variété conventionnelle isogénique<sup>4</sup> correspondante.

## PACB 2006 en quelques chiffres

- 100 ha de maïs Bt
- un réseau de 17 agriculteurs
- des parcelles sur 7 régions administratives
- 13 organismes stockeurs et 6 semenciers partenaires
- 12 variétés cultivées de maïs génétiquement modifié.

## Une montée en puissance inquiétante des ravageurs

Les comptages réalisés sur le réseau de parcelles PACB ont montré une grande disparité dans les niveaux d'attaque de pyrale et sésamie, même au sein d'une microrégion. La pression parasitaire sur un même site varie également en fonction des conditions climatiques de l'année. Néanmoins, les observations du réseau des SRPV montrent une montée en puissance des ravageurs. Cette remontée est particulièrement marquée pour la sésamie, qui a occasionné cette année des dégâts très importants dans le grand Sud Ouest et en Poitou-Charentes.

1) Le gène Bt permet la production d'une protéine qui confère au maïs génétiquement modifié une résistance spécifique à la pyrale et à la sésamie. L'événement MON 810 est aujourd'hui le seul autorisé à la culture en France et dans l'UE. 2) FNPSMS (Fédération Nationale de la Production des Semences de Maïs et Sorgho), SEPROMA (Chambre Syndicale des établissements français de semences), Biogemma, IRTAC (Institut de Recherches en Technologies Agroalimentaires des Céréales), AGPM (Association Générale des Producteurs de Maïs), et les organismes stockeurs. 3) Ces recommandations sont recensées dans le guide des bonnes pratiques pour la culture du maïs Bt (AGPM, 2006) - 4) Variété ne différant que par l'ajout du gène Bt.

Les températures fraîches du mois de mai ont retardé le déroulement du 1er vol de pyrale. Les attaques de première génération ont été limitées à quelques criblures des feuilles (symptômes du « coup de fusil »). Aucune perte de densité due à une attaque précoce de sésamie n'a cependant été observée. En revanche, les précipitations abondantes du mois d'août et de septembre ont favorisé l'émergence d'une deuxième (voire troisième selon les lieux) génération particulièrement intense.

## Des traitements insecticides très insuffisants

Une comparaison Bt/traitement chimique (un traitement à la dose homologuée) a également été réalisée dans 4 essais. Dans ces essais, l'efficacité du traitement insecticide a varié de 25 % à 58 %. Les traitements ont seulement produit une réduction moyenne de 35 % du nombre de pieds attaqués. En effet, la rémanence réduite des produits limite la fenêtre d'application, qui se situe dans les 7 jours suivant le pic de vol. La présence simultanée de la pyrale et de la sésamie, ainsi que l'étalement des vols rendent difficile le positionnement optimal du traitement. Notons par ailleurs qu'un traitement, même tardif, ne permet pas de couvrir les attaques tardives sur épis. L'efficacité moyenne du Bt s'élève quant à elle à 99,6 % sur l'ensemble des essais.

Parmi les parcelles du réseau, les attaques les plus importantes ont été observées en Midi-Pyrénées, Aquitaine (Vallée de Garonne, Hautes Landes, Pyrénées Atlantiques), mais aussi en Poitou-Charentes, en Pays de la Loire et dans la plaine de la Beauce. Les taux d'infestation varient selon les parcelles et les régions de 0 à 0,8 larve de pyrale par pied, et de 0 à 3 larves de sésamie par pied. Les deux espèces se rencontrent fréquemment dans la même zone.

Sur les notations réalisées avant récolte, les pyrales étaient fréquemment présentes (37 %) dans l'épi (pédoncule, rafle, grain) ou dans la partie de la canne située sous l'épi. La sésamie reste quant à elle surtout présente dans la tige, sous l'épi jusqu'au collet. Ces attaques entraînent une mauvaise alimentation de la plante et un risque accru de verse. Les violentes tempêtes du mois de septembre ont d'ailleurs causé d'importants dégâts sur certaines parcelles du Sud Ouest de la France.

L'efficacité de l'événement MON810 a été évaluée dans un premier temps par comptage du nombre de galeries et de larves de foreurs. L'efficacité moyenne s'élève à 99,6 % sur l'ensemble des sites.



Attaque de sésamie sur tige. La larve a pénétré dans la tige sous l'insertion de l'épi.

## Protection du rendement : un gain moyen de 11,5 quintaux/ha

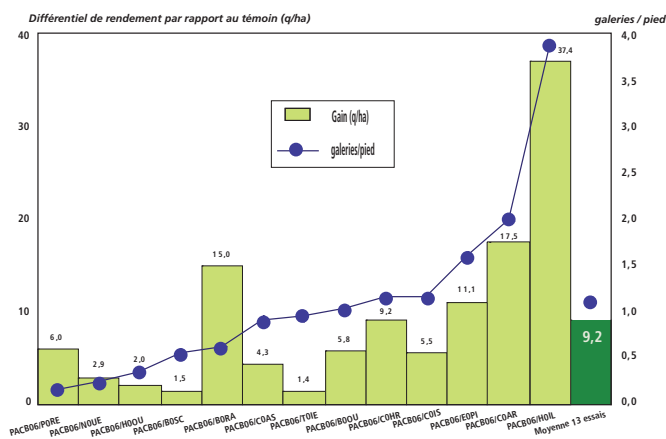
Les rendements ont été mesurés sur 15 sites (avec pesée en grandes parcelles ou avec remorque auto peseuse) sur les variétés Bt et isogéniques, implantées dans les mêmes conditions. Sur 15 essais, 13 essais ont été validés, 2 essais rejetés (fortes hétérogénéités dans le potentiel de fertilité, dégâts de gibiers). En situations de faibles infestations, le gain de rendement moyen était de 5,5 q/ha; le différentiel atteint 11,5 q/ha en situations de fortes infestations. Sur l'ensemble des 13 parcelles, le rendement du maïs Bt était en moyenne supérieur de 9,2 q/ha, ce qui représente 109 % du témoin non traité.



Sur les parcelles très fortement attaquées, le différentiel de rendement peut dépasser 30 quintaux par hectare.

Bien entendu, la relation entre pression parasitaire et perte de rendement n'est pas linéaire. L'impact quantitatif des attaques des foreurs est très variable en fonction de l'état de la culture au moment du vol, des conditions climatiques, de la conduite de la culture (fertilisation, irrigation), etc. Néanmoins, on peut affirmer que dès lors que des dégâts sont visibles au champ, les pertes de rendement seront au final très conséquentes. Inversement, on a parfois observé d'importants différentiels de rendement sans dégâts apparents, vraisemblablement en raison d'échaudage en fin de cycle impactant le poids spécifique. Ceci démontre bien la complexité des interactions et les différents niveaux de nuisance de la pyrale et la sésamie.

Graphique 1 : Gains de rendement en fonction de la pression d'attaque de foreurs (PACB 2006).



La conduite du maïs Bt étant en tous points semblable à celle d'un maïs conventionnel, la différence de marge ne provient que du différentiel de rendement et du coût de la protection. Sur la base d'un prix de vente du maïs identique, le coût de la technologie (environ 40 euros/ha) est amorti dès lors que le différentiel de rendement atteint 3,5 q/ha. Ce calcul ne tient toutefois pas compte des bénéfices indirects induits (facilité de récolte, qualité sanitaire, bilan environnemental...).

### Gain économique moyen obtenu avec une protection Bt (PACB 2006).

Pression parasitaire	Différentiel de rendement Bt	Coût de la protection* euro/ha	Gain** euro/ha
Faible	5,5	40	26,0
Moyenne à forte	11,5	40	98,0
Global (13 essais)	9,2	40	70,4

\* Base densité de semis: 85000 plantes/ha

\*\* Base prix de vente moyen du maïs: 120 euros/tonne

En présence significative de ravageurs et dans les conditions de l'année 2006, le gain moyen (sortie champ) s'élève à 98 euros/ha, comparé à un maïs conventionnel non traité.

## Maïs Bt: un taux de fumonisines réduit de 58 %

Par son excellente efficacité sur pyrales et sésamies, le maïs Bt limite à la fois les vecteurs et les blessures sur l'épi, "portes d'entrées" possibles pour les champignons pathogènes. Ceci induit une forte réduction de la fréquence des fusarioses de l'épi, en particulier celle de l'espèce *Fusarium verticillioides* ou 'moniliforme' (cf. graphique 2).

Les niveaux de contamination par les fusarioses de l'épi observés dans les parcelles du réseau PACB étaient relativement élevés. En moyenne, *Fusarium moniliforme* était présent sur près de 20 % des épis. *Fusarium graminearum* était quand à lui beaucoup plus rare (5,1 % en moyenne) et surtout présent dans le nord de la France.

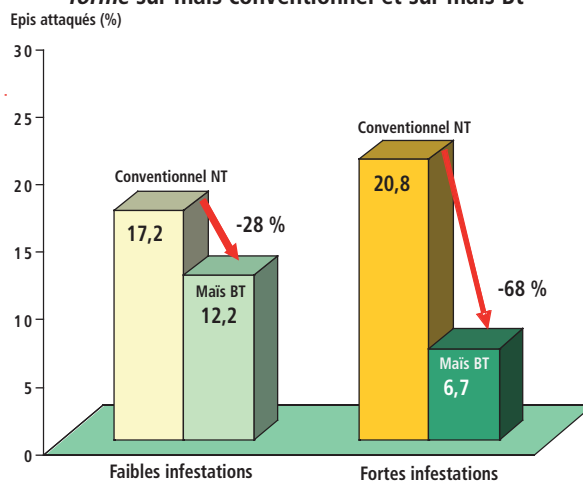


Larve de sésamie dans une canne de maïs après récolte.

Une coupe trop haute et l'absence de broyage fin après récolte permettent à la larve de migrer dans le collet, où elle passera l'hiver en diapause.

Une conséquence indirecte de l'efficacité du MON 810 sur foreurs est l'amélioration de la qualité sanitaire du grain, par la réduction des quantités de mycotoxines produites au champ. Certes, la fabrication de toxines par les champignons n'est pas systématique. Celle-ci dépend de nombreux paramètres (conditions climatiques, activité hydrique du substrat végétal, interaction variétale...). On sait néanmoins qu'il existe une relation forte entre foreurs, fusarioses de l'épi et mycotoxines. Rappelons que la toxicité aiguë et/ou chronique de ces molécules (très stables), est à l'origine d'une réglementation européenne (application au 1<sup>er</sup> juillet 2007) fixant leur teneur résiduelle dans les grains.

### Graphique 2: Fréquence d'épis atteints par *Fusarium moniliforme* sur maïs conventionnel et sur maïs Bt



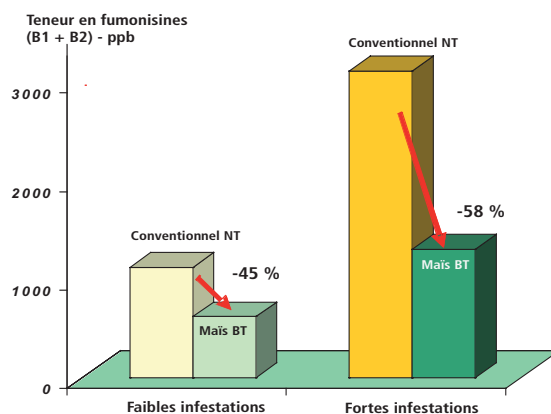
La fréquence et l'intensité des symptômes de fusarioses de l'épi (*Fusarium verticillioides* ou "moniliforme" et *Fusarium graminearum*) ont été notées sur 14 parcelles PACB. Sur maïs conventionnel, la fréquence d'épis fusariés variait de 0 à 63 %. Sur maïs Bt, la fréquence d'épis fusariés est réduite en moyenne de 33 % en situations de faibles infestations, à 68 % en situations de fortes infestations. Cette réduction est particulièrement marquée sur *F. moniliforme* (cf. graphique 2)

Par ailleurs, les teneurs en fumonisines B1 et B2 (mycotoxines les plus abondantes dans le maïs) ont été mesurées dans 15 parcelles, sur des échantillons prélevés à la récolte, lors de la vidange de la trémie. Ces toxines sont sécrétées dans certaines conditions par *Fusarium moniliforme*. Pour chaque parcelle, un dosage a été effectué sur un échantillon de la variété Bt et sur la variété conventionnelle correspondante (cf. graphique 3).

Dans les parcelles à faible pression de ravageurs, le taux moyen de fumonisines (B1 + B2) s'établit à 1 120 ppb dans le maïs conventionnel, et 620 ppb dans le maïs Bt, soit une réduction de 45 %. Dans les parcelles à forte pression de ravageurs, ce taux dépasse 3 100 ppb dans le maïs conventionnel, et 1 300 ppb dans le maïs Bt, soit une réduction de 58 %.

La pression de ravageurs (pyrale/sésamie) est donc bien un facteur de risque primordial pour le développement des fusarioses de l'épi et, par voie de conséquence, de mycotoxines. En supprimant les attaques de foreurs, le maïs Bt agit indirectement sur le développement de *Fusarium moniliforme* et permet une forte réduction des quantités de fumonisines produites au champ, notamment en situations de fortes infestations.

### Graphique 3: Teneur en Fumonisines (B1 et B2) dans le maïs conventionnel et dans le maïs Bt (Synthèse 13 essais PACB)



## Des avantages non quantitatifs appréciés des agriculteurs

En conclusion, le maïs Bt MON 810 a permis de sécuriser le rendement en assurant l'expression maximale du potentiel de l'hybride, quel que soit le niveau d'infestation. En présence significative de foreurs, le maïs Bt a eu un rendement moyen supérieur de 11,5 q/ha par rapport au maïs conventionnel isogénique non traité.

Outre la réduction du nombre de traitements insecticides et les gains quantitatifs et qualitatifs, le maïs Bt offre de nombreux autres atouts dont les agriculteurs du réseau PACB témoignent. Son excellente tenue de tige facilite le chantier de récolte (sécurité contre la verse). Les vents violents des mois de septembre et octobre ont d'ailleurs causé d'importants dégâts sur certains secteurs attaqués par la sésamie. « Je pense avoir fait des émules dans le village, car tous les champs ont été couchés sauf les OGM » assure Pierre, agriculteur dans les Pyrénées Atlantiques. Pour Alain, la satisfaction vient du fait que « l'épi était mieux accroché et le grain mieux formé ». En corollaire, un risque de verse réduit laisse plus de souplesse à l'agriculteur au moment de la récolte.



A gauche, un rang de maïs Bt. A droite, un rang de maïs conventionnel de variété isogénique

### Les règles de coexistence à l'épreuve du terrain

Quatre parcelles PACB ont servi de support à des mesures complémentaires de dispersion pollinique, par des dosages d'ADN génétiquement modifié sur des parcelles de maïs conventionnel, en voisinage direct avec le maïs OGM. Les analyses PCR ont montré des taux de fécondation croisée conformes aux études de dispersion polliniques conduites sur maïs Bt, maïs semence ou maïs spéciaux. Aucune des parcelles étudiées ne dépassait le seuil réglementaire de 0,9 %. Ces nouvelles données viennent donc confirmer l'efficacité des règles de coexistence.

Dans la plupart des cas, les résultats sont largement inférieurs à ceux obtenus dans le cadre du programme POECB, qui avaient été obtenus en conditions 'maximisantes' (floraisons synchrones et maïs conventionnel systématiquement sous le vent dominant par rapport au maïs Bt).

**Jérôme, agriculteur dans les hautes Landes, témoigne de son expérience. Pionnier du maïs Bt en France, il a participé aux programmes scientifiques conduits par l'AGPM et Arvalis dès 2002.**

**Depuis quand et pourquoi avez-vous commencé à cultiver du maïs Bt ?**

*Le sujet des OGM je le connais bien ! J'ai commencé à faire des essais dès le début, en 1997, On faisait du travail sans labour, et j'avais de gros problèmes de sésamies. On considérait que ça allait dans le bon sens de l'agriculture : une meilleure efficacité, moins de traitements, et un plus pour l'environnement.*

**Quelles conséquences cela a-t-il eu sur votre façon de travailler ?**

*C'est plus de simplicité, il n'y a plus de traitements à faire contre la sésamie et le travail est vraiment parfait. Au niveau économique, je m'y retrouve très largement puisque le maïs Bt m'a permis cette année de gagner 17 q/ha par rapport au maïs conventionnel sur les zones refuges.*

**Sur le plan pratique, comment considérez-vous la mise en œuvre des mesures exigées avec la conduite du maïs Bt ?**

*Pour la gestion de la coexistence je n'ai pas de contraintes particulières puisque mon exploitation est très isolée. Concernant la traçabilité, on est habitué avec les autres types de cultures. Je fais également de la pomme de terre et on trace déjà toutes nos productions. On le faisait déjà avant pour s'adapter aux différents cahiers des charges des clients.*

**Dans quel cadre légal cultivez-vous du maïs Bt ?**

*L'événement Mon 810 est autorisé, tout comme la variété que je cultive. Je suis donc dans le respect total de la réglementation.*

Le programme PACB 2006 a permis d'acquiescer des résultats techniques dans des conditions agro-climatiques variées, afin de donner aux agriculteurs la possibilité d'évaluer les intérêts technico-économiques du maïs Bt, dans les conditions particulières de leur exploitation ou de leur région. De plus, les analyses réalisées sur plusieurs parcelles ont permis de démontrer la validité des règles de coexistence, dans des conditions réelles de production.

Aujourd'hui, l'intérêt technique du maïs Bt pour l'agriculteur n'est plus à démontrer. Les règles de coexistence au champ ont prouvé leur efficacité. Par ailleurs, les outils opérationnels de gestion de la coexistence existent. L'ensemble de ces éléments doit permettre aux maïsiculteurs de choisir librement leur mode de production en fonction du contexte spécifique de leur exploitation, et de gérer la coexistence des filières en étroite concertation avec leur organisme économique. L'augmentation de la pression parasitaire et les résultats probants de la production OGM 2006 font que la sole de maïs Bt devrait poursuivre son développement dans les années à venir.



**Le maïs Bt MON 810 a permis de sécuriser le rendement en assurant l'expression maximale du potentiel de l'hybride, quel que soit le niveau d'infestation. En présence significative de foreurs, le maïs Bt a eu un rendement moyen supérieur de 11,5 q/ha par rapport au maïs conventionnel isogénique non traité.**

**Pour en savoir plus :**

sur la coexistence OGM/non OGM : Perspectives Agricoles n° 326 – septembre 2006  
sur la réglementation mycotoxines : Perspectives Agricoles n° 324 – juin 2006