

# Les OGM et l'entomofaune



Tout d'abord un peu de fiction pour ceux qui ne liront pas jusqu'au bout. Comme nous l'explique Jean-Marie Pelt, l'inquiétude engendrée par les OGM (organismes génétiquement modifiés) vient des transferts de gènes d'une espèce à une autre, d'un genre à un autre, d'un règne à un autre, court-circuitant les échanges "naturels" d'ADN. L'humanité craint les programmes des "bio alchimistes" qui s'adonnent à ces manipulations, même si la plupart des agronomes en attendent plus de bien que de mal.

Un scénario optimiste : Au lieu de faire un blé-chiendent avec une productivité et une qualité décevantes, on va obtenir du blé aussi grand et aussi durable qu'un séquoia, avec des protéines de poulet et un goût de fraise des bois... Le super-arbre à pain ! Et bientôt, le paradis retrouvé, des pommes sans pépins et des serpents à sang chaud, pour servir de cache-col l'hiver.... Pour une bonne nouvelle, Adam, c'en est une ! Reset !

Un scénario pessimiste : La jacinthe d'eau, l'algue tueuse et le striga (parasite étrangleur des pays chauds récupèrent dans les effluents des usines à OGM des gènes de croissance rapide, de résistance au froid, de tolérance aux herbicides, avec un codon de légumineuse. Leurs gamètes devenus compatibles s'associent en ménage à trois pour engendrer le plus inimaginable envahisseur végétal autotrophe, véritable rouleau compresseur tous terrains (terre, eau douce, eau salée), qui étouffe mers et continents en dix ans, malgré les efforts des militaires, des phytosanitaires et des marchands de frigos de tous les pays.

Et puis un conseil, pour ménager ceux qui craignent plus les mots que les choses qu'ils désignent : si vous êtes agronomes ou simplement agriculteurs, parlez d'OGA, organismes génétiquement améliorés, et non d'OGM, car la modification et la manipulation font peur et le grand public ne retient que les aspects négatifs. À nous tous d'exiger une véritable amélioration, que nous soyons producteurs, distributeurs ou consommateurs.

alors un comportement relatif de "prudence en amont", alors que maintenant on développe une "prudence en aval", sur la base d'une information plus axée sur les effets "potentiellement négatifs" que sur les avantages prouvés ou escomptés. Ces mutations provoquées avaient un très faible rendement. On faisait surtout appel à la sélection génétique issue des travaux de Mendel, alimentée par la découverte de l'ADN, les transferts de gènes par rétrocroisements et hybridations, l'obtention de tétraploïdes...

En 1999, les surfaces cultivées en PGM (plantes génétiquement modifiées) dépassent les 50 millions d'hectares, soit la surface de la France (*La Recherche* - n°322 - p. 17), dont les 2/3 aux Etats-Unis. Total des surfaces, dont celles allouées à la culture d'OGM (mentionnées entre parenthèses) : soja 30(12), maïs 32(15), coton 6(5), colza 6(3). Total des transgéniques des 4 cultures : 35 millions d'hectares (au lieu de 20 en 98), soit près de la moitié des surfaces.

Étant donné la taille de cette "expérimentation en vraie grandeur", on pourrait espérer avoir enfin des résultats valables et des données détaillées sur les effets environnementaux... et des résultats économiques. Cela nous serait très utile pour nous forger une opinion et obtenir si besoin est un moratoire des politiques.

## Historique de l'amélioration des plantes

Les révolutions agricoles ont concerné les sols et les cultures des nations "civilisées" :

- utilisation des engrais organiques, fossiles ou non, puis de synthèse ;
- utilisation de variétés sélectionnées ;
- utilisation de variétés améliorées puis franchement modifiées (mutagenèse - sélection récurrente - hybridation - tétraploïdes - transgénèse...).

Après la sélection empirique, nous avons connu l'époque des mutations "loterie", à l'aide de substances mutagènes, comme le gaz moutarde, la colchicine, ou de rayons X (émis par le cobalt 60)... Cela représentait un danger pour les scientifiques et les manipulateurs en général, et ce avec un résultat très aléatoire... Nous avons





Rappelons au passage qu'à chaque mise sur le marché de nouvelles variétés, les craintes devant le changement sont apparues. Ce qui est nouveau, c'est la peur du stade "expérimentation sur le terrain", qui est pourtant le meilleur moyen de trier le "bon" du "mauvais", étant donné la nature des critiques...

Les apiculteurs ont toujours été soucieux de la défense de l'environnement : les exemples des arbres fruitiers, des lavandins, des colzas zéro et double zéro, et plus récemment des tournesols, sont dans nos mémoires. Mais il y a des cultures naturellement très peu ou pas visitées par les abeilles : cotonnier, maïs, pomme de terre, tomate, etc. sauf pullulations d'Homoptères qui les rendent "artificiellement" attractives, qu'elles soient en fleur ou non.

Pour avoir une idée précise des interactions entre OGM et entomofaune, il nous faudrait un inventaire quantifié des PGM résistant à des insectes phytophages, ravageurs notoires ou non, et connaître les nombreuses interférences possibles avec des insectes utiles, entomophages et auxiliaires divers.

Parmi les 25 espèces de plantes transgéniques (22 herbacées et 3 ligneuses, le peuplier, le pommier et la vigne), (source GNIS), on en dénombre 9 sélectionnées pour la résistance aux insectes : café, chou, colza, cotonnier, maïs, pomme de terre, pommier, riz, tomate, et cultivées sur plus de 30 millions d'hectares en 1999. Leur impact potentiel sur l'entomofaune, en particulier celle qui fréquente les champs cultivés, a donc cessé d'être marginal.

### *Les insectes, observatoire des PGM*

Les entomologistes sont particulièrement concernés par le concept de biodiversité, puisqu'il est admis que les espèces décrites sont en majorité des insectes.

C'est peut-être parce que "small is beautiful" et que les insectes ont la dimension relative idéale. Si l'homme mesurait 1 centimètre, il se pourrait que

la taille moyenne des espèces décrites soit dix ou cent fois plus petite.

### **Effets sur les insectes auxiliaires**

Des coccinelles (*Adalia bipunctata*) nourries de pucerons (*Myzus persicae*) élevés sur pommes de terre transgéniques (résistance relative aux aphides due aux lectines) ont montré une fécondité et une survie amoindrie. Comme souvent, on peut discuter sur un effet "direct transmis" ou un effet "indirect", les coccinelles devant se contenter de pucerons mal nourris.



*Les chenilles de Danaus plexippus, le Monarque américain, seraient sensibles à la toxicité des pollens de maïs transgéniques qu'elles absorbent en consommant des feuilles d'Asclépiadacées qui en sont couvertes. (Cliché R. Coutin - OPIE)*

### **Effets sur les consommateurs phytophages "non-cibles" (y compris l'homme)**

L'idéal est une amélioration "gagnant-gagnant-gagnant"

- pour l'environnement (respect des biocénoses et des équilibres "agriculture-nature") ;
- pour le paysan (meilleurs rendements, meilleures qualités alimentaires) ;
- pour le consommateur (il y a souvent corrélation entre "résistance au consommateur insecte" et "résistance au consommateur mammifère").

### **L'évolution et l'entomofaune conduisent à deux thèmes de réflexion :**

1 - la modification des rapports plantes cultivées - insectes phytophages va-t-elle s'ac-

Dans *Le Monde* du 4/6/99, Henry Gee s'interroge : le transfert des gènes est-il un facteur important de l'évolution ? Deux procaréotes éloignés, *Thermotoga maritima*, bactérie (peu évoluée ?) et *Thermococcus* (*Pyrococcus*) *horikoshii*, Archéobactérie (relativement évoluée ?), ont en commun 25% de leurs gènes. Question : ces 25 % - les mêmes gènes ou la même proportion - seront-ils bientôt retrouvés chez un eucaryote ?

Sur les 111 organismes séquencés, un seul animal (*Caenorhabditis elegans* - nématode) et aucun végétal (on annonce le séquençage proche de deux champignons, *Aspergillus nidulans* et *Candida albicans*). En fait, l'introduction significative de plantes transgéniques - progression mondiale de la 3<sup>ème</sup> révolution agricole, sans compter le début de l'agriculture - va-t-elle modifier significativement la coévolution "récente" ou non ?

célébrer au point de devenir visible pour chacun d'entre nous ?

2 - la coévolution "artificielle" que nous allons provoquer par la généralisation d'OGM "domestiques" va-t-elle s'accompagner de fuites importantes de gènes vers les autres espèces, sauvages ou exploitées, au point de supplanter la "naturelle" ? En d'autres termes, de la même façon que l'homme a commencé à modifier significativement la biosphère par ses activités courantes (pollutions industrielles, agricoles, etc.), va-t-il faire dévier l'évolution des espèces ? Un troisième thème pourrait être la perception subjective que nous aurons du processus : la généralisation de PGM va-t-elle avoir un effet sur notre appréhension de l'environnement agro-sylvo-pastoral ? C'est ce qui inquiète les écologistes généralistes.

*"Touche pas à mon Monarque !"*

Si les chenilles sont généralement considérées comme nuisibles, les papillons, au moins les plus décoratifs, sont vénérés comme indicateurs de la biodiversité. En revanche, combien de volontaires pour défendre auprès des décideurs les puces, les poux, les moustiques... et même les pucerons ? Mais l'homme de la rue (et des chemins) n'est pas le seul ennemi des insectes, voyants ou discrets. Si leurs belles couleurs les font remarquer, les prédateurs des insectes les repèrent facilement... à moins de se heurter à des moyens de défense (répulsifs, poisons...).



À propos, comment protéger efficacement les espèces en voie de disparition ? En verbalisant les collectionneurs ou en neutralisant ceux qui dégradent les biotopes ? La banalisation des PGM risque d'être classée parmi les pollutions majeures : la grande presse s'est fait l'écho des risques qu'un lépidoptère fétiche des "yankees" pourrait courir devant la généralisation des maïs Bt.

Le Monarque peut être considéré comme utile, puisque ce phytophage limite les populations d'une plante spontanée toxique, une Asclépiadacée refusée par le bétail. C'est aussi un papillon national, migrateur régulier sur longues distances. Ses chenilles peuvent-elles consommer, en plein champ, des feuilles saupoudrées de pollen provenant d'un maïs Bt ? Comment comparer ce risque avec celui qu'elles courent en traversant des cultures pulvérisées

par des insecticides polyvalents ? Même si l'exemple du Monarque n'a pas été très bien choisi, il a eu le mérite d'enrichir le dialogue.

### Que dit la bibliographie ?

Jusqu'à présent, la bibliographie concernant la transgénèse se réfère quasi exclusivement à la résistance aux maladies, la résistance aux insectes et la résistance (tolérance) aux herbicides pour faciliter la culture. Intéressants pour la productivité des pays riches et les magnats de l'agrochimie, ces thèmes motivent peu le tiers-monde ou tout au moins ses intérêts intrinsèques.

On a avancé trois autres pistes, plus intéressantes en termes de productivité mondiale :

1 - thème résistance à la salinité ;

2 - thème résistance à la sécheresse : T. Lamaze, D. Tousch, X. Sarda, C. Grignon, D. Depgny-This, et P. Monneveux, "Résistance des plantes à la sécheresse", article publié dans *Le sélectionneur français* en 1995, (45) : 75-85, dont voici un extrait : "*Une amélioration de la tolérance significative sur un plan agronomique ne peut guère être espérée en changeant l'activité d'un seul gène... le déterminisme vraisemblablement polygénique de la tolérance au stress hydrique, comme aux autres stress abiotiques, fait que la production par voie transgénique de géotypes d'intérêt agronomique reste au-delà de notre horizon...*";

3 - thème rapidité de croissance : une découverte de chercheurs israéliens, diffusée dans un communiqué sur la chaîne radiophonique France-Info, le 25/6/99,

#### Les OGM sur Internet (situation au 9/9/99)

On peut classer les sites en 4 catégories : Associations (plutôt contre) - Entreprises (plutôt pour) - Personnel (généralement contre) - Public (neutre ou favorable). Les internautes pourront trouver eux-mêmes les sites "perso". Pour ceux qui s'accrochent à leur trapèze volant sans avoir le courage de se jeter dans le net, voici proposée une liste non exhaustive (classée alphabétiquement) pour frimer parmi les "chébrans" !

##### Associations :

Agir pour l'Environnement	<a href="http://www.globenet.org/ape">http://www.globenet.org/ape</a> ;
Annuaire de l'environnement	<a href="http://www.reinet.asso.fr/annuaire/ogm.htm">http://www.reinet.asso.fr/annuaire/ogm.htm</a> ;
À qui profitent les OGM ?	<a href="http://www.greenpeace.org/-france/Campagnes/Ogm/">http://www.greenpeace.org/-france/Campagnes/Ogm/</a>
Cercle des Étudiants en Biologie de l'ULG	<a href="http://www.fede.student.ulg.ac.be/ceb/">http://www.fede.student.ulg.ac.be/ceb/</a>
Collectif Citoyens OGM Danger	<a href="http://www.multimania.com/ogm">http://www.multimania.com/ogm</a>
Confédération paysanne	<a href="http://www.confederationpaysanne.fr">http://www.confederationpaysanne.fr</a>
Démocratie Écologie Solidarité	<a href="http://www.landerneau-ecologie.infini.fr">http://www.landerneau-ecologie.infini.fr</a>
Io	<a href="http://www.io.asso.fr">http://www.io.asso.fr</a>
Maison de la consommation et de l'environnement de Rennes	<a href="http://www.rennet.org/mce">http://www.rennet.org/mce</a>
PLN	<a href="http://www.lisco.com/FranceTM/genetique3.html">http://www.lisco.com/FranceTM/genetique3.html</a>
Terre citoyenne	<a href="http://www.multimania.com/terrecit">http://www.multimania.com/terrecit</a>
Terre Sacrée	<a href="http://www.multimania.com/terresacree/ogmtuges.htm">http://www.multimania.com/terresacree/ogmtuges.htm</a>

##### Entreprises :

DuPont	<a href="http://www.dupont.com">http://www.dupont.com</a>
Monsanto France	<a href="http://www.monsanto.fr">http://www.monsanto.fr</a>
Novartis:	<a href="http://www.novartis.com">http://www.novartis.com</a>
"OGM"	<a href="http://www.ogm.org">http://www.ogm.org</a>
Pioneer	<a href="http://www.pioneer.com">http://www.pioneer.com</a>
Zeneca:	<a href="http://www.zeneca.com">http://www.zeneca.com</a>

##### Public :

Appel à propositions "impact des OGM"	<a href="http://www.proto.education.gouv.fr">http://www.proto.education.gouv.fr</a>
Avis recueillis...risques OGM	<a href="http://www.environnement.gouv.fr">http://www.environnement.gouv.fr</a>
Biopesticides	<a href="http://www.quasimodo.versailles.inra.fr">http://www.quasimodo.versailles.inra.fr</a>
Cité des Sciences - Biotechnologies	<a href="http://www.sciencesmuseo.tm.fr/biotechnologies">http://www.sciencesmuseo.tm.fr/biotechnologies</a>
Courrier de la Planète	<a href="http://www.rio.net/solagral">http://www.rio.net/solagral</a>
INRA	<a href="http://www.inra.fr">http://www.inra.fr</a>
Journal Le Monde ("Les OGM sèment le trouble")	<a href="http://www.lemonde.fr">http://www.lemonde.fr</a>
OGM:prudence	<a href="http://www.dijon.inra.fr">http://www.dijon.inra.fr</a>
Phytonet	<a href="http://www.terre-net.fr">http://www.terre-net.fr</a>
Risques toxiques et environnement...	<a href="http://www.citeweb.net">http://www.citeweb.net</a>
texte 2 Casse - Plantes transgéniques	<a href="http://www.cnrs.org">http://www.cnrs.org</a> (ou <a href="http://www.cnrs.fr">cnrs.fr</a> )
et aussi:site FAO sur les semences et les plantes	<a href="http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agps/default.htm">http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agps/default.htm</a>
Sur les plantes transgéniques	<a href="http://www.infobiogen.fr/SDV/pltrans.html">http://www.infobiogen.fr/SDV/pltrans.html</a>
Campagne "Pure Food"	<a href="http://www.purefood.org/index.htm">http://www.purefood.org/index.htm</a>
The Rural Advancement Foundation International	<a href="http://www.rafi.ca/">http://www.rafi.ca/</a>



qui n'a pas été repris par la grande presse. Plusieurs espèces, dont le maïs, auraient reçu des gènes leur permettant de croître plus rapidement (jusqu'à 50% de gain ?)

### À l'avenir, concilier la résistance aux insectes nuisibles et le maintien de la biodiversité ?

On peut imaginer des pommes de terre résistantes au doryphore et sensibles aux "lépido" chers aux entomologistes (Sphinx tête de mort...). Le Sphinx faisait quelques dégâts aux ruches et son retour pourrait inquiéter les apiculteurs (comme le loup les bergers...), et puis attention à la Teigne, fléau d'autrefois au sud de la France et en Algérie. Rien n'est simple, et les équilibres seront toujours fragiles !

Les agriculteurs sont principalement motivés par les avantages économiques, même s'ils sont tempérés par les concepts de durabilité. Avec les maïs résistants à la Pyrale, plus besoin de traitements insecticides en végéta-

tion, donc plus de pullulations provoquées de pucerons, de cicadelles, d'acariens... L'économie potentielle n'est pas, comme il a été dit, de 750 F (coût d'une triple application de trichogrammes sans danger pour l'environnement), mais de 750 F = 250 F (pyréthrinoides anti-pyrale) + 250 F (produit composé anti-pucerons) + 250 F (acaricide)... et donc de 3 applications dangereuses pour l'environnement (animaux à sang froid, insectes utiles). Dommage que cet argumentaire n'ait pas été développé par les "technicommerciaux".

Pour tous les insecticides, on a vu apparaître et se multiplier les cas de résistance des insectes nuisibles. Le risque de contournement de la résistance du maïs "dopé" au Bt, craint depuis le début, aurait été minimisé par les obtenteurs. Ces derniers, qui postulaient le caractère récessif de résistances étudiées chez d'autres Lépidoptères : *La Recherche* n°322 p 13, en citant *Science* du 7/5/99 (article de Huang et coll. "Inheritance of Resistance to BT Toxin (Dipel ES) in the

*European Corn Borer*"), nous annonce que la résistance chez la Pyrale serait dominante. Question : les résultats obtenus aux USA seront-ils valables pour les souches européennes de l'insecte ?

**Problème de fond : Les agronomes travailleront-ils un jour pour conserver la biodiversité des nuisibles et des autres phytophages ? Sont-ils prêts à le faire, alors qu'ils ont toujours cherché à les détruire, sans se soucier suffisamment de leur complexité et de leur variabilité ?** 🌱

#### L'auteur

Lors de son entrée à l'INRA de Versailles en entomologie, Jean-Pierre Moreau, ingénieur agronome, est accueilli et formé par Jean-René Le Berre. Directeur de recherches et scientifique de terrain, Jean-Pierre Moreau a réalisé durant toute sa carrière de nombreuses études sur les insectes vecteurs de maladies virales des graminées.

E N B R E F

## Pour faire voler les pucerons



Aphidien adulte ailé en vue frontale montrant le rostre qui lui sert à absorber la sève des plantes (Microscopie électronique à balayage). (Cliché Stephan Borensztajn-CNRS)

Les Pucerons sont des êtres au cycle compliqué. Pour faire simple, disons qu'ils passent l'été groupés – en colonies – à boire la sève et à se reproduire de façon parthénogénétique (pas de

mâles). Les générations de femelles ("virginipares") se succèdent à un rythme soutenu. Certaines colonies sont composées d'individus aptères, d'autres d'ailes capables de migrer vers des

plantes plus succulentes. Jusque-là, les aphidologistes expliquaient l'apparition de virginipares ailées par la surpopulation et le déclin de la plante hôte. A. F. G. Dixon et B. K. Agarwal, respectivement anglais et indien, viennent de mettre en évidence un déterminisme nouveau, très rare chez les animaux terrestres, de la production d'une descendance différente en réaction à la prédation. Dans le cas du Puceron vert ou rose du pois, *Acyrtosiphon pisum*, la trace (olfactive) laissée par une Coccinelle (*Adalia bipunctata*) induit – chez les survivants – la naissance de virginipares ailées, capables, donc de fuir ce danger. Une réaction qui a pu s'installer car les Pucerons ont des générations bien plus courtes que les Coccinelles. Deux espèces voisines, le Puceron vert de la fève *Megoura viciae* et le Puceron noir de la fève *Aphis fabae* se défendent autrement : goût répugnant, toxicité et... protection par les fourmis.

D'après *Nature*, lu sur [helix.nature.com/nsu/](http://helix.nature.com/nsu/) ; *Cycle des Pucerons, vocabulaire ad hoc et portraits d'A. pisum et d'A. fabae à voir à*

[www.inra.fr/HYPPZ/pa.htm](http://www.inra.fr/HYPPZ/pa.htm)