

SCIENCES La campagne d'arrachage sauvage de cultures expérimentales d'organismes génétiquement modifiés (OGM) a relancé les débats sur les dangers et les promesses

de ces végétaux. ● LE PREMIER, un tabac, a été obtenu en 1983. Depuis lors, les techniques ont évolué. Mais les OGM de grande culture commercialisés aujourd'hui sont tous

jours issus de procédés modifiant substantiellement leur génome. ● DE NOUVELLES voies de recherche permettent d'effectuer des altérations plus subtiles de leur patrimoine

génétique. Les laboratoires se concentrent désormais sur la production de variétés « sans addition de gène extérieur ». Ces produits de deuxième génération pourraient

échapper aux réglementations actuelles. ● AUSSI certains chercheurs souhaitent-ils une refonte des méthodes d'évaluation des plantes issues du génie génétique.

Ce qu'il faut savoir pour comprendre la bataille des OGM

Comment se fabriquent les organismes génétiquement modifiés ? Quels sont les risques pour les consommateurs ? Où en sont les recherches sur les plantes transgéniques « propres » ? Réponses à quelques questions-clés pour mieux comprendre les enjeux

QU'EST-CE qu'un organisme génétiquement modifié ? Une directive européenne (90/220), transposée en droit français en 1992, définit l'OGM comme « un organisme dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle ». Ce qui le différencie des plantes de culture classiques - qui, elles aussi, sont des mutantes issues de méthodes de sélection anciennes -, c'est l'introduction d'un fragment étranger d'acide désoxyribonucléique (ADN), support de l'hérédité du vivant.

Les premiers OGM furent produits dans les années 1970. Il s'agissait de micro-organismes, et notamment de bactéries, qui, grâce à l'introduction de gènes étrangers, ne tardèrent pas à produire des molécules précieuses en médecine, comme l'insuline, l'hormone de croissance ou l'interféron. La première plante transgénique - un tabac - fut produite en 1983, par une équipe belge. Les premiers végétaux de grande culture (soja, maïs, coton) sont cultivés à grande échelle depuis 1996, essentiellement en Amérique. En Europe, un moratoire a été décrété en 1998 sur la mise en culture. Seule l'Espagne cultive extensivement du maïs transgénique sur 30 000 ha. Mais les importations con-

d'importation, sont dits de première génération. Leur mise au point a nécessité l'emploi des techniques de transgénèse, c'est-à-dire l'introduction d'un ou de plusieurs gènes issus d'organismes provenant d'espèces, voire de règnes, différents. En pratique, la technique ne permet pas d'introduire le seul gène d'intérêt (résistance à un herbicide, production de toxines dirigées contre des ravageurs, etc.), mais elle nécessite le transfert d'une construction génétique complexe, et notamment de marqueurs qui permettent de s'assurer que ce transfert d'ADN a bien eu lieu. On peut même ajouter un

gène stérilisateur, comme le fameux Terminator, qui interdit de semer les graines récoltées.

La première étape consiste à identifier le gène qu'on souhaite intégrer dans le patrimoine génétique de l'organisme cible - par exemple, un gène gouvernant la fabrication d'une toxine insecticide, tiré de la bactérie *Bacillus thuringiensis*. Des enzymes de restriction, sortes de ciseaux moléculaires, permettent de découper et d'isoler ce gène, auquel on accole des fragments d'ADN qui favoriseront son insertion dans les chromosomes de l'organisme cible. On fait ensuite se multiplier le gène chi-

mère en l'introduisant dans une bactérie, *Escherichia coli*, qui fabrique des milliers de clones.

Les vecteurs : ces clones d'ADN doivent ensuite être introduits dans la cellule cible. On distingue plusieurs méthodes.

La biolistique consiste à coller le fragment d'ADN sur des microbilles d'or, de tungstène ou de platine, qui sont littéralement tirées au cœur du noyau de la cellule cible à l'aide d'un canon à particules. Ce procédé est utilisé pour le soja et le maïs.

L'électroporation permet d'introduire le fragment d'ADN dans le noyau de la cellule à la faveur d'un choc électrique, qui

rend sa membrane poreuse.

La transfection utilise un virus ou une bactérie (*Agrobacterium*) porteur de l'ADN étranger pour infecter la cellule cible et lui transmettre des gènes. Colza, pomme de terre et tomate transgéniques sont souvent obtenus par ce biais.

La sélection : une fois la construction introduite, il faut s'assurer qu'elle s'est bien intégrée au génome du végétal. C'est là qu'entrent en jeu les gènes associés, comme celui de la résistance à un herbicide ou à l'ampicilline : il suffit de verser cet antibiotique dans le milieu de culture pour éliminer les cellules qui

n'en sont pas dotées. Cette sélection est extrêmement simple, et fort simple à mettre en œuvre. Mais il a soulevé de nombreuses critiques, portant notamment sur la faculté qu'aurait l'OGM créé de disperser dans l'environnement cette capacité de résistance à un antibiotique. Il existe des marqueurs de substitution du gène « gus », codant pour une protéine qui peut être détectée par fluorescence, ou des gènes de détection directe de la présence du gène. Mais elles sont plus coûteuses et surtout plus coûteuses à mettre en œuvre. Si elles étaient en faveur des scientifiques, elles ne seraient pas encore rarement utilisées par les industriels.

La dernière phase de la sélection consiste à faire pousser les plantes à vérifier qu'elles présentent les caractères escomptés - un caractère peut être présent, mais ne peut être primé. Il importe donc d'évaluer le nombre important de caractères à vérifier. Il faut ensuite procéder à des croisements avec des variétés dites « aux caractéristiques multiples confirmées ». Cette sélection peut demander plusieurs années, et les industriels n'hésitent pas, pour hâter les choses, à pousser alternativement les plantes en France et au Chili, par exemple, pour bénéficier du printemps dans les deux hémisphères.

Génie génétique : le progrès en balance

LES BÉNÉFICES ESCOMPTÉS

AGRICULTURE

- **Résistance aux nuisibles**, aux champignons, aux virus, améliore les rendements.
- **Tolérance aux herbicides totaux**, simplifie le désherbage.
- **Exploitation d'environnements dégradés** : tomate poussant avec de l'eau salée, maïs/sorgho résistant à la sécheresse.

INDUSTRIE

- **Production de plastiques biodégradables** à base de végétaux.
- **Fabrication de pâte à papier** moins polluante.

SANTÉ

- **Amélioration de la valeur nutritive** des aliments.

LES RISQUES POTENTIELS

SANTÉ

- **Toxicité** : insecticides et herbicides métabolisés par l'OGM pourraient avoir des conséquences à moyen et long terme sur la chaîne alimentaire.
- **Flux de gènes** : transmission à des bactéries de gènes de résistance à certains antibiotiques utilisés pour sélectionner les OGM.
- **Effets indésirables** : les méthodes de transfert de gène ne permettent pas de contrôler précisément l'emplacement du transgène, lequel pourrait perturber le métabolisme de l'OGM, susceptible d'avoir une influence sur la chaîne alimentaire, par le biais d'allergies par exemple.

ENVIRONNEMENT

- **Résistance** : l'apparition d'insectes résistants aux toxines produites par la plante obligerait à recourir à d'autres insecticides.
- **Toxicité** : des insectes non nuisibles pourraient être infectés.
- **Pollution génétique** : transmission à des adventices (les mauvaises herbes) de la capacité à tolérer les herbicides qui seraient utilisés.