

# À tout-SCIENCES

OGM, la parole aux  
scientifiques



Une collaboration avec Pr. J-Y Matroule  
dans le cadre du Symposium du  
7/09/2013



Tout organisme vivant, quel que soit son niveau de complexité (bactéries, animaux, végétaux), est ce qu'il est grâce à une molécule particulière appelée ADN. L'ADN porte, sous forme de gènes, l'information propre à chaque règne, à chaque espèce et même à chaque individu et constitue le patrimoine génétique. L'ADN est lu et décodé par une machinerie cellulaire complexe qui donnera naissance, en fin de chaîne, à des protéines essentielles au développement de l'organisme et à son bon fonctionnement. Le patrimoine génétique d'un individu sera transmis complètement ou en partie (dans le cas de la reproduction sexuée) à la descendance qui sera, à son tour, capable de « fonctionner » dans le même environnement.

Il est important de considérer que, dès l'apparition des premières formes de vie sur Terre il y a 3,5 milliards d'années, l'ADN a subi des modifications de petite ou grande ampleur. Ces modifications provoquent dans certains cas l'apparition de nouvelles protéines qui permettront à ces organismes de survivre dans un nouvel environnement et de transmettre leur(s) nouvelle(s) caractéristique(s) à leurs descendants. Ainsi, sur une échelle de temps de plusieurs milliards d'années, l'ensemble des modifications des génomes a conduit à l'apparition de nouveaux organismes de plus en plus complexes au cours d'un processus qu'on appelle l'évolution.

Les modifications du patrimoine génétique d'un individu peuvent avoir des origines diverses. Il peut s'agir d'erreurs commises par la machinerie cellulaire chargée de copier l'ADN, d'une exposition à un environnement toxique pour l'ADN (agents mutagènes comme certains UVs) ou d'un transfert d'ADN provenant d'un autre organisme.

En effet, il est fréquent qu'une bactérie reçoive de l'ADN d'une autre espèce bactérienne. Par exemple, certaines bactéries deviennent résistantes à certains antibiotiques car elles ont reçu d'une bactérie déjà résistante à ces antibiotiques les gènes qui leur permettront de devenir résistantes à leur tour. C'est ce qu'on appelle en génétique le transfert horizontal.

On a aussi retrouvé dans les génomes de bactéries, mais aussi d'animaux et de plantes, des traces de gènes de virus qui sont la marque d'infections virales qui ont eu lieu il y a des millions d'années. En effet, certains virus récents comme le virus du VIH (sida) ont la capacité, après une modification de leur génome, de s'intégrer dans le génome de la cellule qu'ils infectent et d'y rester dormants pendant plusieurs années.

En outre, il est remarquable de constater que les cellules qui constituent les animaux et les végétaux contiennent des vestiges de bactéries (appelées bactéries endosymbiotiques) qui permettent à ces cellules de respirer (chez les animaux et chez les végétaux) et même de pratiquer la photosynthèse (chez les végétaux).

Il est donc évident que le monde dans lequel nous vivons aujourd'hui est le résultat de nombreuses modifications de l'ADN aussi appelées modifications génétiques. Par ailleurs, nos cellules, tout comme celles de notre chien, de notre chat ou du pommier qui se trouve dans le jardin contiennent des gènes provenant d'organismes aussi inattendus que les virus et les bactéries.

En conclusion de cette première partie, ne sommes-nous pas tous des organismes génétiquement modifiés (OGMs) ?

En fait, les OGMs « actuels » réfèrent à des organismes génétiquement modifiés...par l'Homme.

Pourquoi l'Homme passerait-il son temps à modifier le génome des organismes qui l'entourent puisque ceux-ci l'ont bien fait sans son aide au cours de l'évolution ?

L'Homme, dans son besoin d'améliorer son quotidien mais aussi de pouvoir subvenir à des besoins toujours grandissants dans un monde en constante évolution, a trouvé le moyen, à travers la manipulation génétique, de « maîtriser » certains processus « naturels » à des fins parfois mercantiles mais aussi très souvent utiles.

Les OGMs font souvent l'actualité et sont devenus l'objet d'un vif débat entre les groupements écologistes et les grandes multinationales agro-chimiques comme Monsanto qui contrôlent une bonne partie de l'agriculture intensive mondiale en commercialisant des semences de maïs, de soja, de colza et de coton transgéniques.

Mais connaissez-vous toute l'étendue du monde des OGMs ?

La suite de ce dossier abordera de manière non exhaustive quelques exemples de champs d'application des « nouveaux » OGMs.



## L'agriculture

L'accroissement de la population mondiale associé à un style de vie axé sur la consommation implique une modification de certains modes de production. Par exemple, l'agriculture intensive telle qu'elle est pratiquée dans les pays développés et les pays émergents nécessite un rendement élevé à faible coût.

La sélection et le croisement d'espèces adaptées à l'agriculture et à la consommation humaine remontent à plusieurs millénaires. Ainsi, la plupart des aliments (animaux et végétaux) que nous consommons à l'heure actuelle sont le fruit d'une longue sélection par de nombreuses générations d'agriculteurs et d'éleveurs qui ont sélectionné des organismes dont le génome est souvent très différent du génome des espèces ancestrales.

De manière à augmenter les rendements de production, l'industrie agro-alimentaire a ainsi développé des OGMs résistants à certains ravageurs (limitant ainsi l'usage de pesticides) et/ou à des herbicides totaux (détruisant les mauvaises herbes qui pourraient perturber le développement des cultures et donc leur rendement) en y introduisant un ou plusieurs gènes (appelés dans ce cas transgènes) leur conférant ces caractéristiques avantageuses. Ainsi, actuellement 9% de terres cultivables dans le monde sont utilisées pour la culture d'OGMs tels que le maïs (35% du maïs), le soja (81% du soja), le coton (81% du coton) et le colza (30% du colza).

Toutefois, l'utilisation de ces OGMs impose aux agriculteurs, par contrat avec les semenciers, de racheter de nouvelles semences chaque année assurant aux grandes multinationales une mainmise sur l'agriculture.

Certains s'inquiètent également de la toxicité de l'OGM pour le consommateur. A ce jour, aucune toxicité avérée n'a pu être mise en évidence de manière scientifique mais il est cependant très important de rester vigilant quand il s'agit de mettre un nouveau produit de consommation, quel qu'il soit, sur le marché.

L'impact des OGMs sur les espèces locales (compétition, transfert du transgène) et donc sur la biodiversité constitue également une inquiétude récurrente. L'introduction d'une nouvelle espèce, quelle qu'elle soit, dans un écosystème en équilibre peut effectivement perturber le fonctionnement de cet écosystème. Il est dès lors nécessaire de mettre en œuvre des conditions qui limitent au maximum l'impact d'une culture OGM sur les espèces voisines.

Un certain nombre de stratégies visant à limiter la dissémination d'un transgène sont déjà appliquées ou en cours de développement comme par exemple le confinement qui consiste à isoler le champ d'OGMs des champs voisins. En effet, le grain de pollen du maïs a une durée de vie très courte, une distance suffisante entre les OGMs et les espèces locales réduira les chances de voir le grain de pollen du maïs OGM (et donc porteur du transgène)

féconder un plant de maïs local. D'autres stratégies génétiques appelées GURTs (*Genetic Use Restriction Technologies*) visent à introduire un ou plusieurs autres transgènes dans l'OGM de manière à (1) le désavantager s'il se retrouve dans un autre environnement ou (2) à le rendre stérile. Les recherches effectuées dans ce domaine ont évidemment toute leur importance.

La réduction des réserves de carburants fossiles et l'impact de ces carburants en matière d'effet de serre (perturbation de l'équilibre carbone atmosphérique par libération de CO<sub>2</sub> piégé dans le sol il y a des millions d'années) nous a conduit à produire des biocarburants dont le bilan carbone est nul étant donné que le CO<sub>2</sub> qu'ils libèrent lors de leur combustion correspond au CO<sub>2</sub> absorbé par les plantes dont ils proviennent. La critique majeure concernant ces biocarburants est qu'ils vont mobiliser des terres arables au détriment des cultures céréalières ou de réserves naturelles (comme la forêt amazonienne).

L'université de Gand a récemment développé un peuplier OGM (non pas par l'ajout d'un transgène mais par la suppression d'un gène) dont la lignine (élément de rigidité) a été modifiée de manière à faciliter l'extraction des sucres nécessaires à la production de bioéthanol et par conséquent augmenter le rendement de production. En outre, les peupliers présentent l'avantage de croître dans des milieux pauvres en eau et donc peu propices à l'agriculture. Le développement d'OGMs peu exigeants en eau pourrait ainsi permettre d'utiliser de nouveaux espaces considérés actuellement comme non cultivables.



## La médecine

Les premières utilisations d'OGMs en médecine remontent au début des années 1980. En effet, la production d'insuline par des bactéries modifiées génétiquement a été décrite en 1978 et a permis depuis lors de s'affranchir d'une purification plus complexe à partir de pancréas de porc et de bœuf. Par ailleurs, le vaccin contre l'hépatite B est également produit depuis 1985 à partir de levure génétiquement modifiées.

A ce jour, parmi les nombreux vaccins utilisés en médecine humaine ou vétérinaire, on retrouve les vaccins atténués qui sont en fait des virus ou des bactéries inactivés génétiquement de manière à ce que le vaccin active le système immunitaire sans provoquer d'infection. Par ailleurs, d'autres types de vaccins dits sous-unitaires sont en fait des protéines antigéniques virales ou bactériennes associés à un adjuvant et produites en laboratoire par des bactéries, des levures ou des cellules de mammifères. Deux problématiques associées à la vaccination dans les pays sous-développés sont le coût et le stockage (au frais) des vaccins actuels. Dès lors, de nombreuses études visent à produire des vaccins sous-unitaires directement dans des fruits ou des légumes qui pourront être cultivés sur place. De nombreuses contraintes subsistent toutefois avant de pouvoir mettre ce type d'aliments sur le marché.

Dans le même ordre d'idée, un riz transgénique (appelé le riz doré) produisant du beta-carotène (un précurseur de la vitamine A) a été créé en 2000 dans le but de réduire le nombre d'enfants atteints de cécité dans les pays pauvres où les carences en vitamine A sont fréquentes. Toutefois, ce riz n'est pas encore disponible sur le marché en raison de la pression des lobbies écologistes et altermondialistes.

Un autre avantage indéniable des OGMs en médecine est l'utilisation de modèles animaux pour l'étude des maladies génétiques. L'un des modèles les plus utilisés à l'heure actuelle en laboratoire est la souris. Il existe en effet des ressemblances importantes dans la séquence et dans l'ordre des gènes entre l'Homme et la souris. Lorsqu'un ou plusieurs gène(s) impliqué(s) dans une maladie génétique sont identifiés chez l'Homme, il est fréquent de modifier ce ou ces gènes chez la souris de manière à déterminer si certains « symptômes » associés à la pathologie humaine apparaissent également chez la souris. Si c'est le cas, nous avons un modèle animal pour étudier une maladie humaine et ses diverses possibilités de traitement. Ainsi, de nombreux modèles souris pour des maladies humaines sont déjà disponibles (sclérose latérale amyotrophique, syndrome de l'X-fragile, autisme,..).

Par ailleurs, des souris humanisées produisant des tissus ou des organes humains voire des tumeurs humaines ont également été mises au point afin de mieux comprendre le fonctionnement de ces tissus et organes ou de tester de nouveaux traitements anticancéreux. D'autres modèles animaux tels que le poisson zèbre sont également utilisés en recherche afin de mieux comprendre l'embryogenèse par exemple.

Un troisième champ d'application de la manipulation génétique en médecine est la thérapie génique. Toujours à l'état expérimental, cette nouvelle thérapie consiste à « remplacer » dans un tissu ou un organe un gène déficient et responsable d'une maladie génétique par une version fonctionnelle de ce gène. Par exemple, la mucoviscidose qui résulte d'une mutation dans le gène *cftr* est caractérisée notamment par une accumulation de mucus au niveau des voies respiratoires. Des projets visant à restaurer les fonctions pulmonaires en introduisant une copie intacte du gène *cftr* dans les cellules pulmonaires par l'intermédiaire d'un virus modifié génétiquement, par exemple, sont en cours d'étude.

## L'environnement

Les OGMs peuvent également présenter une certaine utilité dans l'amélioration de notre environnement. En effet, l'activité humaine, et principalement industrielle et militaire, génère une pollution environnementale non négligeable. Ainsi, de nombreux sites sont devenus inexploitable en raison d'une accumulation de métaux lourds, de solvants voire d'explosifs (TNT par exemple). L'excavation (enlèvement des sols pollués) implique des coûts financiers exorbitants, si bien que la plupart du temps, ces sites sont tout simplement abandonnés. De nouvelles stratégies de dépollution telles que la bioremédiation et la phytoremédiation sont en cours de développement. Ces technologies consistent à utiliser des microorganismes (bactéries par exemple) ou des végétaux (bouleaux, peupliers,...) modifiés génétiquement de manière à leur conférer la capacité d'accumuler ces polluants divers. Les OGMs chargés en polluants sont ensuite « récoltés » et recyclés à faible coût.

