

1. Présentation de Marc Boutry, Bioingénieur, Professeur ordinaire (UCLouvain)

Auteur d'un récent ouvrage publié par les éditions de l'Académie Royale : Des Plantes OGM qui vous veulent du bien.

Évolution de l'agriculture et premières sélections de plantes

L'évolution de l'agriculture et les croisements progressifs des espèces végétales par l'homme ont joué un rôle fondamental dans le développement de l'agriculture moderne (et traditionnelle) telle que nous la connaissons aujourd'hui.

→ La domestication des plantes : Il y a des milliers d'années, les premières communautés humaines ont commencé à passer d'une économie de chasse et de cueillette à une économie basée sur l'agriculture. Elles ont commencé à domestiquer des plantes sauvages, en choisissant celles qui présentaient des caractéristiques souhaitables telles que des rendements élevés, une meilleure résistance aux maladies et une facilité de culture. Les premiers exemples de plantes domestiquées comprennent le blé, l'orge, le riz et le maïs.

→ Les premiers croisements sélectifs : Au fil du temps, les agriculteurs ont commencé à observer les variations naturelles dans les plantes domestiquées et ont réalisé que certaines caractéristiques pouvaient être renforcées en croisant délibérément des individus ayant des traits spécifiques. Cela a conduit à des croisements sélectifs pour créer des variétés de plantes qui répondaient aux besoins des agriculteurs, telles que des variétés à maturation plus rapide, plus résistantes aux maladies ou plus productives.

→ La sélection des semences : Au fur et à mesure que les agriculteurs observaient les variations dans les plantes domestiquées, ils ont commencé à sélectionner les meilleures graines pour les replanter l'année suivante. Cela a permis d'améliorer progressivement les caractéristiques souhaitables des plantes cultivées et d'adapter les variétés à différents environnements et besoins.

→ Les techniques de croisement : Ensuite, les agriculteurs ont développé des techniques plus avancées de croisement des plantes. Ils ont utilisé des méthodes telles que la pollinisation croisée contrôlée, où ils ont transféré le pollen d'une plante à une autre pour obtenir des traits spécifiques. Ces croisements ont permis de créer de nouvelles variétés qui présentaient des caractéristiques souhaitables provenant de différentes plantes.

→ L'émergence de l'agriculture moderne : Avec l'avènement de la science et de la technologie, les méthodes de croisement des plantes se sont encore améliorées. Les scientifiques ont commencé à utiliser des techniques de biotechnologie, telles que la modification génétique, pour introduire des caractéristiques spécifiques dans les plantes cultivées. Cela a permis de créer des variétés résistantes aux ravageurs, tolérantes aux herbicides ou plus nutritives.

L'agriculture moderne

Aujourd'hui, l'agriculture moderne s'appuie sur des décennies de croisements sélectifs et de développement de nouvelles variétés de plantes. Les agriculteurs continuent d'adapter les cultures aux défis actuels tels que le changement climatique, la demande croissante de nourriture et la durabilité environnementale.

Par ailleurs, il est important de noter que les croisements et les avancées technologiques dans l'agriculture soulèvent également des questions éthiques et environnementales. La diversité génétique des cultures, la préservation des variétés traditionnelles et la garantie de la sécurité alimentaire mondiale sont des enjeux importants à prendre en compte dans le développement futur de l'agriculture.

Ainsi, l'évolution de l'agriculture et les croisements progressifs des espèces végétales par l'homme ont joué un rôle clé dans la création de variétés de plantes cultivées qui répondent aux besoins des agriculteurs et de la société. Cette évolution continue de façonner notre système alimentaire et offre des opportunités pour relever les défis futurs de manière durable et efficace.

Les organismes transgéniques

Les organismes transgéniques (communément appelé OGM malgré l'imprécision du terme) consistent en le repérage de gènes intéressants, la récupération de ce fragment d'ADN et le transfert vers le génome de la plante cultivée. Les points positifs sont la rapidité et la possibilité de transférer des gènes entre des espèces qui ne sont pas compatibles sexuellement. La contrainte est qu'il faut d'abord identifier le gène d'intérêt avant de pouvoir le transférer. Une autre technique plus récente est l'édition génomique. Par une sorte de microchirurgie, on va réussir à changer le nucléotide afin que le gène puisse conférer la résistance voulue (CRISPR-Cas9).

La Commission Européenne est en train d'élaborer une nouvelle réglementation qui concerne les plantes obtenues par cisgénèse (le gène vient d'une espèce compatible) et l'édition génomique (nouveaux OGM).

Le génie génétique a été peu utilisé en Europe à cause de réglementations lourdes, mais a eu beaucoup d'utilité dans d'autres domaines : médical (insuline, hormones, vaccins, anticorps, ...), industriel (protéases, lipases cellulases, ...), alimentaire (vitamines, antioxydants, arômes, ...) ce qui a mené une production régulière, reproductible, sécurisée et moins coûteuse.

2. Présentation d'Hervé Vanderschuren, professeur à l'ULG et à la KULeuven

Tour d'horizon du monde des OGM

Les centres de production de plantes transgéniques (OGM) sont majoritairement en Amérique du Nord et du Sud, puis l'Asie, l'Afrique et finalement en Europe (au vu des réglementations).

Malgré certaines caricatures, celles-ci ont de nombreuses implications positives dans les cultures (résistance aux insectes (Bt), tolérance aux herbicides (glyphosate), résistance aux virus (papayer, haricot), altération des propriétés nutritionnelles, etc. et des traits diversifiés ont été développés dans d'autres plantes (pouvant potentiellement donner des avantages compétitifs).

Par ailleurs, plusieurs cultures importantes (pomme de terre, betterave, ...) sont très dépendantes de protections fongicides/bactéricides (pesticides) contre les pathogènes. Une fois qu'on a développé une filière autour de certaines variétés (expertisées, optimisées), il est souvent difficile de changer drastiquement de variété dans notre modèle. L'objectif est donc de trouver des technologies capables d'augmenter les résistances des variétés actuelles. L'édition génomique a eu de nombreuses applications en laboratoire et en milieu contrôlé, mais encore peu en production en champs. Le potentiel de l'édition du génome est grand pour l'agriculture conventionnelle mais aussi pour l'agriculture biologique.

Les biotechnologies et les pays en voie de développement

Les biotechnologies jouent un rôle crucial dans les pays en développement, en particulier dans les régions où les conditions climatiques sont difficiles et les cultures traditionnelles rencontrent des défis majeurs. Les biotechnologies permettent de développer des cultures résistantes aux conditions climatiques extrêmes, telles que la sécheresse, les fortes températures, les inondations et les sols pauvres en éléments nutritifs. Cela aide les agriculteurs à surmonter les contraintes environnementales et à cultiver des plantes adaptées à leur climat local. Par ailleurs, dans les régions où certaines cultures traditionnelles ne peuvent pas pousser efficacement, les biotechnologies permettent d'introduire de nouvelles variétés de plantes adaptées à ces environnements spécifiques. Cela permet de diversifier les cultures et de réduire la dépendance à une seule culture, améliorant ainsi la résilience des systèmes alimentaires.

Ainsi, les biotechnologies peuvent être utilisées pour améliorer les espèces végétales indigènes et les cultures locales, en augmentant leur rendement, leur résistance aux maladies et leur valeur nutritionnelle. Cela contribue à valoriser les ressources locales et à renforcer l'autosuffisance alimentaire des communautés.

Les biotechnologies comme alternatives aux pesticides, herbicides, fongicides et engrais

Les biotechnologies génomiques peuvent jouer un rôle essentiel dans la lutte contre l'usage excessif de pesticides, herbicides et fongicides dans les cultures agricoles. Ces technologies permettent de développer des méthodes innovantes et durables pour protéger les cultures

des ravageurs, des maladies et des mauvaises herbes, tout en préservant la biodiversité et l'environnement.

En effet, les différentes annonces d'interdiction de pesticides entraînent des conséquences très concrètes. L'interdiction de certains pesticides a pour conséquence une augmentation des populations de vecteurs (pucerons, mouches blanches), ce qui mène à une résurgence de maladies virales contrôlées jusqu'à présent. Face à cela, la résistance aux virus dans les plantes peut être générée par édition du génome en inactivant/modifiant des gènes de sensibilité.

Ainsi, une des approches clés des biotechnologies génomiques est l'utilisation de plantes génétiquement modifiées résistantes aux ravageurs ou aux maladies. Par exemple, des gènes spécifiques peuvent être introduits dans les plantes pour les rendre résistantes à certains insectes nuisibles, réduisant ainsi la nécessité d'utiliser des pesticides. Cela permet de minimiser les dommages causés aux cultures tout en limitant l'impact sur l'environnement et en préservant la biodiversité des écosystèmes agricoles.

De plus, les biotechnologies génomiques offrent la possibilité de développer des cultures résistantes aux herbicides. Des plantes génétiquement modifiées peuvent être conçues pour tolérer certains herbicides spécifiques, ce qui permet d'éliminer les mauvaises herbes sans endommager les cultures environnantes. Cette approche ciblée réduit la quantité d'herbicides nécessaires, tout en évitant la contamination des sols et de l'eau.

Les biotechnologies génomiques peuvent également favoriser la biodiversité autour des zones agricoles. Par exemple, des techniques de modification génétique peuvent être utilisées pour rendre les plantes plus attractives pour les pollinisateurs tels que les abeilles, contribuant ainsi à maintenir les populations d'insectes bénéfiques dans les écosystèmes agricoles. Cela favorise la pollinisation des cultures et contribue à la préservation de la biodiversité globale.

En réduisant la dépendance aux pesticides, herbicides et fongicides chimiques, les biotechnologies génomiques offrent une approche plus durable et respectueuse de l'environnement pour l'agriculture. Elles permettent de minimiser les risques pour la santé humaine et animale, de préserver la qualité des sols et de l'eau, et de préserver la diversité des espèces dans les écosystèmes agricoles.

De plus, les biotechnologies génomiques jouent également un rôle essentiel dans la réduction de l'usage excessif d'engrais dans l'agriculture. Ces technologies offrent des solutions innovantes pour améliorer l'efficacité des engrais, réduire les pertes et minimiser leur impact sur l'environnement.

En effet, une des applications des biotechnologies génomiques est le développement de plantes génétiquement modifiées capables d'utiliser plus efficacement les nutriments présents dans le sol. Ces plantes peuvent être conçues pour exprimer des gènes spécifiques qui améliorent leur capacité à absorber et à utiliser les nutriments tels que l'azote, le phosphore et le potassium. Cela permet de réduire la quantité d'engrais nécessaire pour obtenir des rendements agricoles optimaux, limitant ainsi les pertes d'engrais dans l'environnement.

Les biotechnologies génomiques permettent également d'améliorer la symbiose entre les plantes et les micro-organismes bénéfiques présents dans le sol. Par exemple, certaines plantes peuvent être génétiquement modifiées pour favoriser l'établissement de relations symbiotiques avec des bactéries fixatrices d'azote. Ces bactéries sont capables de convertir l'azote atmosphérique en une forme utilisable par les plantes, réduisant ainsi le besoin d'apports supplémentaires en engrais azotés.

Les biotechnologies et les défis climatiques

Ensuite, les biotechnologies, notamment la mutation génétique des plantes, offrent des solutions potentielles à de nombreux défis auxquels nous sommes confrontés :

- Allergies : Les biotechnologies permettent de développer des plantes modifiées génétiquement pour réduire les allergènes présents dans certains aliments. Par exemple, on peut créer des variétés de blé à faible teneur en gluten pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque.
- Sécurité alimentaire : Les biotechnologies peuvent améliorer la sécurité alimentaire en développant des cultures résistantes aux maladies, aux ravageurs et aux conditions environnementales difficiles. Cela permet d'augmenter les rendements agricoles et de garantir une production alimentaire plus stable et durable.
- Résilience climatique : Les plantes génétiquement modifiées peuvent être conçues pour résister aux conditions climatiques changeantes, telles que la sécheresse, les températures extrêmes et les sols pauvres en éléments nutritifs. Elles peuvent également contribuer à réduire l'empreinte carbone de l'agriculture en nécessitant moins d'intrants chimiques.
- Nutrition améliorée : Les biotechnologies permettent d'enrichir les plantes en nutriments essentiels, tels que les vitamines, les minéraux et les acides aminés. Cela peut contribuer à lutter contre les carences nutritionnelles et améliorer la santé globale de la population.
- Durabilité environnementale : En favorisant des pratiques agricoles plus durables, les biotechnologies peuvent réduire la dépendance aux pesticides et aux engrais chimiques, minimisant ainsi les impacts néfastes sur l'environnement.

OGM et santé publique ?

Mais les biotechnologies peuvent également nous permettre de réduire l'accumulation de composés toxiques dans les plantes. On peut effectivement modifier, de deux manières différentes. Premièrement, on peut soit réduire les composés toxiques pour la consommation humaine. Deuxièmement, on utilise ce qu'on appelle la phytoremédiation, ça veut dire qu'on développe les hyper accumulateurs de métaux lourds, notamment pour faire de la phytoremédiation, et ainsi dépolluer des sols.

Un exemple de toxine présente dans les plantes est l'acrylamide dans les pommes de terre. Cette toxine est cancérigène pour l'Homme et est exacerbé par le sucrage à basses températures. Un unique changement de nucléotide dans la séquence promotrice du gène de l'invertase vacuolaire de la pomme de terre permet de réduire drastiquement la quantité de

sucres réducteurs et implique donc moins de précurseurs pour la synthèse d'acrylamide. Au final, personne n'aurait envie de consommer aujourd'hui des organismes non modifiés pour certains domaines.

3. Conclusion

Il faut arrêter de partir du principe selon lequel tout ce qui est ancien ou naturel est forcément bon (même la plus classique des agricultures est artificielle). De plus, les OGM passent par une série de tests pour prouver la non-dangerosité pour des espèces auxiliaires. Globalement, les arguments anti-OGM depuis 30 ans sont purement dogmatiques et ont toujours été scientifiquement démentis (problèmes pour l'environnement, la santé, la biodiversité, etc.). L'idée de s'éloigner de tout ce qui est industriel et chimique est véritablement ancrée dans l'opinion publique, mais l'objectivation scientifique laisse à désirer. Pour les consommateurs, les bénéfices sont nombreux (protéines, glucides, lipides, vitamines, ...). Les scientifiques seraient nos meilleurs alliés pour combattre le dogmatisme vert.

Les réglementations au niveau européen sont très restrictives (interdiction de l'importation de produits issus de plantes transgéniques, d'essais en champs, de culture, ...) et la différence avec les autres continents est énorme. La réglementation peut être basée sur deux principes : le procédé (les risques dépendent de la méthode utilisée) ou le produit (les risques dépendent du changement apporté au produit final). De nombreux pays (notamment anglo-saxons contrairement à nous) ont adapté leur réglementation selon le second principe. Dans ce cas, la réglementation est fortement allégée pour les cas où l'édition aboutit à un changement qui aurait pu être obtenu par croisements. La Commission prépare également une nouvelle réglementation concernant les plantes obtenues par édition génomique et cisgénèse. En outre, dans certains partis verts européens, une ouverture à l'édition génomique a lieu (quitte à se mettre à dos certains de ses militants) si elle va dans le sens du développement durable.

En conclusion, la transgénèse et l'édition génomique sont des technologies ni bonnes, ni mauvaises, ont de nombreuses applications en devenir et doivent être jugées au cas par cas. Il faut adopter un principe de précaution mais non d'inaction comme certains le voudraient. Une réglementation européenne appropriée et accessible aux petites sociétés semencières et aux organismes de recherche publics est désirable.