

ISEN

ALL IS DIGITAL!

OUEST



RAPPORT SCIENTIFIQUE

LES OGM 2.0

LISA
PASSIEUX

LUNA
ADJAL

ROBIN
DELAUNAY

LOUIS
ROBILLARD

3ÈME ANNÉE
MODULE : FHES

RESPONSABLE : EMMANUELLE ATHIMON

12 NOV. 2024

Note aux lecteurs :

La controverse des OGM 2.0 inclut une partie importante de la controverse des OGM "classiques" découverts depuis les années 1990. Une majeure partie de ce rapport sera donc traité à l'aide de recherches, d'études et de sources qui se basent sur des applications réelles et connues, principalement appliquées aux OGM "classiques", étant donné que nous estimons que les OGM 2.0 et les NTG qui y sont rattachés n'ont été que très récemment découverts et sont donc peu mis en application sur des cas réels d'utilisations. Nous considérons alors que les OGM 2.0 et NTG, iront dans la continuité des enjeux et des impacts autour de la question des OGM "classiques".

Sommaire.....	3
Cadre de la controverse.....	4
Les NTG au coeur de nombreux débats.....	11
Controverse environnementale.....	13
Controverse sanitaire.....	21
Controverse économique.....	25
Controverse géopolitique.....	33
Controverse sociale.....	39
Controverse médiatique.....	43
Regards vers l'avenir.....	44
Bibliographie.....	45
Table des figures.....	58

Cadre de la controverse

La science de l'hérédité, aujourd'hui appelée génétique, a connu d'énormes avancées au milieu du 19^e siècle. Le nombre de découvertes concernant l'ADN et la génétique a ensuite augmenté de plus en plus. En 1865, Gregor Mendel énonce les lois de l'hérédité entre les espèces ; notamment connu pour ses travaux sur les pois, il devient le père de la génétique moderne. De 1870 à 1910, Luther Burbank utilise des techniques de sélection génétique dans le but d'obtenir des plantes modifiées, créant ainsi 800 nouvelles espèces. La découverte des chromosomes par Walther Flemming a lieu en 1879. En 1933, le premier maïs sélectionné selon les techniques génétiques de Luther Burbank est commercialisé aux États-Unis, suivi en 1953 par une autre découverte importante : la publication par Watson et Crick de la structure de l'ADN en double hélice (Académie nationale de médecine [sans date]).

En 1971, pour la première fois, un gène est synthétisé. Toutes ces découvertes mènent, en 1973, au laboratoire de Paul Berg, où des scientifiques créent pour la première fois un être vivant génétiquement modifié (une bactérie *Escherichia coli*) (OGM : Histoire de l'amélioration génétique (2021)). Cette expérience ouvre un champ de possibilités dans le monde du génie génétique et suscite aussi de nombreuses divergences d'opinions. En effet, la modification génétique effraie de nombreuses personnes ; après l'invention et l'utilisation de la bombe nucléaire, beaucoup craignent une dérive des découvertes génétiques vers une possible utilisation comme arme biologique (Pierre-Benoît Joly, 2015).

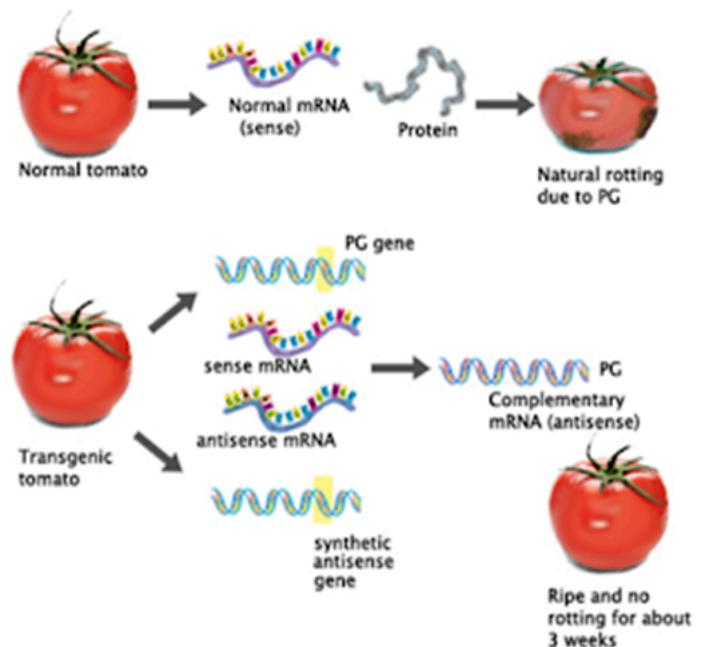


Figure 1 : Différence entre une tomate normale et une tomate transgénique

Disponible à l'adresse : <http://historymeetsscience.blogspot.com/2017/>

Ces craintes sont exprimées dès 1975, lors de la conférence d'Asilomar, qui réunit 150 chercheurs dans le but d'établir un moratoire sur l'utilisation de ces nouvelles technologies. Ne trouvant pas de compromis, ils choisissent de limiter l'utilisation de ces techniques pour éviter des risques pour l'humain (Pierre-Benoît Joly, 2015).

En 1978, l'insuline humaine est produite par une bactérie transgénique et, en 1983, elle est commercialisée au Canada. Cela en fait le premier produit issu du génie génétique à être mis sur le marché. Ensuite, en 1990, le premier produit alimentaire génétiquement modifié est commercialisé : il s'agit de la chymosine (une enzyme utilisée pour cailler le lait). Plusieurs années plus tard, en 1994, le premier organisme génétiquement modifié (OGM) est commercialisé en Californie et dans le Midwest américain. Cet OGM, appelé Flavr Savr, est une tomate modifiée génétiquement pour être plus ferme et à "mûrissement retardé" (Nicolas Chevassus-au-Louis, 2024).

Les OGM ont été créés pour répondre à de nombreux besoins. De manière idéalisée, les OGM pourraient éliminer la faim dans le monde grâce à des productions plus rentables. Ils seraient meilleurs pour la santé, car on utiliserait moins de pesticides, et ils résisteraient aux changements climatiques et aux défis du futur. En modifiant génétiquement les plantes, il est possible de sélectionner uniquement les caractères souhaités. Cependant, bien que la promesse des OGM soit attrayante, leur commercialisation ne s'est pas déroulée comme les partisans des OGM l'avaient espéré. Des enjeux autour de la brevetabilité du vivant, de l'éthique, ainsi que des risques potentiels pour la santé, ont conduit à des restrictions et à des réglementations. Par exemple, dans l'Union européenne, seul le maïs MON810, qui résiste aux insectes ravageurs, est autorisé à la culture (Ministère des Territoires, de l'Écologie et du Logement [2024]).

La génétique a continué de progresser jusqu'au laboratoire de l'université de Californie à Berkeley, où Emmanuelle Charpentier, avec l'aide de l'Américaine Jennifer Doudna, a découvert la technologie CRISPR-Cas9, pour laquelle elles ont reçu un prix Nobel en 2020 (Bertrand Jordan, 2021).

Ces découvertes ont permis aux nouvelles techniques génomiques (NTG), souvent qualifiées de « nouveaux OGM », de voir le jour. Les NTG étant différentes des OGM sur plusieurs points, la controverse autour des plantes génétiquement modifiées a été relancée : doit-on appliquer la même réglementation ? La question se pose également de savoir si ces nouvelles technologies seront mieux acceptées par la société et comment elles seront perçues au niveau géopolitique et européen. Cette controverse a été ravivée récemment, en 2023, avec un projet de loi émis par la Commission européenne (Jean-Michel Arnaud, 2024), visant à une déréglementation des NTG, notamment par la suppression de la traçabilité et de l'étiquetage.

Nous analyserons donc les arguments de tous les acteurs qui débattent actuellement face aux différents enjeux, afin d'évaluer l'état de la controverse en 2024.

Un OGM est un organisme génétiquement modifié, fabriqué à partir d'une technique génétique appelée transgénèse. Cette technique est apparue à la suite de nombreuses découvertes, notamment celles sur l'ADN et le code génétique. Tout

d'abord, nous allons aborder les bases de la génétique pour mieux comprendre comment nous sommes arrivés à la transgénèse, qui a permis la création des OGM.

Chaque être vivant est composé de cellules qui contiennent un noyau où se trouvent des chromosomes, supports de l'information génétique appelée ADN (acide désoxyribonucléique). L'ADN est un code qui nous attribue à la naissance des caractéristiques précises, comme la couleur des yeux, la taille, ou, pour les plantes, la forme des feuilles. Ce code est composé de quatre "lettres" appelées nucléotides : A pour adénine, C pour cytosine, G pour guanine et T pour thymine. Ce code se lit en associant trois nucléotides, formant des codons, qui produisent ensuite des acides aminés. Une chaîne d'acides aminés forme des protéines, qui, grâce à des mécanismes complexes, sont lues et exprimées dans nos cellules. En fin de compte, c'est ce processus qui détermine nos caractéristiques.

En 1968, Marshall W. Nirenberg et Har Gobind Khorana reçoivent le prix Nobel pour avoir déchiffré le code génétique, révélant une découverte majeure : le code génétique est universel. Cela signifie que ce système s'applique à chaque être vivant, qu'il s'agisse d'animaux, de plantes ou même de bactéries. Cette découverte a marqué le début des réflexions sur les OGM et la modification génétique, car si l'ADN est universel, les combinaisons entre espèces deviennent possibles (Wikipédia, 2024).

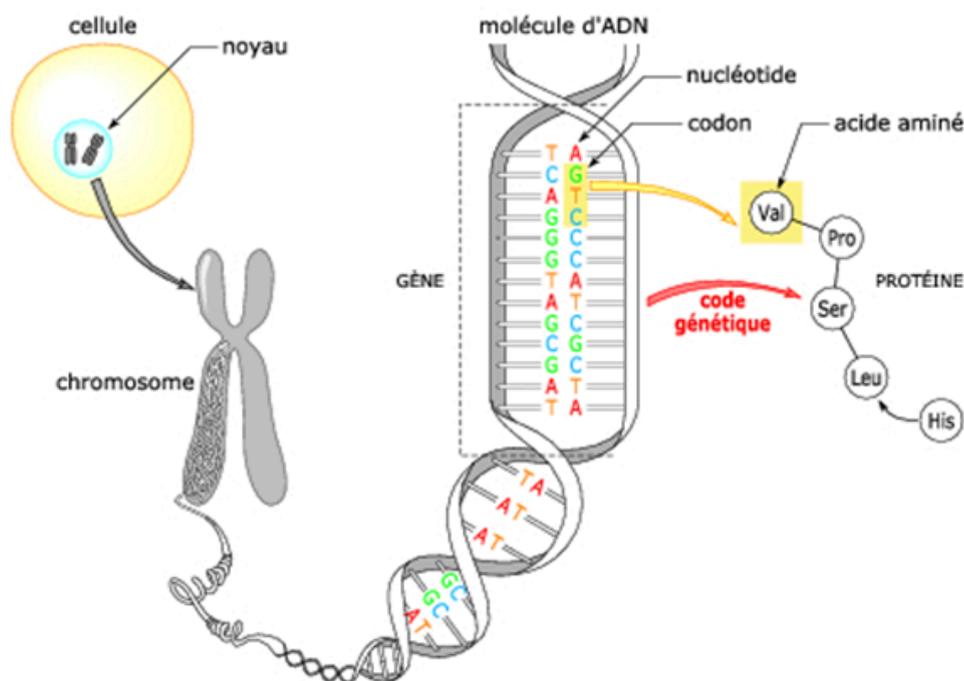


Figure 2 : schéma récapitulatif et explicatif du fonctionnement du code génétique

disponible à l'adresse :

La transgénèse, utilisée dans la création des OGM, est une technique de manipulation génétique qui comporte plusieurs étapes. La première consiste à sélectionner un gène d'intérêt, c'est-à-dire un gène possédant des caractéristiques spécifiques comme la résistance à la chaleur, une meilleure texture, un développement plus rapide, etc. Ce gène peut provenir de n'importe quel organisme, qu'il s'agisse de plantes, d'animaux, de champignons, de bactéries, de virus ou de levures.

Une fois le gène sélectionné, il doit être introduit dans l'organisme que l'on souhaite modifier. Cela peut se faire par deux voies principales :

1. La modification biologique via *Agrobacterium tumefaciens*, une bactérie présente dans le sol capable d'infecter les cellules d'autres plantes et d'y insérer une partie de son ADN, qui a été préalablement modifiée.
2. La biolistique, une technique qui consiste à "tirer" à grande vitesse des microparticules recouvertes d'ADN modifié à l'intérieur des cellules.

Après l'intégration de l'ADN dans les cellules, celles-ci sont cultivées afin de produire une plante génétiquement modifiée (SEMAE, [sans date]).

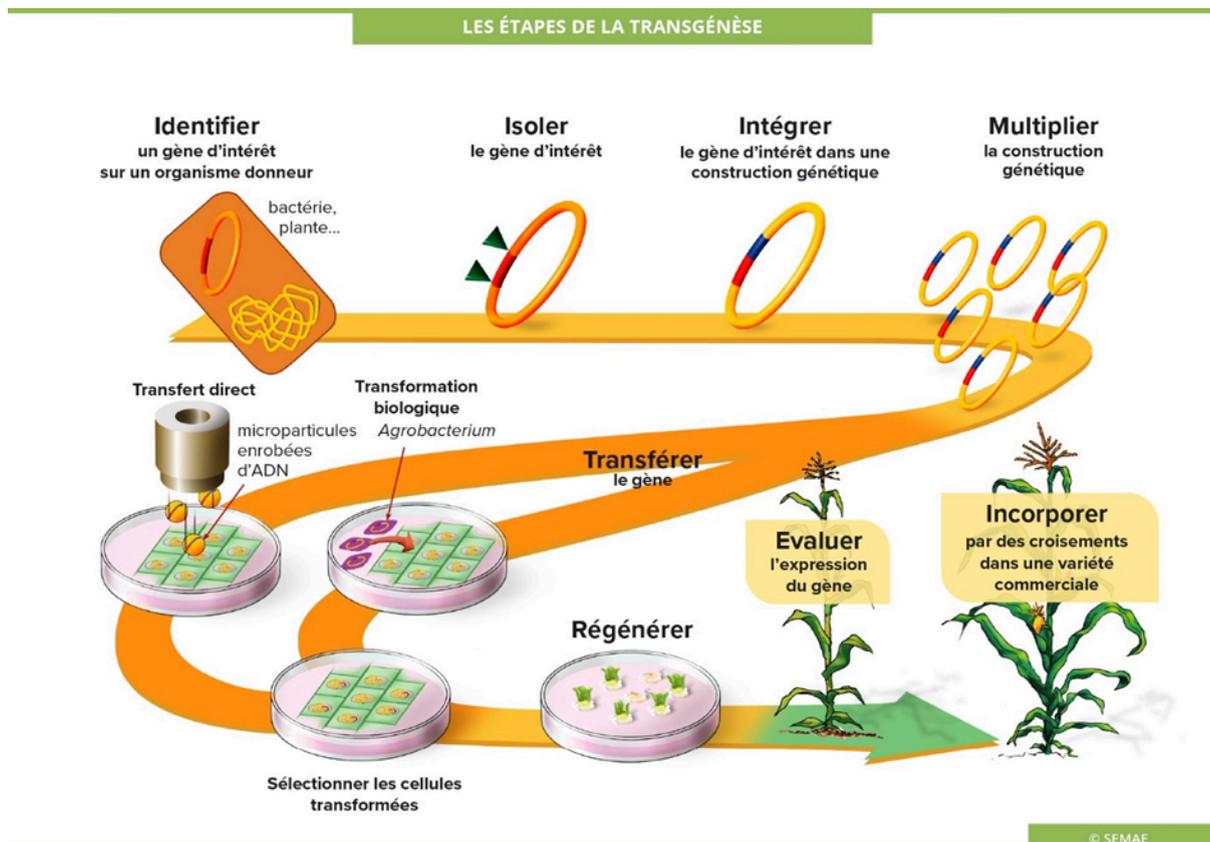


Figure 3 : Schéma du fonctionnement de la transgénèse pour les végétaux

Disponible à l'adresse: <https://www.semae-pedagogie.org/sujet/biotechnologies-etapes-transgenese/#>

Contrairement aux OGM, les NTG (nouvelles technologies génomiques) n'utilisent pas la transgénèse, et aucun gène étranger ne pénètre dans l'ADN de la plante. On utilise une technologie appelée CRISPR-Cas9, surnommée « les ciseaux génomiques », qui permet de modifier génétiquement un organisme en « découpant » l'ADN à des endroits ciblés.

CRISPR-Cas9 fonctionne grâce à un brin d'ARN dit « guide » et à l'enzyme Cas9, permettant de cibler une séquence génétique précise et de la couper. Cette coupure peut servir à retirer un gène précis qui n'est pas utile : par exemple, si un gène développe une petite taille chez les tomates, on peut le supprimer pour obtenir des tomates de plus grande taille. CRISPR-Cas9 peut aussi être utilisé pour ajouter une séquence d'ADN intéressante ou pour simplement la modifier.

La principale différence entre les OGM et les NTG est donc que les OGM sont modifiés avec un gène étranger, tandis que les NTG ne le sont pas (Jacques P. Tremblay, 2015).

Les NTG (nouvelles technologies génomiques) sont souvent présentées comme plus naturelles, car elles n'impliquent pas l'introduction de gènes d'une autre espèce. Le débat sur la réglementation et l'utilisation de ces nouveaux OGM évolue donc en fonction de cette distinction. De nombreux acteurs scientifiques se prononcent sur le sujet. Par exemple, l'Institut de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae) considère que la culture des NTG pourrait réduire l'utilisation des pesticides, répondre aux enjeux du réchauffement climatique et améliorer les rendements. Nous examinerons plus tard la validité de ces arguments (Stéphane Foucart, 2022). L'Académie des sciences française s'est également exprimée, soutenant dans un communiqué intitulé « De l'intérêt des plantes génétiquement éditées » la proposition de loi de la Commission européenne visant à déréguler les nouveaux OGM (Stéphane Foucart, 2024).

Le comité scientifique du Haut Conseil des biotechnologies (HCB) distingue les plantes issues de la transgénèse des nouvelles techniques génomiques et évoque la nécessité d'une législation différenciée en fonction du type de modification. Le comité scientifique du HCB propose une « troisième voie » : une réglementation plus souple, prenant en compte la différence entre les techniques ainsi que la difficulté de traçabilité et les risques sanitaires (Éric Meunier, 2017). Au niveau européen, des organisations telles que l'European Plant Science Organisation (EPSO), l'European Sustainable Agriculture through Genome Editing (EU-SAGE) et l'European Federation of Academies of Sciences and Humanities (ALLEA) se montrent très favorables à la déréglementation des nouveaux OGM (Stéphane Foucart, 2022).

Cependant, l'unanimité n'existe pas dans la communauté scientifique. De nombreux scientifiques s'opposent à la diffusion des nouveaux OGM dans la nature. Lors de la COP15, une centaine de scientifiques ont exprimé leur inquiétude concernant l'impact potentiel de ces nouveaux OGM sur la biodiversité, prônant le respect du "principe de précaution" à l'échelle mondiale. Ils estiment que, tant qu'il n'y a pas de preuve de l'innocuité des NTG pour la biodiversité, leur diffusion devrait être reportée (Ici Beyrouth, 2024).

Certains soupçonnent également des conflits d'intérêts entre les entreprises semencières souhaitant faciliter la commercialisation des NTG et les scientifiques prônant leur dérégulation, comme le révèle le Corporate Europe Observatory (CEO), une organisation non gouvernementale qui étudie les procédés d'influence. Il semblerait que certains des scientifiques favorables à la dérégulation soient eux-mêmes impliqués dans la production des NTG, ce qui remet en question la crédibilité de leurs études (Stéphane Foucart, 2022). Une étude menée par des chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) a montré qu'environ 40 % des études sur les OGM présentaient un conflit d'intérêt, et que ces conflits étaient statistiquement associés à une probabilité 50 % plus élevée d'obtenir des résultats favorables. Les conflits d'intérêts comprennent, par exemple, un emploi direct au sein d'entreprises semencières ou un financement de recherche par ces firmes (Reporterre, Axel Villard, 2016).

En 2024, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a également été mise en cause pour des conflits d'intérêts. Selon TestBiotech, plus de la moitié de l'équipe scientifique de l'EFSA présenterait des conflits d'intérêts. Cette controverse remet en question la décision de la Commission européenne de proposer une loi pour déréguler les nouveaux OGM, car elle se base en partie sur les rapports de l'EFSA, contradictoires avec ceux d'autres organismes, comme l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) (Stéphane Foucart, 2024).

Le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) a pris position en 2023 en faveur de la dérégulation des OGM. Cependant, l'Institut des sciences biologiques (INSB), une branche du CNRS, a reçu des messages encourageant agressivement les chercheurs à se prononcer publiquement en faveur des NTG dans le cadre de la campagne #GiveGenesAChance. Cette position du CNRS a laissé entendre que tous les scientifiques du centre soutiennent cette opinion, alors que les écologues et chercheurs en agroécologie du CNRS ont des avis plus nuancés. Cette campagne en faveur des NTG a aussi été influencée par WePlanet, une ONG suivant un mouvement éco-moderniste et menant des actions de lobbying en faveur des NTG (Vincent Lucchese, 2024). Des entreprises et groupes de pression, tels que Eurospeed, la Copa-Cogeca, l'European Chemical Industry Council, Bayer-Monsanto, Syngenta, BASF, et Dow Chemical, ont des bureaux près du Parlement européen à Bruxelles, où leur influence est omniprésente.

Les avis scientifiques sont donc loin d'être unanimes. Les entreprises du secteur privé ont tendance à être favorables aux NTG, tandis que les organismes scientifiques axés sur l'écologie expriment des réserves. Il est difficile, dans le contexte actuel, d'accéder à des rapports scientifiques neutres, car des intérêts financiers, idéologiques et politiques influencent ce domaine de recherche.

Les NTG au coeur de nombreux débats

Aujourd'hui, les utilisations des OGM (Organismes Génétiquement Modifiés) et NTG (Nouvelles Techniques Génomiques) soulèvent de nombreuses questions quant aux risques qu'ils peuvent potentiellement présenter.

En effet, les méthodes utilisées pour les modifications génétiques d'organismes peuvent notamment représenter certains risques pour l'environnement et la santé. De fait, même si la production des plantes (ou espèces) NTG en laboratoire n'a pas réellement d'impact direct sur la pollution de l'environnement, leur utilisation dans les cultures peut entraîner un risque indirect de pollution. Parmi les acteurs majeurs concernant l'utilisation de plantes et d'espèces NTG, on retrouve donc les agriculteurs et le secteur agricole en général.

De nos jours, le secteur de l'agroalimentaire cherche à améliorer la sécurité alimentaire dans notre société. Cela passe par une adaptation aux conditions climatiques qui deviennent de plus en plus rudes pour les cultures (sécheresses, inondations, givre...), couplée à des méthodes de production plus efficaces pour produire en plus grande quantité. Ce sont ces changements qui peuvent poser un problème et qui représentent potentiellement des dangers pour l'environnement et notre santé. (Nouvelles techniques génomiques : l'Anses appelle à une réglementation adaptée 2024)

C'est dans ce contexte de développement et d'innovation que certains syndicats s'opposent à travers le monde.

En France par exemple, des syndicats agricoles comme *Greenpeace*, *Confédération Paysanne* ou *Les Amis de la Terre* luttent contre l'utilisation et le développement des méthodes de modifications génétiques, qui favorisent selon eux une agriculture plus industrielle, présentant des risques pour la biodiversité, l'environnement et la santé (précaution face aux risques encore peu connus et peu évalués). Ces organisations mettent en évidence leurs inquiétudes concernant une potentielle dépendance des agriculteurs aux NTG.

En contrepartie, d'autres syndicats comme la *FNSEA* (Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles) ou la *Copa-Cogeca* (qui représente les agriculteurs et coopératives de l'Union européenne), encouragent le développement des NTG, dans le but d'augmenter les rendements, la durabilité et la compétitivité des exploitations. Ces associations valorisent également l'idée que le développement de ces nouveaux OGM renforcerait l'indépendance de l'agriculture en Europe.

Les avis et les points de vue divergent au sujet de ces nouvelles techniques de modifications génétiques. De nombreuses recherches et études sur ce sujet sont

encore en cours. Les laboratoires de recherches, les organisations mondiales et de nombreuses institutions restent vigilants face à l'avancée technologique que représentent les NTG. Mais qu'en est-il concrètement ? Que savons-nous concernant l'impact des NTG sur l'environnement et sur notre santé ?

Controverse environnementale

L'un des principaux objectifs de l'utilisation d'espèces (ou produits) issus de NTG est de rendre les cultures et les plantes plus résistants de manière générale. C'est justement cette caractéristique qui nourrit majoritairement les débats et les discordes entre les syndicats.

On parle de résistance au sens large pour les NTG, car les objectifs des modifications génétiques appliquées aux plantes sont d'augmenter leur résistance sur plusieurs aspects :

- Une résistance plus importante aux maladies, afin de réduire les dommages causés par les pathogènes tels que des bactéries, des virus, des champignons, etc., qui causent chaque année des pertes conséquentes dans les récoltes (rendre les plantes capables de reconnaître et de neutraliser le pathogène avant qu'il ne fasse de dégâts). (Uranga et al., 2024; paragraphe - 5.3)
- Favoriser la résistance des cultures aux insectes ravageurs, en modifiant les gènes des plantes pour qu'elles produisent des substances répulsives ou toxiques pour certains insectes. Il est également possible de rendre les parois cellulaires plus robustes et ainsi, moins vulnérables (quelques exemples d'insectes qui peuvent affecter les cultures : les pucerons sur les haricots, les fraises, les pommes de terre, le blé... ; les chenilles sur les pommes, les tomates...). (Uranga et al. 2024 ; paragraphe - 5) (Tous les ravageurs : Bayer-Agri, conseils pour la protection de vos cultures [sans date])
- Renforcer la résistance des plantes aux conditions climatiques qui deviennent de plus en plus difficiles (sécheresses, inondations, pauvreté des sols, période de gel, etc.). À l'aide des NTG, il est envisageable d'influencer la capacité des plantes à conserver l'eau, résister au stress thermique, tolérer des sols plus hostiles, etc. (Pourquoi des acteurs de la recherche soutiennent une nouvelle législation européenne sur les OGM | CNRS 2024)
- Accroître la résistance de certaines espèces aux herbicides, dans le but de permettre la survie de plantes, même lors d'application de produits chimiques visant à éliminer les espèces adventices (mauvaises herbes) envahissantes. La technique des NTG permet de modifier le génome afin de rendre une plante plus robuste face à certains herbicides.

C'est donc dans un contexte où la volonté est de garantir la sécurité alimentaire dans notre société, que les scientifiques et le monde de l'industrie agroalimentaire souhaitent renforcer la résistance des plantes agricoles, afin

d'assurer les récoltes, en développant des cultures capables de résister à ces multiples contraintes.

Ce sont principalement ces modifications sur la résistance des plantes qui animent les débats aujourd'hui autour des NTG et de l'environnement. En effet, d'un côté, les syndicats en faveur de l'utilisation de ces nouvelles méthodes NTG revendiquent des cultures plus robustes pour garantir l'agriculture dans le futur et renforcer le domaine de l'agroalimentaire. Tandis que face à cela, d'autres syndicats alertent concernant les potentiels risques que peuvent engendrer ces types de cultures. D'autant plus que ces méthodes sont encore récentes, ce qui signifie que les analyses et les visions sur le long terme sont encore très incertaines.

À première vue, en considérant le fait que les NTG permettent d'accroître la résistance des plantes afin de renforcer la sécurité alimentaire et le secteur agricole, il serait alors légitime de se demander quel est le problème ? Nous verrons alors que les arguments de chacun des partis s'opposent, même si les sujets sont similaires.

Une résistance plus élevée des espèces cultivées devrait permettre un meilleur rendement et ainsi être bénéfique. Il est vrai que d'après des syndicats comme la *FNSEA* et la *Copa-Cogeca*, de telles méthodes pourraient aider à redonner un nouvel élan au monde agricole, en « facilitant » le travail, notamment concernant le traitement et la protection des cultures, qui seraient dorénavant capables de s'adapter facilement et de façon autonome.

Cette résistance et cette adaptation permettraient alors de réduire l'usage de produits chimiques sur les cultures. En diminuant l'utilisation de pesticides, cela limiterait la pollution des sols et des eaux (cours d'eau, nappes phréatiques, etc.). De plus, limiter les produits phytosanitaires présente des avantages importants sur la biodiversité, puisque limiter l'utilisation de ces produits permet de préserver la faune et la flore environnantes (espèces vivantes : animales et végétales). Cela permettrait dans ce cas une belle avancée dans l'objectif de réduire de 50% la consommation de produits pesticides d'ici 2030 (par rapport aux années 2011-2013), en adéquation avec la stratégie « *Ecophyto 2030* » du gouvernement français. Sans oublier que des plantes NTG, plus résistantes aux stressés qu'elles peuvent rencontrer et capables de s'adapter de façon autonome, nécessiteraient moins de « travail », ce qui signifie, moins d'irrigation, moins de fertilisants, moins de travail mécanique, etc. Réduisant ainsi les émissions de gaz à effets de serre engendrées par l'utilisation de machines et de produits en tous genres dans le domaine de l'agriculture. Voilà pourquoi, le développement des NTG pourrait alors avoir un impact positif sur la biodiversité et l'environnement. (Anders et al. 2021; paragraphe - *Optimising Crop Breeding to Secure the Value of New Technology*)

Seulement, d'autres groupes d'acteurs comme *Greenpeace*, *Amis de la Terre* ou la *Confédération Paysanne* mettent en garde face à l'utilisation des plantes NTG.

Dans les faits, lorsque l'on modifie l'ADN de plantes dans le but d'augmenter leur résistance, on modifie uniquement les gènes nécessaires. Le problème est que,

lors de la culture, les espèces modifiées peuvent “contaminer” les espèces sauvages aux alentours. Les gènes modifiés peuvent se répandre, et ainsi, rendre certaines espèces adventices (mauvaises herbes environnantes et envahissantes) plus résistantes également. Cette augmentation de résistance des plantes sauvages peut alors nuire à la culture des plantes souhaitées. Les agriculteurs seraient ainsi poussés à utiliser davantage de produits “pesticides” ou “phytosanitaires” pour lutter contre ces plantes envahissantes. Alors que l’objectif est plutôt de réduire l’utilisation de ces produits, selon Eurostat, ce sont près de 322 000 tonnes de produits pesticides qui ont été vendues en Europe en 2022. Même si on observe une diminution des ventes (baisse légèrement inférieure à 10% par rapport à 2011), il faut espérer que le développement de plantes NTG ne vienne pas renverser la balance. (Agri-environmental indicator - consumption of pesticides [sans date])

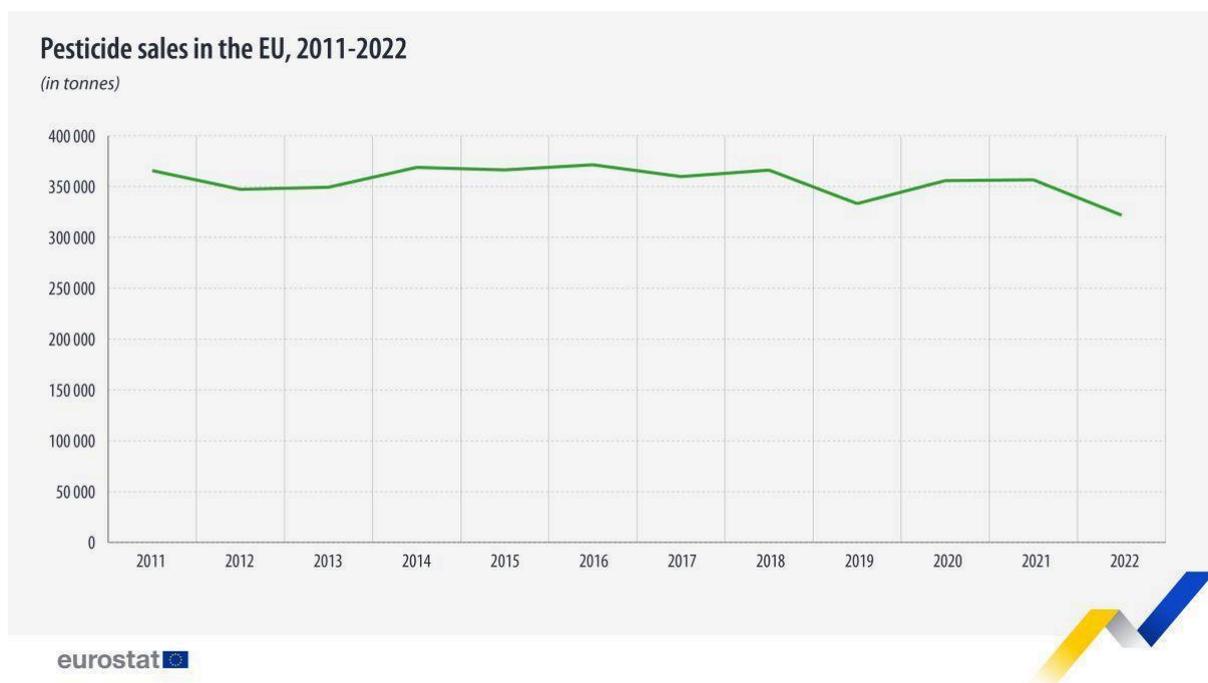


Figure 4 : Evolution des ventes de produits pesticides en Europe

Disponible à l’adresse :

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental indicator - consumption of pesticides](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_consumption_of_pesticides)

Ces produits sont très nuisibles pour l’environnement, car leur composition est souvent très chimique. Ces produits, répandus sur les cultures, sont alors dispersés dans l’air, se retrouvent dans les cours d’eau, dans les nappes phréatiques, dans d’autres cultures, dans la nourriture du bétail et contaminent alors fortement tout notre environnement. Le développement d’espèces NTG pose alors de grandes questions en matière de respect de l’environnement. (Pesticides : définition, enjeux et impacts 2019)

Malgré tout, la Commission européenne, ainsi que l'Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire (EFSA) rappellent que, même si aucun cas concret (ou très peu et limités) de transfert non désiré de gènes entre plantes sauvages et plantes NTG n'ont été observés jusqu'à maintenant, il faut rester vigilants et opérer des contrôles stricts pour éviter tout problème. De nombreuses préoccupations subsistent autour de la contamination d'espèces sauvages par l'intermédiaire de flux génétiques, qui pourraient donner naissance à certaines hybridations entre espèces issues de NTG et espèces sauvages, pouvant engendrer certains effets indésirables (résistance involontaire, production de substances toxiques...). (Nouvelles techniques en biotechnologie - Commission européenne [sans date])

Si des migrations de gènes modifiés des espèces cultivées vers des espèces sauvages ont lieu, cela pourrait engendrer des perturbations génétiques, et ainsi des modifications du comportement et des propriétés de multiples espèces. Ainsi, la biodiversité et les écosystèmes pourraient se retrouver perturbés, voire se déclinier jusqu'à disparaître. (France Nature Environnement, 2024)

Comme expliqué précédemment, l'objectif du développement de certains NTG est de permettre de rendre une partie des semences ou des plantes en général, plus résistantes, notamment pour résister et s'adapter au dérèglement climatique (sécheresses, inondations...), aux maladies, aux espèces nuisibles, etc.

Cependant, les règles et les limites ne sont pas forcément encore bien définies et connues (lois européennes), étant donné que ce sont des technologies relativement récentes. Ainsi, cette absence de législation laisse la possibilité à certains excès, notamment en termes d'utilisations de ce type de culture. On peut remarquer ça à travers le Monde, puisque, jusqu'à maintenant, le développement des OGM (et donc des NTG par la suite) favorise plutôt une agriculture intensive et a donc un impact potentiel sur l'utilisation des sols et la déforestation (comme en Amérique, au Brésil, où les forêts sont rasées pour faire place aux cultures de soja OGM (et classique), souvent cultivé à l'aide de produits chimiques, dans le but de servir à nourrir les animaux issus majoritairement d'élevages intensifs). L'agriculture intensive demande beaucoup d'espace et empiète donc sur les forêts. (Élevage et déforestation, quel est le lien ? 2024)

Le développement des méthodes NTG ouvre donc la porte à une agriculture intensive. En effet, l'utilisation de cultures plus résistantes et autonomes favorise la production à grande échelle, tout en limitant les pertes et en garantissant de bons rendements. Cela favorise alors également l'étalement de ces cultures, quitte à empiéter sur certains espaces "sauvages" pour les "industrialiser", comme en Amérique, au Brésil, aux Etats-Unis, en Argentine, etc. Sur le continent américain, les principales causes de déforestations sont l'agriculture et les élevages intensifs.

Cela implique alors une perte de la biodiversité et par conséquent, une dégradation des écosystèmes. (WWF, 2020 ; pages 6, 8, 10, 11, 12)

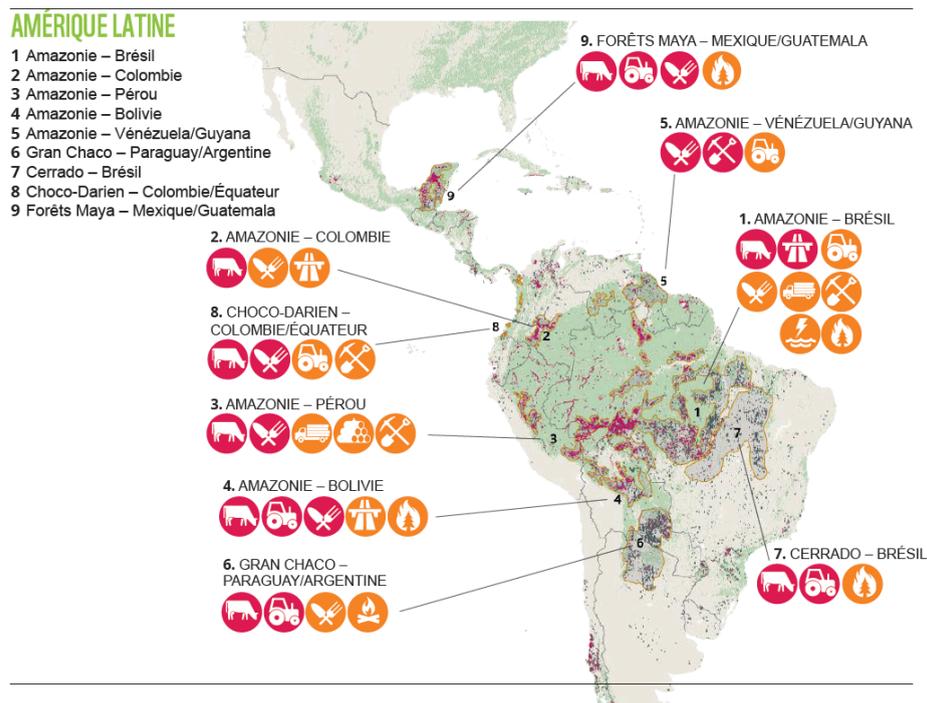


Figure 5 : Les fronts de déforestation en Amérique et leurs causes

tiré du document : (WWF. (2020). *Les Fronts de déforestation, moteurs et réponses dans un monde en mutation*)

Sans oublier que les plantes sont en grande partie responsables de la régulation de tout un écosystème (système formé par un environnement et par l'ensemble des espèces qui y vivent), puisqu'elles permettent notamment d'absorber une certaine quantité de dioxyde de carbone émis dans l'atmosphère (près de 120 milliards de tonnes de CO₂ absorbées par la végétation chaque année). Une modification du génome de certaines espèces pourrait engendrer un changement dans leur comportement et présenterait un potentiel risque de diminution de la contribution de ces espèces à l'absorption de ces gaz. Cela aurait pour effet d'augmenter la présence de dioxyde de carbone dans l'air, ce qui reste la principale cause du dérèglement climatique sur Terre. À long terme, nous ne connaissons pas encore l'impact que ces modifications génétiques peuvent avoir sur l'environnement. (Planetoscope - Statistiques : Consommation mondiale de CO₂ par les plantes [sans date])

Certains pays favorisent alors le développement de culture de type NTG, sans se soucier de l'environnement alentour, ce qui engendre de nombreux enjeux environnementaux. C'est principalement le cas des grandes puissances mondiales (Chine, Etats-Unis, Japon), pour diverses raisons, comme la volonté de se maintenir parmi les leaders en termes de recherche, de développement et de biotechnologies.

Tout en gardant en tête qu'il est essentiel de subvenir aux besoins de la population, ce qui reste un réel défi pour de vastes pays, avec une population importante. Ces pays voient donc à travers ces nouvelles technologies, des moyens de répondre aux besoins alimentaires et agricoles à grande échelle, afin de devenir de plus en plus autonome et moins dépendant du système d'importation parfois conflictuel et tendu. D'autres pays, plutôt en cours de développement, se tournent également vers les nouvelles techniques génomiques. C'est par exemple le cas de l'Argentine, pour qui les produits NTG permettent de réduire les coûts d'exploitation (moins de difficultés liées aux parasites, aux maladies, au climat...) et d'élargir la variété des cultures. Toujours dans l'optique d'améliorer la réponse face aux demandes alimentaires locales. En Argentine, les NTG sont reconnus comme des produits non-OGM, ce qui simplifie énormément leur utilisation d'un point de vue législatif.

Par opposition, d'autres pays comme l'Allemagne, la France, l'Estonie et autres (principalement des pays européens), expriment encore une certaine réticence face au développement de plantes NTG. Les principales raisons sont d'ordre légal, puisque ces pays appliquent une réglementation stricte concernant les OGM. On retrouve notamment le principe de précaution et la volonté de transparence/traçabilité des produits pour les consommateurs. Ces pays mettent également en avant la préservation d'une agriculture biologique, en adéquation avec les attentes actuelles des consommateurs. Les manques de preuves des effets des NTG sur le long terme et la nécessité d'encadrer ces nouvelles méthodes pour garantir une agriculture plus durable et équitable, poussent ces pays à rester attentifs et vigilants. (Roger, 2021)

En plus de cela, certains groupes d'acteurs craignent que les nouvelles méthodes NTG menacent la diversité des cultures. Pour le moment, ces méthodes de modifications de génome sont principalement appliquées aux cultures céréalières et industrielles (maïs, soja, blé, riz, colza...). Cela peut pousser certains agriculteurs à diminuer la variété de produits cultivés, et ainsi, réduire la diversité alimentaire. Ce qui peut poser un problème, puisqu'en agriculture, la diversité des cultures est très importante pour la viabilité des sols. En effet, il est nécessaire de cultiver différentes sortes de plantes, pour que les sols restent riches, fertiles et permettent une bonne culture et un bon rendement. En diminuant la variété des cultures, nous assistons alors à un appauvrissement des sols, qui participe à une certaine perte de biodiversité, associée à une dégradation importante des écosystèmes (il y a notamment un impact important sur les nombreux insectes présents dans les sols, ou encore responsables de la pollinisation). (Conseil Economique Social et Environnemental, 2023 ; page 26)

En parlant de l'impact des nouvelles méthodes de modifications génétiques, nous pouvons également imaginer la possibilité que certaines espèces animales se retrouvent impactées et potentiellement modifiées à cause de la culture de produits NTG. Certains insectes pourraient s'adapter avec le temps et développer une résistance aux toxines produites par les plantes, visant à les éliminer. Il y aurait donc

modification de la biodiversité, puisque la génétique de certains insectes pourrait être impactée. Cela signifierait alors qu'il faudrait sans cesse innover, pour éviter que d'autres espèces aient le temps de s'adapter. (En Espagne, des insectes commencent-ils à résister au maïs OGM ? – Inf'OGM [sans date])

On peut par exemple s'éloigner un peu et prendre le cas du saumon génétiquement modifié (le saumon « AquAdvantage »), qui a été modifié afin d'avoir une croissance plus rapide, et ainsi devenir commercialisable et consommable en nécessitant moins de temps. Même si les ventes et l'exploitation de ces saumons restent limitées aux Etats-Unis, au Canada et au Québec, les autorités restent très attentives, étant donné qu'une introduction accidentelle du saumon génétiquement modifié dans la nature pourrait avoir de graves conséquences pour la biodiversité aquatique (on peut imaginer que leur croissance rapide puisse leur conférer un avantage sur les autres animaux marins et ainsi bouleverser la chaîne alimentaire). (Saumon [sans date])

Selon l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire), certains risques identifiés pour les NTG tels que les impacts sur l'environnement et la biodiversité, ne sont pas radicalement différents de ceux découlant des techniques de transgénèse (utilisées pour les OGM). Cependant, l'exposition des plantes à ces méthodes serait beaucoup plus importante si l'on considère la diversité des applications possibles. (Quels sont les risques des "nouveaux OGM" ? 2024)

L'ANSES indique qu'il est nécessaire d'adopter un suivi régulier pour surveiller à la fois le comportement et les mécanismes des plantes NTG, ainsi que l'évolution de leurs éventuels effets sur la santé et l'environnement. De plus, l'évolution de la réglementation future devra prendre en compte plusieurs aspects, notamment les enjeux de propriété intellectuelle concernant les brevets de création variétale. Par ailleurs, l'Anses rappelle également certains enjeux majeurs pour la future réglementation, comme l'importance de l'information du consommateur. (ANSES, 2024)

Il existe encore d'autres sortes de risques concernant les nouvelles techniques de modifications de génomes. Les syndicats et scientifiques s'inquiètent notamment des mutations « hors cible » qui pourraient être provoquées par la méthode CRISPR-Cas utilisée pour la modification du génome. Jusqu'à maintenant, aucun cas concret n'a été recensé, mais les techniques d'analyse de ces mutations « hors cible » sont encore en évolution.

Les recherches continuent donc pour évaluer les risques de potentielles mutations « hors cible », pouvant entraîner des modifications inattendues du génome, avec des modifications non-intentionnelles à proximité du site visé sur l'ADN. En génétique, on appelle modifications « hors cible » les changements non-intentionnels dans le génome, ayant lieu ailleurs que dans la zone visée de l'ADN. Les mutations hors cible pourraient avoir des conséquences sanitaires, telles

qu'une modification de la composition biochimique, pouvant entraîner une toxicité, des réactions allergiques ou encore des changements dans la valeur nutritionnelle.

Il est donc essentiel d'évaluer les risques associés à ces mutations imprévues et d'examiner leurs conséquences, notamment sur la santé. (Wang et al., 2021) (France Nature Environnement, 2024)

Controverse sanitaire

De la même manière que pour les enjeux autour de l'environnement, en ce qui concerne la santé, les points de vue et les arguments s'opposent entre certains groupes d'acteurs (les syndicats, les scientifiques, les consommateurs, etc.), concernant l'impact potentiel des produits issus de NTG sur la santé.

Encore une fois, ces méthodes étant relativement récentes et innovantes, le recul pour statuer sur les impacts directs des NTG sur la santé en général reste faible. C'est pourquoi, les études et les recherches concernant ce sujet continuent d'évoluer.

Cependant, on peut se pencher sur les enjeux et les risques connus (et potentiels), liés de près ou de loin à la culture de plantes génétiquement modifiées issues des nouvelles méthodes NTG aujourd'hui.

Reprenons le point de vue des syndicats de la *FNSEA* (Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles) ou de la *Copa-Cogeca* (qui représente les agriculteurs et coopératives de l'Union européenne), qui sont favorables au développement des espèces issues de NTG en France et en Europe.

Pour aller de pair avec les arguments énoncés en faveur de l'impact environnemental positif des NTG, les syndicats montrent que le développement d'espèces NTG, permet de réduire l'utilisation de produits chimiques (pesticides), ce qui engendrerait alors une réduction des résidus chimiques dans les produits destinés à l'alimentation. En effet, si les plantes et espèces génétiquement modifiées sont plus résistantes après modification et nécessitent moins de traitements, alors, cela limite les risques de présence de résidus de produits chimiques (qui peuvent être habituellement utilisés dans les cultures) sur le produit final. Cela aurait donc un impact positif sur notre santé.

Grâce à une résistance plus importante, les plantes pourraient également être immunisées face à certaines maladies ou certains champignons pathogènes potentiellement toxiques ou cancérogènes. En évitant ou en réduisant considérablement le développement de ces agents pathogènes, cela permettrait de limiter considérablement les risques de contamination des produits destinés à l'alimentation, et ainsi, réduire les maladies associées. (Commission Européenne, 2023)

Par ailleurs, certains laboratoires comme l'Université agricole de Chine étudient les possibilités d'optimiser et d'améliorer les qualités nutritionnelles des produits grâce à certaines modifications issues des nouvelles méthodes de modifications génomiques. Il serait par exemple envisageable d'enrichir certains

aliments en augmentant leurs capacités à produire des vitamines, des minéraux, etc. Il pourrait donc y avoir la possibilité « d'améliorer » certains aliments, afin de les rendre « meilleurs » pour notre corps. (Sun et al. 2022 ; abstrait et 1. Introduction)

De la même manière, en modifiant le génome de certaines espèces, il devrait être possible de réduire ou d'éliminer certains allergènes dans certains aliments. Par exemple, il serait envisageable de proposer une espèce de blé avec une teneur en gluten réduite, afin de permettre aux personnes intolérantes ou allergiques de pouvoir en consommer.

Maintenant, si nous reprenons les pensées opposées au développement des NTG, initiées par des syndicats comme *Greenpeace*, *Confédération Paysanne* ou *Les Amis de la Terre* lutte, les avis sont différents.

Comme évoqué auparavant, les agriculteurs ont généralement recours à l'utilisation de plantes NTG, dans le but de favoriser leurs rendements, en rendant leurs cultures plus résistantes (aux pesticides, aux espèces pathogènes, aux plantes envahissantes...). Seulement, selon ces syndicats, il existerait un risque que les modifications génomiques d'espèces cultivées puissent potentiellement se répandre et ainsi "contaminer" d'autres espèces (comme les espèces adventices sauvages, les insectes...). Ainsi, les espèces environnantes deviendraient alors également plus résistantes grâce à la migration et à la mutation des gènes responsables. Cela peut donc engendrer une surutilisation de produits herbicides, visant à éliminer toutes ces espèces qui nuisent au bon développement des cultures. Cependant, de tels produits causent de nombreux problèmes environnementaux, mais également de nombreux problèmes concernant la santé. (France Nature Environnement, 2024)

Certains pesticides sont par exemple cancérigènes (peuvent provoquer des cancers), mutagènes (toxiques pour l'ADN) ou reprotoxiques (nocifs pour la fertilité), comme le glyphosate, le malathion et le diazinon, qui sont reconnus comme des « cancérigènes probables » chez l'homme. Ces produits se retrouvent parfois dans les cours d'eau ou les nappes phréatiques, qui contaminent alors une des ressources les plus importantes et vitales pour la planète et pour l'Homme. (5 pesticides, dont l'un des plus utilisés au monde, classés cancérigènes, 2015)

De plus, les pesticides sont très volatiles et se répandent très vite dans l'air. Beaucoup d'animaux sont alors impactés voir contaminés par ces produits phytosanitaires, ce qui peut se répercuter dans notre assiette. (Pesticides : définition, enjeux et impacts, 2019)

Les syndicats agricoles ne sont pas les seuls à se prononcer sur l'utilisation de produits NTG. On retrouve également des associations de consommateurs comme l'UFC-Que choisir (Union Fédérale de Consommateurs-Que choisir), l'Indecosa-CGT (Association pour l'information et la défense des consommateurs salariés) et d'autres, qui montrent leurs inquiétudes au sujet du développement des NTG. Ils revendiquent notamment, une réglementation plus stricte et bien définie (ce

qui n'est pas encore vraiment le cas aujourd'hui en France et en Europe), et surtout une évaluation détaillée, au cas par cas des produits, afin qu'ils soient étiquetés pour le consommateur. Il existe par exemple 2 catégories de NTG, dans lesquelles les plantes génétiquement modifiées sont différenciées selon le type de modifications effectuées sur leur génome. La catégorie 1 représente les plantes pour lesquelles les modifications sont comparables aux mutations naturelles (comme par exemple la mutagenèse), alors que la catégorie 2 regroupe les plantes présentant des modifications plus complexes, équivalentes aux OGM traditionnels (insertions de gènes ou altérations qui ne pourraient pas avoir lieu naturellement). Il serait donc nécessaire que ces informations soient affichées pour les consommateurs. (Commission Européenne, 2023)

L'Indecosa-CGT défend « le droit des consommateurs européens de savoir ce qu'ils consomment ». En effet, les craintes concernant les nouveaux OGM et leurs impacts sur la santé des consommateurs inquiètent beaucoup, étant donné que peu de données ont encore été recueillies. C'est pourquoi, les syndicats appellent à une réglementation adaptée. (Des associations de consommateurs demandent la réglementation des OGM/NTG – Inf'OGM [sans date])

L'utilisation des techniques NTG sur les animaux fait également partie des sujets controversés autour des nouvelles méthodes de modifications génomiques. En effet, pour le moment, la plupart des cas d'animaux génétiquement modifiés sont des cas de laboratoire. Aujourd'hui, les nouvelles techniques comme CRISPR-Cas9 permettent d'étendre considérablement les possibilités d'applications aux espèces animales (en laboratoire, et peut-être pour les animaux d'élevage par la suite). Par exemple, il serait possible de « contrôler » la propagation et l'hérédité de certaines espèces nuisibles (comme le moustique). Il serait également envisageable de procurer une résistance plus élevée à certaines bactéries ou certains virus responsables de maladies parfois mortelles chez des espèces animales. Pour finir, les NTG pourraient permettre d'accélérer la croissance des animaux, afin de diminuer le temps nécessaire à leur développement, dans le but de les rendre « consommables » rapidement (comme expliqué précédemment avec le cas du saumon « AquAdvantage », modifié sans utiliser de NTG).

Cependant, le cas de l'utilisation de NTG sur les animaux pose de nombreuses questions, d'un point de vue santé pour l'animal et pour l'homme qui consomme des produits issus de ces animaux. De la même manière, on peut légitimement se poser la question du bien-être animal et de la santé mentale de ces derniers. D'un point de vue éthique, ce sujet est encore très controversé. Malgré tout, comme pour de nombreux points de cette controverse sur les nouvelles techniques de modifications génomiques, il y a encore très peu de recul pour pouvoir conclure sur l'impact de leur utilisation sur les animaux, car très peu de cas concrets. ((Duclos et al. 2022) Intro + 1.1)

Pour conclure sur les impacts de l'utilisation des NTG sur la santé, il faut retenir que la législation est encore très vague, que les cas de dérive enregistrés et les études sont encore peu nombreux. L'ensemble des acteurs œuvrent pour accélérer la recherche et les analyses afin de confirmer ou non les différents arguments autour de cette controverse actuelle. Par exemple, l'organisation mondiale de la santé (OMS) est très active dans l'évaluation des impacts potentiels sur la santé humaine et l'environnement, tout comme d'autres organismes tels que l'autorité européenne de sécurité alimentaire (EFSA), la Commission européenne et de nombreux laboratoires de recherche.

Controverse économique

De toujours, le débat concernant l'utilisation des technologies de modification génétique des organismes qui nous entourent a été animé d'une controverse économique, elle s'est manifestée pour l'une des premières fois à l'introduction du soja Roundup Ready, introduit en 1996 aux Etats-Unis celui-ci a vite été l'objet de critique envers Monsanto, la société qui l'a commercialisé (aujourd'hui Bayer), déjà à l'époque on soulevait des problématiques de dépendance économique des agriculteurs envers la société, aujourd'hui les acteurs de la controverse débattent encore en parallèle de la croissance fulgurante du marché des OGM. Aujourd'hui, les avancées majeures en modification génétique, les NTG, notamment avec la méthode CrispR-Cas9, permettent aux entreprises d'employer des OGM toujours plus évolués sur le plan génétique, que ce soit dans l'agriculture, ou plus récemment dans l'élevage intensif, n'ont pas aidé à atténuer les débats.

Les gouvernements nationaux sont les chefs d'orchestre de cette controverse, ceux-ci impactent directement l'évolution économique du marché des OGM car c'est eux qui mettent en place la régulation qui entre en vigueur dans la zone de leur juridiction. Ceux-ci vont avoir des positions très variées, certains vont être restrictif et d'autres vont être bien plus ouverts, bien sûr on va constater plusieurs degrés, nous verrons des pays comme l'Argentine ou le Brésil qui ont totalement légalisé les OGM depuis un certain temps, où les barrières sont minces et où la production massive est pérenne, à l'opposé nous aurons des pays de l'UE comme la France où le marché des OGM est inexistant car la réglementation en vigueur exclut leur utilisation dans l'agriculture.

En 2024, le marché global des semences modifiés utilisés pour l'alimentation et l'agriculture serait évalué à 24.8 milliards d'USD (dollars américains), et celui-ci pourrait atteindre les 35.56 milliards d'ici 2031 (Sakshi Suryawanshi, septembre 2024), en prenant en compte l'ensemble du marché des OGM, soit leurs utilisations dans l'industrie pharmaceutique, l'industrie du bio fuel et quelques applications environnementales, le marché total serait estimé à 70.1 milliards d'USD et il serait attendu une croissance forte avec un CAGR (Compound Annual Growth Rate) de 5.5%, il atteindrait donc plus de 100 milliards d'USD en 2030 (Global Industry Analysts, novembre 2024), si on parle du marché de la nourriture génétiquement modifiée, celui-ci est évalué à 133.4 milliards d'USD et serait lui aussi destiné à une forte croissance, plus de 250 milliards d'USD dès 2032 (Business Research Insight, 21 octobre 2024), comparable à des marchés comme celui des centres de données qui pèserait presque 200 milliards d'USD. On notera que cette croissance est évaluée en l'état, donc prise en compte de l'arrivée possible de nouveaux acteurs comme l'Union européenne qui relance le débat sur la régulation des OGM, depuis juin 2023 et sa proposition d'un assouplissement de ses réglementations strictes, ou

de la Russie qui était jusqu'à maintenant complètement réfractaire et qui a annoncé le lancement d'un programme de développement d'une trentaine d'OGM financé à hauteur de 111 milliards de rouble (environ 1.7 milliards d'USD) (Olga Dobrovidova, 15 mai, 2019).

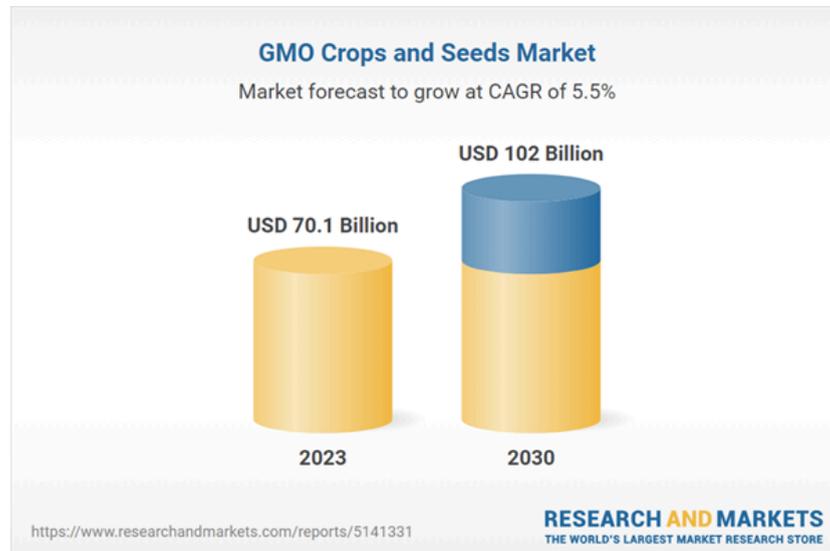


Figure 6 : Taille et prédiction de croissance du marché des semences OGM

Disponible à l'adresse :

<https://www.researchandmarkets.com/content-images/2187/2187223/2/gmo-crops-and-seeds-market.png>

L'étendue des possibilités qu'offrent la technologie étant grande, le marché s'articule autour de tous les marchés existants dont ils y auraient un problème que peut résoudre cette technologie, et qui implique donc une demande, les producteurs de semences génétiquement modifiés et les industriels, comme Bayer CropScience ou Corteva Agriscience, qui par le biais de laboratoires privés développent des semences améliorées pour les vendre à des agriculteurs de grande ou petite échelle, des coopératives agricoles, des revendeurs locaux ou des gouvernements. Ces produits après leurs récoltes sont vendus soit à des industries de l'agroalimentaire pour nourrir du bétail, notamment avec le soja, soit à de grandes chaînes de distribution selon si le produit doit être transformé comme le coton ou peut être vendu directement en l'état aux consommateurs, comme les tomates.

Nous l'avons vu les analystes prévoient une forte progression du marché, avec comme principaux conducteurs, d'une part, la demande de rendements toujours supérieurs, notamment dans des pays comme le Brésil ou l'Argentine où l'agriculture est largement dominé par l'utilisation d'OGM et où l'exportation/production de leurs produits OGM représentent environ 10% de part du PIB national, et d'autre part, en raison d'une croissance importante de la population dans les pays émergents, comme l'Inde ou la Chine, et qui nécessitent donc de produire plus pour subvenir à leurs besoins alimentaires et qui peuvent en plus subir les aléas météorologiques où les intempéries ravagent les cultures.

On peut définir le marché des OGM par deux paramètres du point de vue d'une multinationale qui sont le temps et le coût monétaire, de plus on va constater une différence significative de ces deux paramètres selon le pays dans lequel est hébergé leurs activités. Les premiers coûts auxquels vont être confronté une entreprise du marché des OGM sont les coûts R&D (Recherche et développement) d'une semence dont ils veulent modifiés génétiquement les propriétés, on y inclura également les coûts d'autorisation de commercialisation du produit, ils sont évalués à une moyenne de 115 millions d'USD entre 2017 et 2022, répartis par des coûts de recherche scientifique compris entre 20 millions et 50 millions d'USD, des coûts de tests réglementaires compris 20 millions et 40 millions d'USD et des coûts administratifs entre 10 millions et 30 millions d'USD, durant ce processus, le temps de découverte représenterait 13.3% du temps total cumulé, le temps de construction du produit et de test, 35.6% du temps, et la phase de régulation représenterait 51.1% du temps, on notera que l'étude qui nous partage ces chiffres prend en compte la construction d'un produit à partir de zéro et sans combinaison de traits génétiques cumulés (Agbio Investor, avril 2022).

Les coûts sont conséquents, les multinationales ont donc trouvé une solution, celle de délocaliser leurs activités de recherche dans des pays en voie de développement tel que le l'Argentine dans lequel le salaire moyen pour un ouvrier est 12 500 USD contre 32 500 USD aux Etats-Unis soit 2.6 fois (Rosemary Coates, Sans date). La principale source de coût et de temps concerne surtout le processus de régulation, en effet, le coût le plus élevé vient de la phase de régulation scientifique du produit s'estimant à 28.6% du coût total (Agbio Investor, avril 2022), notamment pour les tests de conformité et d'impacts environnementaux qui sont moins rigoureux et donc moins coûteux. Les réductions pour le développement d'un produit s'estiment à entre 20% et 30% comparé aux pays développés. Cela leur permet également un meilleur accès aux marchés émergents où la demande de semences résistantes aux conditions climatiques ou aux ravageurs ne cesse de croître, et c'est là que se trouve une controverse économique majeure, ces pays en voie de développement pourraient se retrouver dans une situation de dépendance économique forte de ces multinationales, ils perdraient donc une part de leur souveraineté économique en conférant leur capacité à produire des récoltes suffisantes et stables grâce aux propriétés des semences génétiquement modifiés proposés par ces multinationales, d'un autre côté l'agriculture de semences OGM permettraient d'améliorer le rendement, de réduire les coûts associés au contrôle des insectes ravageurs, des mauvaises herbes ou des intempéries et donc de sensiblement améliorer les conditions économiques du pays en faisant tendre le prix de l'alimentation à la baisse car l'offre serait plus élevé.

A l'heure actuelle, le classement des pays producteurs d'OGM dans le secteur de l'agriculture est le suivant : dans l'ordre, les Etats-Unis, le Brésil, l'Argentine, le Canada et l'Inde; On peut également citer la Chine qui pourrait devenir un acteur très important dans la production d'OGM, le Ministère de l'agriculture chinois aurait approuvé pas moins de 51 variétés de maïs et de soja dans le cadre d'un

programme débuté 2021 et qui viserait la commercialisation et l'amélioration de leur sécurité alimentaire, ils auraient pour objectif d'atteindre le niveau d'adoption des Etats-Unis d'ici 2028, soit entre 90% et 95% de la part de leurs agricultures (Sean Pratt, 7 novembre 2023), sachant que la Chine possède 135 millions d'hectares de terres cultivés contre 160 millions d'hectares pour l'Etats-Unis (selon Worldometer, Cropland area by country), elle pourrait donc devenir un acteur majeur du commerce mondial de produits OGM et continuer à entretenir cette concurrence prononcée entre les pays en voie de développement.

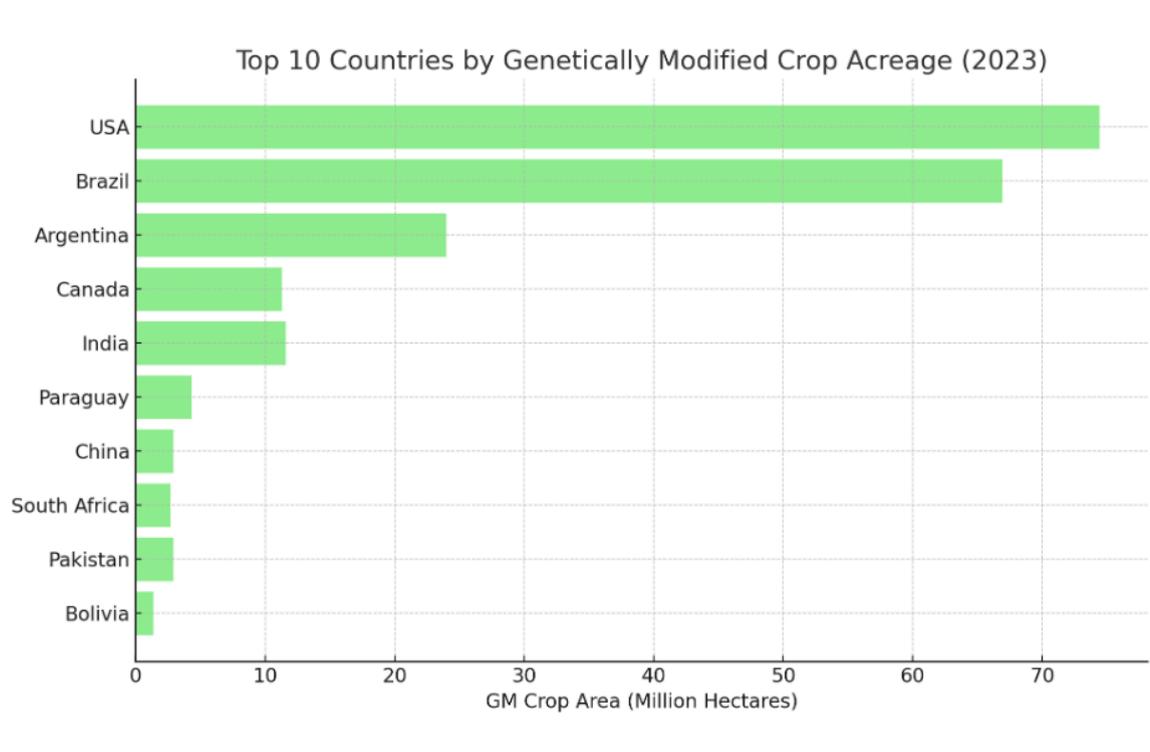


Figure 7 : Top 10 des pays par surface de production de semences OGM

Disponible à l'adresse :

<https://geneticliteracyproject.org/2024/10/07/top-10-countries-growing-genetically-modified-gm-crops/screenshot-2024-10-06-at-7-42-20-pm/#main>

Les agriculteurs sont également des acteurs importants de la controverse économique, c'est eux qui achètent les semences génétiquement modifiées, mais ils sont confrontés à des contraintes économiques non négligeables qui soulèvent des problématiques. Le choix de passer d'une agriculture traditionnelle à une agriculture qui utilise des OGM sur la question économique, que ce soit un grand agriculteur d'une exploitation commerciale ou un petit agriculteur privé, implique premièrement une augmentation des coûts de production, les semences génétiquement modifiées coûteraient entre 1.5 et 2 fois plus chères que des semences traditionnelles aux Etats-Unis, on peut prendre l'exemple du soja, pour lequel un sac de graines traditionnelles coûte entre 40\$US et 60\$US contre entre 65\$US et 85\$US pour un sac de graines modifiés (Vesper, 23 septembre 2024).

La variation de prix entre les deux types de semences et entre deux variétés de semences modifiés peut s'expliquer par plusieurs raisons, le besoin des producteurs de couvrir les coûts R&D, le rendement espéré et les propriétés promises du produit qui permet aux producteurs de prendre une marge en fonction du marché, certaines raisons dépendent aussi du pays dans lesquelles sont vendus ces semences notamment pour le coût de régulation et d'importation/exportation, si un producteur de semences modifiés vend des sacs à un agriculteur au Japon il augmentera le prix pour compenser le coût réglementaire et d'importations/exportations qu'impliquent cette vente. Les coûts de production pour l'exploitant des OGM sont également supérieurs en raison du contrat qui lie l'acheteur au vendeur, le plus souvent l'agriculteur doit payer des redevances pour l'utilisation de technologies brevetées, soit en fonction de leurs revenus soit un coût fixe annuel, des études montrent également que des coûts peuvent s'ajouter au fur et à mesure des années car la résistance des mauvaises herbes augmenteraient, le nombre de traitement avec herbicides non-glyphosate par surface était de 0.5 en 2005 et est à presque 2 en 2016 pour le soja (Andrew R. Kniss, 28 décembre 2017), on constatera que la tendance tend à la baisse pour les traitements par glyphosate après une forte augmentation entre 2000 et 2010, cette évolution du nombre de traitement à appliquer pourrait obliger les agriculteurs à utiliser des combinaisons d'herbicides qui alourdissent le coût chimique. D'autre part, le contrat liant l'agriculteur au vendeur des semences modifiés inclut parfois deux clauses supplémentaires, l'une stipulant que l'agriculteur s'engage à ne plus utiliser de semences conventionnelles, et l'autre qui empêche l'agriculteur de replanter les semences génétiquement modifiées, ce qui est généralement fait dans le cas de semences d'une agriculture traditionnelle car elle évite au producteur de racheter des graines et d'alourdir ses coûts de production, et indirectement oblige celui-ci à racheter des semences modifiées plus souvent que pour des semences classiques, cela implique donc des coûts supplémentaires, l'un des premiers industriels à imposer ces types de clauses de contrôle fût Bayer-Monsanto. Cela pose des questions concernant la dépendance des agriculteurs aux vendeurs, ceux-ci restreignant juridiquement les agriculteurs dans leurs méthodes de production, et dans laquelle ils y réalisent des gains à chaque étape, on peut rejoindre cette dépendance microéconomique à la dépendance macroéconomique constatée précédemment à l'échelle nationale d'un pays à une ou plusieurs multinationales soulevant des enjeux éthiques et géopolitiques.

L'utilisation de semences génétiquement modifiés dans les agricultures auraient selon de nombreuses études un impact positif et important les revenus d'un agriculteur, d'une part, par la réduction des coûts de production (au moins initialement), comprenant les coûts de contrôle des mauvaises herbes ou des insectes et les coûts de fonctionnement, soit la main d'œuvre et le carburant utilisé pour les machines. De 1996 à 2020, les bénéfices provenant des cultures de soja HT s'élèvent, en incluant les bénéfices de la seconde génération de graines en Argentine et au Paraguay, à 74.65 milliards d'USD, 42% serait dû à l'économie de

coût, soit 31,35 milliards d'USD, les 58% restant correspondent aux bénéfices venant du rendement accrue (Graham Brookes, octobre 2022), qui constitue le second point de débat majeur de la controverse économique. L'évolution du rendement en comparaison avec une agriculture traditionnelle, on constate une guerre des chiffres entre les études, on va avoir d'un côté les rapports qui concluent sur par exemple, une augmentation du rendement comprise entre 5.6% et 24.5% pour les variétés de maïs génétiquement modifiés aux Etats-Unis (Paul McDivitt, 12 mai 2023), et de l'autre côté, certains chercheurs comme Doug Gurian-Sherman concluant que le rendement gagné par l'utilisation des OGM seraient modestes voire stagnants au prix d'une augmentation de l'usage des herbicides/pesticides et que l'avantage économique promis pour les agriculteurs seraient en réalité limité (Doug Gurian-Sherman, 28 février 2009), certaines personnalités publiques s'en moquent d'ailleurs leur rétorquant la question suivante, pourquoi est-ce que toute l'Amérique s'embête avec cela alors ? Selon les avis scientifiques, les OGM seraient ou ne seraient pas capables d'améliorer le rendement et la rentabilité, toutefois les propriétés de certaines futures variétés d'OGM qui résisteraient à des conditions météorologiques difficiles pourraient offrir une assurance d'obtenir un résultat suffisant de produits venant d'OGM pour nourrir une région du monde où les aléas climatiques impactent fortement les réserves alimentaires d'une année à l'autre, et cela en raison de la météo et du changement climatique qui ne cessent de faire des ravages météorologiques dans les pays en développement qui y sont plus souvent exposés.

Un des acteurs au cœur de la controverse économique des OGM est l'Union européenne, celle-ci est dans une position "délicate", dans un débat intense entre un Parlement européen ouvert à être plus permissif vis-à-vis des NTG et l'utilisation de certaines espèces de semences similaires à celles obtenues dans l'agriculture traditionnelle, et certains Etats membres retissant et prônant une position de prudence comme l'Allemagne, la Pologne et l'Autriche.

Plusieurs enjeux peuvent être identifiés à cette controverse économique en Europe. Premièrement, l'Europe est confronté à des problèmes de compétitivité en ce qui concerne l'agriculture, les raisons en seraient multiples mais la principale serait que sa réglementation stricte concernant les OGM l'empêche de se faire une place au sein du marché pour essayer de battre les prix de pays comme le Brésil ou l'Argentine qui exploitent les semences OGM et leurs capacités, ce revirement possible sur la régulation des OGM/NTG pourrait lui permettre de rattraper son retard technologique et d'accéder à des gains importants, selon certaines estimations, un tel changement de position pourrait offrir à l'Europe un soutien important au PIB aux pays qui contribuent au marché, elles estiment que le manque à gagner de l'Europe annuellement s'élèveraient à entre 171 à 335 milliards d'USD (The Alliance for Science,2023), toutefois, il faut noter que l'organisation qui nous partage cette étude, a été créé en partie par la Bill & Melinda Gates Fondation, qui comme l'indique son nom est la fondation de Bill Gates, mais aussi d'autres individus clés comme Warren Buffet et Michael Larson, et ces personnalités connus ont possiblement des

positionnements financiers sur la question, Michael Larson est le CEO et fondateur en collaboration avec Bill Gates d'une société d'investissement privé, Cascade Investment, par son biais, ses deux fondateurs seraient les plus grands détenteurs de terre d'agriculture en Amérique avec 108 000 hectares de terres, il est donc difficile de voir cet étude comme dénué d'intérêts mais elle permet de donner une estimation du manque à gagner total sur une période et au rythme actuel de production mondiale, soit environ 3 trillions sur une décennie. Secondement, il y a également un débat concernant l'impact qu'aurait l'introduction des semences OGM dans l'agriculture, et qui découlerait d'une introduction d'AGM (aliment génétiquement modifié) sur le marché alimentaire. Il y a ici une problématique de transparence, en effet, c'est d'ailleurs une des préoccupations principales d'associations de consommateurs comme UFC – Que choisir en France, et qui luttent pour une meilleure transparence pour un étiquetage plus complet, UFC s'inquiète particulièrement de l'impact économique qu'aurait la dérégulation des NTG et de l'utilisation des semences OGM, d'une part en question d'une différence de prix entre les AGM et les produits alimentaires issues de l'agriculture traditionnelle, qui, sans un étiquetage, provoquerait une compétitivité déloyale entre les industries et les utilisateurs OGM, et les agriculteurs qui utilisent des semences classiques, le consommateur se dirigerait vers les produits les moins chères sans connaître la raison d'un écart de prix entre ces produits, et donc sans connaître les potentiels risques sanitaires qui s'appliquent à la consommation d'AGM, d'autre part de ce risque d'impacter la stabilité des prix du marché alimentaire, ces associations s'inquiètent également du risque de monopole des multinationales qui accéderaient à une part trop importante du marché et développeraient donc une dépendance de la souveraineté alimentaire d'un Etat à ces grands industriels.

Troisièmement, l'autorisation des NTG et de l'utilisation des OGM pourraient avoir un effet catalyseur sur l'économie, en effet comme tout secteur qui se développe, le développement du marché des OGM pourraient créer de nouveaux emplois, selon la Commission européenne, la bioéconomie représente 5% du PIB en Europe et 8.2% de l'emploi total en Europe (Commission européenne, 2024), soit 17.2 millions de personnes, l'autorisation d'utiliser de nouvelles biotechnologies de la sorte pourraient améliorer ces indicateurs de santé économique, soit potentiellement 1 million de nouveaux emplois (selon les estimations de résultat du programme de la Commission Européenne visant à faire progresser le marché de la bioéconomie) et développer le secteur de la recherche qui est déjà en marche, en effet, depuis 2018, l'Union européenne aurait déjà investi 414 millions d'euros dans la R&D, à travers différents programmes dont Horizon 20 et ses successeurs, pour évaluer les avantages et les risques des OGM pour la santé, l'environnement ou la meilleure manière de traiter la coexistence entre l'agriculture OGM et traditionnelle.

Un autre enjeu notable lié à la controverse des OGM est l'inégalité de revenus résultant d'un marché qui autorise l'utilisation des OGM, on aura d'un côté des agriculteurs qui vont transitionner à une agriculture OGM et qui pourront profiter des rendements et réduction de coût qu'il implique, et de l'autre côté des agriculteurs

qui vont rester à une agriculture traditionnelle qui, en plus de ne pas profiter des revenus supplémentaires, vont subir une baisse de leurs revenus, car l'introduction d'AGM, donc des produits alimentaires avec des coûts inférieurs accordés avec une augmentation du rendement va pousser les prix de vente à la baisse et donc indirectement impacter le prix auxquels les agriculteurs traditionnelles revendent leurs cultures aux acheteurs, industriels et grossistes.

Controverse géopolitique

La régulation des OGM a depuis toujours été sujet de tensions entre les pays de l'Union Européenne, cela commença dès 1998 où plusieurs pays comme la France, l'Allemagne ou la Grèce ont décidé d'instaurer un moratoire de facto, soit une mesure de suspension de l'utilisation des OGM pratiquée de manière informelle sur la culture des OGM, une technologie encore toute récente à l'époque et qui posait des problématiques environnementales et sanitaires déjà à l'époque. En 2010, la Commission européenne, propose une clause d'opt-out (adoption en 2015), soit une disposition contractuelle qui permet aux pays membre de l'UE de prendre ou de ne pas prendre part à la clause en question, pour apaiser les tensions déjà fortement animées à cette période en autorisant donc les pays à restreindre voire interdire l'utilisation d'un OGM autorisé à l'échelle de l'UE, qui centralise ce processus d'acceptation des variétés proposées via l'EFSA (Autorité européenne de sécurité alimentaire), on notera qu'entre temps en 2004, celle-ci a voté pour l'autorisation du maïs MON810, un des produits phares de Monsanto-Bayer, un vote qui n'a pas plus à nombreux de pays anti-OGM comme la France, l'Allemagne ou l'Autriche, la France par exemple a voté en 2008 l'interdiction de cette variété, qui adoptent ce qui est appelé dans cette controverse, une position, ou du moins, un principe de précaution, traduisant globalement une volonté de ces gouvernements de réglementer de manière à contrôler et à évaluer le plus durement les potentiels risques que l'on a énoncé tout au long de ce rapport, c'est la mission de l'EFSA citée plus tôt. Plus récemment, le débat au sein de l'Europe, bien que toujours présent dû à plusieurs réaffirmations de positions entre temps que ce soient des pays pro-OGM ou anti-OGM, a ressurgi en raison des nouvelles technologies développées, les NTG, cela s'est accéléré en 2021 quand la Commission européenne a publié un rapport concluant qu'une révision de la réglementation des OGM en vigueur serait un bon choix pour l'UE (Commission Européenne, 29 avril 2021) et celui-ci est loin de plaire aux pays anti-OGM ou aux médias écologistes (Magali Reinert, 30 avril 2021).

Les deux dernières initiatives majeures de la Commission européenne sur la régulation des OGM furent, d'une part, l'adoption le 5 juillet 2023 d'une proposition visant à catégoriser les plantes NTG en deux catégories comme nous l'avons vu précédemment dans la controverse scientifique et donc un assouplissement de la régulation stricte actuelle à l'encontre des OGM car cela signifierait que plus de semences modifiées seraient autorisées au sein de l'UE (Science Business, 6 juillet 2023) et d'autre part, le vote du Parlement européen pour garantir la traçabilité des produits NTG répondant aux préoccupations des acteurs, dont notamment ceux qui soutiennent le principe de précaution et de transparence comme les associations de consommateurs et les lobby anti-OGM (Joshua Michin, 7 février 2024). Ce qu'on

peut retirer de ces manœuvres au sein des institutions de l'UE, c'est qu'elle se trouve au milieu de multitudes de pressions qui s'opposent provenant des lobbys, des médias et des gouvernements, elle cherche donc un terrain d'ententes dans cette bataille pour le choix de la libéralisation ou de la restriction de ce marché, ces politiques mises en place et tant d'opposition sur la question créée des divergences qui ne sont plus ignorables à l'heure d'aujourd'hui.

Ces divergences se manifestent en premier lieu par une fragmentation au sein de l'UE à plusieurs niveaux, une fracture diplomatique premièrement, en effet en 2023, c'est l'Espagne qui se trouve à la présidence du Conseil de l'UE, Espagne qui est l'un des acteurs majeurs de la lutte pro-OGM en Europe, et elle a fait de l'avancement des NTG sa priorité, par exemple en proposant la suppression de la clause de sauvegarde adopté au cours d'une directive de 2001 et qui permet à un Etat membre d'interdire ou restreindre l'utilisation d'une variété autorisée sous réserves de justifications scientifiques, cette suppression ne remettrait pas forcément en cause la clause d'opt-out qui permet, en simplifiant, le même pouvoir de flexibilité mais sous des réserves plus légères, soit des raisons d'aménagement de territoire ou de préservations de l'ordre public. En réponse à cette proposition (et à d'autres qui iraient à l'encontre de leurs convictions) les ONG et les associations des pays se sont alliés, notamment en France, pour faire barrage à cette proposition (Génération futures, 30 novembre 2023). La réunion du 10 et 11 décembre 2023 entre les ministres de l'agriculture de l'UE ne s'est pas conclue sur un accord ce qui rassure les opposants (Greenpeace, 11 décembre 2023), mais l'opposition entre les camps n'a pas disparu et cela fragilise les liens diplomatiques entre les pays réfractaires et les pays pour la dérégulation des OGM d'une part, car cela pourrait mener à un ralentissement de possibles collaborations futures, et d'autre part, car les pays se battent pour protéger leurs politiques agricoles et donc les activités déjà mises en place dans leur pays et qui soutienne leur économie, il voit donc leurs opposants comme des menaces à la pérennité de leurs agricultures OGM pour le cas de l'Espagne par exemple, ou leurs agricultures biologiques et sans OGM pour le cas de la France mais aussi pour les subventions accordés par la PAC (politique agricole commune) qui structure le plan d'investissement de l'agriculture européenne, elle ne prend pas directement position sur la question des OGM, mais les divisions influencent sur les choix de financement, certains pays pro-OGM préféreraient inclure des aides via l'utilisation des OGM pour améliorer la productivité tandis que les pays anti-OGM voudraient privilégier les pratiques agricoles durables.

Une autre conséquence de ses divergences est le risque de fragmentation de la politique alimentaire commune, plusieurs faits en sont la cause, l'un des premiers étant la transparence sur l'étiquetage, en effet, depuis 2003, tous les produits dépassant le seuil de 0,9% d'OGM ont pour obligation d'être étiqueté d'une appellation notifiant que le produit est "OGM" (Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire et de la forêt, 3 janvier 2023), en revanche pour le lait ou la viande provenant d'un animal nourri aux OGM aucun étiquetage n'est obligatoire, un manque de transparence selon les ONG et les associations qui alarment les

gouvernements et la Commission européenne à nombreuses reprises sur ce qui est pour eux une attaque aux droits des citoyens de savoir ce qu'ils consomment malgré que l'étiquetage "Nourris sans OGM" est été adopté en 2012 suite aux demandes et aux pétitions fortement soutenus (Matthieu Combe, 4 mars 2016).

D'autres causes de ce risque de fragmentation des politiques communes qui régissent l'agriculture et le secteur agro-alimentaire en Europe sont les différents conflits qui tournent autour des décisions de la EFSA, en effet les opposants aux OGM critiquent les méthodes d'évaluation de l'institution la jugeant comme trop favorable aux OGM et donc aux industriels, en autorisant de manière trop laxiste les variétés proposées à autoriser et certains pesticides/herbicides fortement reliés à l'agriculture OGM, l'un des cas les plus marquants qui définissent le mieux cette problématique c'est l'autorisation du glyphosate, l'EFSA a conclu ce pesticide ne représentait pas de risques cancérigènes, à l'encontre de l'avis scientifique CIRC (Centre international de recherche sur le cancer) qui a conclu que, je cite, "Le glyphosate est probablement cancérigène pour l'humain" (IARC, 2017), ces accusations qui planent créent des tensions sur l'indépendance et la légitimité d'exercer de l'institution, cela en raison du conflit de perception qui subsiste entre les États membres pro-OGM qui pensent que l'EFSA pourrait assouplir les normes, et les États membres anti-OGM qui pensent que celle-ci sous estiment les risques liés à l'agriculture OGM. On notera également que la clause d'opt-out adopté en 2015 ne soutient pas également un maintenir l'harmonie au sein des politiques commune de l'UE, celle-ci permet une meilleure autonomie de gestion aux États membres, mais en contrepartie, cela fragilise d'une part, les échanges intra-européens en raison des règles qui peuvent plus ou moins différentes en fonction de la politique qu'adopte le pays pour produire le produit échangé au sein d'un marché qui est censé être unique et uniformément normé, et d'autre part, cela créer des inégalités de compétitivité entre les agriculteurs d'un pays à l'autre, et d'autant plus dans une zone transfrontalière, où un agriculteur à la frontière de l'Espagne et qui utiliserait des OGM auraient probablement un avantage de rendement et de réductions de coûts de production, et donc directement des prix plus compétitifs pour vendre son alimentation animale à une industrie comparé à l'agriculteur français du sud de la France, employant des méthodes traditionnelles et qui se verrait déloyalement lésé par des politiques désaccordées entre les deux pays (Julia Commandeur, 29 janvier 2024).

Nous l'avons dit précédemment, le manque de transparence fait partie des point majeures pour lesquels les organisations anti-OGM luttent, et cela ayant pour raison du nourrissage du bétail européen par des produits OGM, actuellement, 90% du soja utilisé en Europe provient d'importations, du Brésil, de l'Argentine et des États-Unis principalement (Etienne Lombardot, 27 novembre 2023), de plus sur tout le soja utilisé en Europe, 87% servirait à l'alimentation des animaux destinés à produire pour l'industrie alimentaire (Paul Malo, 12 juin 2019), et sachant que 95% du soja provenant de ces pays exportateurs seraient issues de l'agriculture OGM (Unité européenne Greenpeace, 30 septembre 2020), après calcul on peut

donc dire qu'actuellement qu'environ 74.3% du soja utilisé pour nourrir notre bétail est issu de l'agriculture OGM en partant du principe que les 10% de production interne en Europe n'utilise d'OGM, or l'Espagne est le premier pays européen au classement de la production d'alimentation pour le porc par exemple, l'une des principales activités industriels de production de viande avec les volailles, or celle-ci est l'un des plus grands utilisateurs d'OGM en Europe, donc la part est probablement légèrement plus élevée. En conclusion, à l'heure d'aujourd'hui, l'UE n'est pas capable de produire suffisamment pour suivre la demande actuelle, elle ne peut pas interdire l'importation et le nourrissage du bétail par des aliments OGM, elle donc très dépendante aux pays producteurs pour l'entièreté de son secteur alimentaire animal, et cela constitue le second point majeur de la controverse géopolitique sur la question des OGM en Europe.

La dépendance de l'UE aux pays qui utilisent l'agriculture OGM et qui lui exporte une part importante de matières premières issues des NTG, invraisemblablement, alors que l'UE, relativement au reste du monde, est plutôt catégorisable dans le camp des réfractaires ou du moins la somme des pressions diplomatiques sur la question des OGM et qui donne cette position d'opposition à l'Europe, il y a donc un hiatus entre la direction qu'elle a prise jusqu'à présent et celle qu'elle prend à présent, une position de plus en plus pour l'assouplissement de la régulation sur les OGM et les NTG en vigueur.

Cette dépendance est un poids qu'elle traîne. L'UE depuis toujours tient le rôle de leader mondial dans la lutte contre le réchauffement et le changement climatique notamment avec le fameux *Green Deal*, elle est donc au courant des potentiels impacts de l'agriculture OGM qu'ont sur celui-ci, particulièrement avec la déforestation et les enjeux liés à l'accord EU-Mercosur, l'accord de libre-échange entre les pays européens et ceux de l'Amérique latine ayant une importance directe, et dans lequel cette dépendance a probablement joué un rôle important dans les négociations qui, a-t-on dit, furent complexes, datant de plus de 20 ans (Sarah Anne Aarup, 2 février 2023), celui s'étant conclu sur un non-lieu, avec d'un côté les pays latins qui critiquent les "exigences" environnementales et parle même d'une "ingérence" de la part des pays européens qui eux, répondent que l'accord n'est pas en accord avec leur est incompatible avec leurs objectifs, l'utilisation des OGM n'est pas l'une des seuls raisons de telles tensions géopolitiques mais elle a probablement peser dans la balance lors des négociations.

En partant de cela, on peut voir que le monde est fortement polarisé même à l'échelle extra-européenne mais toujours avec les mêmes parties, les pro-OGM et les anti-OGM, mais d'autres conflits peuvent se dessiner sous la problématique des OGM, un conflit technologique premièrement, entre toutes les nations, mais plus particulièrement entre les États-Unis et le reste du monde, en effet ceux-ci possèdent une écrasante majorité des brevets sous le nom des multiples industries internationales américaines, Monsanto, Corteva Agriscience ou Syngenta, on peut difficilement trouver le nombre exacte mais selon certaines estimations Monsanto et

DuPont (maintenant Corteva) possédaient 80% des brevets OGM présents dans le monde (Claire Kelloway, 23 mars 2023) et toutes sont dans le haut du classement du marché OGM, on peut donc comprendre que les USA assoient une domination importante sur le reste du monde, une domination qui lui confère une influence non négligeable sur les systèmes et les politiques agricoles mondiales, créant une dépendance économique pour tous les pays qui importent et cultivent des OGM, car cela signifie que ces multinationales américaines perçoivent des redevances et contrôlent leur utilisation, cela empêche les pays en question d'adopter un modèle d'agriculture indépendant.

C'est la situation dans laquelle se trouve de nombreux pays d'Afrique actuellement, au milieu d'un conflit d'intérêt et d'influence, ceux-ci étant partagés entre le respect des normes environnementales et sanitaires de l'Europe qui "reste le premier partenaire commercial de l'Afrique" (Lominda Afedraru, 20 novembre 2019), et l'influence des États-Unis leur faisant part des rendements supérieurs et des propriétés des OGM comme solutions à leurs aléas climatiques. Les institutions africaines, comme la COMESA (Marché commun de l'Afrique orientale et australe) cherchent donc à mettre en place des réglementations qui seraient à mi-chemin entre le développement local avec l'aide des OGM et le respect des exigences commerciales mondiales, mais cela semble peu probable car il n'existe à l'heure d'aujourd'hui pas de normes internationales cohérentes avec les OGM, et cela oblige donc les pays de trouver chacun un équilibre entre ses intérêts commerciaux actuels et sa volonté de développer son système agricole. Accepter de se convertir majoritairement à une agriculture OGM comme une grande partie du reste du monde, cela signifierait renoncer en partie à sa souveraineté alimentaire, créant une dépendance aux importations des semences OGM américaines notamment pour entretenir une sécurité alimentaire qui devient un enjeu stratégique dans notre contexte, les pays cherchant à se protéger d'une future crise alimentaire ce qui place les OGM au centre de ces débats.

Un dernier conflit qui entretient ce climat de froideur entre les États-Unis et l'Europe notamment, c'est le conflit commercial qui s'y rattache, les divergences de normes environnementales, de politiques agricoles, d'étiquetage et de sécurité alimentaire sont nombreuses ce qui encourage l'UE à mettre en place des restrictions sur les accords de libre-échange pour les produits OGM, et limitant ainsi les opportunités commerciales pour les multinationales américaines, les États-Unis ont d'ailleurs cherché à contester ces restrictions auprès de l'OMC (l'Organisation mondiale du commerce), en 2006 celle-ci a d'ailleurs conclu que un ensemble de ces restrictions étaient illégales, notamment en ce qui concerne la procédure complexe d'approbation et les interdictions, les US ont de plus dénoncé la lenteur des approbations pour les OGM, l'UE, elle, a maintenu ses exigences strictes, toutes ces procédures, accusations et mesures ne font qu'entretenir les barrières commerciales non tarifaires citées et qui selon l'UE se basent sur les avis scientifiques visant à protéger la santé de sa population et l'environnement mais également à conserver une compétitivité loyale entre les produits européens qui sont plus coûteux car ils

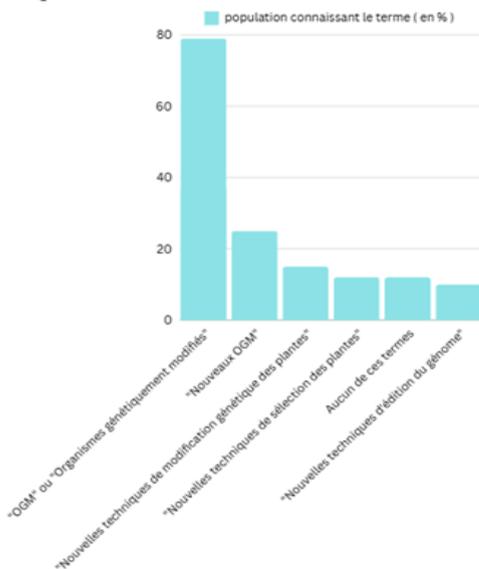
suivent des normes strictes en comparaison avec leurs homologues américain. On voit bien que ce conflit a pour conséquence de mettre une distance diplomatique entre les deux grandes puissances qui collaborent sur bien des sujets normalement affectant leurs relations, leurs choix politiques et même les traités internationaux.

Les nouveaux OGM ne font pas l'unanimité auprès des citoyens. En effet, d'un point de vue social, les gens sont inquiets des représailles des nouveaux OGM sur la santé humaine et sur l'environnement. Les NTG étant très récents, nous ne connaissons pas encore les risques sur ces derniers.

D'après le sondage Greenpeace « Les Français et les (nouveaux) OGMs » de mai 2022, nous voyons la méfiance des français face à ces nouvelles techniques de modifications génétiques.

- Dans un premier sondage, nous demandons aux français quels sont les termes qu'ils leur sont familiers :

Quels sont les termes connus des français ?



Population connaissant le terme "Nouveaux OGM" :
33% entre 18-34 ans contre 20% entre 50 et plus de 65 ans

Nous voyons que les jeunes sont plus renseignés sur les nouveaux OGM et sur l'écologie en général grâce notamment à l'accès au numérique et à l'informatique. En effet, par le biais des réseaux sociaux, les jeunes ont accès plus facilement aux informations contrairement aux personnes âgées qui n'ont pas grandi dans l'ère du numérique. De plus, aujourd'hui, il y a une forte sensibilisation sur l'écologie à l'école car le sujet est au cœur de l'actualité. Cela rend donc les jeunes plus investis que les personnes âgées qui n'ont pas eu cette prévention à l'époque.

Figure 8 : Sondage "Parmi les termes suivants, lesquels avez-vous déjà entendu parler?"

Disponible à l'adresse :

https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2022/06/Greenpeace_Sondage-OGM_2022.pdf

Est ce que les français regardent la composition des produits alimentaires avant de les acheter ?

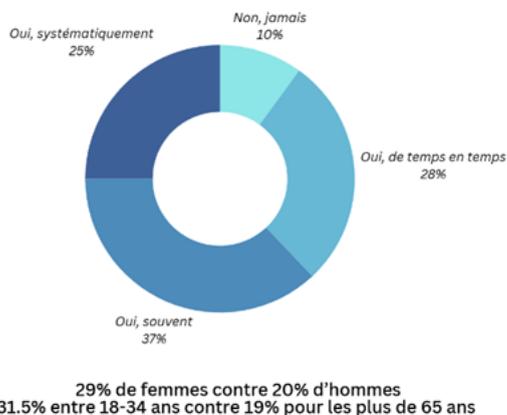


Figure 9 : Sondage "Quand vous faites vos courses, regardez-vous la composition des produits alimentaires avant d'acheter?"

Disponible à l'adresse :

https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2022/06/Greenpeace_Sondage-OGM_2022.pdf

- Troisième sondage :

Est ce que les français souhaitent que la présence de "nouveaux ogm" soit indiquée sur les emballages ?

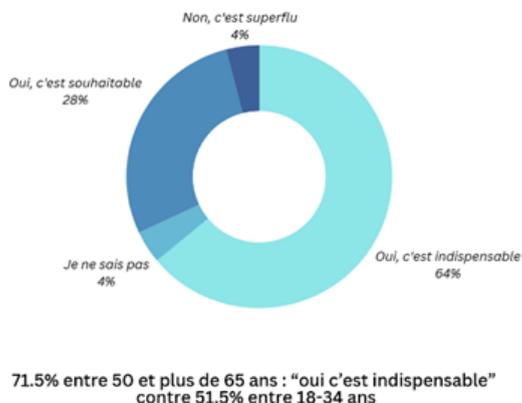


Figure 10 : Sondage "Pensez-vous que la présence de "nouveaux ogm" doit être indiquée de manière claire et visible sur les emballages de produits alimentaires?"

Disponible à l'adresse :

https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2022/06/Greenpeace_Sondage-OGM_2022.pdf

- Deuxième sondage :

D'après le sondage, 90% des gens regardent la composition des aliments avant de les acheter avec une majorité de jeunes (32% entre 18 et 34 ans contre 19% +65 ans). Cela peut s'expliquer par le fait que les jeunes se tournent de plus en plus vers des régimes particuliers ou vers la nourriture « bio ». De plus, grâce à la sensibilisation mise en place, ils sont plus prévoyants sur ce qu'il y a dans nos assiettes. *Figure 9 : Sondage "Est ce que les français regardent la composition des produits alimentaires avant de les acheter ?"*

- Quatrième et cinquième sondage :

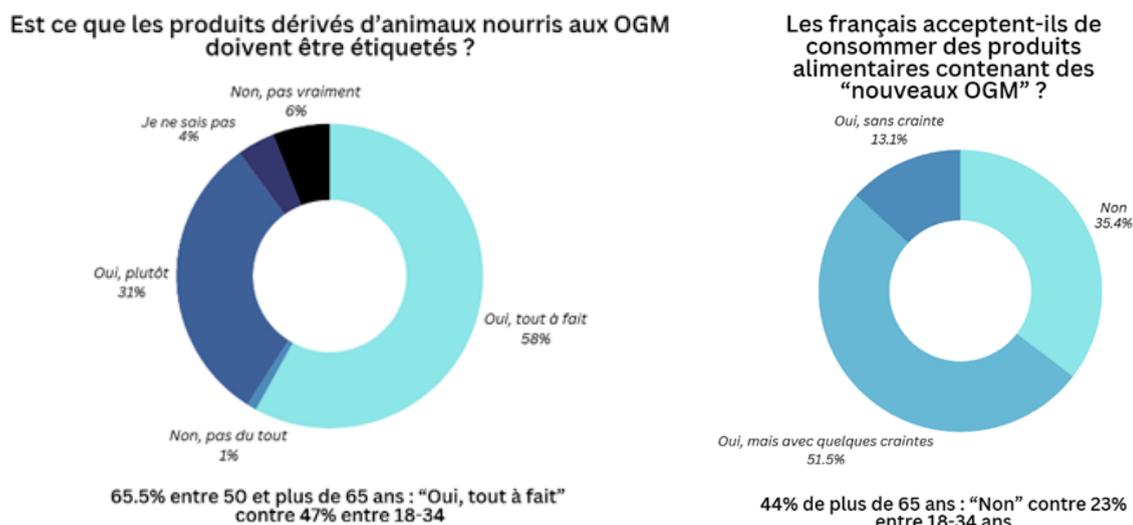


Figure 11 : Sondages "Diriez-vous que les aliments produits avec des animaux nourris par des OGM devraient être clairement étiquetés?" et "Accepteriez-vous de consommer des produits alimentaires contenant des ingrédients issus des nouvelles techniques de modification génétique?"

Disponible à l'adresse :

https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2022/06/Greenpeace_Sondage-OGM_2022.pdf

Dans ces deux derniers sondages, nous voyons que les français sont toujours très méfiants face à ces nouvelles technologies de modifications génétiques. Les personnes âgées le sont toujours plus que les jeunes.

En effet, les nouveaux OGM sont encore trop récents pour faire face à une loi contre l'étiquetage. Bien que les aliments contenant des OGM classiques doivent être étiquetés, pour les nouveaux OGM c'est plus compliqué. En effet, la traçabilité des NTG est moins visible. De plus, les produits venant d'animaux nourris aux OGM ne sont pas considérés comme OGM et donc ce n'est pas mentionné sur emballage.

Ce sondage révèle les différents points de vue de la population par rapport aux nouveaux OGM. En effet, nous avons d'un côté les jeunes, plus renseignés et plus intéressés par les problèmes d'écologie actuelle, contre les personnes âgées, toujours très méfiantes envers les nouvelles technologies, à cause d'un manque de familiarité avec ces dernières, ainsi que par rapport aux risques possibles sur la santé.

Pour conclure, les français peuvent montrer une certaine ouverture envers les nouveaux OGM, mais ils demandent plus de transparence de la part du gouvernement et des grandes surfaces ainsi qu'une plus grande réglementation.

Controverse médiatique

Tout d'abord, il existe des tensions entre les médias, les lobbies pro-OGM et les organisations de défense de l'environnement. En effet, nous avons plusieurs acteurs qui ne sont pas toujours en accord en ce qui concerne les nouveaux OGM.

D'un côté nous avons les acteurs qui s'opposent aux OGM : Greenpeace est "un réseau international d'organisations indépendantes" (Greenpeace, 2024) qui a pour principe de lutter pour la protection de l'environnement. Ils ont donc pris position contre les nouveaux OGM car nous ne connaissons pas les risques futurs sur l'environnement ainsi que sur la santé humaine.

Les Amis de la Terre sont dans la même optique que Greenpeace mais sont également investis dans l'agriculture paysanne. Ils s'opposent donc logiquement aux nouveaux OGM. A leurs côtés, nous avons également d'autres organismes comme la Confédération paysanne, Générations futures et Reporterre qui sont toutes pour la protection de l'environnement et qui s'inquiètent des représailles des OGM sur la nature et la santé.

D'un autre côté, nous avons les lobbies pro-OGM, qui vont faire pression sur les médias pour mener à bien leurs idées.

Pour commencer, un lobby est "un groupe de pression regroupant des intérêts communs à des institutions ou entreprises. Il défend ses valeurs et intérêts auprès des décideurs politiques" (Linternaute, 2024).

Les lobby de l'agro-industrie peuvent influencer certains médias en mettant en avant le côté positif des nouveaux OGM. En effet, ils jouent sur les points de l'agriculture durable, la sécurité alimentaire, et la lutte contre le changement climatique (Violaine Colmet-Daâge, 2023). De plus, ils ont plusieurs techniques pour alimenter cette influence. Par exemple, ils peuvent payer certains médias pour que leurs arguments apparaissent dans certains articles de journal ou encore dans des revues de presse. On peut prendre l'exemple de EuropaBio qui, en 2012, a sollicité des médias pour promouvoir les OGM en Europe (Christophe Noisette, Eric Meunier, 2012).

Pour conclure, la question des nouveaux OGM reste un grand débat qui influence le discours médiatique. Les organisations environnementales s'opposent fermement face aux incertitudes de ces NTG quant aux lobbies qui viennent faire pression pour leur donner une bonne image. Cela impacte l'opinion publique car les citoyens peuvent se faire influencer et ont du mal à choisir un des camps de ce sujet controversé.

Partant fondamentalement d'une controverse où les avis sont largement et intensément polarisés, la controverse des OGM 2.0, héritière de celle des OGM traditionnels, car elle en partage une majorité d'aspects et d'acteurs, nous sommes témoins de la complexité des enjeux qu'englobe cette problématique. L'évolution des technologies OGM par la découverte récente de nouveaux outils utilisés pour obtenir des OGM toujours plus performants, dans le but de correspondre aux attentes des grandes industries comme Monsanto ou Corteva Agriscience, qui sont des acteurs au centre de la controverse. Ces entreprises s'associent avec les gouvernements et les unions internationales contre les ONG, et les associations anti-OGM, et s'allient avec les pays largement pro-OGM afin de trouver un terrain d'entente sur plusieurs niveaux. Par exemple, nous avons constaté qu'au niveau environnemental et sanitaire, les avis scientifiques, journalistiques, ainsi que l'opinion publique ne sont pas totalement en accord avec ces nouvelles techniques, sur le plan écologique, concernant la préservation de la santé humaine, mais également au niveau économique, où on constate que l'arrivée d'un tel marché déséquilibre largement le système et les politiques mises en places. Ce sont tous ces sujets qui peuvent impacter les relations diplomatiques et qui peuvent provoquer des conflits géopolitiques concernant les OGM et les NTG.

Comprendre les lignes régissantes de ce débat nous permet de faire un pas en arrière et de porter un regard vers l'avenir. Un regard apportant une vision optimiste ou au contraire plus chaotique. D'un côté, les nouveaux OGM continueraient à être améliorés sur le plan technique, pour satisfaire les demandes des parties contre OGM afin d'affiner et de développer de nouvelles utilisations en accord avec les revendications en faveur de l'écologie, pour répondre à un marché d'acteur voulant financer la protection de l'environnement et de la biodiversité comme l'Union européenne. D'un autre côté, ces OGM nouvelle génération accentueraient la discorde des traités internationaux réglementant le libre-échange, ce qui favoriserait une polarisation du monde entre les pays producteurs de produits issus de l'utilisation des OGM et les pays qui luttent contre leurs applications. Voilà la controverse sur les NTG et les enjeux qui en découlent.

Bibliographie

Partie scientifique :

Code génétique. (2024). In Wikipédia. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Code_g%C3%A9n%C3%A9tique&oldid=216640832

Combe, M. (2012, janvier 1). La fabrication des OGM en question. Natura Sciences. <https://www.natura-sciences.com/comprendre/fabrication-des-ogm.html>

CRISPR/Cas9 | AFM Téléthon. (s. d.). Consulté 10 octobre 2024, à l'adresse <https://www.afm-telethon.fr/fr/termes/crisprcas9>

CRISPR-Cas9 : Où en est la recherche sur cet outil révolutionnaire ? | Délégation Île-de-France Gif-sur-Yvette. (s. d.). Consulté 8 novembre 2024, à l'adresse <https://www.iledefrance-gif.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/crispr-cas9-ou-en-est-la-recherche-sur-cet-outil-revolutionnaire>

Débat sur les organismes génétiquement modifiés. (2024). In Wikipédia. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=D%C3%A9bat_sur_les_organismes_g%C3%A9n%C3%A9tiquement_modifi%C3%A9s&oldid=219026808

Hagenlocher, C. (2024, avril 5). NTG : Que sont ces techniques qualifiées de « nouveaux OGM » ? Natura Sciences. <https://www.natura-sciences.com/comprendre/nouveaux-ogm-ntg-plantes-europe.html>

Jollivet, M., & Mounolou, J.-C. (2005). Le débat sur les OGM : Apports et limites de l'approche biologique. Natures Sciences Sociétés, 13(1), 45-53. <https://shs.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2005-1-page-45>

Joly, P.-B. (2015). Introduction. médecine/sciences, 31, 11-12. <https://doi.org/10.1051/medsci/201531s103>

Jordan, B. (2021). CRISPR : Le Nobel, enfin.... médecine/sciences, 37(1), Article 1. <https://doi.org/10.1051/medsci/2020255>

Kunz, B. (2017). Les dynamiques géopolitiques de l'Arctique. Politique étrangère, 3, 10-13. <https://doi.org/10.3917/pe.173.0010>

La génétique : Une brève histoire en pleine expansion – Académie nationale de médecine | Une institution dans son temps. (s. d.). Consulté 17 octobre 2024, à l'adresse

<https://www.academie-medecine.fr/la-genetique-une-breve-histoire-en-pleine-expansion/>

Les étapes de la transgénèse. (s. d.). SEMAE Pédagogie. Consulté 7 octobre 2024, à l'adresse <https://www.semae-pedagogie.org/sujet/biotechnologies-etapes-transgenese/>

Les « nouveaux OGM » inquiètent les scientifiques. (s. d.). Ici Beyrouth. Consulté 30 octobre 2024, à l'adresse <https://icibeyrouth.com/articles/164827/les-nouveaux-ogm-inquietent-les-scientifiques>

Les organismes génétiquement modifiés (OGM) | Ministère du Partenariat avec les territoires et de la Décentralisation Ministère de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques Ministère du Logement et de la Rénovation urbaine. (s. d.-a). Consulté 8 novembre 2024, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/organismes-genetiquement-modifies-ogm>

« Ni la crise écologique ni l'aggravation de ses effets n'ont converti les académies scientifiques à une culture de la précaution ». (2024, janvier 7). https://www.lemonde.fr/idees/article/2024/01/07/ni-la-crise-ecologique-ni-l-aggravation-de-ses-effets-n-ont-converti-les-academies-scientifiques-a-une-culture-de-la-precaution_6209492_3232.html

Nouveaux OGM : Le HCB préconise une évaluation différenciée – Inf'OGM. (s. d.). Consulté 7 novembre 2024, à l'adresse <https://infogm.org/nouveaux-ogm-le-hcb-preconise-une-evaluation-differenciee/>

Nouveaux OGM : Un rapport dénonce les conflits d'intérêts entre experts scientifiques et industrie. (2022, octobre 1). https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/10/01/nouveaux-ogm-un-rapport-denonce-les-conflits-d-interets-entre-experts-scientifiques-et-industrie_6143967_3244.html

Nouvelles techniques génomiques (NTG) et OGM : Quelles différences ? | vie-publique.fr. (2024, juillet 4). <https://www.vie-publique.fr/questions-reponses/293322-nouvelles-techniques-genomiques-ntg-et-ogm-quelles-differences>

OGM : Histoire de l'amélioration génétique. (s. d.). Consulté 10 octobre 2024, à l'adresse https://www.ogm.gouv.qc.ca/information_generale/historique.html

Pascal, G. (2007). OGM et santé : Mythes et réalités. Médecine et Nutrition, 43(3), Article 3. <https://doi.org/10.1051/mnut/2007433099>

Qu'est-ce qu'un OGM ? (s. d.). Greenpeace France. Consulté 24 octobre 2024, à l'adresse <https://www.greenpeace.fr/quest-quun-ogm-2/>

Reporterre. (2016, décembre 22). Reporterre sur France inter : La science des OGM empoisonnée par les conflits d'intérêt. Reporterre, le média de l'écologie -

Indépendant et en accès libre.
<https://reporterre.net/Reporterre-sur-France-inter-La-science-des-OGM-empoisonnee-par-les-conflits-d>

Reporterre. (2024, février 12). Au CNRS, les chercheurs incités à faire la pub des nouveaux OGM. Reporterre, le média de l'écologie - Indépendant et en accès libre.
<https://reporterre.net/Au-CNRS-les-chercheurs-incites-a-faire-la-pub-des-nouveaux-OGM>

Sur la proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil concernant les végétaux obtenus au moyen de certaines nouvelles techniques génomiques et les denrées alimentaires et aliments pour animaux qui en sont dérivés. (s. d.). Sénat. Consulté 10 novembre 2024, à l'adresse
<https://www.senat.fr/rap/r23-453/r23-453.html>

Tales of scientific journeys : GM foods- panacea or poison? (2017, décembre 13). Tales of scientific journeys.
<http://historymeetsscience.blogspot.com/2017/12/gm-foods-panacea-or-poison.html>

Tremblay, J. P. (2015). CRISPR, un système qui permet de corriger ou de modifier l'expression de gènes responsables de maladies héréditaires. *médecine/sciences*, 31(11), Article 11. <https://doi.org/10.1051/medsci/20153111016>

Universalis, E. (s. d.). COMMERCIALISATION DU PREMIER O.G.M. Encyclopædia Universalis. Consulté 17 octobre 2024, à l'adresse
<https://www.universalis.fr/encyclopedie/commercialisation-du-premier-o-g-m/>

Partie débat, environnement et santé :

5 bonnes raisons de dire non aux nouveaux OGM (NTG). (s. d.). France Nature Environnement. Consulté 8 octobre 2024, à l'adresse
<https://fne.asso.fr/dossiers/5-bonnes-raisons-de-dire-non-aux-nouveaux-ogm-ntg>

5 pesticides, dont l'un des plus utilisés au monde, classés cancérigènes. (2015, mars 21). *Le Nouvel Obs*.
<https://www.nouvelobs.com/sante/20150321.OBS5166/5-pesticides-dont-l-un-des-plu-s-utilises-au-monde-classes-cancerogenes.html>

Agri-environmental indicator—Consumption of pesticides. (s. d.). Consulté 31 octobre 2024, à l'adresse
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_consumption_of_pesticides

Anders, S., Cowling, W., Pareek, A., Gupta, K. J., Singla-Pareek, S. L., & Foyer, C. H. (2021). Gaining Acceptance of Novel Plant Breeding Technologies. *Trends in Plant Science*, 26(6), 575-587. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.03.004>

ANSES. (2024, janvier). *Risques et enjeux socio-économiques liés aux plantes NTG*.

Ces nouveaux OGM, issus de NGT, qui pourraient s'introduire dans nos assiettes. (2024, juillet 24). Greenpeace France. <https://www.greenpeace.fr/les-nbt-fausses-solutions-vrais-ogm/>

Commission Européenne. (2023, juillet 5). *New Genomic Techniques*.

Conseil Economique Social et Environnemental. (2023, mai). *Les attentes et les enjeux sociétaux liés aux nouvelles techniques génomiques*.

Crispr : Plus d'effets hors-cible que prévus – Inf'OGM. (s. d.). Consulté 3 novembre 2024, à l'adresse <https://infogm.org/crispr-plus-deffets-hors-cible-que-prevus/>

Des associations de consommateurs demandent la réglementation des OGM/NTG – Inf'OGM. (s. d.). Consulté 7 novembre 2024, à l'adresse <https://infogm.org/des-associations-de-consommateurs-demandent-la-reglementation-des-ogm-ntg/>

Duclos, R., Delanoue, E., Dockès, A.-C., Journaux, L., Sourdioux, M., & Bidanel, J.-P. (2022). Les modifications ciblées du génome appliquées aux animaux d'élevage : À la croisée des controverses. *INRAE Productions Animales*, 35(1), Article 1. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2022.35.1.5524>

Élevage et déforestation, quel est le lien ? (2024, octobre 28). Greenpeace France. <https://www.greenpeace.fr/lien-elevage-deforestation/>

En Espagne, des insectes commencent-ils à résister au maïs OGM ? – Inf'OGM. (s. d.). Consulté 7 novembre 2024, à l'adresse <https://infogm.org/en-espagne-des-insectes-commencent-ils-a-resister-au-mais-ogm/>

France Nature Environnement. (2024, mars). *Analyse—Risques cachés des nouveaux OGM : L'ANSES doit être attendue*.

Hagenlocher, C. (2024, avril 5). NTG : Que sont ces techniques qualifiées de « nouveaux OGM » ? *Natura Sciences*. <https://www.natura-sciences.com/comprendre/nouveaux-ogm-ntg-plantes-europe.html>

Impact Santé. (s. d.). *Vigilance OGM*. Consulté 24 octobre 2024, à l'adresse <https://www.vigilanceogm.org/les-impacts/impacts-sur-la-sante>

Koller, F., Schulz, M., Juhas, M., Bauer-Panskus, A., & Then, C. (2023). The need for assessment of risks arising from interactions between NGT organisms from an EU perspective. *Environmental Sciences Europe*, 35(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00734-3>

Maïs. (s. d.). Vigilance OGM. Consulté 2 novembre 2024, à l'adresse <https://www.vigilanceogm.org/les-ogm/mais>

Nouvelles techniques en biotechnologie—Commission européenne. (s. d.). Consulté 1 novembre 2024, à l'adresse https://food.ec.europa.eu/plants/genetically-modified-organisms/new-techniques-biotechnology_en

Nouvelles techniques génomiques : L'Anses appelle à une réglementation adaptée. (2024, mars 6). Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. <https://www.anses.fr/fr/content/actu-nouvelles-techniques-genomiques>

OGM: Santé > Risques potentiels. (s. d.). Consulté 3 octobre 2024, à l'adresse https://www.ogm.gouv.qc.ca/sante_et_environnement/sante/risques_potentiels/sante_risques.html

Organization, W. H. (2005). *Biotechnologie alimentaire moderne, santé et développement: Étude à partir d'exemples concrets*. Organisation mondiale de la Santé. <https://iris.who.int/handle/10665/43201>

Pesticides: Définition, enjeux et impacts. (2019, juillet 16). France Nature Environnement. <https://fne.asso.fr/dossiers/pesticides-definition-enjeux-et-impacts>

Planetoscope—Statistiques: Consommation mondiales de CO2 par les plantes. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.planetoscope.com/atmosphere/992-consommation-mondiales-de-co2-par-les-plantes.html>

Pourquoi des acteurs de la recherche soutiennent une nouvelle législation européenne sur les OGM | CNRS. (2024, février 7). <https://www.cnrs.fr/fr/actualite/pourquoi-des-acteurs-de-la-recherche-soutiennent-une-nouvelle-legislation-europeenne-sur>

Quels sont les risques des "nouveaux OGM"? (2024, mars 13). France Culture. <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/la-question-du-jour/quels-sont-les-ri-sques-des-nouveaux-ogm-5788895>

Questions et réponses—Commission européenne. (s. d.). Consulté 1 novembre 2024, à l'adresse

https://food.ec.europa.eu/plants/genetically-modified-organisms/new-techniques-biotechnology/ec-study-new-genomic-techniques/questions-and-answers_en

Roger, C. R. (2021, mai 11). Nouvelles techniques génomiques (NGT) : Ouverture de la Commission européenne. Un défi historique pour la présidence française de l'UE. *European Scientist*.
<https://www.europeanscientist.com/fr/opinion/nouvelles-techniques-genomiques-ngt-ouverture-de-la-commission-europeenne-un-defi-historique-pour-la-presidence-francaise-de-lue/>

Saumon. (s. d.). Vigilance OGM. Consulté 2 novembre 2024, à l'adresse <https://www.vigilanceogm.org/les-ogm/saumon>

Sun, Y., Zhu, G., Zhao, W., Jiang, Y., Wang, Q., Wang, Q., Rui, Y., Zhang, P., & Gao, L. (2022). Engineered Nanomaterials for Improving the Nutritional Quality of Agricultural Products: A Review. *Nanomaterials*, 12(23), Article 23.
<https://doi.org/10.3390/nano12234219>

Tous les ravageurs : Bayer-Agri, conseils pour la protection de vos cultures. (s. d.). Consulté 29 octobre 2024, à l'adresse <https://www.bayer-agri.fr/cultures/tous-les-ravageurs/>

Uranga, M., Martín-Hernández, A. M., De Storme, N., & Pasin, F. (2024). CRISPR–Cas systems and applications for crop bioengineering. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1483857>

Wang, X., Tu, M., Wang, Y., Yin, W., Zhang, Y., Wu, H., Gu, Y., Li, Z., Xi, Z., & Wang, X. (2021). Whole-genome sequencing reveals rare off-target mutations in CRISPR/Cas9-edited grapevine. *Horticulture Research*, 8, 114.
<https://doi.org/10.1038/s41438-021-00549-4>

WWF. (2020). *Les Fronts de déforestation, moteurs et réponses dans un monde en mutation.*

Partie géopolitique :

Colère des agriculteurs français : En Espagne, le secteur dénonce l'entrave à la circulation de ses camions de fruits et légumes | Réussir fruits & légumes. (2024, novembre 9).
<https://www.reussir.fr/fruits-legumes/colere-des-agriculteurs-en-espagne-le-secteur-denonce-l-entrave-a-la-circulation-de-ses-camions-de>

Combe, M. (2016, mars 4). Viande : Étiqueter l'origine, le mode d'élevage et les OGM. *Natura Sciences*.
<https://www.natura-sciences.com/agir/etiquetage-obligatoire-viande931.html>

Commission proposes revamp to restrictive EU genetic engineering rules. (s. d.). Science|Business. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://sciencebusiness.net/news/agrifood/commission-proposes-revamp-restrictive-eu-genetic-engineering-rules>

Des agriculteurs bloquent la frontière entre la France et l'Espagne pour se faire entendre avant les européennes. (2024, juin 3). https://www.lemonde.fr/planete/article/2024/06/03/des-agriculteurs-bloquent-la-frontiere-entre-la-france-et-l-espagne-pour-se-faire-entendre-avant-les-europeennes_6237081_3244.html

EU-Mercosur agreement possibly close to being finalised. (2016, juin 8). <https://www.cidse.org/2023/12/01/eu-mercosur-agreement-possibly-close-to-being-finalised/>

EU-Mercosur deal faces moment of truth – POLITICO. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.politico.eu/article/eu-mercosur-deal-truth-amazon-deforestation-trade-agreement-france-emmanuel-macron/>

Fabrication d'aliment du bétail : Davantage de compétition en Europe—Articles—3trois3, Le site de la filière porc. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse https://www.3trois3.com/articles/fabrication-d%E2%80%99aliment-du-betail-davantage-de-competition-en-europe_15896/

GMOs & Seeds. (2023, mars 23). Food & Power. <https://www.foodandpower.net/gmos-seeds>

IARC. (s. d.). Some Organophosphate Insecticides and Herbicides. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Some-Organophosphate-Insecticides-And-Herbicides-2017>

If Africa adopts biotech crops, will anti-GMO Europe retaliate against the continent's most important trading partner? - Genetic Literacy Project. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://geneticliteracyproject.org/2019/11/20/if-africa-adopts-biotech-crops-will-anti-gmo-europe-retaliate-against-the-continents-most-important-trading-partner/>

Is it all over for the EU-Mercosur free trade deal? – DW – 12/06/2023. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.dw.com/en/is-it-all-over-for-the-eu-mercosur-free-trade-deal/a-67649408>

Le soja OGM englouti par les élevages européens contribue à la déforestation. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.consoglobe.com/soja-ogm-elevage-deforestation-cg>

Le soja, un OGM baladeur—Observatoire des aliments. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://observatoire-des-aliments.fr/qualite/le-soja-un-ogm-baladeur>

MEPs vote for GMO traceability amid deregulation process. (s. d.). New Food Magazine. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.newfoodmagazine.com/news/213467/meps-vote-for-gmo-traceability-amid-deregulation-process/>

Nouveaux OGM : le Conseil des ministres de l'UE n'a pas trouvé d'accord concernant leur déréglementation—Espace Presse Greenpeace France. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.greenpeace.fr/espace-presse/nouveaux-ogm-le-conseil-des-ministres-de-lue-na-pas-trouve-daccord-concernant-leur-dereglementation/>

« Nouveaux OGM » : Les louanges de la Commission européenne. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://reporterre.net/Nouveaux-OGM-les-louanges-de-la-Commission-europeenne>

Nouvelle mention. (2012, janvier 31). <https://www.quechoisir.org/action-ufc-que-choisir-nouvelle-mention-nourri-sans-ogm-maintenant-les-consommateurs-ont-les-moyens-de-manger-sans-omission-sur-le-genetiquement-modifie-n12793/>

OGM : Le cadre réglementaire. (s. d.). Ministère de l'Agriculture, de la Souveraineté alimentaire et de la Forêt. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://agriculture.gouv.fr/ogm-le-cadre-reglementaire>

Peel, J., Nelson, R., & Godden, L. (s. d.). GMO TRADE WARS: THE SUBMISSIONS IN THE US-EC BIOTECH DISPUTE IN THE WTO.

portail-ie. (2023, novembre 27). Le soja européen : Quand souveraineté et protection environnementale s'opposent. Portail de l'IE. <https://www.portail-ie.fr/univers/enjeux-de-puissances-et-geoéconomie/2023/le-soja-europeen-quand-souverainete-et-protection-environnementale-sopposent/>

Reporterre. (2021, avril 30). « Nouveaux OGM » : Les louanges de la Commission européenne. Reporterre, le média de l'écologie - Indépendant et en accès libre. <https://reporterre.net/Nouveaux-OGM-les-louanges-de-la-Commission-europeenne>

US launches WTO case against EU moratorium on genetically modified organisms (GMOs), May 2003 – European Sources Online. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.europeansources.info/record/us-launches-wto-case-against-eu-moratorium-on-genetically-modified-organisms-gmos-may-2003/>

USDA Report Highlights Harms of Seed Consolidation and Restrictive IP. (s. d.). Food & Power. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.foodandpower.net/latest/usda-seeds-report-3-23>

Why is Africa reluctant to use GMO crops? (2015, juillet 17). World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2015/07/why-is-africa-reluctant-to-use-gmo-crops/>

Partie économique :

authorCorporate:UNESCO. (2021). UNESCO Science Report : The race against time for smarter development; executive summary. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377250>

Bailey, C. B. (2024, octobre 7). Top 10 countries growing genetically modified (GM) crops. Genetic Literacy Project. <https://geneticliteracyproject.org/2024/10/07/top-10-countries-growing-genetically-modified-gm-crops/>

Biofuel Market Size & Share, Growth Opportunity 2024-2032. (s. d.). Global Market Insights Inc. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.gminsights.com/industry-analysis/biofuel-market>

Bright spot seen in China's embrace of GM crops. (2023, novembre 8). SaskToday.Ca. <https://www.producer.com/news/bright-spot-seen-in-chinas-embrace-of-gm-crops/>

Brookes, G. (2022a). Farm income and production impacts from the use of genetically modified (GM) crop technology 1996-2020. GM Crops & Food, 13(1), 171-195. <https://doi.org/10.1080/21645698.2022.2105626>

Brookes, G. (2022b). GM crops : Global socio-economic and environmental impacts 1996-2020.

Cropland Area by Country—Worldometer. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.worldometers.info/food-agriculture/cropland-by-country/>

EC study on new genomic techniques—European Commission. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse https://food.ec.europa.eu/plants/genetically-modified-organisms/new-techniques-biotechnology/ec-study-new-genomic-techniques_en

Entine, J. (2019, mai 15). Anti-GMO Russia joins global CRISPR « bonanza, » investing \$1.7 billion in gene-edited crop research. Genetic Literacy Project.

<https://geneticliteracyproject.org/2019/05/15/anti-gmo-russia-joins-global-crispr-bonanza-investing-1-7-billion-in-gene-edited-crop-research/>

Entine, J. (2023, mai 12). Does GMO corn increase crop yields? More than 20 years of data confirm it does — and provides substantial health and safety benefits. Genetic Literacy Project. <https://geneticliteracyproject.org/2023/05/12/does-gmo-corn-increase-crop-yields-more-than-20-years-of-data-confirm-it-does-and-provides-substantial-health-and-safety-benefits/>

European Commission. Joint Research Centre. (2023). Trends in the EU bioeconomy. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/835046>

Full article : Farm income and production impacts from the use of genetically modified (GM) crop technology 1996-2020. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21645698.2022.2105626?src=#abstract>

Genetically Engineered Herbicide-Resistant Crops and Herbicide-Resistant Weed Evolution in the United States | Weed Science | Cambridge Core. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/genetically-engineered-herbicide-resistant-crops-and-herbicide-resistant-weed-evolution-in-the-united-states/22B3B07F8EB980D2CFEEE3AA36B7B2C1>

Genetically Modified Crops Market—Price, Size, Share & Growth. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/genetically-modified-crops-market-3495>

Genetically Modified Foods Market Size [2032]. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/genetically-modified-foods-market-102833>

Genetically Modified Seeds Market Size & Share : Report, 2024-2029. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.knowledge-sourcing.com/report/genetically-modified-seeds-market>

GM crops can lift farmers out of poverty, study shows—Alliance for Science. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://allianceforscience.org/blog/2020/08/gm-crops-can-lift-farmers-out-of-poverty-study-shows/>

<https://www.technavio.com>, T. (s. d.). Genetically Modified Seeds Market Analysis—US, Canada, India, Brazil, Argentina—Size and Forecast 2024-2028. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.technavio.com/report/genetically-modified-seeds-market-industry-analysis>

Le génie génétique en agriculture. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse https://lop.parl.ca/sites/PublicWebsite/default/fr_CA/ResearchPublications/201926E

Les OGM sont-ils dangereux pour la santé ? (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse https://info.medadom.com/sante_decomplexee/ogm-sante

Itd, R. and M. (s. d.). GMO Crops and Seeds—Global Strategic Business Report. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.researchandmarkets.com/reports/5141331/gmo-crops-and-seeds-global-strategic-business>

New study: GMO crops reduce pesticide use, greenhouse gas emissions. (s. d.). Alliance for Science. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://allianceforscience.org/blog/2020/07/new-study-gmo-crops-reduce-pesticide-use-greenhouse-gas-emissions/>

Nouveaux OGM : 13 organisations alertent le président de la République et la Première ministre sur le projet européen de dérégulation. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.amisdelaterre.org/communiqué-presse/nouveaux-ogm-13-organisations-alertent-le-president-de-la-republique-et-la-premiere-ministre-sur-le-projet-europeen-de-deregulation/>

Redirecting. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.google.com/url?q=https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187167841831940X&sa=D&source=docs&ust=1731354356814629&usg=AOvVaw3LZZiEp07SWOU9MJiScFr8>

Roger, C. R. (2021, mai 11). New Genomic Techniques (NGTs): The European Commission Opens the Door. An Historical Challenge for French EU Presidency. European Scientist. <https://www.europeanscientist.com/en/features/new-genomic-techniques-ngts-the-european-commission-opens-the-door-an-historical-challenge-for-french-eu-presidency/>

Ronzon, T., & M'Barek, R. (2018). Socioeconomic Indicators to Monitor the EU's Bioeconomy in Transition. Sustainability, 10(6), 1745. <https://doi.org/10.3390/su10061745>

Ryan, C. D., Schaul, A. J., Butner, R., & Swarthout, J. T. (2020). Monetizing disinformation in the attention economy: The case of genetically modified organisms (GMOs). European Management Journal, 38(1), 7-18. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2019.11.002>

UNESCO Science Report : The race against time for smarter development; executive summary—UNESCO Bibliothèque Numérique. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377250>

Use Seed Price Comparisons to Optimize Agricultural Choices. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://vespertool.com/knowledge-hub/seeds/types-of-data/price-comparisons/>

What are the farm-level economic impacts of the global cultivation of GM crops? (Systematic review) – Environmental Evidence. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://environmentalevidence.org/project/what-are-the-farm-level-economic-impacts-of-the-global-cultivation-of-gm-crops-systematic-review/>

Winter, G. (2024). The European Union's deregulation of plants obtained from new genomic techniques : A critique and an alternative option. Environmental Sciences Europe, 36(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s12302-024-00867-z>

Partie sociale et médiatique :

Bertheau, Y. (s. d.). Fact checking on New breeding techniques.

Dérégulation des nouveaux OGM : La fin de l'agriculture biologique ? (s. d.). Pollinis. Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse <https://www.pollinis.org/publications/deregulation-des-nouveaux-ogm-la-fin-de-lagriculture-biologique/>

Guimarães, E. (2000). La science entre les politiques scientifiques et les médias. Les Carnets du Cediscor. Publication du Centre de recherches sur la didacticité des discours ordinaires, 6, Article 6. <https://doi.org/10.4000/cediscor.321>

Les entreprises à l'offensive sur le dossier OGM – Inf'OGM. (s. d.). Consulté 11 novembre 2024, à l'adresse https://infogm.org/article_journal/les-entreprises-a-loffensive-sur-le-dossier-ogm/

Lobby: Définition simple et facile du dictionnaire. (2024, juin 9). <https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/lobby/>

N° 20 | Recherche scientifique et médias : Enjeux et tensions (Text 17). (2019, août 29). Revue française des sciences de l'information et de la communication; Société Française de Sciences de l'Information et de la Communication. <https://journals.openedition.org/rfsic/7620>

Reporterre. (2023, mai 20). Nouveaux OGM : L'offensive des lobbies. Reporterre, le média de l'écologie - Indépendant et en accès libre. <https://reporterre.net/Nouveaux-OGM-l-offensive-des-lobbies>

Reporterre. (2024, février 12). Au CNRS, les chercheurs incités à faire la pub des nouveaux OGM. Reporterre, le média de l'écologie - Indépendant et en accès libre. <https://reporterre.net/Au-CNRS-les-chercheurs-incites-a-faire-la-pub-des-nouveaux-OGM>

Rey, J. (TSPRI). (2022). Sondage—Les Français et les (nouveaux) OGMs.

[Sondage] Nouveaux OGM : 91% des Français favorables à plus de transparence dans leur caddie. (2024, octobre 20). Greenpeace France. <https://www.greenpeace.fr/espace-presse/sondage-nouveaux-ogm-91-des-francais-favorables-a-plus-de-transparence-dans-leur-caddie/>

Table des figures

Figure 1 : Différence entre une tomate normale et une tomate transgénique...	4
Figure 2 : schéma récapitulatif et explicatif du fonctionnement du code génétique.....	6
Figure 3 : Schéma du fonctionnement de la transgénèse pour les végétaux....	8
Figure 4 : Evolution des ventes de produits pesticides en Europe.....	15
Figure 5 : Les fronts de déforestation en Amérique et leurs causes.....	17
Figure 6 : Taille et prédiction de croissance du marché des semences OGM.	26
Figure 7 : Top 10 des pays par surface de production de semences OGM....	28
Figure 8 : Sondage “Parmi les termes suivants, lesquels avez-vous déjà entendu parler?”.....	39
Figure 9 : Sondage “Quand vous faites vos courses, regardez-vous la composition des produits alimentaires avant d’acheter?”.....	40
Figure 10 : Sondage “Pensez-vous que la présence de “nouveaux ogm” doit être indiquée de manière claire et visible sur les emballages de produits alimentaires?”.....	40
Figure 11 : Sondages “Diriez-vous que les aliments produits avec des animaux nourris par des OGM devraient être clairement étiquetés?” et “Accepteriez-vous de consommer des produits alimentaires contenant des ingrédients issus des nouvelles techniques de modification génétique?”.....	41