



HAL
open science

OGM : un terme polysémique à l'épreuve de la communication et de l'évaluation

Virginie Tournay, Jean-Christophe Pagès

► **To cite this version:**

Virginie Tournay, Jean-Christophe Pagès. OGM : un terme polysémique à l'épreuve de la communication et de l'évaluation. *Hermès, La Revue - Cognition, communication, politique*, 2015, 3 (73), pp.233 - 243. hal-01560050v1

HAL Id: hal-01560050

<https://sciencespo.hal.science/hal-01560050v1>

Submitted on 11 Jul 2017 (v1), last revised 7 Nov 2017 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

OGM : un terme polysémique à l'épreuve de la communication et de l'évaluation

Virginie Tournay

Jean-Christophe Pagès

Les technologies agronomiques de modification génétique font régulièrement l'objet de virulentes attaques, en particulier au sujet des risques alimentaires et environnementaux que leur développement serait susceptible de générer¹. Les plantes génétiquement modifiées (PGM) issues de ces technologies sont aux prises avec une action et un discours public extrêmement complexes depuis plus de vingt ans (Noiville et Gouyon, 2000). La très grande diversité, des procédés et des contextes d'obtention ne fait qu'amplifier cette situation. Ainsi, les PGM sont assimilées à des produits d'innovation en rupture avec les technologies agricoles qui les ont précédées. Ce constat, en Europe, a conduit les pouvoirs publics à privilégier une communication et des mesures axées sur la précaution systématique et indépendante des caractéristiques de la plante.

Pour autant, l'articulation des pratiques culturelles à une gestion collective des risques et à l'impératif de salubrité publique n'est pas un phénomène contemporain strictement

lié à l'apparition, dans les années 1970, des techniques de modification génétique. Les archives historiques révèlent des discours publics de représentants de l'exécutif dès le XVIII^e siècle autour la régulation des produits de l'agriculture. Par exemple, des ordonnances diffusées sur la place publique alertent la population du risque de transmission de maladies lié à la consommation du melon en raison de circonstances climatiques particulières et préconisent l'interdiction de sa vente. Appuyés sur les représentations scientifiques particulières à cette époque², ces formats de communication publique témoignent déjà d'une volonté politique de gérer de supposés risques en relation avec les pratiques culturelles. En ce sens, la formulation de risques associés aux technologies de modification génétique s'inscrit dans l'histoire longue de la précaution des pratiques agricoles. La communication autour des PGM n'y déroge pas.

La présente contribution vise à montrer les effets parfois délétères de l'usage d'une terminologie scientifique

simplificatrice dans la communication publique des conduites sanitaires et environnementales. Les pratiques agricoles sont d'autant plus concernées qu'elles sont marquées par une histoire longue de la précaution. Nous souhaitons souligner que, dans le domaine de la biologie, la façon de qualifier, de baptiser, une innovation technologique retentit sur sa perception collective, même si cette innovation n'implique pas nécessairement une modification biologique substantielle des propriétés des êtres vivants (Oury, 2006). Ce réflexe communicationnel n'est pas sans incidence puisqu'il conduit les pouvoirs publics à ranger un ensemble d'entités biologiques hétérogènes sous une même catégorie juridique et d'intervention publique, sans nécessairement considérer le fondement scientifique de cette unification. La définition juridique des organismes génétiquement modifiés (OGM) au niveau européen est une illustration contemporaine de l'effet d'une classification sur la perception collective de son objet. Elle ne parvient pas à donner pleinement satisfaction et l'encadrement de la production des plantes génétiquement modifiées est le sujet des mêmes interrogations depuis plus d'une vingtaine d'années. L'information scientifique reste toujours difficilement traduisible en une communication efficace, et les conditions de sa réception sont mal estimées (Wolton, 1992; 2009).

« Génétiquement modifié » : une représentation héritée des premiers temps de la génétique moléculaire

Dans sa formulation initiale, le terme OGM désigne un ensemble hétérogène de systèmes biologiques, indépendamment des effets biologiques de la modification. L'obtention de ces produits ne remet pas en cause l'organisation du vivant. Il repose, pour une part, sur une représentation héritée des paradigmes fondateurs de la biologie

moléculaire, postulant que la seule séquence des gènes est le constituant élémentaire et suffisant des organismes vivants (Carvunis, Gomez, Thierry-Mieg, Trilling et Vidal, 2009). Ce « modèle tout génétique » a été validé par des applications concrètes. La production industrielle de l'insuline recombinante repose ainsi sur un cheminement causal linéaire, résultat de l'expression d'un gène codant une protéine singulière et bien caractérisée. Dans ce cas précis, l'expression de ce gène est nécessaire et suffisante à la fabrication de l'insuline.

Néanmoins, chez les êtres vivants, les fonctions biologiques ne résultent pas uniquement de la présence des seules informations contenues dans la séquence génétique. La compréhension du fonctionnement cellulaire n'est pas, comme le rappelle le biologiste Michel Morange (2011), « cette promenade tranquille et bien balisée que Jacques Monod anticipait ». En effet, les organismes vivants évoluent en système ouvert et échangent constamment avec l'environnement, ce qui induit en retour à la fois des modifications de l'expression des gènes, mais aussi des interactions entre les produits ou les sous-produits de ceux-ci³. Aujourd'hui, le déterminisme des opérations élémentaires, depuis le génome jusqu'à la production d'un caractère, est pondéré par une vision plus stochastique de l'expression génique (Kupiec, Gandrillon, Morange et Silberstein, 2009). Tout cela sans compter une série de phénomènes biologiques récemment identifiés⁴ qui remettent en cause les limites physiques de la définition moléculaire du gène, manifestes avec la montée en puissance des recherches autour de l'épigénétique. Ainsi, l'accent est porté sur les interactions moléculaires dans une vision plus intégrée de l'organisme. C'est ce qui définit la biologie des systèmes. Mais la modification ou l'apport d'un gène n'induit pas nécessairement un changement imprévisible ou en profondeur de la structure des organismes. En revanche, une modification génétique peut avoir un large spectre d'effets sur les écosystèmes et contribuer à remodeler la biodiversité.

Dès lors, il n'est pas surprenant que la communication publique autour des PGM porte potentiellement en

elle une difficulté d'appréciation qui ouvre sur un double biais. Premièrement, elle expose à un usage abusif du paradigme du « tout génétique » ainsi formalisé dans une forme simplifiée : une modification génétique n'a que les effets associés à l'expression de ce gène. Deuxièmement, certaines narrations collectives portées par des opposants aux biotechnologies agricoles mettent l'accent sur les dangers liés à l'indétermination du monde vivant. Elles considèrent que les modifications de l'ADN, en ce qu'elles affecteraient le cœur du vivant, seraient consubstantiellement associées à des effets inattendus (Schlanger, 1995). Si ce malentendu résulte en partie d'un effet direct de la surdétermination donnée au codage génétique dans les conceptualisations du vivant, cette inadéquation provient également d'une méconnaissance du large spectre des données scientifiques nécessaires au domaine. La métaphore informatique du « programme » génétique, fortement critiquée dès les années 1990, a été progressivement amendée par des travaux témoignant de la complexité et des capacités d'auto-organisation du vivant (Atlan, 1999) et ouvrant des recherches sur une pluralité de variables biologiques structurantes non génétiques.

Un terme polysémique pour des technologies multiples

Le modèle européen actuel d'évaluation des biotechnologies repose sur une classification des technologies de modifications génétiques⁵ dont les produits doivent faire l'objet d'une évaluation des risques dans la perspective de leur autorisation de mise sur le marché. Le souhait du législateur était de rendre les procédures d'autorisation plus efficaces par plus de transparence, en utilisant une méthode commune, proportionnée et au cas par cas, de l'évaluation des risques pour la santé et l'environnement associés à la dissémination des OGM. En faisant référence

au principe de précaution, la directive 2001 définit les OGM comme des « organismes [...] dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas "naturellement" par multiplication et/ou par recombinaison naturelle ».

Un premier facteur de complexité dans les débats provient de la grande diversité des voies technologiques permettant de modifier l'information génétique. Certains modes d'intervention humaine, tels que les croisements artificiels de plantes reproductrices qui supposent aussi une forme de modification génétique, sont bien antérieurs à l'irruption des OGM comme objet de préoccupations politiques. Ces pratiques existaient dans les sociétés féodales. De nouvelles techniques, qui sont apparues récemment, produisent des organismes que l'on ne peut pas différencier de simples variants. La polysémie du terme OGM a pour conséquence l'application d'un même discours de précaution et de gestion des risques à des systèmes biologiques considérés comme *génétiquement modifiés*, souvent très différents. Or, si le « cas par cas » inscrit dans la directive, permet d'accompagner cet encadrement de mesures différenciées et adaptées à chaque organisme biologique, l'absence de prise en compte du caractère polysémique du terme OGM se traduit fréquemment par une uniformisation maximaliste des procédures. Le regroupement sous un même terme de réalités biologiques différentes a également des conséquences historiographiques : l'histoire des pratiques agricoles ne fait pas consensus en ce qui concerne l'identification des points de rupture et de continuité. Elle est indissociable de la perception de ces pratiques par les acteurs sociaux et de leurs stratégies discursives (Audebrand et Brulé, 2009).

Un deuxième élément est sous-tendu par l'apparente simplicité de la distinction entre le naturel et l'artificiel. Aussi, la naturalité des procédés de modifications génétiques constitue un critère discriminant de la directive. Dans son sens le plus courant, le mot « naturel » renvoie à tout ce qui arrive sans l'action volontaire et intentionnelle de l'homme. Comme l'analyse la philosophe Marta

Spranzi (2009) dans le champ médical, l'idée de nature est fréquemment assimilée à une norme. Elle souligne la difficulté d'une évaluation morale appuyée sur ce clivage puisque toute action humaine, à commencer par celle de vouloir préserver le monde vivant, implique d'interférer avec le cours des choses. À moins d'une évaluation démontrant la dangerosité d'un nouveau produit, il peut être préjudiciable de l'écarter au simple motif que l'élément disséminé dans l'environnement aurait été « artificiellement » conçu. La richesse du monde vivant repose sur des remaniements génétiques constants, toutefois soumis à des processus de sélection. Si bien que l'équilibre global se trouve continuellement renégocié dans le changement, lié ou non à l'action humaine, sans qu'il ne soit possible d'inventorier tous les aspects de cette dynamique. La distinction, parfois simpliste, entre le naturel et l'artificiel exerce une influence indéniable sur les représentations collectives des écosystèmes et les modalités de leur gestion. La limite opératoire de cette définition est tributaire de ce qu'il convient d'indexer sous le terme « naturellement », qui peut prêter à interprétations avec pour conséquence de ne pas parvenir à hiérarchiser les technologies de modification génétique suivant leur degré de dangerosité effective.

La communication sur les PGM à l'épreuve des nouvelles technologies de modification génétique

Le caractère « génétiquement modifié » est une commodité du langage juridique qui se rapporte à des techniques de modification génétique recensées dans la directive et susceptibles d'évoluer. Le droit communautaire a exclu de son champ d'examen les technologies génétiques dont la sécurité est avérée par l'expérience⁶ comme la mutagenèse qui utilise un des mécanismes majeur à l'origine de la biodiversité et de l'évolution du vivant. Cette technique consiste

à augmenter la fréquence des mutations géniques, par exposition à un agent physique ou chimique. Elle est utilisée par les sélectionneurs pour l'amélioration et la création variétale depuis plusieurs décennies (Regnault, Arnauld de la Sartre et Regnault-Roger (dir.), 2012). Ainsi, des centaines de variétés, produites en agriculture conventionnelle et biologique, sont issues de la mutagenèse ou de la sélection de plantes présentant une mutation d'intérêt agronomique. Il n'y a ici aucun apport de matériel génétique extérieur à l'espèce considérée. Bien que la mutagenèse corresponde à une modification génétique, elle est à distinguer des techniques de transgénèse par addition d'éléments génétiques exogènes, pour lesquels la directive européenne 2001/18 impose des prérequis. A l'instar de ce qui est fait pour les PGM, la transgénèse, rendue possible par la découverte des enzymes de restriction dans les années 1970, est à l'origine de la production de vaccins, de protéines thérapeutiques telles que des facteurs de coagulation ou l'insuline.

L'éclosion récente d'une diversité des technologies de modification, voire de conception d'organismes génétiques met à l'épreuve la directive d'encadrement des OGM. Certaines d'entre elles sont susceptibles d'entrer dans le champ d'application de la directive européenne des OGM ou d'en brouiller les catégories⁷. On peut distinguer trois grandes catégories d'intervention sur le monde vivant. Les technologies de modifications qui interviennent directement sur le génome, les technologies non génétiques mais dont les effets sont transmissibles de génération en génération et la très médiatisée biologie de synthèse qui recouvre les techniques susnommées plus ou moins combinées à l'obtention de fonctions biologiques nouvelles.

Les technologies de modifications génétiques intervenant sur le génome

Citons les très médiatisées *cellules mammifères pluripotentes* (cellules iPS). Bien que non formellement listée

dans les nouvelles techniques, *l'induction de la pluripotence de cellules animales adultes* est une source d'ambiguïté quant au statut juridique des cellules qui en sont issues. Celles-ci ne résultent pas d'une modification génétique au sens de la directive européenne 2001/18 et sont à distinguer des cellules souches embryonnaires humaines obtenues lors des procréations médicalement assistées (et qui se situent donc hors du cadre juridique des OGM). La technologie des iPS permet de constituer des lignées de cellules souches dans une voie de différenciation souhaitée à partir des propres cellules du patient. Cette pratique offre une situation médicale idéale pour les autogreffes⁸. Dans le cas des maladies génétiques, il deviendrait possible de corriger les cellules défaillantes avant de les ré-administrer au patient. En raison de cette intervention sur leur génome, elles acquerraient possiblement le statut d'OGM.

Les *méthodes enzymatiques de mutagenèse dirigée* constituent une pratique qui a pour objectif d'induire des modifications ciblées du génome. Ces techniques sont au centre de la question de la réévaluation de la réglementation européenne. La particularité de cet ensemble de techniques vient du fait que, dans certaines configurations, le « produit » final de la mutagenèse n'est pas distinguable d'un variant naturel, quand bien même son obtention aurait impliqué des ingrédients exogènes. Par la coupure spécifique d'une séquence du génome à l'aide d'un système enzymatique, certains mécanismes de réparation de l'ADN sont induits et favorisent l'introduction de la mutation voulue. Si bien que la mutagenèse dirigée est susceptible d'entrer dans le champ d'application de la directive alors que les caractéristiques du produit final ne le justifient pas. En effet, le contexte de l'expression du gène modifié demeure intact et les mutations ne sont pas différentes de celles que l'on observe spontanément dans l'environnement. En agriculture, l'objectif serait de pouvoir introduire en peu d'étapes une variation identifiée dans une plante sauvage au sein d'une variété cultivée. Ces techniques pourraient aussi être utilisées pour générer

des modèles animaux spécifiques ou effectuer des corrections génétiques dans des cellules de patients à des fins thérapeutiques⁹.

Les technologies de modifications de la reproduction dites de « l'épigénétique »

Un vide juridique existe pour les technologies qui s'appuient sur une hérédité non génétique (transmission non mendélienne des caractères), c'est-à-dire ne mettant pas en jeu les mécanismes conventionnels de reproduction des organismes vivants. L'épigénétique offre la possibilité de moduler l'expression des gènes à différents niveaux de leur régulation sans que cette intervention humaine ne soit directement réalisée sur le code génétique. Ne modifiant pas la succession des bases composant la séquence génomique, les modifications épigénétiques peuvent affecter l'expression génétique et se transmettre sur quelques générations¹⁰, jusqu'à huit générations¹¹. Cette hérédité expliquerait une partie de l'influence de l'environnement sur les caractères exprimés. Les techniques de modulation épigénétiques pourraient s'avérer utiles pour améliorer les cultures à partir de l'obtention de plantes hybrides¹², et étudier la biologie du développement¹³. Possiblement très versatiles, ces technologies sont transitoires et ne mettent pas en jeu les séquences intégrées dans un génome¹⁴.

Une autre possibilité d'obtenir des plantes génétiques stables présentant des caractères souhaités par leurs producteurs est l'induction d'une reproduction par une forme d'apomixie. À la différence de la majorité des plantes cultivées qui produisent des graines *via* la reproduction sexuée, amenant à un mélange de l'information génétique à chaque génération, les descendants d'une apomixie seraient génétiquement identiques à la plante mère. Ce mode de reproduction est observé chez certaines plantes sauvages. Le transfert de ce processus de reproduction génétique « à l'identique » à des plantes d'intérêt agronomique

permettrait la conservation de caractères au fil des générations. C'est un moyen de reproduire sur plusieurs générations des variétés ayant des caractères définis¹⁵.

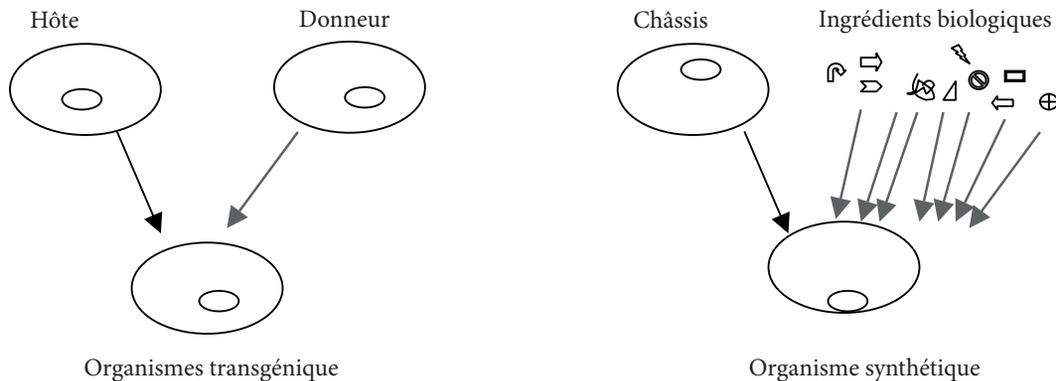
Ces technologies de modification *épigénétique* « héritable » doivent-elles être intégrées dans les modalités d'évaluation de la directive européenne, puisqu'elles s'affranchissent de l'idée que seule l'information génétique intervient dans la transmission verticale des caractères ? En toute logique, le traitement juridique des « OGM » devrait rester distinct de celui des organismes biologiques ayant subi des transformations n'affectant pas directement le génome.

La biologie de synthèse

La *biologie de synthèse* regroupe une très large palette d'approches de modification/obtention des organismes¹⁶. Elle fait aujourd'hui en partie l'objet d'un vide juridique. Un article signé par l'équipe Craig Venter dans le journal *Science* (Gibson *et al.*, 2010) fonde un des versants de cette approche, avec l'obtention du premier organisme vivant contenant un génome intégralement synthétisé par

l'homme. Il pourrait aussi s'agir de concevoir et de fabriquer des systèmes biologiques qui n'existent pas dans le monde exploré, mais dont les caractéristiques pourraient leur donner un intérêt social ou industriel. Cette démarche génétique est de type *top-down*. Elle consiste à déterminer l'ensemble minimal de gènes nécessaire au support de la vie cellulaire. Les applications concernent la production de biocarburant ou la décontamination de milieux pollués, par exemple. Depuis plusieurs années, une forme moins radicale consiste à réélaborer des systèmes biologiques existants, en introduisant des voies métaboliques dans des organismes cultivables en réacteurs¹⁷. Les promesses de cette discipline émergente incluent la production de médicaments et de carburants biologiques¹⁸. Sous cette forme, la biologie synthétique ne va pas à l'encontre des lois biologiques car l'assemblage de ces organismes dépend d'outils issus des organismes existants sur terre (Marlière, 2009). À l'inverse, d'autres approches, qui combinent l'informatique et la biologie, visent à créer des molécules ayant des caractéristiques nouvelles ou n'ayant pas d'équivalent. Leur régulation est plus complexe et implique des recherches exclusivement menées en laboratoire confiné.

De la modification génétique à la conception génétique



Comment résoudre la question de la communication publique ?

Ce projecteur braqué sur la complexité dynamique du vivant nous rappelle que l'« état de fait génétique » n'est pas la seule composante qui contribue à déterminer les fonctionnalités du vivant. Cette complexité s'avère le plus souvent difficilement traduisible dans le droit et la communication publique. Le regroupement de l'ensemble des techniques de modification cellulaire sous la catégorie unifiée des OGM ne permet pas de faire ressortir les nuances nécessaires à une évaluation proportionnée des organismes couverts par cette catégorie. Cela peut conduire à un découplage entre la réalité des risques encourus et les processus par lesquels des alertes environnementales se constituent (Torny et Chateauraynaud, 1999).

L'affinement du cadre de référence du paradigme génétique dans l'encadrement des nouvelles biotechnologies n'est donc pas dénué d'obstacles : comment les modulations épigénétiques seront-elles intégrées par les opérateurs des politiques publiques ? Comment éviter d'appliquer un encadrement qui serait perçu comme excessif à des organismes dont les propriétés ne les rendent pas *a priori* distinguables des variants naturels et qui auraient en outre d'importants impacts médicaux et environnementaux ? Rappelons que le cas par cas est inscrit dans la directive 2001/18. Ainsi, l'une des voies possibles pour évaluer ces technologies serait de proposer un examen séquentiel des produits issus des nouvelles techniques. Plutôt que de redéfinir un cadre qui ne pourrait pas embrasser avec une acuité suffisante toutes les configurations, ne serait-il pas préférable de baser l'évaluation au cas par cas selon des modalités proches de celles actuellement utilisées, en conservant ou révisant les annexes ?

Se pose alors la question de l'instance légitime susceptible de prendre en charge cette étape préliminaire qui implique une vision claire et anticipée, en n'ignorant pas d'éventuels conflits d'intérêts entre producteurs et évaluateurs (Kuntz, 2014). La prise en considération de la complexité et des particularités des systèmes biologiques par les pouvoirs publics européens permettrait de pondérer la définition univoque des OGM et de mettre ainsi en perspective la diversité historique et contemporaine des technologies de modifications génétiques. En termes d'information, une voie possible consisterait à développer des terminologies biologiques simples et adaptées à cette diversité du monde biologique pour que les politiques de régulation des OGM deviennent véritablement un objet culturel et plus uniquement une source de tensions irréconciliables entre les différents acteurs de leurs développement.

Cet impératif informationnel pose de nouveaux défis en terme de communication, notamment au niveau des politiques culturelles car nos sociétés numériques définissent un espace public mosaïque (Bonneuil et Marris, 2008). Un de ces défis consiste à maintenir une articulation cohérente entre information et communication face à des publics diversifiés qui deviennent de plus en plus présents et participatifs (Wolton, 2009). Par exemple, les problèmes posés à la société par la communication publique autour des OGM, et plus généralement par les produits des biotechnologies, constituent une opportunité de repenser les formes de muséologie dominante dans le sens d'un *public understanding of research* (Saez et Saez, 2012). L'institution muséale pourrait être repensée en incluant la logique des « science center » anglo-saxons tournés vers la science en train de se faire plutôt que sur les seuls savoirs constitués. Un défi de communication parmi d'autres...

NOTES

1. Les auteurs remercient Catherine Regnault Roger et Nayla Farouki pour leur aimable relecture de précédentes moutures et leurs suggestions. Cependant, le manuscrit n'engage que la responsabilité de leurs auteurs.
2. Cette injonction prophylactique repose sur l'idée que les melons ne peuvent pas parvenir à une maturité « convenable » en raison d'un faible niveau résiduel de chaleur, ce qui les constitue irrémédiablement en denrées alimentaires impropres. Ignorant les mécanismes biologiques et les approches expérimentales de la biologie cellulaire et de la génétique, cette mesure de prévention politique fait rétrospectivement sourire. Son contenu renvoie aux paradigmes médicaux de l'époque, alors dominés par les grands préceptes hippocratiques.
3. La notion de gène a évolué, par les fonctions résultant d'interactions moléculaires qui sont très nombreuses, et surtout par les modalités de régulation qui sont plus larges et diverses que cela n'avait été anticipé.
4. Citons la découverte des ARN non codants, ARN interférents, longs ARN ou ARN éponges et la structure variable de la structure entourant le génome (chromatine).
5. Il est ici question de la directive 2001/18 relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement disséminés dans l'environnement et du règlement 1829/2003.
6. On y trouve les méthodes de sélection naturelle conduisant à l'échange de matériel génétique (fusion cellulaire) et les transferts

horizontaux naturels de gènes (intégration virale, hybridation, conjugaison etc.).

7. Symposium du Haut Conseil des biotechnologies, *Les nouvelles technologies de modification génétique*, Paris, 1^{er} déc. 2010.
8. M. Peschanski, *Ibid*
9. T. Cathomen, *Ibid*.
10. G. King, *Ibid*.
11. M. Wassenegger et M. de Block, *Ibid*.
12. V. Colot, *Ibid*.
13. C. Junien, *Ibid*.
14. Y. Gleba, *Ibid*.
15. R. Mercier, *Ibid*.
16. Il s'agit donc moins d'un concept que d'un champ formé de la combinaison de techniques déjà existantes ou de la création de nouvelles disciplines. Dans ce texte, nous n'aborderons que quelques-uns des aspects de la biologie de synthèse. Pour plus de renseignements voire par exemple : <biologie-synthese.cnam.fr/>.
17. « Symposium on Opportunities and Challenges in the Emerging Field of Synthetic Biology », rapport de synthèse, *The Royal Society*, Paris, OCDE, 2010.
18. P. Soucaille, Symposium du Haut Conseil des biotechnologies, *Les nouvelles technologies de modification génétique*, Paris, 1^{er} déc. 2010, *op. cit*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ATLAN, H., *La Fin du tout génétique*, Paris, Quae, 1999.

AUDEBRAND, L. et BRULÉ, É., « Changement institutionnel et stratégies discursives. Le cas des OGM en France (1996-2007) », *Revue française de gestion*, vol. 4, n° 194, 2009, p. 83-104.

BONNEUIL, C., JOLY, P.-B. et MARRIS, C., « Disentrenching Experiment. The Construction of GM-crop Field Trials as a Social Problem in France », *Science, Technology and Human Values*, n° 33, 2008, p. 201-229.

CARVUNIS, A.-R., GOMEZ, E., THIERRY-MIEG, N., TRILLING, L. et VIDAL, M., « Biologie systémique. Des concepts d'hier aux découvertes de demain », *Médecine/Sciences*, n° 25, 2009, p. 578-584.

GIBSON, D. G. *et al.*, « Creation of a Bacteria Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome », *Science*, vol. 329, n° 5987, 2 juil. 2010, p. 52-56.

KUNTZ, M., *OGM, la question politique*, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble, 2014.

KUPIEC, J.-J., GANDRILLON, O., MORANGE, M. et SILBERSTEIN, M. (dir.), « De la nécessité du hasard en biologie », *Le hasard au cœur de la cellule – probabilités, déterminisme génétique*, Paris, Syllepse, 2009, p. 5-18.

MARLIÈRE, P., « Horizon scientifique et enjeu industriel de la biosynthèse des acides nucléiques », *Médecine/Sciences*, n° 25, hors série n° 2, 2009, p. 27-31.

MORANGE, M., « Quarante ans après Jacques Monod », *Études*, n° 414, 2011, p. 331-340.

NOIVILLE, C. et GOUYON, P.-H., « Principe de précaution et OGM. Le cas du maïs transgénique », in KOURILSKY, P. et VINEY, G. (dir.), *Le Principe de précaution*, rapport au Premier Ministre, Paris, Odile Jacob/La Documentation Française, 2000, p. 277-312.

OURY, J.-P., *La Querelle des OGM*, Paris, Presses universitaires de France, 2006.

REGNAULT, H., ARNAULD DE LA SARTRE, X. et REGNAULT-ROGER, C. (dir.), *Les Révolutions agricoles en perspective*, Paris, éditions France agricole, 2012.

SAEZ, G. et SAEZ, J.-P., *Les Nouveaux Enjeux des politiques culturelles. Dynamiques européennes*, Paris, La Découverte, 2012.

SCHLANGER, J., *Les Métaphores de l'organisme*, Paris, L'Harmattan, 1995.

SPRANZI, M., « Peut-on distinguer euthanasie active et euthanasie passive? », *La Vie des idées*, 24 avr. 2009. En ligne sur : <www.laviedesidees.fr/Peut-on-distinguer-euthanasie.html>, consulté le 22/09/2015.

TORNY, D. et CHATEAURAYNAUD, F., *Les Sombres précurseurs : une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque*, Paris, éditions de l'EHESS, 1999.

WOLTON, D., « Les contradictions de l'espace public médiatisé », *Hermès*, n° 10, 1992, p. 95-114.

WOLTON, D., *Informé n'est pas communiqué*, Paris, CNRS éditions, 2009.