Catherine REGNAULT-ROGER

DES PLANTES BIOTECH AU SERVICE DE LA SANTÉ DU VÉGÉTAL ET DE L'ENVIRONNEMENT

FONDATION POUR L'INNOVATION POLITIQUE
fondapol.org

Janvier 2020

FONDATION POUR
L'INNOVATION
POLITIQUE
fondapol.org

DES PLANTES BIOTECH AU SERVICE DE LA SANTÉ DU VÉGÉTAL ET DE L'ENVIRONNEMENT

Catherine REGNAULT-ROGER

FONDATION POUR
L'INNOVATION
POLITIQUE
fondapol.org

La Fondation pour l'innovation politique
est un think tank libéral, progressiste et européen.

Président : Nicolas Bazire
Vice-Président : Grégoire Chertok
Directeur général : Dominique Reynié
Président du Conseil scientifique et d'évaluation : Christophe de Voogd

FONDATION POUR L'INNOVATION POLITIQUE

Un think tank libéral, progressiste et européen

Née en 2004, la Fondation pour l'innovation politique s'inscrit dans une perspective libérale, progressiste et européenne. Par ses travaux, elle vise deux objectifs : contribuer à un débat pluraliste et documenté, et inspirer la décision publique.

Reconnue d'utilité publique, la Fondation met gratuitement à la disposition de tous la totalité de ses travaux sur le site **fondapol.org**. De plus, sa plateforme **data.fondapol** permet à chacun de consulter l'ensemble des données collectées dans le cadre des enquêtes. Ses bases de données sont utilisables, dans le prolongement de la politique d'ouverture et de partage des données publiques voulue par le gouvernement. Enfin, lorsqu'il s'agit d'enquêtes internationales, les données sont proposées dans les différentes langues du questionnaire, soit par exemple 33 langues pour l'enquête Démocraties sous tension, menée dans 42 pays.

La Fondation peut dédier une partie de son activité à des enjeux qu'elle juge stratégiques. Ainsi, le groupe de travail « Anthropotechnie » examine et initie des travaux explorant les nouveaux territoires ouverts par l'amélioration humaine, le clonage reproductif, l'hybridation homme-machine, l'ingénierie génétique et les manipulations germinales. Il contribue à la réflexion et au débat sur le transhumanisme. « **Anthropotechnie** » propose des articles traitant des enjeux éthiques, philosophiques et politiques que pose l'expansion des innovations technologiques dans le domaine de l'amélioration du corps et des capacités humaines.

La Fondation pour l'innovation politique est indépendante et n'est subventionnée par aucun parti politique. Ses ressources sont publiques et privées.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 9

I. LES PLANTES TRANSGÉNIQUES, OUTILS DE LA SANTÉ DU VÉGÉTAL 10

1. Des événements de transformation pour améliorer la santé du végétal 11

2. Le développement de la culture des plantes transgéniques : une épopée sur vingt ans 15

II. LES PROMESSES DES NOUVELLES BIOTECHNOLOGIES (NBT) POUR LA SANTÉ VÉGÉTALE 19

III. OGM ET OGE VÉGÉTAUX : OUTILS POUR *ONE HEALTH*, UN MONDE, UNE SEULE SANTÉ 23

1. Un cas d'école : le maïs Bt MON 810 et le risque mycotoxines 23

2. Faire face au réchauffement climatique 25

IV. AMÉLIORATION DE LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE 26

1. Amélioration des itinéraires techniques phytosanitaires 26

2. Diminution du gaz à effet de serre CO_2 27

3. Augmentation de la biodiversité 28

4. Les risques de dissémination par flux de gènes 29

5. Prévenir les résistances 30

CONCLUSION 32

RÉSUMÉ

Les méthodes de modification du génome sont intimement liées à l'histoire de l'humanité, des premiers balbutiements de l'agriculture au néolithique en passant par le développement des thérapies géniques. Aujourd'hui, les techniques employées sont issues des biotechnologies (transgénèse, mutagénèse ainsi que les nouvelles techniques d'édition du génome NBT, ou New Breeding Techniques), et suscitent un débat sociétal empreint d'inquiétude ou de rejet idéologique.

Ces craintes sont-elles fondées ? Les avancées scientifiques que propose cette approche biotechnologique méritent d'être prises en considération, tout particulièrement en matière de santé. Aujourd'hui, la mondialisation a souligné que les santés, qu'elles soient humaine ou animale, végétale ou environnementale, sont interdépendantes et réunies sous le concept *One Health* : une seule santé, un seul monde.

Après avoir situé les modifications du génome dans le contexte de la vie sur notre planète et les progrès qu'elles offrent en matière de santé humaine et animale ainsi que les espoirs que ces techniques suscitent, nous examinerons dans cette note les innovations qui relèvent du domaine de la santé du végétal et quelles sont les conséquences environnementales que posent réellement les plantes biotechnologiques.

Cette étude s'insère dans la série de la Fondation pour l'innovation politique sur les agritechnologies et les biotechnologies, sous la direction scientifique de Madame Catherine Regnault-Roger, professeur des universités émérite à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, membre de l'Académie d'agriculture de France et membre correspondant de l'Académie nationale de Pharmacie.

DES PLANTES BIOTECH AU SERVICE DE LA SANTÉ DU VÉGÉTAL ET DE L'ENVIRONNEMENT

Catherine REGNAULT-ROGER*

Professeur des universités émérite de l'université de Pau et des Pays de l'Adour (Iprem UMR CNRS 5452 -e2S UPPA), membre de l'Académie d'agriculture de France, membre correspondant de l'Académie nationale de pharmacie, membre du comité scientifique du Haut Conseil des biotechnologies

INTRODUCTION

Dans l'étude *Des outils de modification du génome pour la santé humaine et animale*[1], il a été rappelé que la modification du génome est un des moteurs de l'évolution sur terre et que les techniques de modification du génome sont intimement liées à l'histoire de l'humanité : du passé lointain avec les débuts de l'agriculture et la domestication des espèces, aux récents développements des techniques d'édition du génome qui ouvrent d'immenses perspectives en matière de thérapies géniques, de maîtrise des maladies vectorielles tropicales transmises par les moustiques, ou encore d'épizooties[2] ainsi que d'amélioration du bien-être animal.

Qu'en est-il de la santé du végétal qui est, tout comme la santé humaine et la santé animale, un des volets importants de la santé considérée dans la globalité du concept *One Health* ? Et quelles en sont les conséquences pour l'environnement ? Voici quelques-unes des questions auxquelles nous allons tenter d'apporter des éléments d'information à partir des réalités scientifiques.

* L'auteur déclare ne pas avoir de conflits d'intérêts avec le sujet traité. Les opinions exprimées n'engagent pas les instances auxquelles elle appartient. Sa déclaration publique d'intérêts (DPI) est affichée sur le site du Haut Conseil des biotechnologies (www.hautconseildesbiotechnologies.fr/sites/www.hautconseildesbiotechnologies.fr/files/file_fields/2019/07/31/formulaire-dpi-hcb-2019-regnault-roger-catherine-publi.pdf).

1. Catherine Regnault-Roger, *Des outils de modification du génome au service de la santé humaine et animale*, Fondation pour l'innovation politique, janvier 2020.

2. L'épizootie est une épidémie qui touche des animaux de la même espèce ou d'espèces différentes, dans une région donnée.

I. LES PLANTES TRANSGÉNIQUES, OUTILS DE LA SANTÉ DU VÉGÉTAL

C'est en 1983 que fut obtenue la première plante transgénique dans le laboratoire belge de l'université de Gand, dirigé par Marc Van Montagu, grâce aux travaux qu'il mena avec Joseph Schnell : un tabac génétiquement modifié (GM), résultant d'un transfert de gène réalisé à l'aide d'une agrobactérie, *Agrobacterium tumefaciens*, privée de son gène infectieux propageant la galle du collet, une maladie des racines du végétal, pour être remplacé par un gène d'intérêt qui confère à la plante de nouvelles propriétés. Ce premier tabac biotechnologique intégrait ainsi un gène lui conférant une résistance à un antibiotique. Ce fut ensuite un tabac résistant à des insectes qui fut mis au point grâce à un transfert d'un gène du bacille de Thuringe (*Bacillus thuringiensis*) produisant une protéine toxique pour de nombreux insectes. Le bacille de Thuringe est une bactérie largement utilisée comme substance active insecticide incorporée dans des formulations de biopesticides (appelées aujourd'hui produits de biocontrôle) depuis plusieurs décennies, tant dans l'agriculture conventionnelle que l'agriculture biologique. Les plantes modifiées avec un gène de *Bacillus thuringiensis* sont appelées « Bt » (tabac Bt, maïs Bt…).

Par la suite, dans les années 1990, un plant de tabac et une tomate résistants à des virus ont été cultivés en Chine[3], et, en 1994, une tomate à maturation retardée, la tomate *Flavr Savr*, a été commercialisée aux États-Unis pendant deux ans. Ce fut un échec commercial. Produite par la société Calgene, elle se révéla décevante tant pour ses qualités gustatives, peu convaincantes, que pour des facilités espérées dans son transport, qui ne furent pas constatées. Le rachat de Calgene par la société Monsanto en 1996 mit fin à cette expérience.

De nombreux projets de modifications génétiques sur plusieurs espèces végétales ont existé dans les cartons des laboratoires de recherche dans les années 1980-1990[4], mais l'essor des plantes biotech va réellement se produire à partir de 1996, avec la mise en culture de plantes transgéniques commercialisées pour faciliter le désherbage et mieux résister à des insectes ravageurs.

3. Voir Zhang Tao et Zhou Shundong, « L'utilisation des OGM en Chine : enjeux et débats », *Perspectives chinoises*, n° 76, mars-avril 2003 p. 52-60 (www.persee.fr/doc/perch_1021-9013_2003_num_76_1_2948) ; Clive James, « Global Status of Transgenic Crops in 1997 », ISAAA Briefs, no 5, 1997 (http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.365.4311&rep=rep1&type=pdf).

4. Voir ainsi les nombreux dossiers spéciaux publiés dans les années 1990 par les revues *La Recherche* (n° 270, par exemple) ou *Biofutur* (n° 90 ou no 172, par exemple).

Quel nom pour les plantes génétiquement modifiées ?

Les premières plantes génétiquement modifiées (PGM) ont été obtenues par transgénèse, soumise à la réglementation spécifique concernant les OGM (en Europe notamment). Aussi cette dénomination PGM est-elle maintenant associée aux plantes transgéniques.

Depuis, le champ des modifications génétiques en laboratoire s'est élargi à d'autres techniques, comme la mutagenèse induite ou les techniques d'édition du génome. À ce jour, les plantes obtenues par ces techniques ne sont pas encore réglementées comme des OGM. Une réflexion est cependant conduite dans l'ensemble des pays du monde, y compris dans l'Union européenne, sur la réglementation à leur appliquer *. Considérant les OGM comme dangereux d'un point de vue sociétal, les ONG environnementalistes (Greenpeace, Confédération paysanne, Les Faucheurs volontaires…) appellent les produits obtenus par biotechnologies des « OGM cachés », ce qui n'a guère de fondement scientifique. À l'instar du vocable anglais répandu dans le monde, nous préférons dénommer toutes les plantes qui résultent de la mise en œuvre du génie génétique c'est-à-dire des biotechnologiques, quelle que soit la technique qui ait été utilisée, « plantes biotech » (plantes GM). On réservera les termes d'OGM ou de PGM aux organismes obtenus par transgénèse et celui d'OGE (organismes génétiquement édités, en anglais Genetically Engineered Organism ou Genetically Edited Organism, GEO) à ceux qui le sont par édition du génome.

* Voir Catherine Regnault-Roger, *OGM et produits d'édition du génome (OGE) : enjeux réglementaires et géopolitiques*, Fondation pour l'innovation politique, janvier 2020.

1. Des événements de transformation pour améliorer la santé du végétal

Ce sont donc avec des caractères agronomiques de lutte contre les fléaux qui affectent les plantes cultivées que se sont développées les premières plantes biotech : insectes et nématodes (vers ronds) ravageurs qui attaquent la plante en train de se développer, agents pathogènes qui propagent des maladies ou encore mauvaises herbes qui sont en concurrence avec les cultures pour l'eau et les nutriments du sol dans la parcelle. En conséquence, les premières plantes transgéniques ont été modifiées pour préserver leur santé face à leurs bioagresseurs [5].

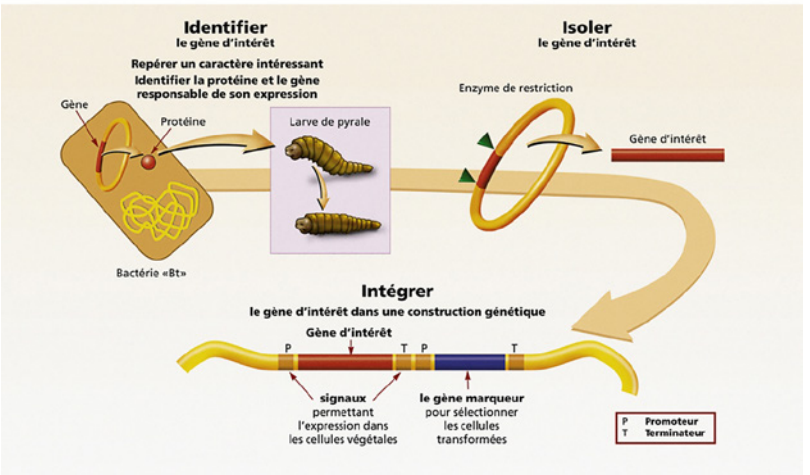
C'est en 1995 que les premières autorisations de plantes GM ont été accordées aux États-Unis pour des plantes résistantes à des insectes qui leur sont nuisibles : un cotonnier (Bollgard® Cotton, portant l'événement de transformation MON 531 de Monsanto) et un maïs (Knockout® Corn, portant l'événement de transformation Bt 176 de Syngenta, tous deux résistants à des insectes de la famille des lépidoptères, ainsi qu'une pomme de terre (New Leaf Potato®, portant l'événement de transformation Russet Burbank de Monsanto) résistante à un coléoptère, le doryphore, pomme de terre également autorisée au Canada la même année [6].

5. Terme consacré depuis une quinzaine d'années pour désigner tout organisme nuisible à la plante.

6. Voir Anthony M. Shelton, Jian-Zhou Zhao et Richard T. Roush, « Economic, Ecological, Food Safety, and Social Consequences of the Deployment of Bt Transgenic Plants », *Annual Review of Entomology*, vol. 47, janvier 2002, p. 845-881 (http://wwwdata.forestry.oregonstate.edu/orb/BiotechClass/2004%20materials/9A-BT%20CROPS/AnnRevEnt47.pdf).

Grâce aux travaux de l'International Service for the Acquisition of Agri-biotech Application (ISAAA), animé pendant près de vingt ans par son fondateur Clive James, il est possible de suivre l'évolution des surfaces de plantes biotech dans le monde par culture, par transformation génétique et par pays[7]. Les premières mises en culture ont concerné des plantes tolérantes à des herbicides (herbicide-tolérantes, HT) et des plantes résistantes aux insectes (insectes-résistantes, IR). Dans le premier cas, on introduit dans la plante un gène qui induit la synthèse d'une enzyme qui lui permet de détoxifier cet herbicide. Si on choisit un herbicide non sélectif comme le glyphosate ou le glufosinate, seules les plantes possédant l'enzyme qui permet à la plante de résister à l'herbicide utilisé ne sont pas détruites et les autres plantes indésirables dans la parcelle le sont. Il s'agit de repousses de cultures précédentes, d'adventices ou de mauvaises herbes, comme le gaillet ou le coquelicot, qui diminuent les rendements, mais aussi des plantes délétères comme l'ambroisie ou le datura, qui sécrètent des molécules naturelles toxiques pour l'homme et les animaux. Les plantes biotech tolèrent l'herbicide qui se révèle fatal pour les autres plantes. Dans le second cas, les plantes GM contiennent des événements de transformation permettant à la plante de sécréter dans ses tissus des protéines toxiques pour des insectes qui se nourrissent de la plante. Ces insectes sont décimés par la plante, ce qui lui permet de mieux résister à leurs ravages.

Premières constructions génétiques d'un événement de transformation



Source : Groupement national interprofessionnel des semences et plants (Gnis), www.gnis.fr. Pour notre exemple, les gènes d'intérêts sont les gènes cry1Ab et bar, le gène marqueur est bla, auxquels s'ajoutent le gène promoteur (PEPC et spécifique du pollen[8]) et un gène terminateur.

7. Voir « ISAAA Briefs » (www.isaaa.org/resources/publications/briefs/).

8. Promoteur phosphoénolpyruvate-carboxylase et promoteur spécifique du pollen ; voir Anna Dutton, Heiri Klein, Jörg Romeis et Franz Bigler, « Uptake of Bt-toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator Chrysoperla carnea », *Ecological Entomology*, vol. 27, n° 4, août 2002, p. 441447 (https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2311.2002.00436.x).

Qu'est-ce que le maïs Bt 176 Knockout® Corn ?

Une plante biotech peut être désignée par son nom commercial qui dépend de la société qui la distribue, mais aussi par le nom de son événement de transformation (*trait* en anglais) qui est l'élément génétique qui a été introduit dans le génome de la plante.

Le maïs Knockout® Corn, commercialisé par Syngenta (autres noms commerciaux : NaturGard KnockOut™, Maximizer™), est un maïs qui contient l'événement de transformation Bt 176 (ou 176). Celui-ci est composé de trois gènes, *cry1Ab*, *bar* et *bla*, qui proviennent de trois bactéries différentes : *Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki, Streptomyces hygroscopicus* et *Escherichia coli.* Intégrés au génome de la plante, ces gènes produisent respectivement :

– une toxine *cry1Ab* qui détruit l'appareil digestif d'insectes lépidoptères (pyrale du maïs et sésamie). Les insectes qui consomment ce maïs modifié sont donc tués et, par conséquent, la résistance de la plante à ces insectes ravageurs est augmentée ;

– une enzyme PAT (phosphinothricine N-acétyltransférase) qui permet à la plante de survivre quand on épand des herbicides non sélectifs à base de glufosinate, c'est-à-dire que dans le champ toutes les plantes sont détruites à l'exception de celles possédant ce gène qui induit la synthèse d'une enzyme inhibant l'activité de l'herbicide ;

– une enzyme qui détoxifie des antibiotiques de la famille des ß-lactames comme l'ampicilline. Ce caractère a été introduit afin de faciliter la phase de tri. Très décriée pour des raisons de risque sanitaire, l'introduction de gènes résistants à des antibiotiques sera abandonnée dans les constructions ultérieures d'OGM.

Pour s'exprimer, ces gènes ont besoin d'un gène promoteur qui leur est associé dans la construction génétique.

L'événement de transformation 176 confère ainsi à la variété de maïs qui l'intègre une double propriété : une résistance à des insectes ravageurs et une tolérance à un herbicide (HT/IR). L'agriculteur n'a plus besoin de traiter avec des insecticides pour la protéger des attaques de la pyrale et de la sésamie et il peut désherber son champ de maïs avec un herbicide à base de glufosinate. Comme celui-ci est un herbicide non sélectif (encore appelé total ou universel), il est possible de se débarrasser des mauvaises herbes de la parcelle avec une pulvérisation bien positionnée.

L'événement de transformation 176 (code : SYN-EV176-9) a reçu des autorisations pour un usage dans l'alimentation humaine avant et après transformation agro-alimentaire dans l'Union européenne et 13 pays (Argentine, Australie, Canada, Chine, Japon, Nouvelle-Zélande, Philippines, Afrique du Sud, Corée du Sud, Suisse, Taiwan, États-Unis et Zambie), et pour l'alimentation animale dans l'Union européenne et 9 pays (Argentine, Canada, Chine, Japon, Philippines, Afrique du Sud, Corée du Sud, Suisse, États-Unis). L'Union européenne, qui avait accordé son autorisation en 1997 pour une durée de dix ans, ne l'a pas renouvelée en 2007. Cet événement de transformation est également autorisé pour la culture en Argentine, au Canada, au Japon et aux États-Unis.

Pour conclure sur l'événement de transformation du maïs Bt 176, des travaux de recherche ont démontré que son contrôle des lépidoptères pyrale et sésamie était imparfait et s'accompagnait par conséquent de dégâts significatifs sur la culture. En effet, en raison d'un gène promoteur mal choisi, la protéine *Cry1Ab* ne s'exprimait que dans les tiges et le pollen, au contraire d'un autre événement de transformation concurrent qui allait être mis sur le marché peu après et le supplanter, le MON 810 de Monsanto, qui s'exprime aussi dans les épis* (voir page 24 pour une illustration avec du maïs Bt MON 810).

* Voir Laurent Folcher *et al.*, « Study of effects of Bt maize (Zea mays) events on Lepidoptera *Ostrinia nubilalis, Sesamia nonagrioides* in Southwestern France », *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 71 (2 Pt A), janvier 2006, p. 227-231.

Quatre cultures majeures sont concernées par les transformations biotechnologiques : le cotonnier, le soja, le maïs et le canola[9] (ou colza GM cultivé au Canada). Les cultures chinoises de tabac ou de tomates génétiquement modifiées du début des années 1990 ne sont plus significatives face à cet essor. D'autres cultures nettement moins importantes vont suivre : le riz, la luzerne tolérante au glyphosate (Roundup Ready®), la papaye et la courge sont cultivés aux États-Unis, également la pomme de terre ou la betterave à sucre, ou encore l'ananas au Costa Rica et des fleurs ornementales en Colombie. Des succès sur de petites cultures localisées ont été remarqués ces dernières années : par exemple à Hawaii, avec la plantation de papayers résistants à une maladie causée par un virus, le *Papaya ringspot virus* (PRSV). Des espoirs sont placés dans le développement de pruniers génétiquement modifiés pour lutter contre la sharka, la maladie virale la plus dévastatrice du genre *Prunus* causée par le *Plum pox virus* (PPV). Elle a été identifiée à l'origine dans les Balkans et a fortement essaimé, notamment en Amérique du Nord. On remarque également la large adoption de l'aubergine *Brinjal Bt* (IR) par les agriculteurs du Bangladesh. Ils étaient vingt en 2014 et plus de vingt-sept mille en 2017, totalisant une superficie de 2 400 hectares (il s'agit de très petites exploitations) sur un total de 50 000 hectares d'aubergines cultivées.

La transformation dominante pour les quatre grandes cultures est la tolérance à un herbicide, qui surpasse encore la résistance aux insectes ou aux virus. Parallèlement se développe l'empilage de caractères, c'est-à-dire le fait que, dans une même plante, il puisse y avoir plusieurs gènes de transformation. Ainsi, si la surface consacrée à des plantes biotech tolérantes à un ou des herbicides a culminé avec 100 millions d'hectares en 2015 (et autour de 20 millions d'hectares pour les plantes biotech résistantes à des insectes et à des virus),

9. Le canola est produit au Canada en cultures de printemps ou d'automne : il s'agit d'un colza génétiquement modifié pour obtenir moins d'acide érucique et moins d'acides gras (AG) saturés et plus d'AG mono-insaturé (acide oléique). Voir Canola Council of Canada, « Le canola : les mythes démystifiés », canolacouncil.org (https://fr.canolacouncil.org/huile-et-tourteau/huile-de-canola/le-canola-les-mythes-démystifiés/#myth1).

en 2017 ce ne sont plus que 88,7 millions d'hectares qui sont consacrés à la tolérance à un ou des herbicides (HT) et 23,3 millions d'hectares à la résistance à des insectes (IR) et à des virus. En revanche, on observe un essor marqué des cultures de plantes contenant plusieurs éléments de transformation, avec une progression de plus de 50 millions d'hectares en dix ans (20 millions d'hectares en 2007 et 77,7 millions d'hectares de cultures en 2017). Ces plantes sont tolérantes à des herbicides et résistantes à des insectes et des virus (IR-HT), ce sont des plantes polyvalentes qui peuvent se défendre contre plusieurs bioagresseurs.

2. Le développement de la culture des plantes biotech : une épopée sur vingt ans

Avant de passer au stade de la commercialisation des plantes GM, de nombreuses expérimentations en champ ont été conduites pendant dix ans. Un tiers des essais concernait le maïs, un cinquième le canola, la tomate et la pomme de terre faisant jeu égal avec 11 %, puis, à moins de 10 %, le soja (9 %), le cotonnier (7 %) et le tabac (5 %). Entre 1986 et 1997, ce ne sont pas moins de 25 000 essais (15 000 avant 1995, 10 000 entre 1995 et 1997) concernant 60 mises en culture, 10 caractères de transformations qui ont été conduits dans 45 pays par des sociétés qui ont déposé des dossiers de demandes d'autorisation de commercialisation (importation et mise en culture) dans plusieurs pays.

Le dialogue est alors de mise entre les autorités en charge de la réglementation et les équipes d'expérimentateurs. Les résultats sont communiqués à la communauté scientifique et au grand public pour en débattre [10]. L'important, selon Clive James [11], est alors de contribuer à faire comprendre ce que sont les cultures transgéniques.

Après cette phase d'essais, c'est en 1996 que commencèrent réellement la mise en culture et la commercialisation des plantes biotech, dont l'essor se mesure par l'expansion des surfaces cultivées.

Ces dernières années, on note une diversification des caractères. Deux générations de pomme de terre Innate®, dont les modifications ralentissent le brunissement ou protègent contre le mildiou, ont été approuvées aux États-Unis et au Canada en 2016 et 2017, de même que les pommes Artic®, mises au point pour limiter le brunissement. Le soja Plenish™ contient plus d'acide gras insaturé (acide oléique) et moins d'acides gras saturés que le soja conventionnel, ce qui améliore le profil nutritionnel de l'huile qui en est

10. Voir à ce sujet , Marcel Kuntz, *L'Affaire Séralini. L'impasse d'une science militante*, Fondation pour l'innovation politique, juin 2019 (www.fondapol.org/etude/laffaire-seralini-limpasse-dune-science-militante/).

11. Voir Clive James, art. cit.

extraite. Depuis 2013, un caractère de tolérance à la sécheresse est intégré dans les empilements de maïs et répond à une forte demande, notamment en Afrique, puisque la superficie a augmenté pour passer de 50 000 hectares en 2013 à 1,2 million en 2016 et à 1,4 million en 2017.

Évolution des surfaces biotech cultivées entre 1996 et 2017

En 1996, première année de commercialisation des plantes biotech, les espèces cultivées étaient le tabac (35 %, soit 1 million d'hectares), le cotonnier (27 %, soit 800 000 hectares), le soja (18 %, soit 500 000 hectares), le maïs (10 %), le canola (5 %), la tomate (4 %) et la pomme de terre (moins de 1 %). Les événements de transformations concernaient la résistance aux virus (40 %) et la résistance aux insectes (37 %), ainsi que la tolérance à des herbicides (23 %).

En 1997, les surfaces cultivées se sont considérablement multipliées (11 millions d'hectares). Les plantes tolérantes à un herbicide représentaient 63 % des surfaces cultivées ; celles résistantes aux insectes, 30 % ; et celles résistantes aux virus, 7 %. Le soja, le maïs, le cotonnier et le colza (canola) représentent 86 % des cultures GM et 75 % des superficies se situent sur le continent nord-américain. À la fin de l'année 1997 s'est mis en place le schéma que l'on connaît maintenant de quatre cultures dominantes (soja, maïs, cotonnier, colza/canola) et une hiérarchie dans les éléments de transformation qui est encore respectée aujourd'hui : la tolérance à un ou des herbicides (HT) surclasse la résistance aux insectes (IR).

Dix ans plus tard, en 2007, ce sont 114,3 millions d'hectares qui sont cultivés en plantes transgéniques et, en 2018, les plantes GM occupent une superficie de 191,7 millions d'hectares. Les superficies des terres cultivées en soja biotech par rapport au soja conventionnel sont devenues majoritaires (64 % en 2007, 79 % en 2017), pour le coton également (47,3 % en 2007, 77,1 % en 2017). Les superficies de maïs biotech ont augmenté elles aussi, passant d'un pourcentage de 24 % de la surface totale mondiale de cette culture à 32 % en 2017. Pour le colza (canola), l'évolution se situe de 20 % des terres cultivées en canola en 2007 à 30 % en 2017. Les plantes IR représentent 13 % des surfaces cultivées, 47 % pour les plantes HT, mais 40 % des surfaces sont cultivées avec des variétés polyvalentes (HT-IR) capables de résister aux insectes ravageurs et d'être en même temps désherbées plus facilement (empilage de gènes).

À côté de ces quatre cultures majeures apparaissent sur le marché de nouvelles espèces de plantes biotech cultivées sur de petites échelles : la canne à sucre, l'alfalfa (luzerne), la papaye, la pomme de terre, la betterave à sucre, l'aubergine et la courge.

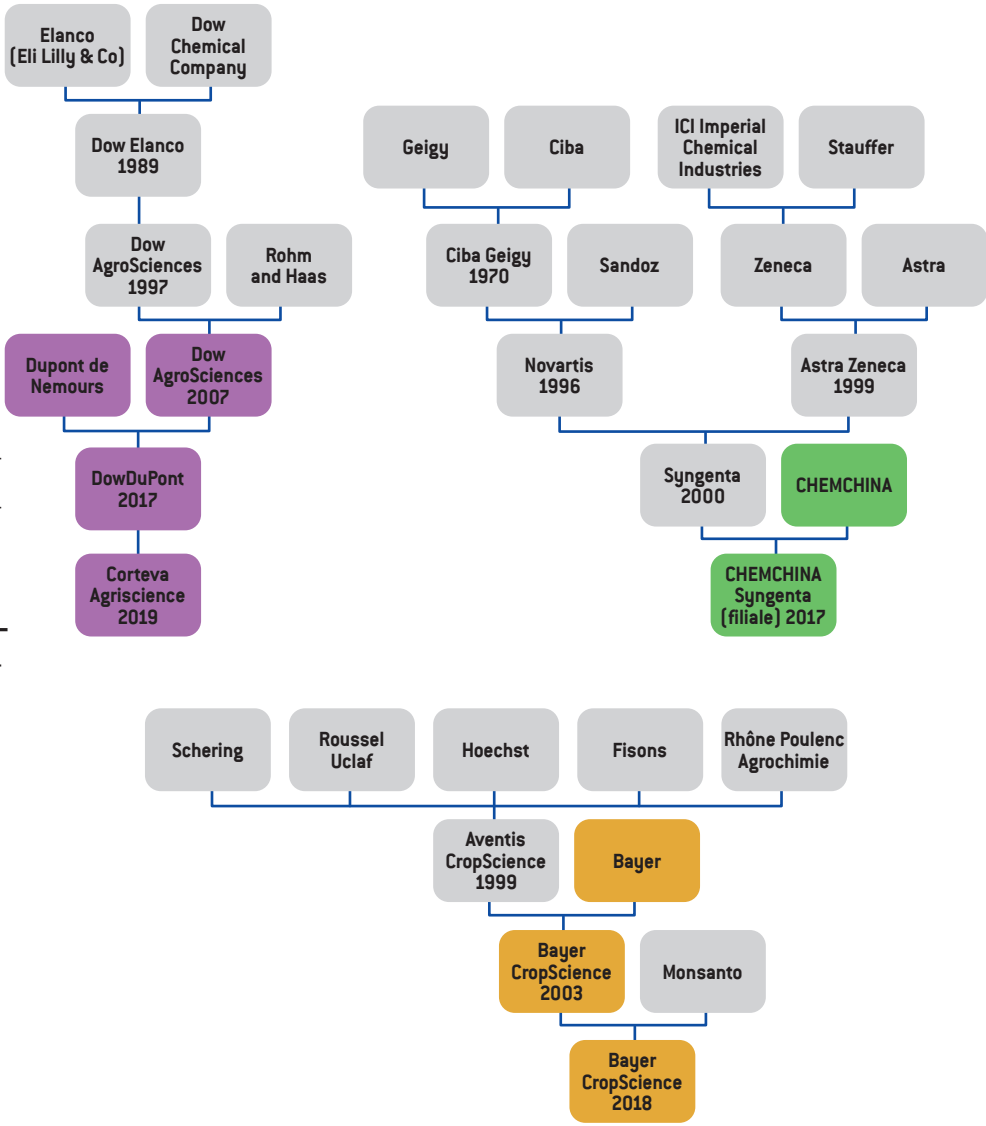
Au début, la commercialisation des plantes transgéniques a été réalisée par une majorité des grandes sociétés privées (Monsanto, AgrEvo, Florigene, Calgene, SEITA, Zeneca…), mais aussi par des universités qui valorisaient les travaux de recherche de leurs laboratoires (Cornell University ou Université du Saskatchewan, par exemple[12]). Puis, au fil des années, des concentrations par fusion-acquisition de sociétés du secteur des semences et de l'agrochimie se sont opérées, façonnant la structuration actuelle avec trois groupes majeurs, ancrés sur trois régions différentes : Corteva Agriscience (2019) aux États-Unis (siège social au Delaware), ChemChina et sa filiale Syngenta (2017) en Chine (siège social à Pékin) et Bayer CropScience (2018), ayant absorbé Monsanto, en Europe (siège social en Allemagne). Ces consortiums ont les moyens de faire face à des réglementations de plus en plus exigeantes, tout particulièrement à celles de l'Union européenne[13], réclamant des dossiers de demandes d'homologation et de suivi postcommercialisation très onéreux à constituer (plus de 100 millions d'euros par dossier[14]).

12. Voir Clive James et Anatole F. Krattiger, « Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants, 1986 to 1995. The First Decade of Crop Biotechnology », *ISAAA Briefs*, n° 1, 1996 (www.isaaa.org/resources/publications/briefs/01/download/isaaa-brief-01-1996.pdf).

13.Voir Catherine Regnault-Roger, *OGM et produits d'édition du génome (OGE) : enjeux réglementaires et géopolitiques,* Fondation pour l'innovation politique, janvier 2020.

14. Communication personnelle d'Alain Toppan, directeur général du groupe Biogemma (2017-2018), ancien chef développement OGM Europe du groupe Limagrain puis du groupe Vilmorin (2006-2017).

Concentrations par fusion-acquisition de sociétés pour former les trois grands groupes leaders du secteur agricole (agrochimie & biotechnologies)



Source : adapté, révisé et actualisé à partir d'un schéma initialement proposé par Bernard Ambolet, « La chimie organique au service de l'agriculture », in Catherine Regnault-Roger et André Fougeroux, *Santé du végétal : 100 ans déjà ! Regards sur la phytopharmacie*, Presses des Mines, 2018, p. 86.

II. LES PROMESSES DES NOUVELLES BIOTECHNOLOGIES (NBT) POUR LA SANTÉ VÉGÉTALE

Les dernières techniques d'édition du génome sont plus précises, plus rapides et moins onéreuses que la transgénèse ou la mutagénèse aléatoire et ont été de ce fait très vite intégrées dans la boîte à outils des sélectionneurs de semences pour optimiser l'amélioration variétale des plantes cultivées ; c'est d'ailleurs pourquoi elles sont appelées communément « New Plant Breeding Techniques » ou NPBT (nouvelles techniques de sélection végétale).

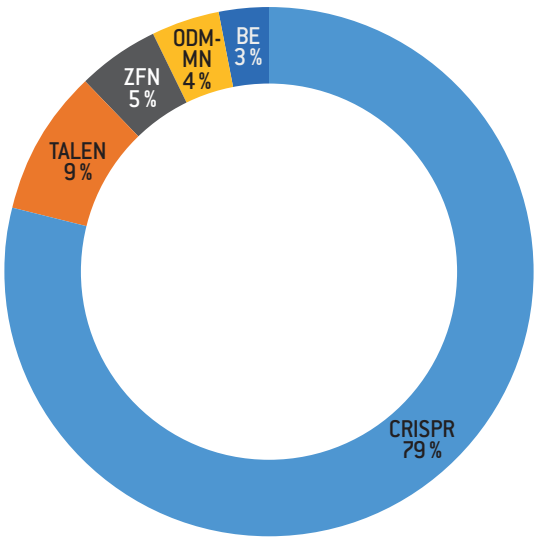
Elles sont utilisées pour provoquer une modification de l'ADN génomique en créant des mutations ciblées par substitution d'un nucléotide [15] par un autre, par une délétion ou insertion de nucléotides, ou encore en induisant des coupures de l'ADN pour y insérer un nouveau fragment. Avec certaines de ces nouvelles techniques, cette coupure est si précise qu'on parle de « ciseaux moléculaires ». Ces modifications sont très ciblées et la notion de réécriture du génome ou d'édition du génome (*genome editing*) s'est imposée. En effet, il ne s'agit pas de provoquer un grand bouleversement de l'ADN par l'action à l'aveugle d'un rayonnement physique et d'un agent chimique mutagène comme cela se produit dans une mutation aléatoire, ou encore de procéder à l'introduction au hasard d'un nouvel ADN dans une cellule à l'aide de diverses techniques de pénétration comme cela se fait dans une transgénèse. À ces modifications aléatoires succède une deuxième phase de tri entre plusieurs milliers de cellules obtenues afin de sélectionner celles qui portent la transformation du génome recherchée. En procédant par édition génomique, les effets hors cible [16] se sont considérablement réduits et ont par conséquent diminué la phase de tri, ce qui économise du temps et de l'argent. De plus, en utilisant certaines techniques d'édition du génome, il est impossible de distinguer si l'organisme que l'on examine provient d'une manipulation génétique en laboratoire ou résulte d'une mutation spontanée intervenue dans la nature. Avec de tels outils de précision, les étapes d'une sélection végétale classique pour l'amélioration variétale se sont considérablement allégées et les recherches dans le domaine du végétal se développent intensément.

15. Le nucléotide est l'unité de base des acides nucléiques (ADN et ARN) constituée d'une base azotée, d'un pentose et de groupes phosphates.

16. Transformation qui se situe à un autre endroit du génome que celui visé.

Une revue récente de la littérature scientifique recense les publications sur le sujet des NPBT entre janvier 1996 et fin mai 2018[17]. Sur 1 328 études consacrées aux applications de l'édition du génome (*genome editing*) dans le domaine des plantes agricoles et modèles, la technique CRISPR, découverte en 2012, a le plus mobilisé les chercheurs : 1 032 articles lui sont consacrés. L'édition de base (*base editing*), la très récente technique d'édition du génome qui est mentionnée pour la première fois en novembre 2017, a déjà suscité 42 articles en six mois.

Publications de recherche consacrées aux différentes NPBT par techniques entre janvier 1996 et fin mai 2018



CRISPR : Clustered Regulatory Interspaced Short Palindromic Repeats

TALEN : Transcription activator-like effector nuclease

ZFN : Zinc Finger Nuclease Technology

ODM-MN : Oligonucleotide Directed Mutagenesis- New Breeding Techniques Meganuclease

BE : Base Editing

Source : d'après Dominik Modrzejewski *et al.*, « What is the available evidence for the range of applications of genome editing as a new tool for plant trait modification and the potential occurrence of associated off target effects: a systematic map », *Environmental Evidence*, vol. 8, article n° 27, juillet 2019 (https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-018-0130-6).

17. Dominik Modrzejewski *et al.*, « What is the available evidence for the range of applications of genome editing as a new tool for plant trait modification and the potential occurrence of associated off target effects: a systematic map », *Environmental Evidence*, vol. 8, article n° 27, juillet 2019 (https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-018-0130-6).

Ces publications ont concerné vingt-huit espèces de plantes cultivées. On remarque l'importance du riz, ce qui ne surprend pas quand on sait que le continent asiatique a piloté à lui seul plus de 50 % de ces publications de recherche[18]. La deuxième plante la plus étudiée est la plante modèle *Arabidopsis taliana*, l'Arabette des dames. Les organismes modèles sont étudiés par toute la communauté scientifique internationale et donnent des points de repères en matière d'avancées scientifiques.

Sur l'ensemble des projets de recherche, 99 portaient sur des applications commerciales ou industrielles directes pour améliorer (par ordre décroissant) :

– des caractères agronomiques (itinéraires techniques, croissance, rendement) : 38 % ;

– la qualité alimentaire (nutrition humaine et animale) : 28 % ;

– la tolérance aux stress biotiques (insectes ravageurs, maladies, virus, etc.) : 16 % ;

– la tolérance aux stress abiotiques (sécheresse, carence en azote, rayonnements UV, etc.) : 5 % ;

– la tolérance à des herbicides : 8 % ;

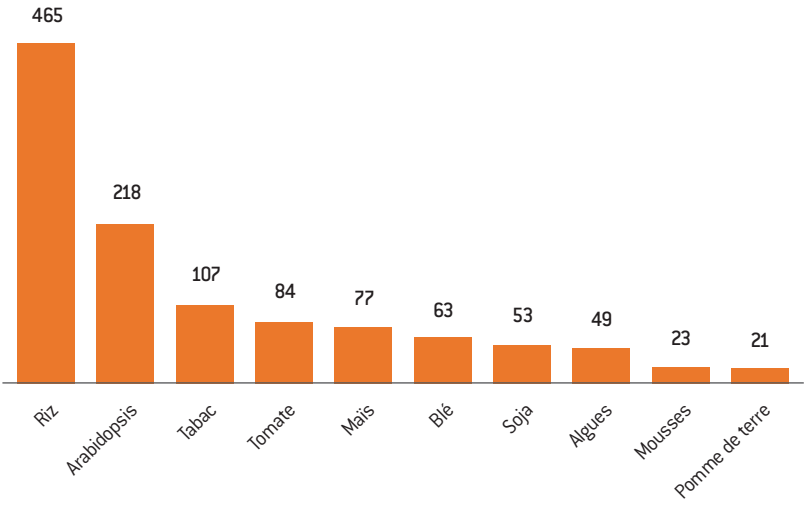
– la valorisation industrielle : 5 %.

Les techniques de transformation sont très majoritairement des modifications mineures de type SDN1, point de mutation ou édition de base (92 %). Pour les modifications du génome plus conséquentes, 3 % sont classées en SDN2 et 5 % en SDN3[19].

18. Voir à ce sujet la troisième note de cette série : Catherine Regnault-Roger, *OGM et produits d'édition du génome (OGE) : enjeux réglementaires et géopolitiques*, Fondation pour l'innovation politique, janvier 2020.

19. Pour une définition des SDN (*site directed nuclease*), voir Catherine Regnault-Roger, *Des outils de modification du génome au service de la santé humaine et animale, op. cit.* Pour rappel : SDN1, inactivation d'un gène par coupure ciblée et réparation défectueuse (délétion ou insertion de quelques nucléotides) ; SDN2, modification ciblée de quelques nucléotides dans un gène donné ; SDN3, insertion ciblée d'un ADN étranger à un site donné.

Espèces végétales étudiées par NPBT (entre janvier 1996 et fin mai 2018), par importance décroissante du nombre de publications de recherche dédiées



Source : d'après Dominik Modrzejewski *et al.*, art. cit.

Les recherches se sont déroulées dans 68 pays, et deux d'entre eux sont particulièrement actifs : la Chine (599 publications, soit 40 %) et les États-Unis (487 publications, soit 33 %). Parmi les laboratoires et sociétés très en pointe sur ces recherches, on note un fort investissement des organismes chinois (Académie des sciences de Chine et les académies d'agriculture de diverses provinces ainsi que des universités chinoises), non seulement pour les études sur le riz pour lesquelles ils déploient des activités intenses mais aussi sur le colza, le cotonnier, la tomate et le blé. La Chine est leader pour les applications agricoles.

De nombreuses universités américaines (Californie, Minnesota, Florida, Kansas State, Penn State), quelques universités au Japon (Tamagawa, Tsukuba, Tosushima) et en Europe (université de Kiel en Allemagne, université Paris-Saclay et de Montpellier en France) ou des centres de recherche bien connus comme l'Institut des sciences Weizmann en Israël ou l'Institut Max-Planck en Allemagne ou l'Instituto de Agricultura Sostenible du Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIC) en Espagne, ainsi que des sociétés du secteur privé (DuPont-Pioneer, Syngenta seeds, Cellectis Plant Sciences, Calyxt, Dow AgroScience) sont très engagés dans ces recherches.

III. OGM ET OGE VÉGÉTAUX : OUTILS POUR *ONE HEALTH*, UN MONDE, UNE SEULE SANTÉ

Comme nous l'avons vu dans la première note de cette série[20], en préservant la santé des humains et des animaux, nous préservons la santé du monde car, dans le cadre du concept *One Health*, il n'y a qu'un seul monde et une seule santé. La santé du végétal s'inscrit pleinement dans ce concept, et les OGM et OGE illustrent parfaitement qu'en améliorant la santé du végétal avec les biotechnologies végétales, on a la possibilité d'améliorer la santé de tous.

1. Un cas d'école : le maïs Bt MON 810 et le risque mycotoxines

Le maïs Bt MON 810, la seule plante transgénique cultivée dans l'Union européenne (essentiellement aujourd'hui en Espagne et un peu au Portugal), est un cas d'école. Ce maïs est génétiquement modifié par incorporation d'un gène qui permet aux cellules de la plante de synthétiser une protéine à caractère insecticide. Celle-ci perturbe le fonctionnement digestif de deux ravageurs majeurs de cette culture, la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) et la sésamie (*Sesamia nonagrioides*). Les variétés de maïs MON 810 les contrôlent efficacement en diminuant les populations de ces insectes de plus de 90 % dans les parcelles cultivées[21]. Outre la limitation des dégâts des insectes sur les épis et les tiges de maïs, ce maïs transgénique développe un effet bénéfique dans les régions où sévissent des fusarioses, maladies affectant la santé du maïs.

À un stade avancé, les épis de maïs se couvrent de moisissures, symptôme de l'installation des champignons pathogènes, des *Fusarium* agents de cette maladie. Les fusarioses s'accompagnent, dans des conditions environnementales favorables pour leur développement, de production de mycotoxines (toxines produites par des champignons) extrêmement dangereuses et délétères qui contaminent les récoltes.

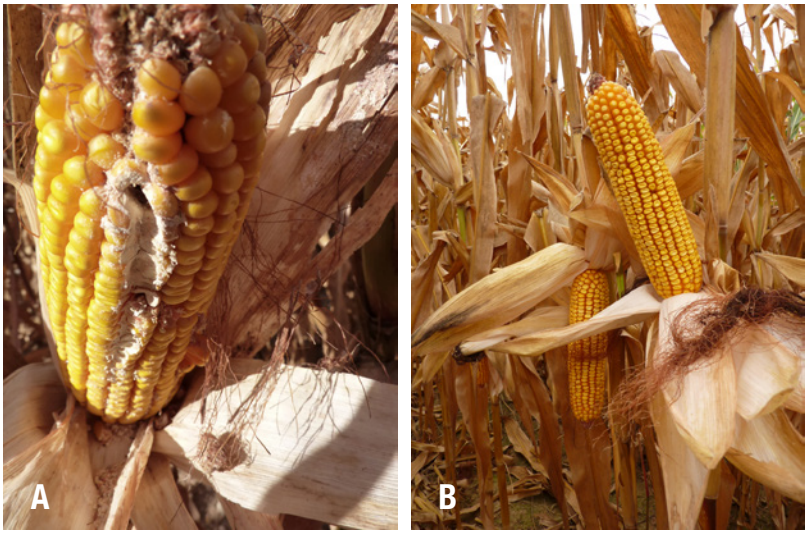
Selon la nature des mycotoxines produites, différentes pathologies peuvent survenir chez l'homme ou chez l'animal : atteintes rénales, du foie, du tube digestif, du système immunitaire et de l'appareil reproducteur. Certaines mycotoxines sont cancérogènes, d'autres sont des perturbateurs endocriniens. Des maladies sévères ont été constatées chez les humains à la suite de consommation de farines contaminées. Dans notre mémoire historique

20. Voir Catherine Regnault-Roger, *Des outils de modification du génome au service de la santé humaine et animale, op. cit.*

21. Laurent Folcher *et al.*, « Lower mycotoxin levels in Bt maize grain », *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 30, n° 4, décembre 2010, p. 711-719 (https://link.springer.com/content/pdf/10.1051%2Fagro%2F2010005.pdf).

figure encore, au Moyen Âge, le mal des Ardents ou feu de saint Antoine qui provoquait des hallucinations et des troubles circulatoires pouvant aller jusqu'au décès, ou encore, dans les années 1950, la consommation de pain à Pont-Saint-Esprit qui se soldera par la mort de dix personnes et une cinquantaine d'internements psychiatriques.

Épis de maïs d'une parcelle expérimentale cultivée avec des maïs Bt et conventionnels



(A) : l'épi de maïs conventionnel est fusarié après avoir été attaqué par les insectes ravageurs.

(B) : l'épi de maïs Bt MON 810 est sain et indemne.

Source : Catherine Regnault-Roger, photos prises en Espagne en 2010.

L'alimentation animale n'est pas en reste. Des chevaux ont ainsi été intoxiqués par des fourrages ou des litières contaminés par ces mycotoxines et les éleveurs de cochons connaissent bien les troubles gastro-intestinaux et de la croissance qu'occasionnent à leurs animaux des lots de céréales contaminées. En 1960, des élevages de dindons britanniques ont été décimés par des arachides importées du Sénégal et contaminées par des aflatoxines sécrétées par un champignon s'épanouissant en milieu tropical, l'*Aspergillus*[22]. La prise de conscience du risque mycotoxines a conduit les autorités sanitaires européennes à établir une réglementation en 2007 fixant des seuils à ne pas dépasser.

22. Voir Catherine Regnault-Roger, « Comment prévenir le risque de mycotoxines dans la production agricole ? », *Science & Pseudo-Sciences*, n° 322, octobre-décembre 2017, p. 45-48 (www.pseudo-sciences.org/Comment-prevenir-le-risque-de-mycotoxines-dans-la-production-agricole).

Des travaux de recherche ont montré que la transformation génétique dont bénéficie le maïs Bt MON 810 diminue non seulement le nombre des insectes ravageurs, qui sont décimés par la toxine Bt après consommation des tiges ou épis, mais aussi les teneurs en mycotoxines dans les récoltes[23]. En effet, la diminution des insectes phytophages conduit à la réduction du nombre de blessures qu'ils infligent à la plante en se nourrissant et par lesquelles s'installent les champignons pathogènes agents des fusarioses et producteurs de mycotoxines.

La culture du maïs MON 810, en diminuant l'incidence de fusarioses et le risque mycotoxines, bonifie la qualité sanitaire des récoltes, ce qui n'est pas sans conséquence sur la santé animale qu'elle préserve. Une étude italienne a démontré que des porcelets nourris avec du maïs contaminé par des mycotoxines avaient une perte de poids significative par rapport à ceux alimentés avec du maïs transgénique Bt MON 810[24].

2. Faire face au réchauffement climatique

Le risque mycotoxines est un risque émergent en Europe, aggravé par le réchauffement climatique. En effet, aux champignons toxinogènes classiques du genre *Fusarium* s'ajoute, à la faveur d'étés très chauds, l'installation de champignons qui prolifèrent normalement dans les pays tropicaux comme les dangereux *Aspergillus* (mentionnés précédemment à propos d'arachides) sécrétant des aflatoxines. Ainsi, au cours de ces dernières années, plusieurs contaminations par des mycotoxines de produits commercialisés ont été constatées, ce qui aurait pu avoir des conséquences dramatiques sans la vigilance des services de contrôle sanitaire.

En 2013, du lait importé d'Europe de l'Est a été refusé en France en raison de fortes teneurs en mycotoxines : les vaches avaient consommé des fourrages contaminés par des moisissures. En mai 2014, ce sont des galettes de maïs bio Auchan et du son de blé Bio-Village de la marque Repère (Leclerc) qui sont retirés en hâte des rayons des supermarchés en raison de teneurs d'une mycotoxine (le DON ou déoxynivalénol) au-delà des seuils réglementaires. En juin 2014, le journal italien *Il Fatto Quotidiano* a rapporté le scandale de la commercialisation de meules d'un fromage italien très apprécié, le parmesan, contaminé aux aflatoxines : scandale car il semblerait que les fromagers aient

23. Voir Catherine Regnault-Roger et Marc Delos, « L'intérêt des plantes génétiquement modifiées pour la production agricole : le cas du maïs Bt », in Agnès Ricroch, Yves Dattée et Marc Fellous (dir.), *Biotechnologies végétales. Environnement, alimentation, santé*, Vuibert, 2011, p. 200-211.

24. Voir Filippo Rossi, Mauro Morlacchini, Giorgio Fusconi, Amedeo Pietri et Gianfranco Piva, « Effects of insertion of Bt gene in corn and different fumonisin content on growth performance of weaned piglets », *Italian Journal of Animal Science*, vol. 10, n° 2, 2011, p. 95-100 (www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4081/ijas.2011.e19?needAccess=true).

négligé la contamination du lait qui servait à faire le fromage (des arrestations ont été opérées). Cette contamination résultait des étés caniculaires de 2012 et 2013 au cours duquel les vaches avaient été nourries avec du maïs grain ou de l'ensilage contenant des champignons *Aspergillus*. Les autorités des différents pays européens ont pu ainsi constater à cette occasion que, lors de conditions climatiques favorables, ces *Aspergillus* qui sévissent de manière endémique en Afrique, contaminant les récoltes de céréales mal conservées pouvaient proliférer sur le maïs dans le sud ou l'est de l'Europe. Cet exemple démontre qu'en préservant la santé du végétal, en le protégeant de ses bioagresseurs, on diminue les risques pour la santé animale et la santé humaine. Le maïs MON 810 se révèle être un outil efficace pour la santé dans son concept *One Health*. Dans ces conditions, il a semblé surprenant, du point de vue scientifique et de la santé publique, que la France interdise en 2014 par la loi 2014-567 la culture des maïs génétiquement modifiés sur son sol[25].

IV. AMÉLIORATION DE LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

1. Amélioration des itinéraires techniques phytosanitaires

Une des conséquences logiques de l'amélioration génétique des végétaux cultivés visant à leur conférer une meilleure aptitude à limiter les effets de leurs bioagresseurs est une adaptation dans l'utilisation des produits de traitement que sont les insecticides, les fongicides et les herbicides pour la conduite des cultures et diminuer les traitements de confort, c'est-à-dire l'administration à titre préventif.

La prévention dans la conduite des cultures est en effet une spéculation sur un futur qui ne se produit pas toujours : dans certains cas, on gagne en empêchant une infestation de prendre de l'ampleur ; dans d'autres, on traite pour rien, car la météorologie a changé ou bien les conditions d'installation du parasite ne sont plus réunies. C'est là où se situe le savoir-faire d'un agriculteur : avec les technologies qu'il a à sa disposition, savoir traiter au bon moment, au bon endroit et à la bonne dose.

Avec les plantes biotech, les itinéraires techniques phytopharmaceutiques se sont donc modifiés. Pour reprendre notre exemple, une culture de maïs

25. Voir Catherine Regnault-Roger, « Interdiction du maïs Bt MON 810 en France : un vrai risque pour la sécurité alimentaire », *La Revue de l'Académie d'agriculture de France*, n° 5, janvier 2015, p. 19-21 (numéro téléchargeable sur www.academie-agriculture.fr/publications/revue-aaf?page=1).

Bt MON 810 dispense d'utiliser des pulvérisations d'insecticides contre la pyrale et la sésamie. En produisant la protéine insecticide *Cry1Ab* de manière continue, le maïs est mieux protégé à tous les stades de son développement. Cette réduction d'insecticides sera d'autant plus sensible dans les régions où plusieurs générations de pyrale ou de sésamie se succèdent la même année. En France, ce phénomène était traditionnellement très présent dans les régions méridionales au climat chaud, et moins dans les régions plus septentrionales, particulièrement en Alsace, dans lesquelles la pyrale développe une seule génération par an. Mais le changement climatique est en train de bouleverser la donne. Un bulletin publié par la chambre régionale d'agriculture du Centre-Val de Loire de l'automne 2018 décrit des cas de deux générations annuelles de pyrale du maïs au lieu d'une, dans la Champagne beauceronne et la Sologne-Val de Loire, la Touraine (mais pas en Beauce-Perche ou dans le Gâtinais). La sésamie, autrefois absente, y est capturée régulièrement depuis 2010 et son aire de répartition s'étend depuis 2016 au nord de la Loire[26]. Le renouvellement rapproché de ces insectes ravageurs nécessite alors plusieurs traitements au cours de la saison. Avec le maïs Bt MON 810, rien de tel puisque la plante se protège elle-même[27]. L'économie en insecticides qui en résulte diminue les risques de résidus de pesticides dans les aliments et améliore la sécurité alimentaire. Elle présente également des avantages écologiques en abaissant les risques de contaminations de pesticides dans la biosphère[28], ainsi que les émissions de gaz à effet de serre liés aux passages des engins agricoles dans les parcelles pour les traitements. Elle se traduit également par des avantages économiques en réduisant le coût des intrants et le temps de travail de l'opérateur agricole.

2. Diminution du gaz à effet de serre CO2

Les avantages écologiques décrits ci-dessus à propos du maïs MON 810 concernent toutes les cultures GM. Au Royaume-Uni, deux experts en économie appliquée aux biotechnologies établissent annuellement un bilan annuel de l'impact environnemental de cultures biotech. Ils ont évalué que le développement actuel de ces cultures (pour rappel, une surface de 191,7 millions d'hectares en 2018) permet dans sa globalité de diminuer l'émission du gaz à effet de serre CO_2 de 27,1 millions de tonnes. Cette économie est liée aux changements des pratiques agricoles (réduction des pulvérisations d'insecticides et d'herbicides pour 2,9 millions de tonnes de CO2) et aux

26. Voir *Bulletin de santé du végétal maïs. Région Centre-Val de Loire*, n°16 bilan, 30 octobre 2018 (https://www.arvalis-infos.fr/_plugins/WMS_BO_Gallery/page/getElementStream.jspz?id=536733&prop=file).

27. Voir Catherine Regnault-Roger et Marc Delos, art. cit.

28. La biosphère comprend tous les organismes vivants et leurs milieux de vie, donc la totalité des écosystèmes présents sur la Terre, dans l'eau ou dans l'air.

techniques culturales simplifiées (TCS) qui diminuent la quantité de carburant consommée par les machines agricoles (économie de 24,2 millions de tonnes de CO_2). Les TCS s'accompagnent en outre d'une moindre vulnérabilité des sols à l'érosion et d'une augmentation de la biodiversité tellurique (vers de terre, insectes du sol comme les collemboles).

La réduction de substances actives consommées lors des traitements insecticides et herbicides a également été calculée. Sur une période de vingt et un ans (depuis 1996), elle est évaluée à 671 millions de kilogrammes[29]. À cette évaluation s'ajoute un indicateur, le quotient de l'impact environnemental (Environmental Impact Quotient, EIQ) établi pour chaque substance active phytopharmaceutique dans les champs. Les auteurs constatent une amélioration de ce quotient autour de 18,5 %, ainsi qu'une diminution de 8 % des quantités de pesticides utilisés. Les itinéraires techniques phytopharmaceutiques se sont améliorés et sont devenus plus vertueux.

3. Augmentation de la biodiversité

Une autre conséquence de la culture des plantes biotech est de favoriser la biodiversité agricole. La commercialisation des plantes GM s'est traduite par une augmentation du nombre de variétés cultivées. Bernard Le Buanec, de l'Académie d'agriculture de France, donne à ce propos quelques chiffres : 87 variétés différentes de maïs Bt incluant l'événement de transformation MON 810 ont été cultivées sur 35 000 hectares en Catalogne en 2016 ; en Inde, il est dénombré 205 variétés de coton cultivées incluant l'événement de transformation MON 531 et 309 variétés pour la modification MON 15985[30]. De son côté, Jean-Claude Pernollet, également membre de de l'Académie d'agriculture de France, mentionne plus de 4 300 variétés de maïs transgéniques commercialisées sous 202 marques différentes et produites par 173 entreprises[31].

La lutte contre les maladies contribue aussi à sauver la biodiversité locale par la préservation déjà évoquée d'espèces conventionnelles menacées, à l'instar des pruniers sauvés de la sharka et des papayers d'Hawaii protégés du *Papaya ringspot virus* (PRSV).

On observe aussi la préservation des insectes bénéfiques pour les cultures (entomofaune auxiliaire) sur les parcelles cultivées avec une plante transgénique : l'épandage d'un insecticide tue la plupart des insectes du champ, tandis que

29. Graham Brookes et Peter Barfoot, « Farm income and production impacts of using GM crop technology 1996-2016 », *GM Crops & Food*, vol. 9, n° 2, 2018, p. 59-89 (www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/21645698.2018.1464866?needAccess=true).

30. Bernard Le Buanec, « La diversité génétique en agriculture », in Catherine Regnault-Roger (dir.), *Idées reçues et agriculture. Parole à la science*, Presses des Mines, 2018, p. 169-187.

31. Voir Jean Claude Pernollet, « Plantes génétiquement modifiées », in Catherine Regnault-Roger (dir.), *Idées reçues et agriculture…, op. cit.*, p. 188-204.

la plante biotech ne tue que ceux qui s'attaquent à elle en les empoisonnant. Une augmentation de la biodiversité sur des parcelles de cotonnier GM a ainsi été observée en Chine : si les dégâts de la noctuelle du cotonnier ont bien été réduits grâce à la toxicité que manifeste la plante envers cet insecte, la réduction des insecticides a favorisé l'augmentation des populations de trois groupes majeurs d'insectes auxiliaires que sont les coccinelles, les araignées et les chrysopes [32]. Une constatation de même nature a été réalisée par Claude Menara [33], agriculteur du sud-ouest de la France (Lot-et-Garonne), quand il cultivait du maïs MON 810 sur son exploitation avant l'interdiction de 2014.

4. Les risques de dissémination par flux de gènes

La possibilité de dissémination non intentionnelle des transgènes entre espèces différentes doit être considérée de manière différente selon qu'il s'agit des espèces interfertiles ou d'espèces qui ne peuvent pas s'hybrider entre elles, indique Jean-Claude Pernollet dans le bilan qu'il a dressé en 2018 des risques et avantages environnementaux des plantes biotech. Dans le second cas, souligne-t-il, « l'insertion d'un transgène viable et sa sélection demandent beaucoup de temps de sorte qu'elle n'est pas observable à une échelle de temps humaine [34] », tandis que dans le premier cas il faudra prendre des mesures de coexistence des variétés cultivées en observant des distances à respecter entre les parcelles ou en décalant les semis, si on veut éviter à tout prix d'éventuelles hybridations fortuites qui, rappelons-le, n'ont pas de conséquences négatives sanitaires et environnementales.

Ce problème est surtout soulevé par les exploitants qui pratiquent l'agriculture biologique dont le cahier des charges refuse la culture des plantes biotech et l'utilisation de certains pesticides organiques de synthèse (tout en acceptant, cependant, des pesticides chimiques minéraux écotoxiques comme les bouillies à base de cuivre ou des variétés cultivées comme le blé Renan issues de croisements par des méthodes de génie génétique [35]). Une présence fortuite de plantes GM à une teneur supérieure à 0,9 % dans leurs parcelles aurait une incidence économique sur la valeur de leurs récoltes qui ne seraient plus considérées comme « bio ».

32. Voir Geneviève De Lacour, « Le coton GM favorise la biodiversité, selon une étude chinoise », journaldelenvironnement.net, 15 juin 2012 (www.journaldelenvironnement.net/article/le-coton-gm-favorise-la-biodiversite-selon-une-etude-chinoise,29487).

33. Voir Daniel Cadis, « Claude Ménara : "Mon maïs transgénique est le plus écologique !" », lefigaro.fr, 6 avril 2007 (www.lefigaro.fr/actualite/2007/04/06/01001-20070406ARTFIG90080-claude_menara_mon_mais_transgenique_est_le_plus_ecologique.php).

34. Jean Claude Pernollet, art. cit., p. 195.

35. André Gallais, « La principale variété de blé "bio" serait-elle génétiquement modifiée ? », *Science & Pseudo-Sciences*, n° 314, octobre 2015, p. 46-48 (https://www.pseudo-sciences.org/La-principale-variete-de-ble-bio-serait-elle-genetiquement-modifiee).

Cependant, la coexistence entre les agricultures biotechnologique (GM), conventionnelle et biologique n'est pas impossible. Au Portugal, elle est garantie par le décret-loi 160/2005[36] qui a établi des règles administratives et des normes techniques. Ces dernières doivent s'appuyer sur les progrès scientifiques et techniques (article 8), et ont conduit à mettre en place des zones géographiques dédiées. La région de Lisbonne et de l'Alantejo possèdent des caractéristiques d'aménagement du territoire (taille et répartition des exploitations agricoles notamment) favorables à la coexistence des différents types d'agricultures (biotechnologique, conventionnelle et biologique).

Le programme européen Practical Implementation of Coexistence in Europe (Price) a livré ses conclusions en 2015 et démontré par des expérimentations réalisées en Espagne que la coexistence entre les cultures GM et les autres est possible[37]. Il convient d'appliquer des mesures comme l'utilisation de plantes incapables de se reproduire par autopollinisation (mâles stériles), de pratiquer les semis décalés ou l'aménagement de zones tampon. L'application de ces mesures techniques dans les expérimentations a permis d'assurer la conformité des récoltes respectant le seuil d'étiquetage officiel européen de présence fortuite d'OGM de 0,9 %.

5. Prévenir les résistances

Dès lors qu'un contrôle d'insectes ravageurs est opéré, que ce soit par des méthodes classiques utilisant des formulations phytopharmaceutiques chimiques (minérales ou de synthèse) ou d'origine biologique, ou par un procédé biologique comme la production par une plante biotech d'une protéine toxique pour l'insecte qui s'en nourrit, des phénomènes de résistance sont prévisibles selon les schémas darwiniens de coévolution.

Pour les retarder, il est préconisé de mettre en place des « zones refuges » cultivées en plantes conventionnelles jouxtant les parcelles cultivées avec des plantes transgéniques de manière à opérer un brassage génétique entre les insectes se nourrissant dans les différentes zones, et à diminuer ou à retarder l'apparition de résistances chez l'insecte ciblé. Ces zones refuges ont été fixées à 20 % de la superficie de la parcelle cultivée avec une plante biotech intégrant un seul événement de transformation. Plusieurs schémas ont été recommandés : alternance de bandes dans le champ, encerclement ou juxtaposition. La distance maximum entre les plantes transgéniques et conventionnelles ne doit pas excéder 750 mètres. La mise en culture de plantes biotech intégrant

36. Decreto-Lei n.º 160/2005, *Diário da República*, I Série-A, nº 182, 21 septembre 2005, p. 5642-5648 (https://dre.pt/application/file/a/148497).

37. Voir « Selon la recherche européenne, la coexistence entre les produits GM et non GM est possible », inra.fr, 19 mai 2015 (http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Systemes-agricoles/Toutes-les-actualites/Coexistence-OGM-non-OGM).

plusieurs éléments de transformation, en multipliant les toxines insecticides, constitue également une réponse pour différer l'apparition de résistances. Le pourcentage consacré aux zones refuges est fixé en fonction de la culture. Ainsi, aux États-Unis, dans les zones de production de coton, l'Environmental Protection Agency (EPA), a fixé un pourcentage de zone refuge de 50 % et, pour les cultures GM qui contiennent plusieurs gènes Bt (empilage), une zone refuge de 5 % [38].

Afin d'alléger le travail des agriculteurs, un nouveau procédé leur est proposé, appelé « Refuge in the bag » (technologie RIB) : le sac de semences contient un mélange déterminé de semences Bt et non-Bt fixé en fonction du pourcentage requis de zones refuge pour la variété transgénique cultivée. L'agriculteur sème en un seul passage les deux types de semences qui sont alors éparpillées dans son champ. Cette technologie présente l'avantage d'inciter et d'obliger l'agriculteur à observer la mise en place d'espaces refuge dans son champ, ce qui n'est pas toujours le cas quand il faut le structurer en zones distinctes. L'exercice peut en effet se révéler très complexe avec les maïs Bt contenant des empilages de gènes, par exemple avec les variétés de maïs Bt Genuity® SmartStax™ qui contiennent six gènes différents (*cry1A.105, cry2Ab2, cry1F, cry3Bb1, cry34Ab1, cry35Ab1*), ce qui les protège d'insectes ravageurs aériens (lépidoptères) et souterrains (coléoptères). C'est pour cette raison que l'EPA a approuvé en 2010 la technologie RIB. Les modèles mathématiques ont été concluants, mais il semblerait qu'il soit un peu tôt pour dresser un bilan étayé de l'efficacité de cette stratégie [39].

Pour lutter contre ces résistances, il faut également observer les bonnes pratiques agricoles (BPA). Ainsi la pratique d'une monoculture ou encore l'usage répété d'un même herbicide d'une culture sur l'autre conduisent inéluctablement à accélérer l'apparition des résistances. Le cas du glyphosate est à cet égard éloquent. Il était déjà utilisé abondamment bien avant la mise sur le marché des plantes biotech, car c'est un herbicide non sélectif parmi les moins toxiques et les plus efficaces [40]. Le premier cas de résistance à cet herbicide d'une mauvaise herbe, l'ivraie raide (*Lolium rigidum*), avait été décrit en Australie dès 1996 dans une exploitation agricole conventionnelle. La diffusion des plantes biotech tolérantes au glyphosate (soja et maïs notamment) sur une large échelle et le succès de cet herbicide facile d'emploi après des agriculteurs allaient amplifier des phénomènes d'apparition de résistance chez plusieurs adventices (mauvaises herbes). L'utilisation d'une année sur l'autre de maïs

38. Voir « Learn More about Refuge Requirements », monsanto.com,s.d. [https://monsanto.com/products/product-stewardship/refuge-requirements/].

39. Voir Fei Yang, David Kerns et Fangneng Huang, « Refuge-in-the-Bag Strategy for Managing Resistance to Bt Maize », Outlooks on Pest Management, vol. 26, n° 5, octobre 2015, p. 226-228.

40. Nous nous référons aux évaluations scientifiques unanimes de toutes les agences sanitaires mondiales, à l'exception, et sans entrer dans la polémique politico-judiciaire qui s'ensuivit, de celle du Centre international de recherche sur le cancer [Circ] de 2015, entachée de conflits d'intérêts.

Round-up Ready cultivé en monoculture ou de rotations de cette culture en alternance du soja Round-up Ready (tolérance au même herbicide), comme cela se fait dans certaines régions du continent nord-américain, a conduit à augmenter ce risque de résistance. Il est nécessaire de diversifier les substances actives dans les traitements phytopharmaceutiques : cultiver des plantes biotech ne dispense pas du respect des règles de l'agronomie.

CONCLUSION

Il apparaît que les plantes biotech se révèlent très utiles à de nombreux égards :

– pour apporter des réponses aux problèmes que posent les bioagresseurs des cultures. Ceux-ci occasionnent une perte économique pour le producteur en détruisant une partie des récoltes ou en les rendant impropres à la vente et ils sont aussi source de problèmes sanitaires, comme les mycotoxines qui, à partir de l'installation de champignons microscopiques pathogènes sur les cultures dans les champs, contaminent les animaux qui consomment ces récoltes, les rendent malades et polluent les aliments destinés à l'homme (céréales, lait, fromage) ;

– pour apporter des réponses au changement climatique avec, d'une part, des variétés adaptées à la sécheresse et, d'autre part, une réduction de l'émission de gaz à effet de serre émis par les engins agricoles ;

– pour diminuer la pénibilité du travail de l'agriculteur par des améliorations techniques et la diminution du nombre de traitements phytosanitaires, avec une conséquence directe sur la santé des petits paysans des pays en développement en zone tropicale. Le recours aux plantes biotech leur évite les conditions rustiques d'épandages de produits phytosanitaires très pénibles et très fréquents, s'accompagnant le plus souvent d'équipements de protection individuelle des plus sommaires. C'est une des clés du succès mentionnée par les petits agriculteurs du Bangladesh qui ont adopté la culture de l'aubergine *Brinjal Bt*[41], l'autre raison étant l'amélioration des rendements, donc un meilleur revenu[42].

Les plantes biotech constituent ainsi des outils fondamentaux à prendre en considération pour protéger la santé humaine, animale, végétale et environnementale dans la démarche globale *One Health*, une seule santé, un seul monde. Les recherches dans ce domaine s'avèrent cruciales pour l'avenir de l'humanité.

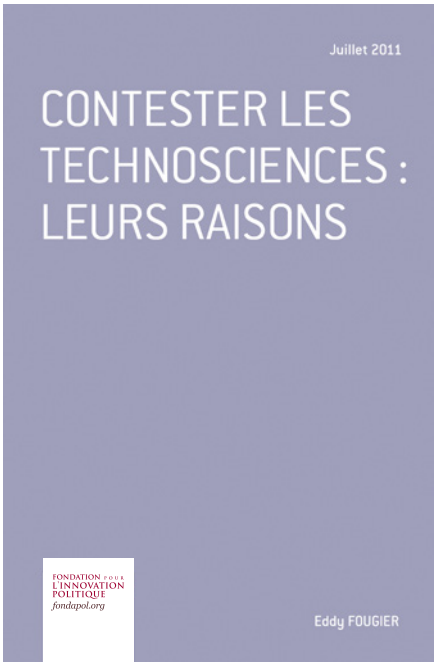
41. Voir *Well Fed*, film de Hidde Boersma, Karsten de Vreugd et Philip Fountain qui traite du sujet des plantes biotech et de la culture de l'aubergine Brinjal Bt au Bangladesh (disponible en accès libre sur le lien https://vimeo.com/188913344).

42. Anthony M. Shelton *et al.*, « Bt Eggplant Project in Bangladesh: History, Present Status, and Future Direction », *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, vol. 6, article n° 106, août 2018 (www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2018.00106/full).

Des outils de modification du génome au service de la santé humaine et animale
Catherine Regnault-Roger, janvier 2020, 56 pages

L'affaire Séralini. L'impasse d'une science militante
Marcel Kuntz, juin 2019, 68 pages

The Séralini affair. The dead-end of an activist science
Marcel Kuntz, September 2019, 68 pages



Contester les technosciences : leurs raisons
Eddy Fougier, juillet 2011, 40 pages

Contester les technosciences : leurs réseaux
Sylvain Boulouque, juillet 2011, 36 pages

NOS PUBLICATIONS

Des outils de modification du génome au service de la santé humaine et animale
Catherine Regnault-Roger, janvier 2020, 56 pages

Des plantes biotech au service de la santé du végétal et de l'environnement
Catherine Regnault-Roger, janvier 2020, 56 pages

L'Europe face aux nationalismes économiques américain et chinois (3)
Défendre l'économie européenne par la politique commerciale
Emmanuel Combe, Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon,
novembre 2019, 76 pages

L'Europe face aux nationalismes économiques américain et chinois (2)
Les pratiques anticoncurrentielles étrangères
Emmanuel Combe, Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon,
novembre 2019, 64 pages

L'Europe face aux nationalismes économiques américain et chinois (1)
Politique de concurrence et industrie européenne
Emmanuel Combe, Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon,
novembre 2019, 60 pages

Les attentats islamistes dans le monde, 1979-2019
Fondation pour l'innovation politique, novembre 2019, 80 pages

Vers des prix personnalisés à l'heure du numérique ?
Emmanuel Combe, octobre 2019, 68 pages

2022 le risque populiste en France
Un indicateur de la protestation électorale
Dominique Reynié, octobre 2019, 44 pages

La cour européenne des droits de l'homme, protectrice critiquée des « libertés invisibles »
Jean-Luc Sauron, octobre 2019, 72 pages

1939, l'alliance soviéto-nazie : aux origines de la fracture européenne
Stéphane Courtois, septembre 2019, 76 pages

Saxe et Brandebourg. Percée de l'AfD aux élections régionales du 1er septembre 2019
Patrick Moreau, septembre 2019, 46 pages

Campements de migrants sans-abri :
comparaisons européennes et recommandations
Julien Damon, septembre 2019, 68 pages

Vox, la fin de l'exception espagnole
Astrid Barrio, août 2019, 56 pages

Élections européennes 2019. Le poids des électorats
comparé au poids électoral des groupes parlementaires
Raphaël Grelon et Guillemette Lano. Avec le concours de Victor Delage
et Dominique Reynié, juillet 2019, 22 pages

Allô maman bobo (2). L'électorat urbain, de la gentrification au désenchantement
Nelly Garnier, juillet 2019, 64 pages

Allô maman bobo (1). L'électorat urbain, de la gentrification au désenchantement
Nelly Garnier, juillet 2019, 68 pages

L'affaire Séralini. L'impasse d'une science militante
Marcel Kuntz, juin 2019, 60 pages

Démocraties sous tension
Sous la direction de Dominique Reynié, mai 2019,
volume I, Les enjeux, 156 pages ; volume II, Les pays, 120 pages
Enquête réalisée en partenariat avec l'International Republican Institute

La longue gouvernance de Poutine
Vladislav Sourkov, mai 2019, 52 pages

Politique du handicap : pour une société inclusive
Sophie Cluzel, avril 2019, 44 pages

Ferroviaire : ouverture à la concurrence, une chance pour la SNCF
David Valence et François Bouchard, mars 2019, 64 pages

Un an de populisme italien
Alberto Toscano, mars 2019, 56 pages

Une mosquée mixte pour un islam spirituel et progressiste
Eva Janadin et Anne-Sophie Monsinay, février 2019, 72 pages

Une civilisation électrique (2). Vers le réenchantement
Alain Beltran et Patrice Carré, février 2019, 56 pages

Une civilisation électrique (1). Un siècle de transformations
Alain Beltran et Patrice Carré, février 2019, 56 pages

Prix de l'électricité : entre marché, régulation et subvention
Jacques Percebois, février 2019, 64 pages

Vers une société post-carbone
Patrice Geoffron, février 2019, 60 pages

Énergie-climat en Europe : pour une excellence écologique
Emmanuel Tuchscherer, février 2019, 48 pages

Innovation politique 2018 (tome 2)
Fondation pour l'innovation politique, janvier 2018, 544 pages

Innovation politique 2018 (tome 1)
Fondation pour l'innovation politique, janvier 2018, 472 pages

L'opinion européenne en 2018
Dominique Reynié (dir.), éditions Marie B/collection Lignes de Repères,
janvier 2019, 176 pages

La contestation animaliste radicale
Eddy Fougier, janvier 2019, 56 pages

Le numérique au secours de la santé
Serge Soudoplatoff, janvier 2019, 60 pages

Le nouveau pouvoir français et la coopération franco-japonaise
Fondation pour l'innovation politique, décembre 2018, 204 pages

Les apports du christianisme à l'unité de l'Europe
Jean-Dominique Durand, décembre 2018, 52 pages

La crise orthodoxe (2). Les convulsions, du XIXe siècle à nos jours
Jean-François Colosimo, décembre 2018, 52 pages

La crise orthodoxe (1). Les fondations, des origines au XIXe siècle
Jean-François Colosimo, décembre 2018, 52 pages

La France et les chrétiens d'Orient, dernière chance
Jean-François Colosimo, décembre 2018, 56 pages

Le christianisme et la modernité européenne (2).
Comprendre le retour de l'institution religieuse
Philippe Portier et Jean-Paul Willaime, décembre 2018, 52 pages

Le christianisme et la modernité européenne (1).
Récuser le déni

Philippe Portier et Jean-Paul Willaime, décembre 2018, 52 pages

Commerce illicite de cigarettes : les cas de Barbès-La Chapelle,
Saint-Denis et Aubervilliers-Quatre-Chemins
Mathieu Zagrodzki, Romain Maneveau et Arthur Persais, novembre 2018, 84 pages

L'avenir de l'hydroélectricité
Jean-Pierre Corniou, novembre 2018, 64 pages

Retraites : Leçons des réformes italiennes
Michel Martone, novembre 2018, 48 pages

Les géants du numérique (2) : un frein à l'innovation ?
Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon, novembre 2018, 84 pages

Les géants du numérique (1) : magnats de la finance
Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon, novembre 2018, 80 pages

L'intelligence artificielle en Chine : un état des lieux
Aifang Ma, novembre 2018, 60 pages

Alternative für Deutschland : établissement électoral
Patrick Moreau, octobre 2018, 72 pages

Les Français jugent leur système de retraite
Fondation pour l'innovation politique, octobre 2018, 28 pages

Migrations : la France singulière
Didier Leschi, octobre 2018, 56 pages

La révision constitutionnelle de 2008 : un premier bilan
Hugues Hourdin, octobre 2018, 52 pages
Préface d'Édouard Balladur et de Jack Lang

Les Français face à la crise démocratique : Immigration, populisme, Trump, Europe…
AJC Europe et la Fondation pour l'innovation politique, septembre 2018, 72 pages

Les « Démocrates de Suède » : un vote anti-immigration
Johan Martinsson, septembre 2018, 64 pages

Les Suédois et l'immigration (2) : fin du consensus ?
Tino Sanandaji, septembre 2018, 56 pages

Les Suédois et l'immigration (1) : fin de l'homogénéité ?
Tino Sanandaji, septembre 2018, 56 pages

Éthiques de l'immigration
Jean-Philippe Vincent, juin 2018, 56 pages

Les addictions chez les jeunes (14-24 ans)
Fondation pour l'innovation politique, juin 2018, 56 pages
Enquête réalisée en partenariat avec la Fondation Gabriel Péri et le Fonds Actions Addictions

Villes et voitures : pour une réconciliation
Jean Coldefy, juin 2018, 60 pages

France : combattre la pauvreté des enfants
Julien Damon, mai 2018, 48 pages

Que pèsent les syndicats ?
Dominique Andolfatto, avril 2018, 56 pages

L'élan de la francophonie : pour une ambition française (2)
Benjamin Boutin, mars 2018, 48 pages

L'élan de la francophonie : une communauté de langue et de destin (1)
Benjamin Boutin, mars 2018, 48 pages

L'Italie aux urnes
Sofia Ventura, février 2018, 44 pages

L'intelligence artificielle : l'expertise partout accessible à tous
Serge Soudoplatoff, février 2018, 60 pages

L'innovation à l'ère du bien commun
Benjamin Boscher, Xavier Pavie, février 2018, 64 pages

Libérer l'islam de l'islamisme
Mohamed Louizi, janvier 2018, 84 pages

Gouverner le religieux dans un état laïc
Thierry Rambaud, janvier 2018, 56 pages

Innovation politique 2017 (tome 2)
Fondation pour l'innovation politique, janvier 2018, 492 pages

Innovation politique 2017 (tome 1)
Fondation pour l'innovation politique, janvier 2018, 468 pages

Une « norme intelligente » au service de la réforme
Victor Fabre, Mathieu Kohmann, Mathieu Luinaud, décembre 2017, 44 pages

Autriche : virage à droite
Patrick Moreau, novembre 2017, 52 pages

Pour repenser le bac, réformons le lycée et l'apprentissage
Faÿçal Hafied, novembre 2017, 76 pages

Où va la démocratie ?
Sous la direction de Dominique Reynié, Plon, octobre 2017, 320 pages

Violence antisémite en Europe 2005-2015
Johannes Due Enstad, septembre 2017, 48 pages

Pour l'emploi : la subrogation du crédit d'impôt des services à la personne
Bruno Despujol, Olivier Peraldi et Dominique Reynié, septembre 2017, 52 pages

Marché du travail : pour la réforme !
Faÿçal Hafied, juillet 2017, 64 pages

Le fact-checking : une réponse à la crise de l'information et de la démocratie
Farid Gueham, juillet 2017, 68 pages

Notre-Dame- des-Landes : l'État, le droit et la démocratie empêchés
Bruno Hug de Larauze, mai 2017, 56 pages

France : les juifs vus par les musulmans. Entre stéréotypes et méconnaissances
Mehdi Ghouirgate, Iannis Roder et Dominique Schnapper, mai 2017, 44 pages

Dette publique : la mesurer, la réduire
Jean-Marc Daniel, avril 2017, 52 pages

Parfaire le paritarisme par l'indépendance financière
Julien Damon, avril 2017, 52 pages

Former, de plus en plus, de mieux en mieux. L'enjeu de la formation professionnelle
Olivier Faron, avril 2017, 48 pages

Les troubles du monde, l'islamisme et sa récupération populiste : l'Europe démocratique menacée
Pierre-Adrien Hanania, AJC, Fondapol, mars 2017, 44 pages

Porno addiction : nouvel enjeu de société
David Reynié, mars 2017, 48 pages

Calais : miroir français de la crise migratoire européenne (2)
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, mars 2017, 72 pages

Calais : miroir français de la crise migratoire européenne (1)
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, mars 2017, 56 pages

L'actif épargne logement
Pierre-François Gouiffès, février 2017, 48 pages

Réformer : quel discours pour convaincre ?
Christophe de Voogd, février 2017, 52 pages

De l'assurance maladie à l'assurance santé
Patrick Negaret, février 2017, 48 pages

Hôpital : libérer l'innovation
Christophe Marques et Nicolas Bouzou, février 2017, 44 pages

Le Front national face à l'obstacle du second tour
Jérôme Jaffré, février 2017, 48 pages

La République des entrepreneurs
Vincent Lorphelin, janvier 2017, 52 pages

Des startups d'État à l'État plateforme
Pierre Pezziardi et Henri Verdier, janvier 2017, 52 pages

Vers la souveraineté numérique
Farid Gueham, janvier 2017, 44 pages

Repenser notre politique commerciale
Laurence Daziano, janvier 2017, 48 pages

Mesures de la pauvreté, mesures contre la pauvreté
Julien Damon, décembre 2016, 40 pages

L' Autriche des populistes
Patrick Moreau, novembre 2016, 72 pages

L'Europe face aux défis du pétro-solaire
Albert Bressand, novembre 2016, 52 pages

Le Front national en campagnes. Les agriculteurs et le vote FN
Eddy Fougier et Jérôme Fourquet, octobre 2016, 52 pages

Innovation politique 2016
Fondation pour l'innovation politique, PUF, octobre 2016, 758 pages

Le nouveau monde de l'automobile (2) : les promesses de la mobilité électrique
Jean-Pierre Corniou, octobre 2016, 68 pages

Le nouveau monde de l'automobile (1) : l'impasse du moteur à explosion
Jean-Pierre Corniou, octobre 2016, 48 pages

L'opinion européenne en 2016
Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, septembre 2016, 224 pages

L'individu contre l'étatisme. Actualité de la pensée libérale française (XX^e siècle)
Jérôme Perrier, septembre 2016, 52 pages

L'individu contre l'étatisme. Actualité de la pensée libérale française (XIX^e siècle)
Jérôme Perrier, septembre 2016, 52 pages

Refonder l'audiovisuel public.
Olivier Babeau, septembre 2016, 48 pages

La concurrence au défi du numérique
Charles-Antoine Schwerer, juillet 2016, 48 pages

Portrait des musulmans d'Europe : unité dans la diversité
Vincent Tournier, juin 2016, 68 pages

Portrait des musulmans de France : une communauté plurielle
Nadia Henni-Moulaï, juin 2016, 48 pages

La blockchain, ou la confiance distribuée
Yves Caseau et Serge Soudoplatoff, juin 2016, 48 pages

La gauche radicale : liens, lieux et luttes (2012-2017)
Sylvain Boulouque, mai 2016, 56 pages

Gouverner pour réformer : éléments de méthode
Erwan Le Noan et Matthieu Montjotin, mai 2016, 64 pages

Les zadistes (2) : la tentation de la violence
Eddy Fougier, avril 2016, 44 pages

Les zadistes (1) : un nouvel anticapitalisme
Eddy Fougier, avril 2016, 44 pages

Régionales (2) : les partis, contestés mais pas concurrencés
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, mars 2016, 52 pages

Régionales (1) : vote FN et attentats
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, mars 2016, 60 pages

Un droit pour l'innovation et la croissance
Sophie Vermeille, Mathieu Kohmann et Mathieu Luinaud, février 2016, 52 pages

Le lobbying : outil démocratique
Anthony Escurat, février 2016, 44 pages

Valeurs d'islam
Dominique Reynié (dir.), préface par le cheikh Khaled Bentounès, PUF, janvier 2016, 432 pages

Chiites et sunnites : paix impossible ?
Mathieu Terrier, janvier 2016, 44 pages

Projet d'entreprise : renouveler le capitalisme
Daniel Hurstel, décembre 2015, 44 pages

Le mutualisme : répondre aux défis assurantiels
Arnaud Chneiweiss et Stéphane Tisserand, novembre 2015, 44 pages

L'opinion européenne en 2015
Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, novembre 2015, 140 pages

La noopolitique : le pouvoir de la connaissance
Idriss J. Aberkane, novembre 2015, 52 pages

Innovation politique 2015
Fondation pour l'innovation politique, PUF, octobre 2015, 576 pages

Good COP21, Bad COP21 (2) : une réflexion à contre-courant
Albert Bressand, octobre 2015, 48 pages

Good COP21, Bad COP21 (1) : le Kant européen et le Machiavel chinois
Albert Bressand, octobre 2015, 48 pages

PME : nouveaux modes de financement
Mohamed Abdesslam et Benjamin Le Pendeven, octobre 2015, 44 pages

Vive l'automobilisme ! (2). Pourquoi il faut défendre la route
Mathieu Flonneau et Jean-Pierre Orfeuil, octobre 2015, 44 pages

Vive l'automobilisme ! (1). Les conditions d'une mobilité conviviale
Mathieu Flonneau et Jean-Pierre Orfeuil, octobre 2015, 40 pages

Crise de la conscience arabo-musulmane
Malik Bezouh, septembre 2015, 40 pages

Départementales de mars 2015 (3) : le second tour
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, août 2015, 56 pages

Départementales de mars 2015 (2) : le premier tour
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, août 2015, 56 pages

Départementales de mars 2015 (1) : le contexte
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, août 2015, 44 pages

Enseignement supérieur : les limites de la « mastérisation »
Julien Gonzalez, juillet 2015, 44 pages

Politique économique : l'enjeu franco-allemand
Wolfgang Glomb et Henry d'Arcole, juin 2015, 36 pages

Les lois de la primaire. Celles d'hier, celles de demain.
François Bazin, juin 2015, 48 pages

Économie de la connaissance
Idriss J. Aberkane, mai 2015, 48 pages

Lutter contre les vols et cambriolages : une approche économique
Emmanuel Combe et Sébastien Daziano, mai 2015, 56 pages

Unir pour agir : un programme pour la croissance
Alain Madelin, mai 2015, 52 pages

Nouvelle entreprise et valeur humaine
Francis Mer, avril 2015, 32 pages

Les transports et le financement de la mobilité
Yves Crozet, avril 2015, 32 pages

Numérique et mobilité : impacts et synergies
Jean Coldefy, avril 2015, 36 pages

Islam et démocratie : face à la modernité
Mohamed Beddy Ebnou, mars 2015, 40 pages

Islam et démocratie : les fondements
Aḥmad Al-Raysuni, mars 2015, 40 pages

Les femmes et l'islam : une vision réformiste
Asma Lamrabet, mars 2015, 48 pages

Éducation et islam
Mustapha Cherif, mars 2015, 44 pages

Que nous disent les élections législatives partielles depuis 2012 ?
Dominique Reynié, février 2015, 4 pages

L'islam et les valeurs de la République
Saad Khiari, février 2015, 44 pages

Islam et contrat social
Philippe Moulinet, février 2015, 44 pages

Le soufisme : spiritualité et citoyenneté
Bariza Khiari, février 2015, 56 pages

L'humanisme et l'humanité en islam
Ahmed Bouyerdene, février 2015, 56 pages

Éradiquer l'hépatite C en France : quelles stratégies publiques ?

Nicolas Bouzou et Christophe Marques, janvier 2015, 40 pages

Coran, clés de lecture
Tareq Oubrou, janvier 2015, 44 pages

Le pluralisme religieux en islam, ou la conscience de l'altérité
Éric Geoffroy, janvier 2015, 40 pages

Mémoires à venir
Dominique Reynié, janvier 2015, enquête réalisée en partenariat avec la Fondation pour la Mémoire de la Shoah, 156 pages

La classe moyenne américaine en voie d'effritement
Julien Damon, décembre 2014, 40 pages

Pour une complémentaire éducation : l'école des classes moyennes
Erwan Le Noan et Dominique Reynié, novembre 2014, 56 pages

L'antisémitisme dans l'opinion publique française. Nouveaux éclairages
Dominique Reynié, novembre 2014, 48 pages

La politique de concurrence : un atout pour notre industrie
Emmanuel Combe, novembre 2014, 48 pages

Européennes 2014 (2) : poussée du FN, recul de l'UMP et vote breton
Jérôme Fourquet, octobre 2014, 52 pages

Européennes 2014 (1) : la gauche en miettes
Jérôme Fourquet, octobre 2014, 40 pages

Innovation politique 2014
Fondation pour l'innovation politique, PUF, octobre 2014, 554 pages

Énergie-climat : pour une politique efficace
Albert Bressand, septembre 2014, 56 pages

L'urbanisation du monde. Une chance pour la France
Laurence Daziano, juillet 2014, 44 pages

Que peut-on demander à la politique monétaire ?
Pascal Salin, mai 2014, 48 pages

Le changement, c'est tout le temps ! 1514 - 2014
Suzanne Baverez et Jean Sénié, mai 2014, 48 pages

Trop d'émigrés ? Regards sur ceux qui partent de France
Julien Gonzalez, mai 2014, 48 pages

L'opinion européenne en 2014
Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, avril 2014, 284 pages

Taxer mieux, gagner plus
Robin Rivaton, avril 2014, 52 pages

L'État innovant (2) : diversifier la haute administration
Kevin Brookes et Benjamin Le Pendeven, mars 2014, 44 pages

L'État innovant (1) : renforcer les think tanks
Kevin Brookes et Benjamin Le Pendeven, mars 2014, 52 pages

Pour un new deal fiscal
Gianmarco Monsellato, mars 2014, 8 pages

Faire cesser la mendicité avec enfants
Julien Damon, mars 2014, 44 pages

Le low cost, une révolution économique et démocratique
Emmanuel Combe, février 2014, 52 pages

Un accès équitable aux thérapies contre le cancer
Nicolas Bouzou, février 2014, 52 pages

Réformer le statut des enseignants
Luc Chatel, janvier 2014, 8 pages

Un outil de finance sociale : les social impact bonds
Yan de Kerorguen, décembre 2013, 36 pages

Pour la croissance, la débureaucratisation par la confiance
Pierre Pezziardi, Serge Soudoplatoff et Xavier Quérat-Hément, novembre 2013, 48 pages

Les valeurs des Franciliens
Guénaëlle Gault, octobre 2013, 36 pages

Sortir d'une grève étudiante : le cas du Québec
Jean-Patrick Brady et Stéphane Paquin, octobre 2013, 40 pages

Un contrat de travail unique avec indemnités de départ intégrées
Charles Beigbeder, juillet 2013, 8 pages

L'opinion européenne en 2013
Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, juillet 2013, 268 pages

La nouvelle vague des émergents : Bangladesh, Éthiopie, Nigeria, Indonésie, Vietnam, Mexique
Laurence Daziano, juillet 2013, 40 pages

Transition énergétique européenne : bonnes intentions et mauvais calculs
Albert Bressand, juillet 2013, 44 pages

La démobilité : travailler, vivre autrement
Julien Damon, juin 2013, 44 pages

Le Kapital. Pour rebâtir l'industrie
Christian Saint-Étienne et Robin Rivaton, avril 2013, 40 pages

Code éthique de la vie politique et des responsables publics en France
Les Arvernes, Fondation pour l'innovation politique, avril 2013, 12 pages

Les classes moyennes dans les pays émergents
Julien Damon, avril 2013, 38 pages

Innovation politique 2013
Fondation pour l'innovation politique, PUF, janvier 2013, 652 pages

Relancer notre industrie par les robots (2) : les stratégies
Robin Rivaton, décembre 2012, 40 pages

Relancer notre industrie par les robots (1) : les enjeux
Robin Rivaton, décembre 2012, 52 pages

La compétitivité passe aussi par la fiscalité
Aldo Cardoso, Michel Didier, Bertrand Jacquillat, Dominique Reynié et Grégoire Sentilhes, décembre 2012, 20 pages

Une autre politique monétaire pour résoudre la crise
Nicolas Goetzmann, décembre 2012, 40 pages

La nouvelle politique fiscale rend-elle l'ISF inconstitutionnel ?
Aldo Cardoso, novembre 2012, 12 pages

Fiscalité : pourquoi et comment un pays sans riches est un pays pauvre…
Bertrand Jacquillat, octobre 2012, 40 pages

Youth and Sustainable Development
Fondapol/Nomadéis/United Nations, juin 2012, 80 pages

La philanthropie. Des entrepreneurs de solidarité
Francis Charhon, mai / juin 2012, 44 pages

Les chiffres de la pauvreté : le sens de la mesure
Julien Damon, mai 2012, 40 pages

Libérer le financement de l'économie
Robin Rivaton, avril 2012, 40 pages

L'épargne au service du logement social
Julie Merle, avril 2012, 40 pages

L'opinion européenne en 2012
Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, mars 2012, 210 pages

Valeurs partagées
Dominique Reynié (dir.), PUF, mars 2012, 362 pages

Les droites en Europe
Dominique Reynié (dir.), PUF, février 2012, 552 pages

Innovation politique 2012
Fondation pour l'innovation politique, PUF, janvier 2012, 648 pages

L'école de la liberté : initiative, autonomie et responsabilité
Charles Feuillerade, janvier 2012, 36 pages

Politique énergétique française (2) : les stratégies
Rémy Prud'homme, janvier 2012, 40 pages

Politique énergétique française (1) : les enjeux
Rémy Prud'homme, janvier 2012, 48 pages

Révolution des valeurs et mondialisation
Luc Ferry, janvier 2012, 36 pages

Quel avenir pour la social-démocratie en Europe ?
Sir Stuart Bell, décembre 2011, 36 pages

La régulation professionnelle : des règles non étatiques pour mieux responsabiliser
Jean-Pierre Teyssier, décembre 2011, 36 pages

L'hospitalité : une éthique du soin
Emmanuel Hirsch, décembre 2011, 32 pages

12 idées pour 2012
Fondation pour l'innovation politique, décembre 2011, 110 pages

Les classes moyennes et le logement
Julien Damon, décembre 2011, 40 pages

Réformer la santé : trois propositions
Nicolas Bouzou, novembre 2011, 32 pages

Le nouveau Parlement : la révision du 23 juillet 2008
Jean-Félix de Bujadoux, novembre 2011, 40 pages

La responsabilité
Alain-Gérard Slama, novembre 2011, 32 pages

Le vote des classes moyennes
Élisabeth Dupoirier, novembre 2011, 40 pages

La compétitivité par la qualité
Emmanuel Combe et Jean-Louis Mucchielli, octobre 2011, 32 pages

Les classes moyennes et le crédit
Nicolas Pécourt, octobre 2011, 32 pages

Portrait des classes moyennes
Laure Bonneval, Jérôme Fourquet et Fabienne Gomant, octobre 2011, 36 pages

Morale, éthique, déontologie
Michel Maffesoli, octobre 2011, 40 pages

Sortir du communisme, changer d'époque
Stéphane Courtois (dir.), PUF, octobre 2011, 672 pages

L'énergie nucléaire après Fukushima : incident mineur ou nouvelle donne ?
Malcolm Grimston, septembre 2011, 16 pages

La jeunesse du monde
Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, septembre 2011, 132 pages

Pouvoir d'achat : une politique
Emmanuel Combe, septembre 2011, 52 pages

La liberté religieuse
Henri Madelin, septembre 2011, 36 pages

Réduire notre dette publique
Jean-Marc Daniel, septembre 2011, 40 pages

Écologie et libéralisme
Corine Pelluchon, août 2011, 40 pages

Valoriser les monuments historiques : de nouvelles stratégies
Wladimir Mitrofanoff et Christiane Schmuckle-Mollard, juillet 2011, 28 pages

Contester les technosciences : leurs raisons
Eddy Fougier, juillet 2011, 40 pages

Contester les technosciences : leurs réseaux
Sylvain Boulouque, juillet 2011, 36 pages

La fraternité
Paul Thibaud, juin 2011, 36 pages

La transformation numérique au service de la croissance
Jean-Pierre Corniou, juin 2011, 52 pages

L'engagement
Dominique Schnapper, juin 2011, 32 pages

Liberté, Égalité, Fraternité
André Glucksmann, mai 2011, 36 pages

Quelle industrie pour la défense française ?
Guillaume Lagane, mai 2011, 26 pages

La religion dans les affaires : la responsabilité sociale de l'entreprise
Aurélien Acquier, Jean-Pascal Gond et Jacques Igalens, mai 2011, 44 pages

La religion dans les affaires : la finance islamique
Lila Guermas-Sayegh, mai 2011, 36 pages

Où en est la droite ? L'Allemagne
Patrick Moreau, avril 2011, 56 pages

Où en est la droite ? La Slovaquie
Étienne Boisserie, avril 2011, 40 pages

Qui détient la dette publique ?
Guillaume Leroy, avril 2011, 36 pages

Le principe de précaution dans le monde
Nicolas de Sadeleer, mars 2011, 36 pages

Comprendre le Tea Party
Henri Hude, mars 2011, 40 pages

Où en est la droite ? Les Pays-Bas
Niek Pas, mars 2011, 36 pages

Productivité agricole et qualité des eaux
Gérard Morice, mars 2011, 44 pages

L'Eau : du volume à la valeur
Jean-Louis Chaussade, mars 2011, 32 pages

Eau : comment traiter les micropolluants ?
Philippe Hartemann, mars 2011, 38 pages

Eau : défis mondiaux, perspectives françaises
Gérard Payen, mars 2011, 62 pages

L'irrigation pour une agriculture durable
Jean-Paul Renoux, mars 2011, 42 pages

Gestion de l'eau : vers de nouveaux modèles
Antoine Frérot, mars 2011, 32 pages

Où en est la droite ? L'Autriche
Patrick Moreau, février 2011, 42 pages

La participation au service de l'emploi et du pouvoir d'achat
Jacques Perche et Antoine Pertinax, février 2011, 32 pages

Le tandem franco-allemand face à la crise de l'euro
Wolfgang Glomb, février 2011, 38 pages

2011, la jeunesse du monde
Dominique Reynié (dir.), janvier 2011, 88 pages

L'opinion européenne en 2011
Dominique Reynié (dir.), Édition Lignes de Repères, janvier 2011, 254 pages

Administration 2.0
Thierry Weibel, janvier 2011, 48 pages

Où en est la droite ? La Bulgarie
Antony Todorov, décembre 2010, 32 pages

Le retour du tirage au sort en politique
Gil Delannoi, décembre 2010, 38 pages

La compétence morale du peuple
Raymond Boudon, novembre 2010, 30 pages

L'Académie au pays du capital
Bernard Belloc et Pierre-François Mourier, PUF, novembre 2010, 222 pages

Pour une nouvelle politique agricole commune
Bernard Bachelier, novembre 2010, 30 pages

Sécurité alimentaire : un enjeu global
Bernard Bachelier, novembre 2010, 30 pages

Les vertus cachées du low cost aérien
Emmanuel Combe, novembre 2010, 40 pages

Innovation politique 2011
Fondation pour l'innovation politique, PUF, novembre 2010, 676 pages

Défense : surmonter l'impasse budgétaire
Guillaume Lagane, octobre 2010, 34 pages

Où en est la droite ? L'Espagne
Joan Marcet, octobre 2010, 34 pages

Les vertus de la concurrence
David Sraer, septembre 2010, 44 pages

Internet, politique et coproduction citoyenne
Robin Berjon, septembre 2010, 32 pages

Où en est la droite ? La Pologne
Dominika Tomaszewska-Mortimer, août 2010, 42 pages

Où en est la droite ? La Suède et le Danemark
Jacob Christensen, juillet 2010, 44 pages

Quel policier dans notre société ?
Mathieu Zagrodzki, juillet 2010, 28 pages

Où en est la droite ? L'Italie
Sofia Ventura, juillet 2010, 36 pages

Crise bancaire, dette publique : une vue allemande
Wolfgang Glomb, juillet 2010, 28 pages

Dette publique, inquiétude publique
Jérôme Fourquet, juin 2010, 32 pages

Une régulation bancaire pour une croissance durable
Nathalie Janson, juin 2010, 36 pages

Quatre propositions pour rénover notre modèle agricole
Pascal Perri, mai 2010, 32 pages

Régionales 2010 : que sont les électeurs devenus ?
Pascal Perrineau, mai 2010, 56 pages

L'opinion européenne en 2010
Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, mai 2010, 245 pages

Pays-Bas : la tentation populiste
Christophe de Voogd, mai 2010, 43 pages

Quatre idées pour renforcer le pouvoir d'achat
Pascal Perri, avril 2010, 30 pages

Où en est la droite ? La Grande-Bretagne
David Hanley, avril 2010, 34 pages

Renforcer le rôle économique des régions
Nicolas Bouzou, mars 2010, 30 pages

Réduire la dette grâce à la Constitution
Jacques Delpla, février 2010, 54 pages

Stratégie pour une réduction de la dette publique française
Nicolas Bouzou, février 2010, 30 pages

Iran : une révolution civile ?
Nader Vahabi, novembre 2009, 19 pages

Où va la politique de l'église catholique ? D'une querelle du libéralisme à l'autre
Émile Perreau-Saussine, octobre 2009, 26 pages

Agir pour la croissance verte
Valéry Morron et Déborah Sanchez, octobre 2009, 11 pages

L'économie allemande à la veille des législatives de 2009
Nicolas Bouzou et Jérôme Duval-Hamel, septembre 2009, 10 pages

Élections européennes 2009 : analyse des résultats en Europe et en France
Corinne Deloy, Dominique Reynié et Pascal Perrineau, septembre 2009, 32 pages

Retour sur l'alliance soviéto-nazie, 70 ans après
Stéphane Courtois, juillet 2009, 16 pages

L'État administratif et le libéralisme. Une histoire française
Lucien Jaume, juin 2009, 12 pages

La politique européenne de développement : une réponse à la crise de la mondialisation ?
Jean-Michel Debrat, juin 2009, 12 pages

La protestation contre la réforme du statut des enseignants-chercheurs : défense du statut, illustration du statu quo.
Suivi d'une discussion entre l'auteur et Bruno Bensasson
David Bonneau, mai 2009, 20 pages

La lutte contre les discriminations liées à l'âge en matière d'emploi
Élise Muir (dir.), mai 2009, 64 pages

Quatre propositions pour que l'Europe ne tombe pas dans le protectionnisme
Nicolas Bouzou, mars 2009, 12 pages

Après le 29 janvier : la fonction publique contre la société civile ? Une question de justice sociale et un problème démocratique
Dominique Reynié, mars 2009, 22 pages

La réforme de l'enseignement supérieur en Australie
Zoe McKenzie, mars 2009, 74 pages

Les réformes face au conflit social
Dominique Reynié, janvier 2009, 14 pages

L'opinion européenne en 2009
Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, mars 2009, 237 pages

Travailler le dimanche : qu'en pensent ceux qui travaillent le dimanche ?
Sondage, analyse, éléments pour le débat
Dominique Reynié, janvier 2009, 18 pages

Stratégie européenne pour la croissance verte
Elvire Fabry et Damien Tresallet (dir.), novembre 2008, 124 pages

Défense, immigration, énergie : regards croisés franco-allemands sur trois priorités de la présidence française de l'UE
Elvire Fabry, octobre 2008, 35 pages

Retrouvez notre actualité et nos publications sur fondapol.org

SOUTENEZ LA FONDATION POUR L'INNOVATION POLITIQUE !

Pour renforcer son indépendance et conduire sa mission d'utilité publique, la Fondation pour l'innovation politique, institution de la société civile, a besoin du soutien des entreprises et des particuliers. Ils sont invités à participer chaque année à la convention générale qui définit ses orientations. La Fondation pour l'innovation politique les convie régulièrement à rencontrer ses équipes et ses conseillers, à discuter en avant-première de ses travaux, à participer à ses manifestations.

Reconnue d'utilité publique par décret en date du 14 avril 2004, la Fondation pour l'innovation politique peut recevoir des dons et des legs des particuliers et des entreprises.

Vous êtes une entreprise, un organisme, une association

Avantage fiscal : **votre entreprise bénéficie d'une réduction d'impôt de 60 % à imputer directement sur l'IS** (ou le cas échéant sur l'IR), dans la limite de 5 ‰ du chiffre d'affaires HT (report possible durant 5 ans) (art. 238 *bis* du CGI).

Dans le cas d'un don de 20 000 €, vous pourrez déduire 12 000 € d'impôt, votre contribution aura réellement coûté 8 000 € à votre entreprise.

Vous êtes un particulier

Avantages fiscaux : **au titre de l'IR, vous bénéficiez d'une réduction d'impôt de 66 %** de vos versements, dans la limite de 20 % du revenu imposable (report possible durant 5 ans) ; au titre de l'IFI, vous bénéficiez d'une réduction d'impôt de 75 % de vos dons versés, dans la limite de 50 000 €.

Dans le cas d'un don de 1 000 €, vous pourrez déduire 660 € de votre IR ou 750 € de votre IFI. Pour un don de 5 000 €, vous pourrez déduire 3 300 € de votre IR ou 3 750 € de votre IFI.

contact : Anne Flambert +33 (0)1 47 53 67 09 anne.flambert@fondapol.org

DES PLANTES BIOTECH AU SERVICE DE LA SANTÉ DU VÉGÉTAL ET DE L'ENVIRONNEMENT

Par Catherine REGNAULT-ROGER

Les méthodes de modification du génome sont intimement liées à l'histoire de l'humanité, des premiers balbutiements de l'agriculture au néolithique en passant par le développement des thérapies géniques. Aujourd'hui, les techniques employées sont issues des biotechnologies (transgénèse, mutagénèse ainsi que les nouvelles techniques d'édition du génome NBT, ou New Breeding Techniques), et suscitent un débat sociétal empreint d'inquiétude ou de rejet idéologique.

Ces craintes sont-elles fondées ? Les avancées scientifiques que propose cette approche biotechnologique méritent d'être prises en considération, tout particulièrement en matière de santé. Aujourd'hui, la mondialisation a souligné que les santés, qu'elles soient humaine ou animale, végétale ou environnementale, sont interdépendantes et réunies sous le concept *One Health* : une seule santé, un seul monde.

Après avoir situé les modifications du génome dans le contexte de la vie sur notre planète et les progrès qu'elles offrent en matière de santé humaine et animale ainsi que les espoirs que ces techniques suscitent, nous examinerons dans cette note les innovations qui relèvent du domaine de la santé du végétal et quelles sont les conséquences environnementales que posent réellement les plantes biotechnologiques.

Les médias

fondapol.tv

trop libre
Une voix libérale, progressiste et européenne

ANTHROPO TECHNIE
LES ENJEUX DE L'HUMAIN AUGMENTÉ

Les données en open data

data.fondapol

Le site internet

fondapol.org

978 2 36408 224 3

ISBN : 978-2-36408-224-3

5 €

11, rue de Grenelle • 75007 Paris – France • Tél. : 33 (0)1 47 53 67 00 • contact@fondapol.org