

Enregistré à la présidence de l'Assemblée nationale

le 3 juin 2021

Enregistré à la présidence du Sénat

le 3 juin 2021

RAPPORT

au nom de

**L'OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION
DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

sur

**LES NOUVELLES TECHNIQUES DE SÉLECTION VÉGÉTALE EN 2021 :
AVANTAGES, LIMITES, ACCEPTABILITÉ**

*Compte rendu de l'audition publique du 18 mars 2021
et de la présentation des conclusions du 3 juin 2021*

PAR

M. Loïc PRUD'HOMME, député, et Mme Catherine PROCACCIA, sénateur

Déposé sur le Bureau de l'Assemblée nationale

par M. Cédric VILLANI,

Président de l'Office

Déposé sur le Bureau du Sénat

par M. Gérard LONGUET,

Premier vice-président de l'Office

Composition de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Président

M. Cédric VILLANI, député

Premier vice-président

M. Gérard LONGUET, sénateur

Vice-présidents

M. Didier BAICHÈRE, député
M. Jean-Luc FUGIT, député
M. Patrick HETZEL, député

Mme Sonia de LA PRÔVOTÉ, sénatrice
Mme Angèle PRÉVILLE, sénatrice
Mme Catherine PROCACCIA, sénatrice

DÉPUTÉS

M. Julien AUBERT
M. Philippe BOLO
Mme Émilie CARIOU
M. Jean-François ELIAOU
Mme Valéria FAURE-MUNTIAN
M. Claude de GANAY
M. Thomas GASSILLOUD
Mme Anne GENETET
M. Pierre HENRIET
M. Antoine HERTH
M. Jean-Paul LECOQ
M. Gérard LESEUL
M. Loïc PRUD'HOMME
Mme Huguette TIEGNA

SÉNATEURS

Mme Laure DARCOS
Mme Annie DELMONT-KOROPOULIS
M. André GUIOL
M. Ludovic HAYE
M. Olivier HENNO
Mme Annick JACQUEMET
M. Bernard JOMIER
Mme Florence LASSARADE
M. Ronan Le GLEUT
M. Pierre MÉDEVIELLE
Mme Michelle MEUNIER
M. Pierre OUZOULIAS
M. Stéphane PIEDNOIR
M. Bruno SIDO

SOMMAIRE

	Pages
SAISINE DE L'OFFICE	7
CONCLUSIONS DE L'AUDITION PUBLIQUE « LES NOUVELLES TECHNIQUES DE SÉLECTION VÉGÉTALE EN 2021 : AVANTAGES, LIMITES, ACCEPTABILITÉ » (18 MARS 2021)	9
TRAVAUX DE L'OFFICE	27
I. COMPTE RENDU DE L'AUDITION PUBLIQUE DU 18 MARS 2021	27
II. EXTRAIT DU COMPTE RENDU DE LA RÉUNION DE L'OPECST DU JEUDI 3 JUIN 2021 : EXAMEN DES CONCLUSIONS DE L'AUDITION PUBLIQUE DU 18 MARS 2021	79
ANNEXES (CONTRIBUTIONS ÉCRITES)	95
I. CONFÉDÉRATION PAYSANNE	95
II. UFS	103
III. FNSEA	113
IV. ACTA	117

SAISINE DE L'OFFICE



ASSEMBLÉE
NATIONALE

Roland LESCURE

Député des Français d'Amérique du Nord
Président de la commission des affaires économiques

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
LIBERTÉ - ÉGALITÉ - FRATERNITÉ

Paris, le 25 février 2020

Monsieur le Président,

L'agriculture française est confrontée à de nombreux défis d'ordre économique, social, environnemental et sanitaire, qui en font un domaine privilégié de recherches et d'innovations scientifiques et technologiques.

Depuis quelques années, de nouvelles techniques de sélection végétale émergent, et sont qualifiées de « *New Breeding Techniques* » (NBT). Ces techniques, dont les plus connues sont les « ciseaux moléculaires » de l'enzyme CRISPR-Cas9, se distinguent par leur capacité à cibler le génome des plantes afin de modifier, insérer ou rendre inactif un gène. Elles permettent d'obtenir rapidement des variétés stables, à la différence des méthodes classiques de sélection végétale.

Les NBT, qui sont principalement mises en œuvre par les grandes entreprises semencières, sont présentées par ces dernières comme de nouveaux instruments susceptibles de favoriser la résistance aux maladies, l'adaptation aux conditions environnementales, la qualité nutritionnelle et la conservation des aliments. Pour certains, ces techniques sont même susceptibles d'apporter un soutien à l'agriculture biologique, en réduisant les besoins d'intrants et en augmentant les rendements.

Toutefois, diverses inquiétudes s'expriment également. Elles portent, en particulier, sur la réalité de la différenciation faite entre les NBT et les organismes génétiquement modifiés (OGM). Dans un arrêt du 25 juillet 2018, la Cour de justice de l'Union européenne a d'ailleurs jugé que les produits issus de ces nouvelles techniques répondent à la définition européenne des OGM et doivent être encadrés au même titre.

.../...

Monsieur Gérard LONGUET
Président de l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques
Casier de la Poste
15 rue de Vaugirard
75291 Paris Cedex 06

La commission des affaires économiques souhaite donc saisir l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques d'une mission portant sur les avantages et les risques potentiels des NBT. Cette saisine est réalisée en application de l'article 6 *ter* de l'ordonnance n° 58-11100 du 17 novembre 1938 relative au fonctionnement des assemblées parlementaires.

Je vous prie de croire, Monsieur le Président, à l'assurance de nos sentiments les meilleurs.

Bien à tu

Roland LESCURE



Cc : Monsieur Cédric VILLANI
Premier vice-président
de l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques

CONCLUSIONS DE L'AUDITION PUBLIQUE « LES NOUVELLES TECHNIQUES DE SÉLECTION VÉGÉTALE EN 2021 : AVANTAGES, LIMITES, ACCEPTABILITÉ » (18 MARS 2021)

Le 18 mars 2021, l'Office a réuni des acteurs des secteurs académique, industriel et agricole pour faire le point sur le statut, les avantages, les limites, le traitement légal et l'acceptabilité des plantes issues des « nouvelles techniques de sélection végétale » (NBT – *new breeding techniques*), répondant ainsi à une demande de la Commission des affaires économiques d'examiner les avantages et les risques associés à ces techniques.

Dans le rapport sur les enjeux économiques, environnementaux, sanitaires et éthiques des biotechnologies à la lumière des nouvelles pistes de recherche, publié en 2017, l'Office avait déjà fait le point sur les avancées permises par la technologie de modification ciblée du génome (*genome editing*) Crispr-Cas9 en matière d'agriculture. Depuis sa publication, le contexte réglementaire a évolué avec la décision, en 2018, de la Cour de Justice de l'Union européenne (CJUE) de considérer que les plantes issues des nouvelles techniques de modification ciblée du génome ne faisaient pas partie des techniques bénéficiant d'un recul suffisant pour être exemptées de la réglementation 2001/18/CE, applicable à la transgénèse. Conformément à la décision de la CJUE, la Commission a en outre produit une étude¹ fin avril 2021 afin de clarifier le statut des nouvelles techniques génomiques dans le droit de l'Union.

Sur ce sujet, le contexte en France est marqué par une division de longue date entre des acteurs favorables à l'utilisation des NBT sans que la réglementation 2001/18/CE leur soit applicable, et des acteurs qui y sont opposés, à l'image de la Confédération paysanne, qui a sollicité le Conseil d'État français pour que celui-ci saisisse la CJUE. Le débat, très vif en France, sur les OGM, se prolonge ainsi par un débat sur les NBT. En janvier 2021, dans la presse, le ministre de l'agriculture et de l'alimentation Julien Denormandie a estimé que « les NBT (...) ne sont pas des OGM », suggérant que la position du gouvernement diffère de celle de la Cour de Justice de l'Union européenne et de celle du Conseil d'État, qui a demandé au gouvernement de se conformer à la décision européenne par décret.

Catherine Procaccia, sénateur Les Républicains du Val-de-Marne et vice-présidente de l'Office, et Loïc Prud'homme, député la France Insoumise de Gironde, ont été désignés rapporteurs de cette audition, divisée en trois tables rondes thématiques, qui a duré près de cinq heures. Un grand soin a été apporté à

(1) Étude sur le statut des nouvelles techniques génomiques dans le droit de l'Union et à la lumière de la décision de la Cour de Justice de l'Union européenne (C-528/16), 29 avril 2021 ; https://ec.europa.eu/food/plant/gmo/modern_biotech/new-genomic-techniques_en

la distribution, pour que des points de vue variés et parfois opposés soient représentés de façon équitable. La première table ronde a examiné les avancées scientifiques permises par les nouvelles techniques de sélection végétale et les a replacées dans le paysage de l'innovation végétale. La deuxième s'est concentrée sur l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux, sur son organisation en France et sur la question de la réglementation. La troisième table ronde s'est attachée à analyser les enjeux du débat selon l'angle des sciences humaines et sociales, en particulier le ressenti des Français vis-à-vis de ces techniques.

La richesse des échanges est retranscrite dans le verbatim de l'audition ; la présente synthèse en tire les principales conclusions de l'Office.

De quoi parle-t-on ?

Comme l'ont rappelé Fabien Nogué, directeur de recherche Inrae (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) et membre d'un groupe de travail sur les OGM à l'Efsa (Autorité européenne de sécurité des aliments), ainsi que Valérie Mazza, directrice scientifique de Limagrain, représentant pour l'audition l'Union française des semenciers (UFS) : la sélection végétale, effectuée par l'homme depuis le Néolithique, consiste en une intervention sur la génétique de la plante, pour privilégier certaines caractéristiques de celles-ci – agronomiques, nutritionnelles, etc. En effet, à travers la sélection, l'homme exploite des phénomènes naturels que sont la recombinaison et l'apparition spontanée de mutations ; le contrôle des croisements change donc le patrimoine génétique des espèces cultivées.

Diverses techniques développées depuis les années soixante ont tenté d'accélérer, de mimer ou de contourner ce processus naturel :

- D'abord la **mutagenèse aléatoire**, qui consiste à générer des mutations non contrôlées et à ensuite observer si des caractéristiques intéressantes apparaissent dans les organismes mutés ;
- Ensuite la **transgénèse**, qui consiste à insérer un gène d'une autre variété ou d'une autre espèce dans le génome d'une plante, pour lui conférer un caractère particulier ;
- Puis plusieurs générations de techniques relevant de **modification ciblée du génome** sont apparues, avec une précision grandissante dans la réalisation de mutants pour un gène spécifique : mutagenèse dirigée, insertion d'un transgène à un endroit spécifique du génome, et, pour les dernières générations, grâce à l'outil Crispr-Cas9 et ses dérivés, modification ciblée de quelques bases de l'ADN.

D'après Valérie Mazza, les techniques de modification ciblée du génome « permettent de s'affranchir de la dimension aléatoire des techniques utilisées » précédemment – la sélection classique et la génération de mutations aléatoires. Les dernières évolutions de ces techniques de modification ciblée sont le *base-editing*

et le *prime-editing*, qualifiée d'« outil ultime » par Fabien Nogué. Ces deux techniques permettent d'envisager le changement de quelques bases de l'ADN sans qu'il soit nécessaire d'opérer une cassure double-brin, processus générant des mutations non contrôlées. Jean-Christophe Pagès, président par intérim du Haut Conseil des Biotechnologies (HCB), a insisté sur la grande précision de ces techniques. Cette précision peut d'ailleurs être vérifiée par le séquençage des plantes, et c'est aussi la raison pour laquelle ces techniques sont utilisées en médecine humaine.

Historiquement, on a désigné par « OGM » les organismes obtenus par mutagenèse aléatoire et (surtout) par transgénèse ; cela est bien sûr contestable puisque tous les organismes sont issus de modifications génétiques, mais l'usage est désormais consacré. Au reste, au vu de l'histoire du sujet et de la connotation de l'acronyme, une évolution de cette terminologie aurait des implications politiques allant bien au-delà des considérations scientifiques. Le vocable « NBT », utilisé pour désigner des techniques plus récentes, consacré internationalement par l'usage, regroupe en réalité de nombreuses techniques et pas seulement la modification ciblée du génome. Dans son étude parue fin avril, la Commission européenne a préféré opter pour l'appellation « New genomic techniques (NGT) », ce qui est plus clair, mais est également contestable car il y aura toujours « plus nouveau ».

Le statut des NBT fait l'objet de discussion, et n'est pas anodin au vu du débat public et de l'état du droit. Comme les NBT reposent sur des manipulations effectuées en laboratoire sur le génome, on peut argumenter qu'elles doivent être intégrées aux techniques OGM. Mais leur vocation est notamment de réaliser dans le génome des opérations qui auraient pu, en théorie, être issues des méthodes de sélection classique, reposant sur la diversité génétique naturelle, les mutations naturelles, la sélection par des conditions locales (climatiques, liées au sol) et par des interventions humaines classiques. On peut ainsi argumenter, de façon alternative, que le procédé de laboratoire vise uniquement à accélérer et faciliter un processus de modification génomique similaire à celui qui est traditionnellement à l'œuvre : dans un cas, il s'agit de sélection passive de caractéristiques génomiques, dans l'autre, on intervient activement sur l'ADN. Cela explique l'acronyme NBT – ce point de vue est néanmoins contesté par les acteurs qui estiment que le procédé laisse des traces.

Cette classification pose la question de la détectabilité : étant donnée une plante dont on ne connaît pas le mode de production, peut-on déterminer si elle a été obtenue uniquement par des méthodes de sélection classique, ou si des techniques de modification ciblée du génome ont été employées pour la générer ? Les traces d'une modification du génome avec les techniques les plus récentes sont de plus en plus difficiles à déceler, même si certains intervenants estiment que c'est toujours possible.

Quels usages ?

Plusieurs exemples de plantes issues des techniques NBT ont été présentés. L’Inrae a mentionné un travail consistant à modifier deux paires de bases dans un gène de tomate pour copier un allèle¹ du poivron, conférant à celui-ci une résistance contre un virus, ainsi qu’un travail sur plusieurs gènes du coton visant à modifier l’architecture racinaire et à améliorer l’absorption des nitrates du sol. D’autres travaux en cours évoqués consistent à augmenter la taille des grains de riz et de blé, ou bien à réduire la quantité d’acrylamide, une molécule cancérigène de la pomme de terre se formant à la cuisson. Les variétés d’ores et déjà commercialisées sont un soja modifié pour que son huile ait une teneur réduite en acides gras trans (Calyxt) et une tomate enrichie en GABA, qui favorise la baisse de la tension artérielle (Sanatech).

L’Inrae, par le biais de sa directrice déléguée adjointe à l’innovation, Carole Caranta, a indiqué travailler sur l’acquisition de résistance contre des maladies, comme le court-noué ou la sharka, qui sont de véritables enjeux pour les cultures fruitières et la vigne, ainsi que sur le décalage de la transition florale chez des espèces qui pourraient être utilisées en couvert végétal, comme la cameline. L’Union française des semenciers (UFS) a également mentionné le besoin de travailler sur des caractères recherchés par les semenciers, tels que la production de grandes quantités de pollens.

Aujourd’hui, ces techniques ne fonctionnent que sur certaines espèces (68 plantes différentes) ; mais la recherche avance et le nombre de variétés concernées ne cesse d’augmenter. La mutation et les effets hors-cible sont mieux contrôlés, et il devient d’ailleurs de plus en plus difficile de repérer les « signatures » des techniques employées.

Comme le mentionne Yves Bertheau, directeur de recherche Inrae honoraire au Muséum national d’histoire naturelle, ces méthodes n’en ont pas moins des limites, liées à la complexité de l’expression génomique. Bien des caractères d’intérêt sont gouvernés par un ensemble de gènes, qu’il est difficile (mais faisable au moins dans certains cas) de toucher tous simultanément. En outre, intervenir sur un gène pourrait entraîner une modification de l’expression d’autres gènes. En effet, l’expression des gènes est gouvernée par des facteurs mal maîtrisés, tels que le repliement tridimensionnel de la molécule d’ADN. C’est d’ailleurs pourquoi certaines parties « non codantes » de l’ADN peuvent en fait jouer un rôle important. D’après Yves Bertheau, penser que la modification ciblée de gènes permettra de contrôler un caractère complexe est une vision « simpliste », qui fait fi des dernières connaissances en biologie. Selon Fabien Nogué, les travaux actuellement réalisés prennent déjà en compte la complexité du lien caractère – gènes.

(1) Un allèle est une version d’un gène, variant légèrement dans sa séquence, avec d’éventuelles conséquences sur les caractéristiques conférées par ce gène.

Il faut noter par ailleurs, comme l'a fait François Desprez, président de Semae (Interprofession des semences et plants), que les techniques de modification ciblée du génome sont complétées par des méthodes de sélection « classiques », telles que les méthodes de rétrocroisement qui visent à éliminer les constructions permettant la modification du génome et à associer les mutations souhaitées dans des contextes génétiques pertinents (variétés dites « élites »)¹.

Impacts sanitaires

La question du risque associé à la consommation d'aliments OGM a longtemps été au cœur de la polémique liée à ces aliments. Si cette préoccupation est toujours présente, elle a été peu abordée pendant cette table ronde.

L'évaluation du risque fait intervenir le danger et l'exposition. Les méthodes de modification ciblée du génome donnant des résultats équivalents ou proches de mutations qui auraient pu survenir, il est naturel que l'évaluation du danger associé ne soit pas vraiment différente de celles des variétés classiques : c'est ce qu'a évoqué Joël Guillemain, toxicologue. Ainsi l'Efsa a conclu que les techniques SDN1 et SDN2 (inactivation d'un gène par coupure ciblée et réparation défectueuse aboutissant à l'apparition d'une mutation, puis modification ciblée de quelques nucléotides) n'étaient pas susceptibles de présenter un danger supplémentaire par rapport aux espèces obtenues par des méthodes classiques.

Par ailleurs, les travaux scientifiques de ces dernières années n'ont pas mis au jour d'indice suggérant un risque spécifique associé à la consommation de plantes issues de techniques de transgénèse ou de mutagenèse aléatoire.

Joël Guillemain a indiqué que le HCB a proposé de réaliser « une évaluation au cas par cas en fonction des produits obtenus et des techniques utilisées en se basant sur la traçabilité et la déclaration documentaire de l'obteneur ».

L'Opecst constate que, bien que ni la présence ni l'absence de risque associé aux méthodes de modification ciblée du génome n'aient été démontrées, **l'éventualité de ce risque sanitaire est passée au second plan des préoccupations** — y compris pour les sceptiques, qui mettent davantage en avant les risques liés à l'environnement ou au modèle agricole.

A contrario, les techniques de manipulation génétique peuvent donner lieu à des bénéfices sur la santé, en particulier via des aliments transformés : riz (doré) enrichi en vitamine A, patate douce enrichie en carotène, huile de soja appauvrie en lipides trans, tomate enrichie en GABA... Si de tels produits peuvent être intéressants dans un contexte d'alimentation carencée ou déséquilibrée, ils ne

(1) Les rétrocroisements permettent de ne sélectionner que la modification qui a été recherchée et de « nettoyer » le génome des constructions utilisées pour réaliser la modification. Les rétrocroisements permettent également de transposer la modification obtenue sur une variété de laboratoire dans une variété cultivée en champ, les variétés « élites » sont celles qui sont effectivement commercialisées.

constituent pas à l'heure actuelle un levier de transformation sanitaire majeure dans notre pays.

Le défi de l'agroécologie

Les participants s'accordent sur le défi que représente la transition agroécologique. Il s'agit de protéger la diversité biologique, de réduire la pollution, d'économiser les ressources, de réduire l'impact climatique de l'agriculture, et de préparer son adaptation à des évolutions climatiques. D'après Denis Couvet, président de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité, c'est un défi immense, dont les enjeux scientifiques, techniques et économiques ont été sous-estimés.

De grands efforts de recherche vont devoir être consentis par le secteur tout entier, et plus particulièrement par la filière semencière. Par exemple, au-delà de l'adaptation de la composition nutritionnelle de certains aliments, il sera nécessaire de produire de nouvelles variétés mieux adaptées aux stress biotiques (virus), aux stress abiotiques (sécheresse), à des enjeux de culture particuliers (décalage de la floraison). Carole Caranta a indiqué que les objectifs poursuivis par les travaux de recherche menés par Inrae sont de : « réduire l'usage des produits phytosanitaires », obtenir des « caractères d'adaptation au changement climatique ou encore des caractères qui peuvent être mobilisés dans le cadre de la diversification des cultures et des pratiques ».

Tout le monde s'accorde sur l'importance de la diversité. Comme le précise Denis Couvet, « Le maître-mot est sans doute « diversité » : diversité des cultures, diversité génétique au sein des cultures, diversité des filières, diversité des produits alimentaires. » Cette diversité sera cruciale à la fois face aux émergences de maladies et aux aléas climatiques. Au-delà de ce consensus, il y a désaccord sur la place que pourraient avoir les techniques de modification ciblée du génome dans cette nécessaire diversité. Denis Couvet a en effet rappelé que si le même espoir a été formulé pour les espèces OGM, leur mise en œuvre est aujourd'hui à 90 % associée à une très faible diversité – monocultures de maïs, soja, coton et colza – et des caractères – résistance au glyphosate, production de biotoxiques – qui contribuent à réduire la biodiversité).

Certains des participants considèrent que pour atteindre les objectifs, la modification ciblée du génome doit prendre sa place au côté d'autres techniques. Ainsi, Inrae estime que la transition écologique sera réussie au moyen d'« une combinaison de leviers », impliquant « des génotypes adaptés », qu'ils soient issus de sélection classique ou des nouvelles techniques, mais aussi « la mobilisation des régulations biologiques, du biocontrôle, de la diversification des productions et des systèmes de production ». Jean-Yves Le Déaut, ancien président de l'Office et co-auteur du rapport sur la modification ciblée du génome, a également souligné le besoin d'utiliser toutes les techniques disponibles pour réussir la transition agroécologique, et a déclaré que ce n'est pas la technique en soi, mais le

modèle agricole – la pratique d’une agriculture intensive – qui est nuisible à l’environnement et la biodiversité.

D’autres participants considèrent que c’est la diversité naturelle, et sa mobilisation par les techniques de sélection classique, qui peut appuyer la transition agroécologique et doit être mise en avant. Ainsi Bernard Rolland et Jérôme Enjalbert, ingénieur et directeur de recherche Inrae, après avoir rappelé le besoin de diminuer l’utilisation des intrants de synthèse et constaté l’échec du modèle productiviste, ont prôné une agroécologie basée sur la diversification, la réduction de la fertilisation azotée de synthèse, la pratique de rotations plus longues avec plus d’espèces cultivées, comme des techniques prophylactiques qui permettent d’éviter la prolifération de maladies, parasites, ou adventices favorisés par les monocultures. La sélection doit se déployer sur plus d’espèces, et produire plus de variétés adaptées à des systèmes de culture innovants économes en pesticides, comme le semis de mélanges de variétés, ou de plusieurs espèces dans une même parcelle (céréales et légumineuses peuvent se compléter, par exemple). Des variétés aux caractéristiques intéressantes ont ainsi été développées pour l’agriculture biologique, modèle intéressant pour réussir la transition agroécologique, mais qui nécessite que plus de moyens soient investis. La diversité naturelle peut aussi être mise en valeur par l’agriculteur au travers de la sélection participative ; ce dernier peut utiliser des semences dont le patrimoine génétique est intrinsèquement hétérogène (chaque grain est génétiquement différent des autres). Prochainement disponible, ce matériel confèrera « à la fois des avantages de complémentarité en cas de stress, mais aussi cette grande diversité [permettra] une évolution et une adaptation de la population au cours des cycles de récolte de resemis ». Cette utilisation de la diversité naturelle est selon eux la meilleure arme pour une adaptation à des conditions locales de terroir et de culture, car ces caractères sont polygéniques, « cette complexité génétique est donc gérée de façon très efficace par la sélection variétale classique ». Ce constat est partagé par la Confédération paysanne, représentée par Daniel Évain, ingénieur agronome et ancien sélectionneur.

En conclusion, deux points de vue s’opposent : le premier considère que la diversité des semences peut être favorisée par les techniques de modification ciblée du génome, faisant de celles-ci un auxiliaire précieux dans la mise en œuvre de l’agroécologie, ce qui reste néanmoins à démontrer par des cas d’usage concrets. Le second marque son désaccord, observant que les OGM, avec lesquels des attentes similaires ont été formulées, ont été, à l’inverse, un exemple même de faible diversité. Il est estimé que les mêmes contraintes de nécessaire retour sur investissement conduiront aux mêmes développements avec les NBT.

Le modèle économique

La question du modèle économique est, plus que jamais, au cœur des débats sur les pratiques agricoles contemporaines : en témoignent les débats en Commission des affaires économiques sur l’agriculture intensive ou sur l’accaparement des terres. Ce débat dépasse le cadre de l’Opecst, mais il s’est

quand même invité dans les auditions sous l'angle sensible, très débattu, de la propriété intellectuelle. C'est une question clé également pour l'acceptabilité par la société.

Les acteurs présents se sont tous exprimés en faveur du Certificat d'obtention végétale (COV), qui protège la variété, sur la base de critères phénotypiques (aspect, caractères), mais permet aux agriculteurs de ressemer moyennant rémunération équitable à l'obteneur, et aux chercheurs d'effectuer librement la recherche sur les plantes concernées. En particulier, on peut, à partir de variétés protégées par le COV, produire de nouvelles variétés par croisement.

D'après Bernadette Bensaude-Vincent, philosophe des sciences et membre du comité d'éthique Inrae-Ifremer-Cirad-IRD, le COV est l'outil qui « résout le mieux la tension entre les valeurs de partage des connaissances, de compétitivité et de rentabilité » et « correspond à une valeur humaniste de bien commun » en permettant à l'agriculteur d'utiliser les semences de ferme.

Les plantes ne sont donc, en l'état actuel du droit européen, pas soumises à brevet et cela fait consensus. Cependant, le débat sur la propriété intellectuelle ne s'arrête pas là. Si l'UFS s'est montrée tout à fait favorable au COV, proposé à une époque où les techniques de modification ciblée du génome n'existaient pas, elle a indiqué qu'il ne permet pas de résoudre toutes les questions de propriété intellectuelle liées aux plantes issues des NBT. De fait, les brevets, s'ils ne sont pas applicables aux plantes, restent envisageables pour des processus technologiques (qui ont permis d'obtenir telle variété ou telle mutation) ou pour des gènes (ou traits). Dans les deux cas, un débat subsiste.

En ce qui concerne les processus, d'après Luc Mathis, ancien directeur de Calyxt et président de Meiogenix, le paysage brevetaire est « complexe » : si le processus peut être breveté, il est souvent copié, ce qui permet aux industriels de s'affranchir d'un brevet. Le comité d'éthique Inrae-Ifremer-Cirad-IRD s'est prononcé en faveur d'un partage encore plus grand des connaissances avec une démarche de type *open-source*. Il a également été rappelé que l'utilisation des outils de modification ciblée du génome pour la recherche n'était pas soumise à des contraintes de propriété intellectuelle, contrairement à la valorisation des produits obtenus avec ces outils.

En ce qui concerne les brevets sur les gènes, certains participants redoutent qu'ils restreignent grandement l'accès aux semences des sélectionneurs pour la création variétale et qu'ils posent des problèmes de diffusion dans les semences paysannes, venant dénaturer le COV.

Un fort soutien au modèle du COV a été constaté lors de cette audition. Les enjeux supposent une instruction scientifique serrée, mais aussi des choix politiques nets qui ne relèvent pas du champ d'action de l'Opecst. Avec les éléments dont il dispose, l'Office souhaite néanmoins réaffirmer la nécessité que la propriété intellectuelle garantisse de bonnes conditions à la

recherche et l'innovation, en l'occurrence la création variétale, dans un objectif d'intérêt public.

La traçabilité

La traçabilité joue un rôle clé à plusieurs titres, à commencer par la mise en œuvre de la propriété intellectuelle et l'information du consommateur. Si une plante obtenue par NBT est a priori indiscernable d'une plante qui aurait été obtenue par des techniques de sélection classique, cela a des implications sur la terminologie, la propriété intellectuelle, l'étiquetage, l'évaluation des risques mais aussi la coexistence des filières NBT et non-NBT. S'agissant de l'évaluation des risques, l'exemple du gène de la tomate muté pour être similaire à celui du poivron soulève bien la question de savoir s'il faut y appliquer des procédures particulières, une telle mutation ayant pu se produire dans la nature.

Le débat sur la traçabilité est plus délicat et un consensus n'a pas été obtenu. Le rapport de l'ENGL¹, statuant sur la possibilité de les détecter, a même été interprété différemment selon les acteurs.

En effet, plusieurs invités de l'audition estiment que les variétés obtenues par NBT ne peuvent a priori être distinguées des variétés obtenues par sélection classique, sur la base de leur génome. Selon Yves Bertheau, la technologie laisserait involontairement des traces dans le génome de l'espèce modifiée, à la fois l'outil en lui-même mais aussi les techniques connexes utilisées. La détection reste possible si l'on ne se concentre pas seulement sur le gène d'intérêt, mais que l'on prend en compte d'autres informations, telles que le fond génétique des espèces modifiées (appartenant aux entreprises). Une approche matricielle ou multiparamétrique, qui ne se concentre pas que sur le gène d'intérêt, pourrait permettre de remonter à l'origine de la variété – cela fait encore l'objet de travaux de recherche. D'après Semae en revanche, les rétrocroisements effectués après obtention de la mutation éliminent ces traces ; Yves Bertheau est en désaccord avec ce point.

L'étude de l'ENGL indique elle-même que ses conclusions sont en partie « basées sur des considérations théoriques et manquent encore de confirmation expérimentale. Elles demanderont donc des travaux supplémentaires. » S'il semble incontestable que la détection de la nature des plantes issues des techniques de modification ciblée du génome est plus difficile que celle des organismes obtenus par transgénèse, **le débat scientifique n'a pas encore de conclusion nette et devrait pouvoir progresser.**

Recherche et savoir faire

Si la recherche en biotechnologies est possible en France, la fuite des cerveaux et des savoir-faire en matière de modification ciblée du génome est un

(1) "Detection of food and feed plant products obtained by new mutagenesis techniques", European Network of GMP Laboratories (ENGL), mars 2019.

constat. Parfois c'est pour accéder à de meilleures conditions de travail, comme cela a été le cas d'Emmanuelle Charpentier. Parfois c'est lié au contexte : interdiction de culture d'OGM, climat de défiance envers les cultures expérimentales qui a mené à des fauchages spectaculaires. Les dossiers de culture expérimentale ne sont plus déposés, et les investisseurs exigent des projets européens qu'ils se délocalisent, par exemple aux États-Unis : c'est le témoignage de Luc Mathis. La fuite des cerveaux est ainsi renforcée par l'absence de débouchés, en dehors de la recherche académique, pour les étudiants en biotechnologies végétales. Nombreux sont les participants à l'audition qui déplorent cet état de fait.

Mais d'autres acteurs comme Bernard Rolland et la Confédération paysanne rétorquent que l'Europe aurait tout intérêt à ne pas s'engager dans cette voie et à parfaire son excellence dans les techniques de sélection non-NBT, pour envisager au mieux la transition agroécologique. En effet, malgré l'absence de développement des OGM en Europe, les semenciers européens se sont maintenus à un haut niveau de compétence : la France est toujours le 1^{er} exportateur mondial de semences, d'après Valérie Mazza.

Traditionnellement, l'Opecst encourage le développement des recherches, tant qu'elles ne comportent pas de risques, ainsi que l'épanouissement des jeunes chercheurs et chercheuses ; sur la modification ciblée du génome, qui est un thème pleinement d'actualité, à la croisée entre recherche médicale, recherche agricole et potentiellement agroécologie, il semble important de ne pas obérer la recherche. **C'est pourquoi les discussions sur les protocoles d'expérimentation doivent pouvoir reprendre, dans l'esprit transpartisan qui était le leur au sein du HCB, impliquant toutes les parties prenantes.** Il convient de découpler la recherche en la matière des possibles cultures à visée commerciale.

Le ressenti de la population française vis-à-vis de ces techniques

Daniel Boy, sociologue, a expliqué que la perception des technologies de modification génétique en France est particulière du fait d'une défiance envers les sciences légèrement supérieures à celle que l'on trouve chez nos voisins européens, et surtout d'une grande défiance dans la capacité des autorités nationales à assurer la sécurité sanitaire de l'alimentation.

Les sociologues sont revenus sur le fait que la construction de la balance bénéfice/risque associée à une technologie est propre à chaque individu et liée aux émotions, et qu'aucun bénéfice marquant n'a réellement été démontré pour le consommateur, qu'il s'agisse des OGM ou des quelques variétés issues de NBT commercialisées à ce jour, et ce, même dans les pays où la législation est bien plus souple. Cette absence de bénéfice visible ne permet pas d'établir une balance favorable. Les sociologues s'accordent pour dire que le débat changera de nature le jour où une application bénéfique bien identifiée pour le consommateur sera mise au point.

Ces bénéfiques ont déjà été mis en évidence pour la santé humaine, dans le cadre de l'utilisation de la technologie en médecine, comme l'a souligné le sénateur Catherine Procaccia. À ces occasions, la technique a fait preuve de la précision requise pour ces applications. Le député Loïc Prud'homme souligne que cette technique a été utilisée en santé humaine exclusivement pour traiter des pathologies, à aucun moment pour créer de nouvelles lignées d'hominidés, contrairement aux objectifs poursuivis dans le domaine du végétal.

Plusieurs acteurs sont convenus que les OGM, en leur temps, avaient fait l'objet de nombreuses attentes (agriculture plus durable et avantages pour les consommateurs), mais Denis Couvet a observé que ce sont finalement seulement quelques critères qui ont été retenus (tolérance à un herbicide, résistance à un insecte par la production d'une toxine) – n'ayant pas conduit à une baisse de la consommation en herbicides et insecticides – et ce, quasi exclusivement pour quatre espèces de grande culture (soja, blé, maïs, coton), faisant ainsi des OGM l'exemple même d'un manque de diversité, et un modèle d'opportunités ratées. Pour Yves Bertheau, ce constat se résume par le terme « économie de la promesse », dont il prédit qu'il sera aussi valable pour les produits issus des NBT. Cependant, l'UFS et l'Inrae ont vivement contesté s'inscrire dans ce paradigme. Denis Couvet a été d'avis que le risque qu'une nouvelle technique n'ait pas l'effet attendu est toujours présent ; c'est ce qui s'est passé avec la transgénèse, ainsi la question de ce qu'il en sera pour les NBT se pose légitimement. Il serait utile d'explicitier, dans le débat sociétal, les défis que représente la transition agroécologique et les outils qui sont envisagés pour y répondre et mis en œuvre pour y parvenir.

En ce qui concerne leur image, les NBT ont l'avantage d'être plus précises que la transgénèse, d'offrir plus de potentialités, et en outre d'être associées au Prix Nobel d'Emmanuelle Charpentier et à des applications bénéfiques en médecine. Mais au vu des interventions qui se sont exprimées, **l'opinion publique à leur égard ne changera que s'il émerge dans le domaine végétal une innovation clairement bénéfique pour la santé des citoyens de France ou pour l'environnement.**

Débat de société

Le débat sur les NBT est complexe. C'est lui qui a fait voler en éclats le Haut conseil des biotechnologies (HCB). Pourtant, selon Claire Marris, sociologue, il est essentiel de maintenir ce débat, si difficile soit-il.

L'utilisation des techniques de modification ciblée du génome telles que Crispr-Cas9 dans un cadre de recherche, pour l'acquisition de connaissances – mieux comprendre le rôle de gènes, par exemple – n'est pas remise en question. Les acteurs se sont aussi accordés sur le fait que l'évolution du génome est un processus naturel et que les mutations sont le quotidien de tous les organismes, cependant l'intervention directe sur le génome pour améliorer des espèces *destinées à être commercialisées* divise. Le rejet est illustré par l'utilisation des

mêmes techniques de protestation que celles en vigueur au temps des OGM : c'est ainsi que Jean-Yves Le Déaut et Semae ont regretté la perpétuation des fauchages. Inrae a affirmé être dans une logique de preuves de concept de plantes modifiées et non pas de développement pour commercialisation, et ce, dans « un objectif de bien commun » et pour des plantes destinées à « des usages et à des systèmes de production qui s'inscrivent dans une logique de durabilité environnementale, économique et sociale ».

Le débat éthique existe également quant à la nature des techniques génomiques. Ainsi Luc Mathis estime que la perspective de réaliser un changement dans l'ADN qui aurait pu se produire naturellement n'est pas comparable, sur le plan éthique, à l'introduction d'un gène étranger dans le génome de la plante.

De nombreux acteurs, dont Inrae, estiment que les méthodes – sélection classique et NBT – ne doivent pas être opposées mais qu'elles doivent toutes être utilisées en bonne intelligence, dans un même objectif : réussir la transition agroécologique. Pour l'Inrae comme pour l'UFS, il ne serait pas plus acceptable de s'interdire de rechercher des solutions dans ces directions, dans le sens où la société se priverait potentiellement de solutions intéressantes. Pour l'Inrae, cela s'inscrit dans sa mission de recherche publique. Certains ont estimé que le retard pris par la recherche et la R&D européenne était dommageable, la Chine et les États-Unis étant bien plus avancés dans ce domaine.

Néanmoins, d'après Bernadette Bensaude-Vincent, « la technique n'est pas neutre. Elle véhicule toujours des valeurs de la communauté qui la porte ». Ainsi, utiliser cette technique rentre en contradiction avec les valeurs des tenants d'une « version forte » de l'agroécologie, qui suppose d'« agir et faire avec la nature ». Jean-Yves Le Déaut a déploré que le dialogue soit rendu difficile par des positions idéologiques.

Le débat sur l'étiquetage est lié à la conception de l'agroécologie. Pour les uns, des produits identiques doivent être étiquetés à l'identique. Mais selon la Confédération paysanne, le consommateur et l'agriculteur sont en droit de connaître l'origine des variétés qu'ils consomment ou cultivent, et l'usage des techniques qui ont été employées. On peut rapprocher ce débat de celui sur l'affichage des filières « équitables » : ce n'est pas seulement le produit, mais aussi la chaîne socio-économique de production qui est évaluée à travers de tels labels. Semae a signalé que les instances françaises en charge du catalogue des semences font un travail de transparence en décrivant les espèces disponibles, cela pourrait donc être le cas des variétés issues des NBT.

Claire Marris a estimé que **la France avait été moteur dans l'instauration d'un débat sociétal sur les OGM avec la mise en place du HCB**. Différents acteurs sont revenus sur les dysfonctionnements au sein de cette instance, mis en lumière par les séries de démissions, notamment au sein de son comité économique, éthique et social. Jean-Christophe Pagès, président par

intérim du Haut Conseil, a estimé que c'était la proximité avec les instances gouvernementales et l'enjeu des décisions prises qui ont conduit à ces dysfonctionnements. Il a également constaté que les experts de l'instance n'ont pas toujours les clefs scientifiques pour répondre aux demandes des gouvernants, que leur mandat ne consiste pas à défendre ces techniques à tout prix et qu'il leur est impossible, en tant que scientifiques, de conclure à l'absence totale de risque.

Bruno Ferreira, directeur général de l'alimentation, représentant le ministère de l'agriculture et de l'alimentation, a précisé que c'est cet empêchement de fonctionner qui a conduit le gouvernement à proposer au Parlement de l'autoriser à légiférer par ordonnance pour scinder les fonctions du HCB entre plusieurs instances. L'évaluation des risques sanitaires et environnementaux sera confiée à l'Anses, avec la mission de « consolider l'indépendance et la qualité de l'expertise scientifique mobilisée ». L'Agence assurera également une partie du débat sociétal à travers son comité de dialogue. Le débat sociétal devrait également avoir lieu « dans un espace de débat public permanent qui pourrait être le CESE » ; le ministère espère ainsi « améliorer les conditions du débat public ».

Le gouvernement a fait le choix de l'efficacité en faisant le deuil d'une organisation qui était face à une situation de blocage et en réaffectant ses missions. Pourtant, **la disparition du HCB est regrettable**, organisme unique en son genre, regroupant toutes les parties prenantes. Le blocage dont il souffrait n'était pas forcément lié à sa composition, mais peut-être à la difficulté intrinsèque d'un débat qui est à la fois scientifique, philosophique, économique, social et doit donc être abordé selon une variété de regards.

Les incertitudes scientifiques qui demeurent conduisent à une méfiance de l'opinion publique. Certains estiment que les NBT devraient être soumises à la même réglementation que la transgénèse, même si ces techniques sont plus récentes. L'Opecst soutient la nécessité d'un débat public évoquant aussi bien la nature des différentes techniques, que leurs usages avérés, pour permettre aux citoyens de prendre position. Comme on l'a vu, ce débat ne sera pas seulement scientifique, mais inclura aussi des aspects économiques, politiques et sociétaux.

La réglementation européenne

La définition d'un OGM dans la directive 2001/18/CE est la suivante : « organisme (...) dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement ». À cette réglementation s'attache une liste de techniques exemptées de cette réglementation, au motif qu'elles « ont été traditionnellement utilisées pour diverses applications et dont la sécurité est avérée depuis longtemps »¹.

(1) La transgénèse, technique utilisée pour les OGM classiques, n'est pas exemptée de la réglementation, c'est-à-dire que l'autorisation des produits issus de cette technique sont soumis à des contraintes spécifiques. Lorsqu'ils répondent aux critères demandés, les produits peuvent néanmoins obtenir une autorisation de commercialisation à l'échelle européenne. Les pays de l'Union peuvent cependant en interdire la culture

On peut noter dès le début l'ambiguïté de cette définition : veut-elle dire que la technique utilisée pour modifier le génome est une technique artificielle, ou que la modification en elle-même n'aurait pu être obtenue par voies naturelles ? Et dans ce deuxième cas, comment démontrer qu'une modification aurait pu survenir de façon naturelle ? La notion de NBT vient se nicher précisément dans cette ambiguïté.

Rédigée bien avant l'émergence des NBT, précisée dès le départ de façon peu satisfaisante à travers une liste d'exceptions, basée uniquement sur des notions de risques qui ne représentent qu'une facette du débat, **cette directive nécessite d'être réévaluée**. La réécrire complètement serait la solution la plus ambitieuse. À tout le moins, il est souhaitable que la réglementation puisse évoluer en fonction des techniques, comme l'a recommandé le Science Advice Mechanism ¹, ce qui pourrait se traduire par une réévaluation régulière de tout ou partie de la réglementation, comme l'a aussi proposé l'Académie d'agriculture.

À défaut d'une telle révision de la réglementation, des critères pourraient être définis pour orienter les produits issus des NBT dans le cadre de la directive sur les OGM : ce pourrait être soit une exemption à la réglementation, soit une exemption avec des conditions d'évaluations des risques particuliers, soit un assujettissement total de ces produits à la réglementation. En ce sens, l'Association française pour les biotechnologies végétales, par la voix de son président Georges Freyssinet, a proposé de constituer des catégories, selon la proximité du résultat de l'opération avec ce qu'aurait permis un processus de sélection naturelle. De façon similaire, Jean-Christophe Pagès a proposé que la réglementation prévoie une évaluation des risques différente, proportionnée, selon la technique envisagée. Une solution de ce type n'apporterait pas forcément de clarté dans le statut juridique.

Jean-Yves Le Déaut et François Desprez ont regretté que la décision d'astreindre les produits issus des NBT à la réglementation 2001/18/CE soit fondée sur des bases juridiques établies avant que ces techniques n'émergent et qu'elle ait été prise par des magistrats ; pour eux, des scientifiques auraient fait une meilleure distinction entre produits issus des techniques NBT et de la transgénèse. Les techniques de modification ciblée du génome étant bien plus précises dans leurs effets que les techniques qui bénéficient d'un recul jugé suffisant pour être exemptées de la directive, ces acteurs ont estimé que le risque qui serait pris aujourd'hui en les exemptant elles aussi serait bien moindre que celui qui a été pris lorsqu'il a été décidé que la mutagenèse aléatoire n'y serait pas soumise.

sur leur sol, selon le principe de subsidiarité. La France et de nombreux autres pays ont décidé d'un tel moratoire, et ont ainsi interdit la culture du maïs MON810, pourtant autorisé au sein de l'Union. Cette interdiction a pris la forme, en 2016, d'une décision de la Commission d'exclure ces pays, à leur demande, de la portée géographique de l'autorisation de mise en culture du maïs transgénique, basée sur la directive 2015/412 du Parlement européen et du Conseil du 11 mars 2015 modifiant la directive 2001/18/CE en ce qui concerne la possibilité pour les États membres de restreindre ou d'interdire la culture d'organismes génétiquement modifiés (OGM) sur leur territoire.

(1) « *New techniques in agricultural biotechnology* », Science Advice Mechanism, février 2017.

De façon similaire, il y a une incompréhension des scientifiques sur la décision du Conseil d'État de ne pas exempter la mutagenèse aléatoire *in vitro* de la réglementation 2001/18/CE, car celle-ci n'est, dans son résultat, pas distinguable de la mutagenèse réalisée *in vivo*. La Commission européenne a d'ailleurs signalé à la France l'incompatibilité juridique de cette décision avec la réglementation européenne.

Luc Mathis, familier de la réglementation en vigueur aux États-Unis, a fait part de l'intérêt porté par ce pays pour les variétés issues des NBT ne consistant pas en l'import d'un gène. Il a été signalé que de nombreux autres pays adoptent une législation favorable au développement des NBT, notamment sur le continent américain, mais aussi en Afrique.

Jean-Yves Le Déaut a constaté que la réglementation consiste en une interdiction de fait et est responsable du retard européen en matière de NBT et de la fuite des cerveaux ; il a parlé d'« enlisement réglementaire » et d'« immobilisme », dont il faut sortir. Il fait porter la responsabilité de cette interdiction de fait sur les contraintes assorties à la réglementation, et la nécessité de mener un grand nombre d'études, comme Bruno Ferreira l'a rappelé. Jean-Yves Le Déaut et l'UFS ont indiqué que ces contraintes favorisent en effet les grands semenciers et les semences de grande culture (soja, maïs, blé, coton), les seuls à pouvoir supporter le coût de telles demandes. Mais Yves Bertheau s'est inscrit en faux : selon lui, ces coûts sont surestimés par les semenciers.

Pour Semae, la décision de la CJUE va à rebours du progrès scientifique et la réglementation de 2001 « ne permet aucune flexibilité pour tenir compte de l'évolution des techniques ». Les semenciers attendaient avec la plus grande attention l'étude de la Commission européenne sur les NBT, dont les conclusions ont été rendues fin avril. Pour Semae, la réglementation 2001/18/CE n'est pas adaptée aux produits issus de ces techniques, ce avec quoi le ministère s'est montré en accord. Ce dernier a indiqué vouloir « s'assurer que la réglementation continue à garantir un haut niveau de protection de la santé de l'environnement, tout en évitant des contraintes disproportionnées qui pénaliseraient inutilement les entreprises européennes » et permettre l'innovation en sélection végétale en poursuivant un « objectif de sécurité sanitaire et environnementale, et au service d'une agriculture plus durable ».

En l'absence de visibilité sur le devenir de la réglementation, et parce que celle-ci orientera le développement effectif de ces variétés et donc le modèle économique, Jean-Christophe Pagès a fait part de la difficulté rencontrée au sein du HCB pour conclure sur les aspects socio-économiques.

Plusieurs acteurs ont estimé que l'évaluation du risque ne devait pas être liée à la technique, mais bien au produit, puisqu'une même technique permet de faire des choses très différentes. Cette nécessité peut être comprise à la lumière de l'exemple des variétés résistantes aux herbicides, qui peuvent être obtenues à partir de techniques de sélection non soumises à la directive 2001/18/CE, de

transgénèse ou de NBT. Si ces variétés font l'objet de critiques (justifiées), c'est bien parce qu'elles sont couplées à un usage important d'herbicides et conduisent à l'appauvrissement des sols et l'apparition de résistances ; et cela est indépendant de la technique qui les a engendrés.

Jérôme Enjalbert a estimé que l'évaluation des risques devrait être renforcée pour ces techniques, sur la base d'une évaluation systémique. Cette conclusion pourrait être étendue aux variétés issues de NBT : puisque ce sont plutôt les caractéristiques de la variété, ainsi que l'usage qui en est fait, qui représentent éventuellement un risque.

Bruno Ferreira a indiqué que le gouvernement entend légiférer par ordonnance pour encadrer l'utilisation des espèces rendues tolérantes aux herbicides. Néanmoins, cette prise en compte dans la législation intervient une nouvelle fois après coup, ces variétés étant déjà commercialisées en France. En accord avec les recommandations du précédent rapport de l'Opecst sur la modification ciblée du génome, la réglementation, si elle était entièrement refondée, devrait permettre d'appliquer un nouveau cadre d'évaluation dès que les propriétés d'une nouvelle variété le nécessitent, que cette variété soit issue de sélection classique, de techniques OGM actuellement exemptées de la réglementation ou de techniques NBT.

Quel que soit le cadre légal et réglementaire à venir, il faudra se souvenir que l'évaluation des risques doit comprendre les effets sanitaires mais aussi les effets environnementaux liés aux pratiques : comme l'illustre l'exemple des variétés tolérantes aux herbicides, c'est une évaluation systémique, basée sur le produit, ses caractéristiques et son utilisation dans le paysage agricole qui importe. Il faudra également se souvenir que le débat sur l'étiquetage peut porter sur le produit ou sur le processus de transformation qui a abouti à lui, et cela est un choix éminemment politique lié à des questions de société.

L'étude publiée par la Commission européenne le 29 avril 2021, un peu plus d'un mois après les débats organisés par l'Office, conclut que la réglementation actuelle n'est pas adaptée aux nouvelles techniques génomiques et leurs produits, et qu'elle doit être actualisée au regard des progrès scientifiques et technologiques. La Commission ouvre notamment la possibilité d'une réglementation allégée pour les produits issus de NBT dont le profil de risque est similaire à celui de variétés qui auraient pu être obtenues par des techniques de sélection classique.

Synthèse des recommandations

1. L'Opecst soutient la nécessité de ne pas obérer la recherche et de garantir la possibilité de continuer à étudier les NBT, dans un objectif d'intérêt public. Les connaissances scientifiques devraient progresser sur la question de la détectabilité ainsi que sur la possibilité d'une coexistence entre cultures NBT et non-NBT.

L'Opecst réaffirme son attachement à l'existence d'un débat public transpartisan examinant les nombreux aspects du sujet – scientifique, économique, politique, sociétal – en considérant les usages avérés des produits issus de ces techniques. L'Opecst constate que les applications aux bénéfices concrets pour les consommateurs ou aux avantages agronomiques utiles pour la transition agroécologique manquent encore, et que leur apparition permettra aux consommateurs de mieux apprécier l'intérêt de cette technique.

2. L'Opecst souhaite que les conditions d'expérimentation en plein champ soient révisées de manière transpartisane afin qu'elles garantissent à la fois la non-dissémination de plantes issues des NBT et la possibilité d'expérimenter dans des conditions semblables aux conditions réelles de culture, sans craindre une destruction des cultures.

3. L'Opecst insiste sur la nécessité de réévaluer la directive 2001/18/CE, et souhaite qu'elle soit repensée de manière à ce que l'évaluation du risque nécessaire à l'autorisation d'un produit issu de modification du génome soit fondée sur le produit de cette modification et non sur la technique utilisée, comme il le préconisait déjà dans son rapport de 2017. À tout le moins, la directive doit pouvoir évoluer en fonction des techniques. L'Opecst propose de réaliser une réévaluation régulière de la traduction nationale de la directive, tous les cinq ans, cette réévaluation devant avoir un volet de débat public.

4. L'Opecst rappelle que l'évaluation des risques doit comprendre les effets sanitaires mais aussi les effets environnementaux liés aux pratiques. Une évaluation systémique, basée sur le produit, ses caractéristiques et son utilisation dans le paysage agricole est nécessaire et ce, que le produit soit issu d'une technique de modification du génome ou non.

5. Le rapporteur Loïc Prud'homme souhaite que soit imposé le principe d'un étiquetage transparent prenant en compte la nature des procédés utilisés et pas seulement la nature des produits, dont les modalités seront à définir. Le rapporteur Catherine Procaccia souhaite que l'étiquetage reflète les qualités du produit et non son processus d'obtention ; elle estime, en tout état de cause, que la question de l'étiquetage est prématurée.

6. L'Opecst estime nécessaire de préserver le modèle du Certificat d'obtention végétale pour donner la priorité à la recherche et l'intérêt public.

7. L'Opecst souhaite que le gouvernement prenne rapidement position sur la question de l'application de la décision de la CJUE, puisqu'il y a désaccord entre son interprétation par la Commission et le Conseil d'État français.

TRAVAUX DE L'OFFICE

I. COMPTE RENDU DE L'AUDITION PUBLIQUE DU 18 MARS 2021

M. Gérard Longuet, sénateur, premier vice-président de l'Office. – L'audition publique de cette matinée porte sur le sujet passionnant des nouvelles techniques de sélection végétale. L'Office s'est déjà très fortement impliqué dans cette problématique, notamment sous la présidence et vice-présidence de Jean-Yves Le Déaut, dont je salue la présence. Il a travaillé sur ce thème au cours de son dernier mandat parlementaire, avec Catherine Procaccia, sénateur du Val-de-Marne et vice-présidente de l'OPECST.

La commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale a saisi l'Office pour faire le point sur les avantages et les risques des nouvelles techniques de sélection végétale dont la forme la plus connue est l'édition génomique. Ce sujet est parfaitement maîtrisé par nos rapporteurs, Catherine Procaccia et Loïc Prud'homme. Trois tables rondes se succéderont.

Le rapport publié en 2017 avait été rédigé par Catherine Procaccia et Jean-Yves Le Déaut au terme d'un grand nombre d'auditions, d'entretiens et d'enquêtes. Il traitait des avancées de la recherche sur les biotechnologies, de leur application potentielle en médecine humaine, dans la lutte contre les moustiques vecteurs de maladies, ainsi que de leur utilisation dans le secteur agricole. Vingt ans auparavant, la première concertation citoyenne, chargée de réfléchir à l'emploi des OGM en agriculture, avait également été organisée à l'initiative de Jean-Yves Le Déaut. Daniel Boy, qui interviendra ce matin, faisait déjà partie de l'équipe de 1998 et il avait participé à la concertation citoyenne. L'idée consistait à recueillir les avis des scientifiques et des acteurs de la société. La démarche a conduit à la création en 2008 du Haut conseil des biotechnologies (HCB). Celui-ci a connu des difficultés qui ont entraîné des démissions parmi ses membres. Le projet de loi de finances pour 2020 prévoyait sa dissolution, mais celle-ci a été repoussée d'un an. Un article de la récente loi de programmation de la recherche prévoit que le gouvernement légifèrera par ordonnance pour *« redéfinir les modalités selon lesquelles les avis et recommandations relatifs aux biotechnologies sont élaborés, en séparant l'évaluation des risques et des bénéfices des considérations éthiques et de conduite du débat public »*.

L'actualité depuis 2017 est très vivante, et même conflictuelle, sur les plans politique et juridique. La Cour de justice de l'Union européenne (CJUE), qui avait été saisie par le Conseil d'État dans le cadre d'un recours de la Confédération paysanne contre la réglementation française, a rendu sa décision le 25 juillet 2018.

La question posée était la suivante : ces nouvelles techniques de sélection végétale doivent-elles être exemptées de la réglementation, comme la mutagenèse aléatoire, ou au contraire être réglementées comme le sont les variétés OGM issues de la transgénèse ? La CJUE a retenu la deuxième option. Cette décision a été très critiquée, notamment en raison de l'utilisation de critères qui manquaient de « recul » sur les nouvelles techniques.

Le Conseil d'État a demandé au gouvernement de tirer les conséquences de cette décision dans la réglementation française. Le décret n'est toujours pas publié à ma connaissance. Le Conseil européen a de son côté demandé que, d'ici le 30 avril 2021, la Commission européenne rende un avis sur une potentielle évolution de la réglementation qui couvrirait les nouvelles techniques de sélection végétale. Nous attendons cet avis.

L'Office est ainsi au cœur de l'actualité et nous sommes très désireux de vous entendre. Le sujet est majeur pour l'avenir de notre agriculture et plus généralement pour notre conception globale de l'alimentation. Quels sont les avantages et les inconvénients des nouvelles techniques de sélection végétale ?

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Cette audition porte sur un sujet pleinement d'actualité et rempli de chausse-trappes. Il aborde de grands enjeux scientifiques et technologiques, mais aussi sociétaux et économiques. L'Office n'a pas reculé devant les difficultés du débat. Nous savions pertinemment que nous doter d'un binôme de rapporteurs appartenant à des familles politiques dont les positions sont plutôt éloignées en matière d'OGM nous permettrait de faire vivre le débat démocratique dans ce qu'il a de plus noble.

L'Office est fier de pouvoir organiser ces échanges dans le respect du contradictoire et en abordant toutes les facettes de la question. Les citoyens qui assistent à nos échanges par Internet auront aussi la possibilité de poser des questions, dont je relaierai certaines.

*
* *

Première table ronde : Les nouvelles techniques de sélection végétale : intérêts, limites, place dans le paysage de l'innovation végétale

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. – Permettez-moi de commencer cette table ronde en saluant un ancien membre du conseil scientifique de l'Office. Jean-Yves Le Déaut vient en effet de nous apprendre le décès de Michel Caboche, qui a été directeur de recherche à l'INRA, membre de l'Académie des sciences, directeur adjoint du laboratoire de biologie des semences à Versailles, et a aussi dirigé l'unité de recherche en génomique végétale de 2002 à 2007. Nous l'avions rencontré en 2007 ou 2008 pour l'établissement d'un rapport sur la pollution au chlordécone aux Antilles – un autre sujet qui continue à faire l'actualité.

Comme l'ont rappelé Gérard Longuet et Cédric Villani, l'OPECST a toujours été un précurseur en matière de réflexion sur l'innovation végétale. Mes collègues ont déjà salué le travail de Jean-Yves Le Déaut, notre ancien président, qui fut mon corapporteur. Ce rapport était paru en 2017. Pour ma part, j'avais davantage travaillé sur les questions de santé et sur les moustiques. Ce document mettait en lumière la technique CRISPR-Cas9. Nous étions persuadés de son importance pour la recherche, mais aussi pour les applications concrètes que l'on pourrait lui donner.

Avant 2020, nous étions aussi convaincus que Jennifer Doudna et Emmanuelle Charpentier recevraient le prix Nobel. Nous avons inscrit cette technique dans la continuité des précédents outils comme les TALEN et les nucléases à doigts de zinc. CRISPR et ses déclinaisons sont aujourd'hui massivement utilisés dans de très nombreux laboratoires de recherche pour mieux comprendre la fonction des gènes chez les mammifères et chez les plantes. Cet outil ouvre de nombreuses perspectives pour les améliorer, mais nous avons également veillé à ce que les autres techniques soient évoquées aujourd'hui.

La première table ronde permettra de faire le point sur les avancées technologiques intervenues depuis le dernier rapport de l'OPECST sur le sujet en 2017. Les intervenants vont nous faire mieux comprendre ce que ces techniques permettent de faire. Comment interviennent-elles au niveau de l'ADN ? À quelles modifications peuvent-elles conduire ? Quelles perspectives ouvrent-elles ? On entend souvent parler de plantes plus résistantes à la sécheresse ou aux pucerons, mais quelles sont les autres applications ? Les exemples concrets seront les bienvenus.

M. Fabien Nogué, directeur de recherche INRAE, responsable de l'équipe « Réparation de l'ADN et ingénierie des génomes », membre du groupe de travail sur les organismes génétiquement modifiés à l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA). – La sélection végétale n'est pas nouvelle. Elle date du Néolithique, il y a environ 10 000 ans. Elle est basée essentiellement sur la diversité génétique. Sans diversité génétique, il est impossible de faire de la sélection, de rechercher de nouveaux caractères et de créer de nouvelles variétés. Différents caractères ont ainsi été sélectionnés au cours de la domestication puis de l'amélioration des plantes, comme l'adaptation à des stress biotiques (la résistance aux virus) ou abiotiques (la résistance à la sécheresse), ou des caractères se rapportant à la qualité nutritionnelle des aliments. Ces caractéristiques ont pour but de répondre à des besoins identifiés par l'Homme. J'entends le terme « besoins » au sens large. Par exemple, à l'heure actuelle, il peut s'agir de chercher de nouvelles variétés ouvrant à une agriculture plus respectueuse des écosystèmes.

La diversité génétique est basée sur l'instabilité intrinsèque des génomes. Quand nous sortirons de cette pièce, nos cellules auront subi plus de mutations que quand nous y sommes entrés. C'est la base de l'évolution des génomes et de la diversité génétique. C'est un principe universel. Il en va de même pour une plante.

Par exemple, dans un hectare de blé, c'est-à-dire une petite parcelle, les 90 000 gènes constitutifs du génome du blé auront muté. La sélection apparaît ainsi assez facile à opérer dans la mesure où la diversité génétique spontanée ou « naturelle » est immense. Cependant, la plante qui présente une nouvelle caractéristique intéressante se trouve comme perdue parmi tous les grains de blé produits dans cet hectare. La difficulté pour le sélectionneur ou l'agriculteur consiste précisément à trouver le grain de blé qui par exemple résistera mieux à la sécheresse ou aux virus.

Depuis quelques années, nous disposons de nouveaux outils pour essayer d'augmenter la diversité génétique, de mieux la contrôler et de créer des mutations dans des gènes à façon. Ces outils ont été développés par une chercheuse française, Emmanuelle Charpentier, et une chercheuse américaine, Jennifer Doudna. Leurs travaux datent d'il y a une décennie. CRISPR-Cas9 est un système bactérien de défenses immunitaires qui a été « détourné » pour permettre de modifier n'importe quel gène dans le génome. Au départ, il permettait de casser l'ADN à un endroit précis du génome afin d'entraîner des mutations relativement prévisibles.

Le système CRISPR-Cas9 a ensuite connu deux évolutions majeures. Depuis 2017, le *base-editing* consiste à ne plus procéder à des cassures double-brin de l'ADN, mais à simplement changer des bases (A, T, C, G) des gènes présents dans le génome des plantes ou des animaux. Quoique ces avancées technologiques interviennent surtout dans le domaine animal et humain, avec des visées de thérapie génique, la recherche végétale en profite. Depuis 2019, la deuxième grande innovation, ou *prime-editing*, est toujours une déclinaison du système CRISPR-Cas9. Elle permet, sans faire de cassures double brin, de remplacer n'importe quelle base dans le génome, et ce de manière contrôlée et prédictible. Il s'agit un peu de l'outil ultime pour faire de la modification de gènes dans les génomes.

Depuis dix ans, les chercheurs ont démontré que ces outils pouvaient fonctionner chez les plantes et que nous étions capables de « copier », par une sorte de biomimétisme, des mutations d'une variété pour la porter dans une nouvelle variété. On peut ainsi copier une mutation, par exemple une résistance à un virus, chez une autre espèce. L'INRAE a mené ce travail en copiant une mutation du poivron, qui lui donne une résistance à un virus, dans le génome de la tomate pour la rendre à son tour résistante au même virus. Plus de cinquante espèces végétales ont été utilisées pour faire de l'édition du génome, notamment les grandes espèces importantes pour la nutrition humaine tels le blé, le riz, la pomme de terre, la tomate, etc.

Parmi les caractères apportés, on peut noter les suivants : l'architecture des racines du coton a été modifiée pour améliorer l'utilisation du nitrate ; la taille des grains de riz ou de blé a été augmentée ; la conservation des pommes de terre a été améliorée afin qu'elles produisent moins d'acrylamide, une molécule cancérigène, au moment de la cuisson ; une diminution du gluten dans le blé a également été

obtenue. Les chercheurs ont aussi travaillé sur la résistance à des bactéries, des champignons ou des virus de l'oranger, de la vigne, du riz ou de la tomate.

Les deux pays qui ont principalement utilisé ces techniques sont la Chine et les États-Unis. En 2019, plus d'une centaine de publications chinoises décrivaient l'utilisation de ces outils pour faire de l'amélioration variétale, contre 80 aux États-Unis et 25 en Europe, dont 7 publications issues de laboratoires français.

En conclusion, la technologie est en constante évolution. Elle commence à être utilisable chez un très grand nombre d'espèces. Elle connaît néanmoins des limites. Certaines espèces sont encore récalcitrantes. Chaque mois une publication démontre néanmoins que l'outil est employable sur une nouvelle espèce, y compris des espèces dites orphelines. Ces outils me semblent intéressants pour faire de l'innovation variétale. En tant que chercheur dans un laboratoire de recherche fondamentale, puisque je travaille sur la réparation de l'ADN chez les plantes, j'estime aussi que cet outil est à présent indispensable pour nos laboratoires de recherche.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Vous donniez l'exemple de la copie d'une mutation du poivron sur la tomate. Dès lors que vous l'avez identifiée, pouvez-vous confirmer que vous n'avez plus besoin du poivron en tant qu'être vivant ? Vous travaillez juste directement sur l'organisme tomate.

M. Fabien Nogué. – Tout à fait. Nous avons des connaissances sur les gènes et sur les mutations qui donnent tel ou tel caractère. Ces données sont issues de la recherche fondamentale, d'où son importance. Cette connaissance peut ensuite être transférée chez la tomate et chez un grand nombre d'espèces. Nous travaillons actuellement sur la pomme de terre.

La mutation transférée existe probablement chez la tomate, sauf que nous ne l'avons pas encore identifiée. Nous n'allons pas créer une mutation qui n'aurait jamais existé ou qui n'a jamais existé. On va simplement la réaliser dans un laboratoire et avoir une tomate modifiée, sans devoir aller chercher dans la diversité génétique existante, qui peut être vraiment très diffuse, cette mutation spécifique.

Dans un gène de poivron qui donne une résistance à un virus, il faut muter deux paires de bases, pour obtenir deux acides aminés différents dans la protéine. Or la fréquence de cette double mutation est très rare. Un calcul rapide montre qu'il faudrait attendre 140 000 ans, avec toutes les tomates qui sont produites sur Terre en ce moment, pour être sûr qu'une tomate présente cette double mutation.

Cette double mutation est donc peut-être déjà dans une tomate que nous avons consommée ou dans une serre, mais nous ne le savons pas. Par contre, nous pouvons générer cette double mutation grâce aux outils de *prime-editing* sur une tomate et augmenter nos chances de voir l'effet de cette mutation chez la tomate, sachant que l'effet n'est pas garanti.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. – Merci d'avoir rappelé que ces outils sont utilisés en thérapie génique. Ils ont déjà permis d'accomplir beaucoup de progrès pour la prise en charge des maladies monogénétiques et de sauver des vies. Je pense aux recherches sur la maladie de Leber ou sur les hémoglobinopathies.

M. Jean-Christophe Pagès, Professeur des universités - praticien hospitalier (Université Paul Sabatier, Toulouse), président par intérim du Haut conseil des biotechnologies. – Des essais de CRISPR-Cas sont effectués sur la drépanocytose en réactivant un gène d'une hémoglobine fœtale chez l'homme. La démarche a commencé aux États-Unis et se poursuit en Europe. Des maladies de surcharge hépatique sont également concernées.

Mme Carole Caranta, directrice générale déléguée adjointe à la science et l'innovation de l'INRAE, directrice de l'institut Carnot Plant2Pro. – Je vous remercie pour l'hommage rendu à Michel Caboche. Il était fils d'agriculteur et a porté au plus haut niveau la réputation de la recherche agronomique française et le domaine de la génomique végétale.

Mon propos portera sur l'édition du génome et le système CRISPR-Cas9. Je traiterai d'abord des principes d'utilisation des technologies d'édition des génomes à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE). Pour mémoire, l'INRAE résulte de la fusion entre l'INRA et l'IRSTEA. Je donnerai ensuite des exemples de recherches conduites dans notre institut et fournirai enfin quelques éléments de conclusion.

Il y a près de cinq ans, la direction de l'INRAE a souhaité clarifier sa stratégie en matière d'utilisation de l'édition du génome. Cette stratégie s'inscrit pleinement dans les valeurs de l'Institut et dans sa volonté de contribuer au progrès environnemental, social et économique.

Elle a sollicité l'expertise du Comité consultatif commun d'éthique INRAE-CIRAD-IFREMER-IRD sur les nouvelles techniques d'amélioration génétique des plantes. Saisi fin 2016, il a rendu son avis début 2018. Disponible sur le site de l'INRAE, il met en lumière les enjeux éthiques et politiques de l'édition du génome. Il considère les risques environnementaux et sanitaires, le statut juridique de ces organismes et des produits dérivés, la propriété intellectuelle dans le secteur végétal, ainsi que la compatibilité avec l'agroécologie.

Cette stratégie s'articule autour de six principes. Le premier concerne le maintien d'une capacité d'expertise en accord avec la mission de recherche publique de l'INRAE. Nous considérons qu'il relève de nos missions de recherche publique et de notre responsabilité sociale d'explorer les bénéfices et les limites, mais aussi les risques éventuels des produits dérivés et de leur utilisation.

Le second principe est évident, mais doit être réaffirmé. Ces technologies sont indispensables à l'acquisition de connaissances. L'édition du génome permet

d'explorer la variabilité génétique, d'étudier la fonction, la régulation et l'évolution des gènes. Ces recherches sont essentielles à l'amélioration des connaissances et à la compréhension du vivant.

Le troisième principe concerne l'utilisation des technologies d'édition du génome en amélioration des plantes. L'évaluation des possibilités offertes par cette technologie est parfaitement légitime et complémentaire des outils classiques de l'amélioration des plantes. Dans le cadre de nos travaux, les caractères et les espèces cibles sont choisis dans un objectif de bien commun. Nous les destinons à des usages et à des systèmes de production qui s'inscrivent dans une logique de durabilité environnementale, économique et sociale.

Les trois autres principes concernent la conduite des expérimentations dans le respect de la réglementation européenne et nationale. Ils énoncent aussi des principes d'ouverture de la recherche avec une coconstruction des projets dans le cadre de recherches pluridisciplinaires et si possible multiacteurs.

Le sixième principe traite de la question de la propriété intellectuelle. L'INRAE rappelle son attachement au certificat d'obtention végétale et son attachement à la non-brevetabilité des plantes issues de l'édition du génome.

Aujourd'hui, une vingtaine d'unités de recherche de l'INRAE utilisent ou mettent au point l'édition du génome chez une trentaine d'espèces végétales. Il s'agit d'espèces de grande culture, d'espèces pérennes (la vigne, les arbres fruitiers), d'espèces maraîchères d'oléagineux, de protéagineux, etc.

Ces programmes sont conduits dans un objectif de connaissance de la fonction des gènes ; ils vont parfois jusqu'à la « preuve de concept » qui vise à montrer que l'édition du génome fonctionne chez certaines espèces et pour certains caractères ou certaines combinaisons de caractères présentant un intérêt agronomique. À ce jour, les plantes issues de ces programmes ne font pas l'objet de diffusion et n'ont pas vocation à alimenter les programmes d'innovation variétale.

Les cibles que nous travaillons concernent la résistance aux maladies pour réduire l'usage des produits phytosanitaires, des caractères d'adaptation au changement climatique ou encore des caractères qui peuvent être mobilisés dans le cadre de la diversification des cultures et des pratiques.

Fabien Nogué a parlé de la résistance aux virus. L'idée est de s'inspirer de la diversité naturelle pour produire un petit nombre de mutations qui permettent d'obtenir des plantes résistantes aux virus chez les espèces pour lesquelles nous n'avons pas trouvé de variabilité naturelle. Ces résultats ouvrent des perspectives pour le développement de résistances à large spectre et plus durables, puisqu'on pourrait imaginer qu'ils soient transférés à la vigne et aux arbres fruitiers pour lutter respectivement contre le court-noué et la sharka.

Un autre programme porte sur une crucifère : la cameline (ou lin bâtard ou sésame d'Allemagne). Nous la voudrions plus précoce pour l'utiliser en couvert végétal entre deux cultures d'hiver. Cette espèce, très peu gourmande en intrants, est en train de se redévelopper. Nous travaillons sur les gènes qui régulent la transition florale et permettent donc de réguler la précocité de cette espèce.

L'édition du génome est intéressante, parce que plusieurs gènes contrôlent la transition florale. Ils sont au nombre de cinq chez *Arabidopsis*. La structure génétique de la cameline fait qu'il y a au moins quinze gènes impliqués dans la transition florale chez cette espèce. Or cette technologie nous permet de modifier simultanément tous ces gènes. Elle ouvre donc la possibilité d'obtenir chez un seul et même individu une diversité de combinaison de mutations pour un groupe de gènes qui serait extrêmement difficile à identifier dans la diversité naturelle.

Le bourgeonnement d'un arbre ou sa floraison correspond à des stades de la vie des plantes et des conditions météorologiques. C'est pourquoi les espèces pérennes sont particulièrement vulnérables au changement climatique. Avec le réchauffement, la floraison est ainsi généralement plus précoce et induit des risques au gel printanier.

En conclusion, je souhaite rappeler que la génétique reste l'un des leviers de la transition agroécologique et que l'édition du génome est un outil de la génétique. J'ai rappelé les enjeux de recherche fondamentale et appliquée en tant que technologie indispensable à l'acquisition de connaissances.

Comme tous les outils, il possède des forces et des faiblesses qui exigent d'être vigilants quant aux promesses énoncées. Dans tous les cas, il convient de rappeler que cette technologie prise isolément ne permettra pas de répondre aux enjeux de l'agriculture et de la transition agroécologique. Par contre, l'INRAE porte activement l'idée d'une combinaison de leviers pour conduire cette transition agroécologique. On parle bien sûr de génotypes adaptés en mobilisant l'ensemble des méthodes disponibles, mais aussi de la mobilisation des régulations biologiques, du biocontrôle, de la diversification des productions et des systèmes de production.

L'INRAE est convaincu que l'édition du génome fait partie des outils de l'amélioration des plantes et que son utilisation pourrait dans certains cas contribuer au progrès génétique pour des caractères et des espèces cibles choisies dans un objectif de bien commun et pour des systèmes de production s'inscrivant dans une logique de durabilité. C'est assez cohérent avec le fait que les usages de ces technologies et les résultats devraient prendre plus de place dans les débats.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. – Puisque vous avez parlé de l'édition génomique et d'une combinaison de leviers, je donne la parole à Monsieur Luc Mathis.

M. Luc Mathis, président de Meiogenix et ancien directeur général de Calyxt. – Petit-fils d'agriculteurs du nord de la France, je suis issu de la formation

universitaire française. Je ne peux malheureusement pas exercer mon métier dans mon pays. J'ai étudié à Orsay, à l'École normale supérieure et à l'Institut Pasteur. Je suis parti en postdoctorat en Californie, puis suis entré premier au concours du CNRS. Une belle carrière académique s'ouvrait à moi. Dans les années 2000, Nicolas Sarkozy puis François Hollande incitaient les chercheurs à développer leurs compétences d'entrepreneurs.

J'ai rejoint Collectis, pionnière du *gene-editing* au plan mondial. Dans la lignée des travaux de François Jacob et d'Alain Fischer, cette *start-up* voulait révolutionner la thérapie génique. Le traitement des enfants-bulles avait montré que l'insertion de séquences d'ADN avait des effets assez extraordinaires pour restaurer le système immunitaire des bébés immunodéficients. On avait malheureusement constaté que l'insertion au hasard d'un morceau d'ADN dans le génome de ces enfants induisait des leucémies.

Collectis avait pour objectif de réaliser la même opération, c'est-à-dire amener des corrections dans le génome induisant des maladies humaines, sans ajouter de séquences. C'est la révolution à laquelle nous assistons aujourd'hui en cancérologie avec les CAR-T. Ces technologies, basées sur le *gene-editing*, constituent une véritable révolution thérapeutique.

Je me suis rapidement intéressé aux applications du *gene-editing* en agriculture. Tout le monde souhaite limiter l'utilisation de produits chimiques, par exemple les néonicotinoïdes. Or les sélectionneurs avaient identifié des gènes qui donnaient des résistances naturelles aux pucerons porteurs des virus. Par *gene-editing*, il suffisait d'introduire ces variations dans le génome de la betterave commerciale pour éviter entièrement l'utilisation des néonicotinoïdes dans les champs.

Nous travaillions à l'époque avec l'INRA, notamment Fabien Nogué, Limagrain et Florimond Desprez. En 2012, le projet aurait pu se développer en France. Cependant la réglementation interdisait toute commercialisation. Nos investisseurs nous ont alors conduits à rejoindre Minneapolis où j'ai dirigé la société pendant cinq ans. Elle compte aujourd'hui 90 salariés et a offert des emplois à des étudiants en biologie, qui, en France, ne trouvent pas de tels débouchés puisqu'il n'existe pas ici de filière commerciale en « agrotech » : il n'y a que le secteur académique. L'entreprise, cotée au Nasdaq, développe des produits pour le marché américain.

L'huile de soja est très employée pour l'alimentation. En deux ans, nous en avons retiré les lipides trans qui altèrent le métabolisme cardiaque. Elle présente ainsi des qualités bénéfiques similaires à l'huile d'olive. En France, nous aurions pu utiliser la technologie pour améliorer le pois et trouver un remplaçant pour la nourriture animale, mais la législation l'interdisait. Nous préférons importer du soja OGM du Brésil qui contribue à la déforestation.

À l'inverse, en quelques semaines, l'USDA (le ministère de l'agriculture des États-Unis) nous a donné l'autorisation de développer commercialement ce soja parce qu'aucun ADN étranger n'y était ajouté. En 2021, je dirige la société MeioGenix. Notre *start-up* applique le *gene-editing* inventé à l'Institut Curie. Nous améliorons la technique en accélérant des processus naturels de croisement génétique. Aucun investisseur n'était prêt à s'impliquer en France en l'absence de marché. C'est pourquoi nous allons nous établir dans la région de New York.

À l'ENS, j'ai suivi des enseignements sur les lois bioéthiques. J'ai bien compris l'importance mise à juste titre sur le fait de ne pas modifier intentionnellement la lignée germinale chez l'homme. Mais en agriculture, comme le soulignait Fabien Nogué, nous opérons ces croisements intentionnels depuis la nuit des temps. Ils permettent par exemple de conserver des tomates pendant une semaine et, plus généralement, que nous consommons cinq fruits et légumes par jour.

Je ne comprends pas le raisonnement qui conduit à ne pas utiliser ces innovations, qui ne rajoutent aucune séquence au génome. Mon grand-père, qui était un fermier innovateur, aurait voulu utiliser cette technologie. C'est pourquoi je ne me résous pas à devoir partir aux États-Unis pour exercer mon métier alors que ces innovations viennent de France.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. – Je vous remercie. Vous avez posé la question qui est au cœur de nos débats : pourquoi des recherches sont-elles possibles en matière de santé humaine et non pour la sélection végétale ? Madame Mazza va nous faire part des préoccupations des semenciers en la matière.

Mme Valérie Mazza, directrice scientifique de Limagrain, représentant l'Union française des semenciers. – L'Union française des semenciers (UFS), au nom de laquelle j'interviens aujourd'hui, représente 122 entreprises semencières implantées dans 62 départements français. Elles sont actives dans l'amélioration des plantes, la production et la mise en marché des semences pour l'agriculture, les jardins et les paysages. Comme indiqué précédemment, l'amélioration des plantes prend sa source dans des gestes ancestraux : observer et identifier des individus d'intérêt, collecter des graines, réaliser des croisements et multiplier des semences.

Nous savons aujourd'hui que ces interventions consistent à agir directement sur l'ADN des plantes en mettant à profit deux phénomènes imprévisibles : la recombinaison des gènes lors de la fabrication des gamètes et la mutation spontanée décrite par Fabien Nogué. Ces deux phénomènes sont les principaux moteurs de l'évolution et de l'adaptation des organismes vivants. Au fil du temps, des règles empiriques se sont dégagées pour donner sens au métier de semencier né en 1743.

En trois siècles, le métier s'est rationalisé. En intensifiant le contrôle interne, il a réduit la part laissée au hasard pour garantir la promesse formulée par la semence. Cette trajectoire s'est appuyée sur des avancées scientifiques diverses, en biologie, avec la découverte des lois de l'hérédité et de la structure de l'ADN, mais aussi en chimie. Des développements technologiques tels que la mécanisation agricole, la télédétection et le digital y ont également contribué. Grâce à ces outils, le patrimoine génétique et la composition biochimique des plantes sont entièrement analysés. Leur comportement est observé dans de multiples environnements de culture et pendant de nombreuses années. Ce travail d'observation et de caractérisation s'inscrit dans un processus de contrôle qualité interne. Il constitue toujours aujourd'hui la part essentielle de l'effort de R&D des entreprises semencières qui y consacrent en moyenne 13 % de leur chiffre d'affaires.

Dans cette longue histoire de l'amélioration des plantes, la France a toujours été aux avant-postes. Elle reste aujourd'hui encore dans le peloton des quelques pays en pointe, qu'il s'agisse de l'Allemagne, des États-Unis, de la Chine ou des Pays-Bas.

La France peut se targuer de disposer d'une filière d'excellence, composée d'acteurs de tailles diverses, organisée logistiquement pour répondre à différents débouchés, générant un excédent commercial de près de 1 milliard d'euros et offrant plus de 12 000 emplois en France. La France est le premier exportateur mondial de semences, le premier producteur européen de semences.

Les nouvelles techniques de sélection viennent aujourd'hui enrichir la panoplie des outils utilisés en amélioration des plantes. Comme indiqué précédemment, elles reposent sur des mécanismes biologiques et permettent d'intervenir de façon très précise. En cela, leurs effets ne diffèrent pas de ceux des techniques utilisées couramment à l'heure actuelle.

En revanche, elles permettent de s'affranchir de la dimension aléatoire des techniques utilisées actuellement grâce à la combinaison de deux éléments qui ont été rappelés : une précision sans précédent, puisque l'on parle d'un ciblage à la base près, et la possibilité de réécrire localement le génome.

Ces deux atouts sont amplifiés par les progrès réalisés au cours des vingt dernières années en matière de séquençage des génomes et de compréhension du rôle et du fonctionnement des gènes.

En tant que semenciers, nous comptons et avons commencé à utiliser ces nouvelles techniques de différentes façons, bien évidemment pour mettre au point de nouvelles variétés.

À très court terme et dans la continuité des processus actuels de création variétale, ce sera en développant des caractéristiques gouvernées par un petit nombre de gènes. L'exemple que vous avez mentionné, du poivron et de la tolérance à certaines maladies, s'inscrit tout à fait dans cet esprit. Différentes

cibles sont regardées ainsi que la tolérance aux maladies et aux ravageurs, par exemple la résistance de la tomate au mildiou, mais aussi des caractères liés aux propriétés nutritionnelles des plantes.

À plus long terme, ces techniques nous permettront de rechercher et de développer des caractères plus complexes, car gouvernés par plusieurs gènes, par exemple une meilleure utilisation de l'eau ou une plus grande productivité. Vous avez également mentionné l'importance de la diversité dans l'amélioration des plantes. Nous pourrions développer de nouvelles formes de diversité, dites diversité allélique.

Ces techniques sont également un facteur de compétitivité pour nous car elles permettent d'optimiser le processus même d'amélioration des plantes. Cela passe d'abord par la production de nouvelles connaissances, en partenariat avec la recherche publique : nous en avons besoin pour mieux comprendre le fonctionnement des plantes. Cela passe aussi par le développement de caractères d'intérêt, non pas pour les producteurs, mais pour nous, sélectionneurs, par exemple un caractère de production de pollens. Nous avons besoin de plantes qui produisent beaucoup de pollen. C'est un caractère qui a peu d'intérêt pour un producteur de fruits ou de légumes, mais qui en a beaucoup pour nous.

Ces nouvelles techniques permettent donc de faire mieux et de faire plus. Leurs atouts pour l'amélioration des plantes sont nombreux. Elles sont potentiellement applicables à tout type de système de culture, à tout type de caractère et à tout type d'espèces. Leur intérêt pour la sélection est reconnu. Une enquête récemment diligentée par l'association européenne Euroseeds le démontre.

Des entreprises de toutes tailles ont confirmé leur intérêt pour ces techniques en vue d'améliorer des espèces qui sont à la fois des grandes espèces comme les céréales, le maïs, les oléagineux, les fourragères, mais aussi des cultures plus spécialisées, ornementales ou médicinales, ou même des espèces de diversification comme le chanvre, le pissenlit, la stévia.

Enfin un dernier atout, qui pour moi n'est pas le moindre : ce sont des techniques dont aujourd'hui on n'a pas complètement exploré le potentiel. C'est important qu'on puisse le faire. L'exploration de ce potentiel fait l'objet de nombreux travaux. Au cours du seul dernier trimestre 2020, 45 brevets ont été publiés sur le sujet, en majorité par des acteurs chinois et américains, dans le domaine des plantes ou applicables aux plantes.

Ces techniques ne sont pas sans limites. Ce sont des outils qui reposent sur des processus biologiques avec des rendements qui ne sont pas 100 %. Tous les gens qui font de la biologie le savent. Ces techniques nécessitent un contrôle *a posteriori* par l'observation et l'analyse des plantes et de leur descendance. Le contrôle *a posteriori* permet notamment d'éliminer les éventuelles mutations indésirables. Par ailleurs, ces techniques ne sont actuellement pas applicables à

certaines espèces. Vous avez compris que certains travaux sont en cours pour y remédier.

En conclusion, l'amélioration des plantes est l'un des leviers pour relever les défis agricoles actuels, au même titre que l'agronomie, le biocontrôle et le digital. En Europe, elle prendra sa part dans la réussite de la stratégie *Farm to Fork (de la ferme à la table)*. Les nouvelles techniques de sélection sont d'ores et déjà mises en œuvre pour des améliorations ciblées et encadrées par des processus de contrôle qualité interne éprouvés au fil des ans. Leur potentiel n'a pas été complètement exploré. Elles ouvrent de nombreuses perspectives pour l'amélioration des plantes qu'il faut continuer à travailler. Enfin, pour le secteur semencier français, elles sont indispensables pour maintenir ses compétences, son savoir-faire et rester dans la course internationale.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. – Merci, Madame Mazza. Vous avez évoqué la longue histoire de la sélection et des semenciers. J'ai appris que le métier était né au siècle des Lumières. Cédric Villani comme moi étions un peu étonnés.

M. Gérard Longuet, sénateur, premier vice-président de l'Office. – Vous avez été étonnés à tort. C'est le développement agricole, à la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e siècle, qui a présidé à la révolution industrielle. Je n'oublie pas que j'ai présidé un lycée agricole pendant deux ans !

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. – Je cède la parole à deux chercheurs de l'INRAE qui vont nous parler de la sélection conventionnelle. Permet-elle de relever les mêmes défis que les exemples évoqués auparavant ? Allons-nous réussir à utiliser moins d'intrants ? L'adaptation aux modifications du climat peut-elle s'opérer grâce aux *New Breeding Techniques (NBT)* ?

M. Bernard Rolland, ingénieur de recherche INRAE. – Je suis sélectionneur de blé tendre d'hiver à l'INRAE de Rennes pour des systèmes de culture économes en intrants chimiques, dont l'agriculture biologique. Je suis né dans une toute petite ferme de la pointe du Finistère. Nous allons vous présenter un ensemble de nouvelles approches autres que les NBT. Elles permettent de répondre aux enjeux des changements globaux et à la réduction des intrants de synthèse.

Pendant quarante ans de modernisation d'une agriculture portée par la mécanisation et la chimie, les choses étaient simples. Le plus, c'était le mieux, dans des itinéraires techniques de plus en plus artificialisés. Répondre à la demande, c'était augmenter les quantités produites par hectare et par animal. L'amélioration des plantes y a apporté une contribution majeure. Après des années de débat, le constat d'échec d'un modèle productiviste arrivé à sa limite est désormais partagé, notamment dans le plan stratégique INRAE 2030.

En effet, nous sommes dans le rouge dans tous les domaines : de la biodiversité perdue au renouvellement en panne des générations d'agricultrices et d'agriculteurs. Les productions végétales ont une part de responsabilité dans les émissions de gaz à effet de serre qui accélèrent le changement climatique. Les solutions techniques du XX^e siècle vont-elles répondre aux attentes pressantes du XXI^e ? La question se pose aux généticiens et sélectionneurs.

C'est la question des voies à explorer pour y répondre, alors que le temps ne joue plus pour nous. Le Grenelle de l'environnement n'a pas été suivi d'actes et quinze années ont été gâchées. Le temps presse. Les différentes prospectives (Agrimonde, Afterres) interrogent dans leur scénario le degré de sortie partielle ou totale des intrants chimiques. Pour assurer sa durabilité, l'agriculture va devoir se diversifier et s'accorder avec les potentialités des milieux avec beaucoup moins d'intrants.

En effet, les interactions génotype/environnement, en partie lissées par les apports d'engrais et de pesticides, vont se démultiplier. Comment l'amélioration des plantes va-t-elle apporter sa contribution à ce défi ? Comment interagir avec les agronomes pour arbitrer les caractères à privilégier ? Ainsi, réintroduire des rotations plus longues ou réduire la fertilisation azotée dispensera d'un fastidieux travail d'amélioration de la résistance vis-à-vis de telle maladie ou de tel insecte.

Dans le domaine de la création variétale, il y a vingt ans, l'INRAE a lancé un programme pionnier de sélection de variétés de lignées pures pour l'agriculture biologique. Avec bientôt 10 % de la surface agricole utile, l'agriculture biologique est envisagée ici comme un prototype d'agroécologie utile au progrès des autres formes récentes d'évolution de l'agriculture, par exemple en explorant comment le levier génétique peut contribuer, en céréales à paille, à un itinéraire technique sans herbicides, par une stratégie agronomique d'innovation en profondeur telle que définie par Bernard Chevassus-au-Louis et Michel Griffon. La variété est une pièce du dispositif.

Pour avoir des chances de réussite, l'indispensable transition agroécologique demande le même effort de recherche et développement que celui dont bénéficia la modernisation de l'agriculture dans les années 1960. La place des NBT comme outil doit être questionnée ici.

En effet, les approches nouvelles proposées (sélection bas intrants, notamment dans le cadre de l'agriculture biologique, agroécologie, sélection participative) agissent sur un niveau de complexité très élevé, alors que l'on peut s'interroger sur la contribution des NBT, qui agissent au mieux sur quelques gènes. Seront-elles décisives en la matière ? L'optimisme technologique ne peut servir d'échappatoire.

M. Jérôme Enjalbert, directeur de recherche INRAE, responsable de l'équipe « Diversité, évolution et adaptation des populations ». – Je suis chercheur en génétique des populations à l'INRAE au laboratoire Génétique

Quantitative et Évolution (Le Moulon). Comme le soulignait Bernard Rolland, nous sommes face à l'urgence de repenser une agriculture sans pesticides et à faible impact sur le climat. La diversification agricole est au cœur de cette transition.

Des travaux récents montrent que des paysages agricoles plus diversifiés en cultures et en variétés ont des propriétés de résilience ou de stabilité face aux émergences de maladies ou aux aléas climatiques. Je détaillerai deux stratégies de diversification à l'échelle de la parcelle : les mélanges de variétés et d'espèces, puis les populations.

Actuellement, une parcelle cultivée en France est généralement semée avec une seule espèce, elle-même constituée d'une seule variété homogène génétiquement, ce qui rend la culture vulnérable aux maladies et au stress climatique, car tous les individus de la parcelle sont identiques, avec les mêmes sensibilités.

Pour diminuer ces risques, de plus en plus d'agriculteurs mélangent dans une même parcelle soit des variétés différentes d'une même espèce, soit différentes espèces, par exemple des céréales et des légumineuses. Des milliers d'assemblages sont alors possibles à partir des variétés existantes. Par le choix du mélange qu'ils vont semer, les agriculteurs peuvent adapter chaque année le peuplement cultivé aux conditions locales de climat et de sol, à leurs pratiques et à leurs débouchés. Ils peuvent ainsi minimiser des risques. Dans le champ, les complémentarités entre variétés et espèces permettent une meilleure utilisation des ressources et une résistance accrue aux maladies. Une parcelle de mélange blé/pois produira un grain de bonne qualité avec une bonne teneur en protéines avec moins d'engrais grâce à la fixation symbiotique de l'azote de l'air par le pois.

Une seconde stratégie consiste en l'utilisation de populations qui seront autorisées à la commercialisation en agriculture biologique en 2022 sous le terme « matériel hétérogène biologique ». Dans ces populations, tous les individus d'une parcelle sont différents, ce qui à la fois confère des avantages de complémentarité en cas de stress et permet une évolution et une adaptation de la population au cours des cycles de récolte et de resemis.

De telles populations sont actuellement cultivées par les agriculteurs dans des programmes de sélection participative. Les analyses effectuées dans notre équipe par Isabelle Goldringer démontrent l'efficacité d'une telle sélection pour adapter localement les populations de blé tendre à des modes de culture sans pesticides ou intrants de synthèse. Cette grande diversité génétique déployée, qui est observée par de nombreux agriculteurs, permet également de repérer, dès les premières apparitions d'une nouvelle maladie, les individus résistants et de les sélectionner très rapidement. C'est donc aussi un moteur unique d'adaptation des cultures à l'émergence de maladies.

Pour développer ces nouvelles pratiques culturelles, il est indispensable d'avoir accès aux ressources génétiques de nombreuses espèces et pouvoir ainsi sélectionner de nouvelles variétés et populations adaptées.

Ces adaptations demandent de combiner de nombreux caractères, par exemple l'architecture de la plante ou les résistances aux maladies, et chaque caractère est lui-même contrôlé généralement par de nombreux gènes.

Cette complexité génétique est donc gérée de façon très efficace par la sélection variétale classique et dès maintenant par les outils du marquage moléculaire. Pour que tous les acteurs de la sélection puissent répondre aux défis d'une agriculture sans pesticides et à faible impact sur le climat, il est donc essentiel de garantir l'accès le plus large possible à la diversité des variétés des populations développées.

C'est donc la place de l'édition du génome comme outil qui doit être ici questionnée, tant dans la nature des innovations proposées, qui peuvent être centrées sur le gène alors que nous avons une vision systémique, que dans l'impact de cette technique sur la propriété intellectuelle – le brevet sur les séquences –, qui risque de limiter l'accès aux variétés pour l'ensemble des acteurs de la filière.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. – Ne peut-on pas utiliser concomitamment la sélection conventionnelle et l'édition du génome ? Sont-elles vraiment incompatibles ? Vous avez évoqué, Monsieur Enjalbert, une technique qui pourrait avoir le même effet qu'une sélection plus biologique ou scientifique. Permettrait-elle également de nourrir toute la population ? La polémique a-t-elle toujours lieu d'être ? Vos positions ne sont-elles pas en train de se rapprocher ?

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Après que chacun aura pu apporter des réponses, je formulerai des questions complémentaires. Je donnerai aussi la parole à la Confédération paysanne. Pour être transparents, nous avons convié deux syndicats. La FNSEA n'a pas répondu à notre invitation. Je le regrette. Nous serons en contact avec eux pour recueillir leurs réactions. Il nous paraissait important d'entendre des représentants du monde agricole, qui est en première ligne.

Je souhaiterais auparavant revenir sur deux points. Le premier concerne la brevetabilité et la non-brevetabilité. Madame Caranta l'a notamment évoquée comme un principe auquel l'INRAE est attaché. J'aimerais connaître les positions des uns et des autres sur ce sujet. Le deuxième point concerne une application polémique du *gene-editing*, à savoir la génération de plantes résistantes aux herbicides. L'ANSES, il y a deux ans, a lancé une alerte à ce sujet. Qu'en pensez-vous ?

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. – Permettez-moi également de formuler quelques remarques, notamment sur CRISPR et la prédictibilité. La

technique est-elle aussi précise que vous l'avez présentée ? Les controverses sur les conséquences de l'édition d'un gène sont nombreuses.

Monsieur Nogué, vous affirmez que nous ne faisons finalement rien de plus que créer des mutations qui pourront survenir dans le futur. Comment parvenez-vous à avoir cette assurance ? Quels sont les fondements scientifiques de cette visibilité ?

Messieurs Rolland et Enjalbert ont évoqué, si j'ai bien compris, l'enjeu d'une adaptation à des échelles locales. Les NBT ont-elles une maille d'intervention quasi parcellaire ?

M. Gérard Longuet, sénateur, premier vice-président de l'Office. – Ma première question s'adresse à Madame Caranta. Comment l'INRAE gère-t-il ses contradictions ? Vous avez notamment évoqué un schéma prospectif 2030. Par ailleurs, qu'en est-il des traitements des plantes qui mobilisent les insectes ? Cette problématique s'inscrit-elle dans la continuité de vos recherches ?

M. Fabien Nogué. – En réponse à Monsieur Prud'homme, le taux de mutation entre chaque génération est étonnamment universel. Il est approximativement le même dans un génome de cellule humaine, végétale ou d'un insecte. Ces données ont été démontrées notamment à partir de l'*Arabidopsis*. On a pu mettre en évidence qu'en moyenne, entre une graine et la plante porteuse, chaque génération présentait une mutation. Une extrapolation sur la tomate permet de constater que chaque paire de bases de son génome aura en moyenne muté 80 fois sur Terre au cours d'une année de production. Le taux d'apparition de ces mutations est immuable et les données robustes.

Permettez-moi aussi de réagir à une remarque sur l'utilisation du CRISPR pour la modification des gènes. J'ai donné des exemples où un gène modifié donnait un caractère comme la résistance au virus. Cependant, l'interaction entre les plantes et les bactéries du sol, par exemple, correspond à des phénomènes extrêmement complexes et multigéniques. Je ne vois toutefois pas pourquoi l'outil CRISPR ne pourrait pas être utilisé à cette fin.

Par exemple, le travail mené sur l'architecture de la racine du coton résulte de la modification de plusieurs gènes. Avec cet outil, on a pu en modifier près d'une cinquantaine, dans un génome, pour une expérimentation. Il n'existe donc pas forcément d'opposition entre les objectifs poursuivis et l'utilisation de cet outil. Il reste toutefois un outil *complémentaire* d'une sélection classique.

M. Yves Bertheau, directeur de recherche honoraire INRAE au Muséum national d'histoire naturelle, ancien coordinateur du projet de recherche Co-extra sur la possibilité d'une coexistence des cultures OGM et non-OGM. – Je ne partage votre optimisme. Il est l'expression d'une « économie de la promesse ». Il y a vingt ans, la promesse consistait à régler les problèmes avec les clones ; il y a trente ans, c'était avec les OGM. On nous affirme

maintenant qu'avec la biologie moléculaire des années 1970, il suffirait de trouver une séquence pour la transposer.

Il n'en va pas ainsi. En raison de la structure tridimensionnelle des noyaux, nous savons qu'un nucléotide changé peut complètement modifier la disposition de deux chromosomes ; or, la structure tridimensionnelle de l'ADN régule l'expression des gènes. C'est pourquoi les entreprises se rachètent, non seulement pour récupérer leurs fonds génétiques, mais pour acquérir leurs savoir-faire, touchant notamment aux rétrocroisements.

Je suis donc assez sceptique. Aux États-Unis, la sélection variétale a accru la sensibilité des variétés de maïs à la sécheresse. Les variétés issues des laboratoires améliorent d'environ 10 % la tolérance à la sécheresse, alors qu'au Mexique, le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) a produit par sélection classique une variété qui présente une résistance de 30 % et est notamment utilisée en Afrique.

Il faut cesser d'avoir une vision aussi simpliste de la biologie moléculaire. On s'est notamment rendu compte que la réalité était beaucoup plus complexe et que l'ADN dit « poubelle » servait à réguler par des micro-ARN un grand nombre d'éléments.

Mme Claire Marris, sociologue des sciences, chercheuse associée au Laboratoire interdisciplinaire sciences innovations sociétés (LISIS, INRAE) et membre du groupe de travail sur les nouvelles techniques de sélection végétale du *Biotechnology and Biological Sciences Research Council*. – Beaucoup d'intervenants ont insisté sur le fait que ces techniques étaient devenues plus précises. On ne serait plus obligé d'introduire de l'ADN d'une autre espèce dans la nouvelle variété, mais seulement de changer une ou deux paires de bases.

J'ai beaucoup aimé la formule de Madame Mazza qualifiant la semence de « promesse de résultat ». J'ai senti que l'argument sous-jacent était que cette précision accrue au niveau de l'ADN permettrait également de rendre plus précise cette promesse.

Pensez-vous vraiment qu'il existe une adéquation entre la précision moléculaire et la précision de la promesse faite à l'humanité en matière de rendement économique, de lien social, de durabilité ou de maîtrise du risque ?

M. Luc Mathis. – S'agissant de la résistance aux herbicides, les produits que présentent les sociétés pour la commercialisation concernent surtout des traits de qualité de résistance à des maladies ou des traits agronomiques. Je n'ai rien vu concernant la résistance aux herbicides hormis dans des publications académiques.

Pour ce qui est de la brevetabilité, l'importance des investissements dans les OGM avait conduit au développement d'une nouvelle ingénierie et à la multiplication des brevets. En matière de *gene-editing*, nous reproduisons des choses qui existent naturellement. Un débat s'est dès lors engagé, suivant les pays,

pour savoir quelle force auront ces brevets dans la mesure où il est impossible de breveter ce qui est naturel. Certains aspects sont brevetables, comme les processus techniques. L'utilisation des produits développés sera-t-elle libre en France ? C'est assez probable.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – La question de la brevetabilité joue-t-elle un rôle dans les projets de *start-up* auxquels vous prenez part ?

M. Luc Mathis. – Nous pouvons breveter les processus. Quand une technologie nouvelle apparaît, elle est souvent copiée. Tel a été le cas avec les TALEN, les CRISPR et maintenant avec le *base-editing*. Nous sommes dans un paysage brevetaire complexe. Chacun peut emprunter des brevets pour développer son produit. Le poids d'un brevet n'est pas le même qu'il y a vingt ans.

M. Jean-Yves Le Déaut, ancien président de l'OPECST et co-rapporteur du rapport sur l'édition du génome, membre de l'Académie d'agriculture. – Monsieur Bertheau parlait d'« économie de la promesse ». L'argument n'est pas recevable. Pour avoir eu un long parcours dans ce domaine, puisque j'ai été à l'origine du premier rapport parlementaire sur le sujet, je sais que les opposants ont cherché l'enlisement réglementaire. Alors que la France accueillait environ 800 essais dans les années 1990, plus aucun n'est pratiqué aujourd'hui. Le dernier, portant sur des peupliers, est intervenu en 2013, à Orléans.

Madame Caranta soulignait, à juste titre, que nous avons perdu notre capacité d'expertise internationale. Vous ne sauriez donc parler d'économie de la promesse en empêchant la recherche. J'ai aussi été touché par le témoignage de Monsieur Mathis qui déplorait ne plus pouvoir exercer son métier en France.

Je regrette d'avoir passé beaucoup de temps à élaborer, en vain, la loi de 2008. Alors qu'elle fixait des conditions et introduisait de la transparence, nous avons abouti à un moratoire et à une interdiction de fait. Or aujourd'hui, avec les décisions du Conseil d'État et de la CJUE, la même stratégie de l'enlisement réglementaire se déploie. A mon sens, une économie de la promesse laisserait les gens travailler sur ces sujets importants.

Monsieur Nogué soulignait précédemment que l'agroécologie et les biotechnologies peuvent être complémentaires. Elles pourraient effectivement avoir des objectifs partagés, mais pas dans la situation idéologique actuelle de notre pays, où deux camps s'affrontent et ne dialoguent plus. Mon collègue Denis Couvet, ici présent, et moi-même avons mené un travail intéressant à l'Académie d'agriculture. Nous n'avons pas les mêmes opinions, mais nous avons abouti à un texte commun. L'OPCEST doit procéder de même. Vous avez aujourd'hui une responsabilité très importante sur le sujet.

Mme Valérie Mazza. – Je pense avoir été assez circonspecte et ne pas avoir péché par excès de promesses. J'ai fait la différence entre des caractères

simples, qui sont à notre portée dans la continuité de nos connaissances ou pratiques actuelles, et des perspectives pour l'étude de caractères complexes dans une approche systémique. Cette technique présente néanmoins un fort potentiel. Il serait en conséquence dommage que le cadre réglementaire nous prive d'explorer ses possibilités.

S'agissant des approches systémiques, Limagrain est détenue par une société coopérative. Mes actionnaires sont des agriculteurs qui se lèvent très tôt le matin pour essayer de gagner leur vie. Ils sont en pleine transition, en pleine réflexion sur une agriculture systémique et à la recherche de solutions. Tout le monde est aujourd'hui engagé dans une transition technique et agricole, mais pas dans la logique tendant à substituer de nouvelles approches à d'autres. Nous cherchons plutôt à « enrichir la panoplie ».

La raison d'être des brevets est de fixer des règles du jeu entre les différents acteurs d'un secteur économique. Ils sont un moyen de réguler la compétition et de faire en sorte que les acteurs qui ont pris des risques et ont remporté des succès puissent logiquement en tirer un avantage. Nous passons beaucoup de temps chaque jour à négocier des accords de licence. Les brevets et la propriété intellectuelle en général sont des règles du jeu entre acteurs d'un domaine.

Dans le domaine de l'amélioration des plantes, la profession a eu la sagesse et la grande intelligence, dans les années 1950, de développer un outil de protection *sui generis*. Il est adapté aux enjeux du vivant, au caractère polygénique et complexe de l'innovation variétale. C'est le certificat d'obtention végétale (COV), qui est capable de couvrir 95 % des situations. Cet outil date d'une époque où les biotechs n'existaient pas. De nouvelles questions se posent qui nécessitent sur certains points particuliers d'avoir recours au brevet. La question de la propriété intellectuelle est cependant indépendante des nouvelles techniques de sélection.

Concernant la tolérance aux herbicides, les sondages auprès des entreprises européennes de sélection montrent qu'elle ne correspond qu'à 5 % des cibles travaillées. Les semenciers n'ont pas attendu l'édition du génome pour développer ce caractère. Les premières variétés présentant cette qualité étaient simplement issues de l'observation des plantes. Il s'agit pour moi d'un caractère parmi beaucoup d'autres. Je comprends que des questions se posent sur l'utilité et les conséquences de variétés tolérantes aux herbicides. Je ne saisis cependant pas le lien avec les outils d'édition du génome, qui ne se réduisent pas à la recherche de tolérance aux herbicides.

M. Daniel Evain, membre de la commission semences de la Confédération paysanne. – Je suis paysan, fils de paysan et petit-fils de paysan. Je suis ingénieur agronome spécialisé en amélioration des plantes. J'ai exercé le métier de sélectionneur pendant dix ans, de 1990 à 2000, pour Cargill et Monsanto.

Je tiens à m'inscrire en faux. Madame Mazza soulignait que, si nous n'adoptons pas ces nouvelles technologies, notre pays ne sera plus dans la course internationale. Le même discours était tenu chez Monsanto dans les années 1990. Sans les OGM, la culture semencière était censée disparaître de France et d'Europe. Or nous appartenons aujourd'hui à la deuxième zone mondiale exportatrice de semences. Ce succès résulte précisément du fait que notre continent est un milieu protégé exempt d'OGM.

S'agissant de la « stratégie de la promesse », on nous promettait effectivement que les plantes transgéniques résisteraient à la sécheresse et permettraient la réduction d'intrants, avec l'introduction de caractéristiques propres aux légumineuses dans les céréales. Cela ne s'est jamais produit. Elles ont été abandonnées. Une stratégie de la promesse avait donc bien été élaborée visant à faire accepter aux populations les plantes transgéniques. Or celles-ci n'étaient que des « plantes à pesticide » qui toléraient un herbicide ou produisaient un insecticide.

Concernant les brevets, la situation nous inquiète tout particulièrement. J'entends Madame Mazza dire que nous passons beaucoup de temps à signer des accords de licence. Le risque majeur consiste effectivement à voir l'ensemble des semences brevetées. Si la réglementation sur les OGM n'est pas appliquée, l'ensemble des brevets risque de s'étendre au gène natif. Si tel est le cas, alors que les semences constituent la base de l'alimentation, nous perdrons totalement notre souveraineté alimentaire.

Il a également été fait référence à l'adaptation des plantes au changement climatique. Elle est extrêmement polygénique. Nous la pratiquons dans nos champs. Les semences paysannes, avec le brassage d'énormément de plantes dans un champ, permettent d'adapter nos variétés à des situations locales. En revanche, avec une ou deux modifications et une diffusion sur l'ensemble du territoire, il est beaucoup plus difficile d'adapter ces plantes. Les systèmes monogéniques sont souvent beaucoup moins durables que les systèmes polygéniques.

Concernant la stabilité du génome, je tiens à rappeler que le langage génétique est identique sur l'ensemble du vivant, depuis les virus jusqu'aux plantes supérieures. Or aujourd'hui nous savons lire ce langage, mais ne le comprenons pas entièrement. En d'autres termes, je trouve extrêmement dangereux d'intervenir et de diffuser dans la nature des gènes, alors que nous n'avons pas forcément connaissance de l'ensemble de leurs interactions avec le milieu.

M. Bernard Rolland. – La sélection de plantes résistantes aux herbicides s'inscrit dans la lignée des progrès génétiques du XX^e siècle. Depuis le Grenelle de l'environnement, nous évoluerions vers une nouvelle agriculture ? Le plan Écophyto 2018 voulait réduire de 50 % l'usage des pesticides. Or le rapport du député Dominique Potier en atteste, leur utilisation a augmenté. Nous avons maintenant conscience de l'effondrement des populations d'oiseaux et d'insectes.

Nous nous trouvons à un carrefour. Soit nous basculons vers une autre agriculture, qui utiliserait moins, peu, voire pas du tout d'intrants chimiques, qui demanderait une autre sélection végétale, une autre amélioration des plantes, soit nous adoptons des monocultures de blé résistant aux herbicides, dont la superficie passerait en France de 5 à 15 millions d'hectares.

Nous disposons de différents leviers. Par exemple, pour orienter la compétition entre les céréales à paille et les adventices, il y aura moins de levées d'adventices si l'on sème plus tardivement ; la pression adventice sera également bien moindre si les rotations sont plus longues, avec notamment des polycultures et des prairies ; on pourra aussi sélectionner des céréales plus compétitives vis-à-vis des adventices correspondant à de nouvelles variétés issues de l'ingénierie génétique.

Nous sommes aujourd'hui confrontés à un choix. Quelle sera notre agriculture ? Vous avez fait référence à *Farm to Fork*. Cette stratégie vise à atteindre 25 % d'agriculture biologique en 2030 et à réduire l'usage des pesticides de 50 % à cet horizon. Il va ainsi falloir que nous changions de paradigme en fixant de nouveaux buts pour la sélection et l'amélioration des plantes.

Mme Carole Caranta. – Pour répondre à Monsieur Longuet, l'INRAE « gère ses contradictions » dans le cadre de sa mission de recherche publique grâce à la diversité de ses recherches. L'enjeu réside dans la compatibilité et la complémentarité de nos approches. Nous menons des réflexions au cas par cas. Une solution pour une espèce ou un système de culture ne sera pas la même que pour une autre espèce ou un autre système de culture.

La combinaison des leviers est une nécessité. Notre vision est celle de la complémentarité, voire de l'antagonisme, entre diverses approches. Nous évoquons aujourd'hui les NBT, mais nous pourrions aussi traiter du contrôle numérique ou de l'agronomie. Les recherches dans toutes ces directions sont importantes. Elles sont à concevoir pour différents modèles qui conjointement contribueront à améliorer la durabilité des systèmes agricoles et alimentaires.

S'agissant de l'économie de la promesse, je suis persuadée qu'une unique technologie ou approche ne permettra pas à elle seule de répondre aux enjeux de l'agriculture. Il en va ainsi pour les NBT, mais également pour les mélanges variétaux, les semences paysannes, etc. Il ne s'agit pas de les opposer, mais de penser une combinatoire au cas par cas, aux différentes échelles de l'agriculture : la parcelle, l'exploitation voire la région.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Je souhaite vous faire part des réactions des citoyens qui nous regardent. Une personne nous dit : « *Il me semble plus approprié de s'intéresser aux produits et aux solutions qui en découlent plutôt qu'aux techniques qui sont des moyens évoluant jour après jour.* » Certaines des interventions ont justement trait aux moyens, d'autres aux produits. La question est de savoir si le produit est vraiment le même. Nous

reviendrons, dans la troisième table ronde, sur la question des moyens. Elle ne peut pas être complètement éludée dans un débat démocratique.

Une autre interrogation est la suivante : « *Est-il possible d'innover dans le monde et d'avoir un retour sur investissement de la recherche intellectuelle sans protection de la propriété intellectuelle ?* » En mathématiques, il n'y a pas de propriété intellectuelle. Nous innovons et avons un retour sur investissement dans les institutions. Tout dépend du modèle. Dans l'industrie, Elon Musk avait fait sensation en annonçant que ses brevets seraient libres pour favoriser le développement de solutions.

J'ai encore deux commentaires d'auditeurs auxquels j'aimerais que vous répondiez rapidement. Premièrement, « *La brevetabilité empêche-t-elle des entreprises et laboratoires publics d'accéder à des licences pour les technologies CRISPR-Cas9, ZFN, TALEN et ODM ?* » Deuxièmement, « *L'OPECST est-il conscient que les deux produits issus de l'édition génomique commercialisés aujourd'hui dans le monde émanent de petites structures : Calyxt Inc. aux États-Unis et Sanatech Ltd au Japon ?* »

M. Luc Mathis. – Calyxt est effectivement la société que j'ai dirigée à Minneapolis. Sanatech, au Japon, a augmenté la teneur en acide gamma-aminobutyrique (*Gamma-AminoButyric Acid* – GABA) dans une variété de tomate, ce qui pourrait contribuer à la réduction de la pression artérielle.

M. Jean-Christophe Pagès. – On peut utiliser dans tous les laboratoires des techniques telles que CRISPR, TALEN, etc., sans licence. Au-delà de l'exemption de recherche, la valorisation est une autre question.

*
* *

Deuxième table ronde : Quelle évaluation des risques sanitaires et environnementaux en France, quelles réglementations ?

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. – Les questions posées comme cadre structurant de la deuxième table ronde – Quelle évaluation des risques sanitaires et environnementaux en France ? Quelles réglementations ? – sont d'actualité parce que le contexte a changé. D'une part, l'organisation de l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux en France va prochainement évoluer puisque les missions du HCB vont prendre fin. D'autre part, la CJUE a rendu un arrêt, le 25 juillet 2018, stipulant que les organismes issus d'édition du génome doivent être régulés comme les OGM issus de la transgénèse, conformément à la directive 2001/18/CE.

Depuis, le Conseil d'État a rendu une décision sur la mutagenèse le 7 février 2020, reprenant les arguments de la CJUE et enjoignant le gouvernement d'établir par décret, après avis du HCB, la liste des techniques permettant l'obtention d'OGM non soumises aux dispositions du code de l'environnement

relatives aux OGM. Le gouvernement devait publier un décret avant le 7 août 2020 pour modifier l'article D.531-2 du code de l'environnement. Malgré un projet daté du 6 mai 2020, le décret n'est toujours pas publié. Jean-Yves Le Déaut évoquait un « enlisement ». Je parlerais plutôt d'un nécessaire encadrement.

Quels sont les risques environnementaux identifiés associés aux applications permises par les NBT dans l'édition du génome ? Une coexistence des cultures conventionnelles avec les NBT est-elle envisageable ? Nous répondrons à ces questions avec Monsieur Bertheau. Comment l'évaluation des risques sanitaires va-t-elle s'adapter à cette coexistence ? Comment la toxicologie permet-elle de l'envisager ? Cette interrogation sera traitée par Monsieur Guillemain.

Les entreprises sont évidemment concernées par les questions réglementaires puisque la réglementation peut soit interdire ou autoriser une technique, soit fixer des conditions d'évaluation des risques très strictes ou pas. Cette problématique sera évoquée par Monsieur Desprez.

En 2017, l'Office s'était positionné pour une révision de la réglementation européenne qui considèrerait les techniques relevant des biotechnologies en fonction non de leur ancienneté mais de l'évaluation de leurs risques. Jean-Yves Le Déaut interviendra aujourd'hui en tant que grand témoin pour nous faire part de ses observations, notamment sur ces questions d'organisation et d'évaluation des risques, mais aussi d'évolution de la réglementation.

Enfin nous terminerons avec Monsieur Ferreira. Nous aimerions connaître la stratégie du ministère sur la réorganisation de l'évaluation des risques. Nous souhaitons également connaître la position française sur le décret auquel j'ai fait référence et sur une éventuelle évolution de la réglementation européenne.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Les citoyens ont également posé des questions. « *En quoi l'édition génétique serait-elle dangereuse ?* », « *Pourquoi la réglementation actuelle interdit-elle leur usage ?* » et « *Pourquoi faudrait-il traiter ces substances différemment ?* »

M. Yves Bertheau. – La production d'une plante génétiquement ou épigénétiquement modifiée – c'est-à-dire le fait de modifier l'ADN, les histones et les ARN, donc l'épitranscriptome – par les techniques NBT, de type CRISPR-Cas9 ou autres, est souvent présentée comme une opération très précise. Mais pensons aux vidéos de missiles atteignant leur cible durant la première guerre du Golfe : on louait leur précision, mais on ne nous présentait jamais les dommages collatéraux.

Ces techniques *in vitro* nécessitent l'utilisation de procédés qui n'ont quasiment pas évolué depuis une quarantaine d'années. Un colloque en 2016 à Londres en dressait le constat. En résumé, il faut produire des protoplastes, introduire dans leur noyau des molécules particulièrement grosses comme

CRISPR-Cas9, avec des systèmes de délivrance comme *Agrobacterium*. Ces opérations laissent de très nombreuses traces. Par la suite, comme l'efficacité de l'opération n'est pas extraordinaire, ainsi que l'a rappelé Madame Mazza, il faut recourir à un système de sélection qui doit lui-même être éliminé parce qu'il repose sur un gène de résistance aux antibiotiques. On cherche ensuite à régénérer ces plantes.

J'ai rapidement évoqué ces détails pour introduire la notion de traçabilité. Deux programmes nationaux et un programme international portent actuellement sur la traçabilité. Je participe à deux d'entre eux.

Il existe quatre sources de traçabilité possible :

- le fonds génétique

La majorité des variétés commerciales utilisées (Monsanto, Vilmorin, Limagrain, etc.) peuvent être tracées par ce qu'on appelle une signature de sélection. Ces biomarqueurs sont d'ailleurs utilisés pour l'identification variétale en cours de normalisation à l'ISO ou à l'OCDE.

- le système de délivrance

Les réactifs utilisés pour la délivrance introduisent des modifications dans le génome. Nous sommes actuellement capables par intelligence artificielle d'identifier non seulement le laboratoire, mais parfois même l'individu qui a réalisé tel ou tel OGM.

- les techniques connexes

Les procédés *in vitro* donnent la variation somaclonale avec de petites mutations et d'épimutations qui sont mal contrôlées. Auparavant on procédait à de la mutagenèse au hasard *in vitro* et on faisait face à de nombreux problèmes de criblage et de sélection. Les OGM de transgénèse sont apparus comme une nouvelle ouverture. Avec la technique de TILLING, développée en 2000, qui permet la sélection assistée par marqueurs, on est capable d'utiliser cette variabilité *in vitro* due à la mutagenèse aléatoire.

- les signatures

Par exemple, chaque fois que vous observez les *on-target* et les *off-target* dus à du CRISPR-Cas9, vous retrouvez une séquence PAM (*Protospacer adjacent motif*) qui permet l'accrochage de l'enzyme Cas9 ou d'une autre enzyme Cas. Elle permet de formuler des hypothèses. Il est également possible d'examiner le degré de mutilation, la différence entre les zones de coupure pour différencier du ZFN du TALEN, etc.

Toutes ces techniques produisent des marqueurs utilisables. Un certain nombre n'ont été découverts qu'en raison de changement de techniques. Par exemple, le séquençage « court fragment » ne permettait pas de repérer les

réarrangements chromosomiques dus à Cas9, parce que les bioinformaticiens n'étaient pas formés à la chromothripsie.

Toutes ces sources sont utilisables, par une reconnaissance multiparamétrique, pour détecter et identifier les OGM – ces travaux vont prochainement faire l'objet d'une publication. Les rétrocroisements n'éliminent pas toutes ces cicatrices et signatures pour la simple raison qu'il y a des lignées cellulaires, des haplotypes, etc. Si l'on parvenait à opérer davantage de modifications de variétés élites, ce travail sera encore plus aisé à réaliser puisque le moindre nombre de rétrocroisements réduirait les mutations non intentionnelles.

On sait très bien procéder à ce traçage, qui ne serait pas onéreux. Il suffirait de faire valider les méthodes fournies par le Réseau européen de laboratoires de référence pour les OGM (ENGL). Cela permettrait aux laboratoires de routine de procéder à une PCR quantitative en temps réel classique sur le caractère revendiqué. Ensuite, si la détermination de l'origine – naturelle ou pas – de la mutation prêtait à controverse, il suffirait de faire une ou deux PCR supplémentaires.

En conclusion, la coexistence des filières est très importante parce qu'elle offre une liberté de choix au consommateur, mais assure aussi sa protection contre les aliments industriels – on se souvient du maïs StarLink –, contre les alicaments, ainsi que l'a rappelé Gérard Pascal, et contre la perte des repères ancestraux.

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. – Merci. Monsieur Guillemain va maintenant nous parler de la manière de faire entrer dans le champ de la toxicologie ces nouvelles biotechnologies.

M. Joël Guillemain, toxicologue, membre du Conseil scientifique du HCB, ancien président du groupe de travail sur les biotechnologies de l'Anses, membre de l'Académie nationale de pharmacie. – J'aborderai brièvement trois points. Le premier concerne les deux notions nécessaires à une évaluation de la sécurité sanitaire : le danger et l'exposition. Seule la conjonction de ces deux éléments permet de procéder à une évaluation du risque.

Le second point renvoie à la fin des années 1990 quand, sous l'égide du CSHPF (Conseil supérieur d'hygiène publique de France), il avait été demandé de proposer une stratégie d'évaluation des risques sanitaires liés aux OGM. Deux approches avaient été alors envisagées. La première, dite maximaliste, consistait à considérer qu'une PGM (plante génétiquement modifiée) était une nouvelle entité qui pouvait être apparentée à un nouvel aliment ; dans ces conditions, il y avait lieu d'appliquer tout le cortège d'études en toxicologie, depuis l'administration à court terme jusqu'à la reprotoxicité. La deuxième approche, dite d'optimisation, considérait la PGM comme un produit mixte entre une plante receveuse parfaitement connue et une protéine exprimée ; il convenait en conséquence d'évaluer la sécurité de cette protéine en tant que telle et au sein de la plante de façon à mettre éventuellement en évidence des interactions.

Ces considérations ont débouché sur une évaluation en six points : la construction génétique, le phénotype de la plante, la composition, l'alimentarité (en particulier des études chez le poulet), les risques allergiques et la toxicité. On s'était déjà demandé à l'époque s'il fallait évaluer la technique ou les produits issus de la technique. Il avait été convenu que cette stratégie n'était pas figée et que des études au cas par cas pouvaient être réalisées.

Ces exigences ont évolué avec notamment une actualisation des méthodes pour la construction moléculaire, le renforcement de l'analyse de composition, en associant aux analyses statistiques de différence des analyses d'équivalence. L'utilisation des techniques Omics a également été proposée. Elles ont d'ailleurs été mises en œuvre dans les programmes européens GRACE, G-TwYST et OGM90+.

Comme le rappelait Monsieur Le Déaut dans le rapport de l'OPECST en 2017, les conséquences sanitaires des PGM sont relativement peu évoquées. Après vingt-cinq ans de mise en œuvre de très nombreuses études chez l'animal, il convient peut-être de s'interroger sur leur systématisation pour les végétaux.

Mon troisième point concerne plus spécifiquement les NPBT (*new plant breeding techniques*) et l'avis que le HCB a rendu sur le sujet. Deux chapitres de ce document sont consacrés au risque direct pour la santé et l'environnement et à des propositions intermédiaires entre l'inscription au catalogue européen et l'application de la directive 2001/18/CE. Le sujet du risque de mutations non observées dans la nature avait été posé. Il avait également été question de la capacité à réaliser des ciblage précis, évoquée par Claire Marris, qui permettrait éventuellement d'alléger les procédures d'évaluation.

Une question portait sur la traçabilité non liée à l'ADN, ou traçabilité technique. Les techniques de détection moléculaire ne permettraient pas de distinguer les techniques à l'origine des produits examinés. Si les organismes sont indiscernables au regard de leur technique de production et que certaines de ces techniques sont soumises à évaluation et d'autres non, le toxicologue doit s'interroger sur la nécessité et sur les modalités d'une telle évaluation.

Ces questions avaient notamment été évoquées par l'OPECST en 2017 et par l'EFSA à deux reprises. En 2012, cette dernière avait émis deux opinions scientifiques : sur la cisgénèse et l'intragénèse, donc sur l'insertion ciblée d'un gène (SDN3). En 2020, elle s'est interrogée sur la transposition des conclusions formulées sur ces techniques à d'autres techniques, en particulier les événements de type SDN1 ou 2 (inactivation d'un gène par coupure et réparation défectueuse et édition ciblée de quelques nucléotides) , ainsi que la mutagénèse dirigée par oligonucléotides (ODM).

Ces deux avis ont conclu à l'absence de danger nouveau spécifiquement lié à la modification génomique produite par SDN1, SDN2 et ODM. Cette affirmation est extrêmement importante pour le toxicologue. J'ai fait

précédemment référence au couple danger/exposition. Si je ne suis pas en mesure d'identifier un danger et qu'il n'est pas supérieur aux méthodes conventionnelles, il me sera extrêmement difficile de procéder à une évaluation du risque.

Le HCB a proposé des pistes intermédiaires entre les dispositions prises pour l'inscription au catalogue européen et celles de la directive 2001/18/CE. Deux balises sont prises en compte pour proposer une approche intermédiaire qui s'appuie sur les notions de différence et d'équivalence en dehors des caractéristiques apportées.

Le HCB évoquait un certain nombre de pistes, en particulier l'utilisation des techniques Omics, notamment la métabolomique. Il a finalement proposé une évaluation au cas par cas en fonction des produits concernés et des techniques utilisées en se basant sur la traçabilité et la déclaration documentaire de l'obteneur.

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. – Merci. Monsieur Desprez va à présent nous expliquer la façon dont son interprofession envisage la question réglementaire et la problématique de l'évaluation des risques.

M. François Desprez, président de SEMAE (interprofession des semences et plants). – Je suis ingénieur agronome avec une formation de sélectionneur, et exploitant agricole dans la zone périurbaine de Lille. J'interviens au nom de l'interprofession des semences et plants, la SEMAE (ex-GNIS). Il s'agit de l'organisation collective d'une filière qui a réalisé, l'année dernière, un chiffre d'affaires de 3 milliards d'euros et dégagé un excédent commercial de 1 milliard d'euros.

À l'occasion du précédent rapport de l'Office sur les techniques d'édition du génome, les représentants de la filière semencière avaient déjà été reçus. Ils avaient, à partir de l'exemple du développement d'une variété de blé résistante à l'oïdium, démontré tout l'intérêt d'une technique telle que CRISPR-Cas9. Leur conclusion était qu'il convient d'évaluer les produits issus de ces techniques plutôt que les techniques elles-mêmes, car celles-ci sont appelées à se renouveler plus rapidement que le cadre juridique.

Les décisions récentes des instances juridiques européennes vont à rebours du progrès scientifique. Elles entretiennent un débat sur la mutagenèse et conduisent à des destructions illégales d'essais relevant de la R&D, commises au prétexte de la présence d'« OGM cachés ». En septembre 2020, à Druelle, en Aveyron, deux hectares de tournesol ont encore été détruits. C'est pourquoi je saisis l'occasion de cette audition pour stigmatiser le retard pris par l'UE et la France.

Depuis 2017, date de votre dernier rapport, des décisions réglementaires favorables aux NBT ont été prises sur tous les continents à l'exception de l'UE. En 2018, au moment où la CJUE rendait son arrêt, des pays comme le Chili, le Brésil, la Colombie ou l'Argentine ont adopté une approche réglementaire

favorable aux produits issus de l'édition du génome. De grands exportateurs de matières premières agricoles, tels l'Australie, les États-Unis ou le Canada, sont en train de faire évoluer leur réglementation dans un sens favorable à ces techniques. C'est aussi le cas de la Chine et du Japon. Dernier en date, le Nigeria vient d'adopter, le premier en Afrique, un cadre réglementaire favorable à ces techniques.

Je veux aussi parler du Royaume-Uni. Je ne peux m'empêcher de citer, même si elle est provocatrice, une phrase qui a été prononcée le 7 janvier dernier par le ministre de l'Agriculture britannique : « *Maintenant que nous avons quitté l'UE, nous sommes libres de prendre des décisions politiques cohérentes, basées sur la science et les preuves.* » Son ministère a lancé une consultation publique qui s'est achevée hier pour recueillir le point de vue des citoyens anglais sur l'opinion du ministère : « *les organismes produits par édition du génome ou par d'autres technologies génétiques ne devraient pas être réglementés en tant qu'OGM s'ils auraient pu être produits par des méthodes de sélection traditionnelle* ».

Pendant ce temps, la situation est complètement bloquée en France du fait des fondements purement juridiques des décisions de la CJUE. En 2001, le législateur ne pouvait évidemment pas exempter des techniques qui n'existaient pas encore. La directive 2001/18/CE n'offre aucune flexibilité pour tenir compte de l'évolution des techniques. Parallèlement, les agences européennes rendent des avis favorables sur l'évaluation des risques relatifs à la santé et à l'environnement.

Concernant la comparaison des produits obtenus par les méthodes d'édition du génome et par les méthodes dites classiques, il est clair que les mutations provoquées par la mutagenèse dirigée ne diffèrent pas par nature de celles que produit la mutagenèse aléatoire ou spontanée.

Tel est d'ailleurs l'avis du *Scientific Advice Mechanism* (SAM) qui, dans un avis de 2017, avait considéré que des produits génétiquement et phénotypiquement similaires, découlant de l'utilisation de techniques différentes, ne devraient pas présenter de risques significativement différents. Un avis de l'EFSA de novembre 2020 dit qu'il n'y a pas plus de risque avec les techniques de mutagenèse dirigée (SDN1, SDN2) qu'avec les techniques de sélection conventionnelle.

Si elle se révèle plus précise que la mutagenèse aléatoire, qui nécessite un « tri » considérable des plantes obtenues, la mutagenèse dirigée est parfois critiquée pour ses effets non intentionnels, comme vient de le faire Monsieur Bertheau. C'est tout de même ignorer que le travail de sélection ne s'arrête pas après l'opération d'édition de gènes. Il continue très longuement pour s'assurer de la sécurité des plantes obtenues avant leur mise sur le marché.

Selon nous, les obtenteurs et les sélectionneurs, une plante obtenue à l'aide d'une technique d'édition de gènes, qui pourrait être obtenue par une technique de sélection classique, ne devrait pas être réglementée comme un OGM.

Nous attendons avec impatience – et un peu d’angoisse – les conclusions de l’étude de la Commission européenne sur les *New Genomic Techniques*. Elles doivent être rendues à la fin du mois d’avril. Nous espérons qu’elles seront à la hauteur des enjeux, des attentes des filières agricoles et qu’elles déboucheront sur une évolution réglementaire significative.

Les agriculteurs français sont totalement engagés dans la transition agroécologique. Ils nourrissent de très fortes attentes vis-à-vis des semenciers. Elles sont multiples, même si l’agronomie, le biocontrôle et le numérique ont un rôle essentiel à jouer. Mais, pour répondre à ces défis, notre filière a besoin d’utiliser cette technique qui ne ressortit absolument pas à la transgénèse.

Elle requiert un cadre réglementaire qui ne soit pas celui de la directive 2001/18/CE. Il faut tenir compte de l’opinion publique, faire œuvre de transparence et de pédagogie envers les citoyens, mais le débat public doit avoir lieu sous l’égide des élus de la Nation, plutôt que de laisser ces questions être tranchées par les magistrats, qu’il s’agisse de ceux du Conseil d’État ou de la CJUE.

M. Loïc Prud’homme, député, rapporteur. – Je ne suis pas sûr qu’on puisse taxer l’UE de rétrograde, en tout cas sur ces questions de compétitivité. Vous opposez l’encadrement des résultats et l’encadrement des méthodes. Nous aurons effectivement à discuter de l’équivalence entre la mutagenèse dirigée et la sélection traditionnelle. Je vous propose d’entendre Jean-Yves Le Déaut sur les questions de réglementation.

M. Jean-Yves Le Déaut, grand témoin, ancien président de l’OPECST et co-rapporteur du rapport sur l’édition du génome, membre de l’Académie d’agriculture. – On me connaît comme parlementaire, mais je suis aussi fils de paysan breton et j’ai dirigé un laboratoire de biosciences de l’aliment associé à l’INRA.

La technique dont nous parlons constitue sans doute une avancée majeure utilisable dans de nombreux secteurs, pas seulement l’agriculture, car elle se caractérise par son efficacité, son universalité, sa facilité d’usage, sa rapidité de mise en œuvre et son coût modéré. Avec cette technique, l’échelle des temps comme les domaines du possible changent.

Elle ne doit pas être utilisée seule. Une seule technique ne révolutionnera pas l’agriculture. Mais l’ostracisme en direction d’une technique n’est pas non plus la solution. Il faut que nous n’avançons pas sur ces sujets. J’ai écrit sur cette question en octobre au Président de la République.

Il ne faut pas que nous aboutissions à un enlèvement parlementaire et réglementaire. Les décisions de la CJUE et du Conseil d’État présentent d’abord le défaut d’être prises par des juges qui malheureusement ne possèdent pas les connaissances techniques nécessaires pour se prononcer.

S'ils les avaient, ils auraient sans doute dit qu'on ne peut pas juger aujourd'hui des demandes juridiques en se fondant sur les technologies des années 2000. C'est pourtant ce qu'ils ont fait. Ils n'ont pas tenu compte de l'évolution des technologies. La directive 2001/18/CE prévoit un certain nombre d'exceptions pour des techniques qui étaient traditionnelles et dont la sécurité était avérée.

Les techniques de mutagenèse par voie chimique ou par radiation, que nous utilisons depuis soixante ou soixante-dix ans, ont vu leur sécurité démontrée par l'effet du temps. Mais, comme l'a souligné Monsieur Bertheau, les risques résultant, à l'époque, de ces techniques étaient sûrement beaucoup plus grands que ceux auxquels nous nous exposons aujourd'hui avec une méthode bien plus précise.

En quelque sorte, on exonère des techniques anciennes parce que leur sécurité est avérée et pour les nouvelles techniques, on estime nécessaire d'attendre. Nous sommes finalement à la frontière entre le principe de précaution et le principe d'inaction. Aurions-nous pris les bonnes décisions si nous avons appliqué ces idées à la médecine ? Une centrale nucléaire de cinquante ans est-elle plus sûre qu'un réacteur récent ?

Depuis dix-huit ans, les responsables politiques se sont défaussés de cette question. Ils n'ont pas voulu ouvrir le débat – majeur – avec les citoyens. Il n'y a pas d'innovation possible sans débat avec les citoyens. On le voit avec la question des vaccins aujourd'hui. Les fausses nouvelles viennent polluer ce débat.

En réponse à Monsieur Evain, pour cette génération nouvelle de produits, on ne va pas chercher à l'extérieur un gène nouveau, mais on modifie simplement un gène existant. La question posée par Monsieur Bertheau est très importante. Ces interventions laissent-elles des « cicatrices » ? On ne s'était pas posé la question des cicatrices de la mutagenèse. Elle mérite d'être formulée.

Je suis parfois en colère contre une stratégie qui n'avait pour but que d'aboutir à un enlèvement réglementaire. Résultat : nous n'avons pas avancé sur ces sujets. Nous avons même reculé. Nous n'avons pas mené une réflexion en complémentarité ou engagé le débat public. C'est précisément contre cet immobilisme que nous devons lutter. Nous devons essayer sur ce sujet de trouver un certain nombre de solutions.

Qu'en est-il des évaluations, notamment sur la santé ? Comme indiqué précédemment, nous avons trente-cinq ans de recul. On ne peut plus dire, comme le faisait Corinne Lepage dans *Vox Pop*, le 19 janvier 2019, que des risques de cancer sont associés aux NBT. Les questions relatives à l'impact sur l'environnement doivent néanmoins être traitées sérieusement.

Il convient en outre de répondre à des interrogations fondamentales. Comment l'humanité va-t-elle résoudre la question de la démographie, avec une Terre accueillant 10 milliards de personnes ? Allons-nous y répondre sans faire

courir de nouveaux dangers à la planète ? Cette technologie peut-elle compléter celles qui composent déjà notre panoplie pour relever ce défi ?

Les biotechnologies, qu'évoquera ultérieurement Monsieur Couvet, peuvent-elles être complémentaires de l'agroécologie ? Je crois que oui. Aujourd'hui, ce n'est pas la technologie en tant que telle qui est importante, qui risque de détruire notre environnement et la biodiversité, mais la pratique intensive de l'agriculture.

Si jamais l'Office élabore de nouvelles propositions, je suggérerai d'établir des règles éthiques, avec des limites à ne pas dépasser dans un certain nombre de cas. Il faut, comme le disait Monsieur Desprez, clarifier la définition des OGM au niveau européen. C'est d'ailleurs ce que Julien Denormandie, ministre de l'Agriculture, vient de déclarer, il y a quelques jours.

À ma grande surprise, Monsieur de Rugy a indiqué hier, dans une déclaration au *Point* : « en s'appuyant sur la précision de la technique, la traçabilité, le retour d'expérience, et en analysant le produit final et non la technique utilisée, les autorisations de techniques éprouvées devraient se faire au cas par cas, se transformer en procédures, dans certains cas, déclaratives, afin de simplifier les démarches administratives avec des dossiers mieux calibrés, de modifications proportionnées au danger potentiel. »

En contrepartie, il est évident que la question de la brevetabilité doit être posée. Comme l'a dit Madame Caranta, il faut imposer le modèle du COV. L'OPECST devrait formuler des propositions pour assurer un libre accès aux technologies pour réguler les plateformes de *licencing* et exiger des semenciers une totale transparence sur les technologies utilisées pour de nouvelles variétés végétales.

Sur de tels sujets, il est important, comme le Parlement l'a dit en 2017 à l'unanimité, de s'appuyer davantage sur les savoirs que sur les croyances ou les opinions. C'est confronter les savoirs avec le public qui nous permettra d'avancer sur un sujet majeur pour la France. Je ne voudrais pas qu'un certain nombre de jeunes, comme Monsieur Mathis ou Madame Charpentier, soient contraints de quitter notre pays.

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. – Nous allons à présent entendre Monsieur Ferreira sur la question stratégique de l'évaluation des risques et la réglementation.

M. Bruno Ferreira, directeur général de l'alimentation, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. – La réglementation sur les OGM de la directive 2001/18/CE est très contraignante. Elle constitue souvent un frein majeur pour le développement d'un certain nombre de techniques du fait notamment des coûts liés aux nombreuses études exigées pour pouvoir constituer un dossier de demande d'autorisation. Il faut souligner que cette réglementation, qui visait spécifiquement la transgénèse, n'a pas été écrite pour les produits issus des

nouvelles techniques, notamment de mutagénèse, pour lesquelles aucun gène exogène n'est inséré dans le produit final.

La question qui se pose est donc de savoir si cette réglementation est adaptée ou non à ces produits, et si ce n'est pas le cas, quelles seraient les modifications à prévoir. Compte tenu de la complexité du sujet et des enjeux, les États membres au sein du Conseil, ont demandé à la Commission une étude sur le sujet à la suite à l'arrêt de la CJUE de juillet 2018. L'étude est en cours et doit donner des pistes sur le statut des nouvelles techniques génomiques dans le droit de l'UE au mois d'avril 2021.

En fonction des résultats, l'étude pourra conduire à une proposition législative ou à d'autres mesures au niveau européen. Je rappelle que, sur ce volet, c'est la Commission européenne qui aura le pouvoir d'initiative et d'apprécier si elle pourra déposer une proposition de modification de la réglementation européenne.

La France a bien sûr contribué à ce travail, par des contributions qu'elle a adressées à la Commission. Elle examinera avec grande attention les résultats de cette étude. Les principes de proportionnalité et de précaution devront être pris en compte, ainsi que les enjeux pour la compétitivité de nos entreprises et, bien sûr, les impacts potentiels sur le plan sanitaire, environnemental ou socioéconomique, qui devront être examinés attentivement.

Il faut s'assurer que la réglementation continue à garantir un haut niveau de protection de la santé de l'environnement, tout en évitant des contraintes disproportionnées qui pénaliseraient inutilement les entreprises européennes. Nous souhaitons que ce cadre juridique permette de continuer à innover en matière de sélection variétale dans cet objectif de sécurité sanitaire et environnementale, et au service d'une agriculture plus durable.

Vous m'avez interrogé sur l'évaluation des risques et sur le devenir du HCB. Sur le sujet des nouvelles technologies en génomique, plus généralement sur l'ensemble des biotechnologies, il est essentiel que le gouvernement puisse s'appuyer sur une expertise robuste et sur un éclairage concernant les différentes implications sociales, économiques et éthiques de ces techniques et de leurs applications.

Ces missions sont actuellement assurées par l'ANSES et par le HCB, sur lesquels le gouvernement s'appuie pour les décisions prises en matière d'OGM comme les votes sur les dossiers de mise sur le marché au niveau européen et sur des questions plus transversales relatives aux biotechnologies.

Le gouvernement avait d'ailleurs saisi le HCB sur cette technique et celui-ci a publié en 2017 un avis très complet sur le sujet. Plus récemment, l'ANSES a été saisie par les ministères chargés de l'environnement et de l'agriculture de questions relatives à l'évaluation sanitaire liée à ces technologies.

Au cours de ses deux mandats, le HCB a conduit un débat constructif et fourni un travail conséquent. Pour autant, il a rencontré des difficultés sur certains sujets complexes et clivants, comme ce sujet des nouvelles technologies, qui l'ont empêché de fonctionner correctement. Le gouvernement a donc mené une réflexion avec les objectifs suivants :

- assurer une évaluation des risques environnementaux rigoureuse grâce à une expertise scientifique qualifiée et indépendante ;
- renforcer l'analyse socioéconomique des innovations dans le domaine des biotechnologies ;
- consolider le débat public avec les parties prenantes sur ces innovations ;
- aborder les questions éthiques avec compétence ;
- distinguer clairement ses différentes composantes.

Afin de consolider et de pérenniser les fonctions essentielles à l'éclairage de la décision publique, le gouvernement envisage un transfert des missions du HCB à différentes instances déjà existantes : l'ANSES pour l'évaluation des risques environnementaux liés à la dissémination d'OGM et l'expertise socioéconomique ; le ministère de la Recherche pour les dossiers de demande d'utilisation confinée d'OGM ; le Comité consultatif national d'éthique (CCNE) sur les considérations éthiques relatives aux biotechnologies. Enfin, le gouvernement explore différentes pistes pour renforcer la mise en œuvre du débat public au-delà du comité de dialogue qui sera mis en place à l'ANSES. Cette mission pourrait être confiée au Conseil économique, social et environnemental (CESE).

Cette nouvelle organisation permettra, en séparant l'évaluation des risques et des bénéfices des considérations éthiques et de conduite du débat public, de consolider l'indépendance et la qualité de l'expertise scientifique mobilisée et d'améliorer les conditions du débat public.

Les parties aujourd'hui représentées, notamment au conseil économique, éthique et social du HCB (les associations, les industriels, les syndicats agricoles), auront toute leur place dans le comité de dialogue de l'ANSES et dans un espace de débat public permanent sur les biotechnologies qui pourrait être le CESE.

S'agissant de la mise en œuvre de la décision du Conseil d'État, les techniques de mutagenèse aléatoire ne faisaient pas partie des NBT. Le Conseil d'État a néanmoins considéré que la mutagenèse aléatoire *in vitro* sur les cellules de plantes doit être soumise aux obligations imposées aux OGM, alors que la CJUE ne s'était pas prononcée sur cette technique. La France est le seul État membre à avoir cette interprétation.

Le gouvernement a engagé différentes actions visant à mettre en œuvre la décision du Conseil d'État. Un projet de décret modifiant le code de l'environnement et deux projets d'arrêtés listant les variétés radiées du catalogue national et les variétés du catalogue commun ont été notifiés à la Commission le 6 mai 2020. La Commission, ainsi que cinq autres États membres, a émis des avis circonstanciés qui contestent la compatibilité juridique des projets de texte avec la législation de l'Union européenne.

Le Conseil d'État a été saisi d'un nouveau recours, le 7 février 2020, par les organisations à l'origine du contentieux initial. Il devrait se prononcer dans le courant de l'année 2021. Concernant l'injonction du Conseil d'État, une habilitation à légiférer par ordonnance est prévue dans la loi du 24 décembre 2020 de programmation de la recherche afin de mettre en place les bases législatives nécessaires à la fixation des conditions de traçabilité et d'utilisation des variétés rendues tolérantes aux herbicides. Ces conditions seront définies sur la base d'expertises de l'INRAE et de l'ANSES.

M. Daniel Evain. – Un intervenant a indiqué que seuls les nouveaux traits devaient être évalués. Quand un nouveau produit arrive sur le marché à la suite d'une mutation naturelle, il n'est jamais évalué. Au motif que les mutations provoquées peuvent se produire dans la nature, d'aucuns estimeront à présent que leur évaluation n'est pas nécessaire. La technique n'est cependant pas naturelle puisqu'elle permet la délivrance d'un brevet sur le caractère obtenu.

Ces techniques doivent être évaluées et étiquetées. L'IFOAM, la fédération internationale des mouvements de la bio, les refuse, mais doit pouvoir disposer de l'information indispensable pour les repérer. La démarche vaut tant pour les agriculteurs que les consommateurs. Le droit de l'environnement stipule que nous avons le droit de consommer avec ou sans OGM. Tous les produits, quels qu'ils soient, doivent être clairement étiquetés.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Quelle est la différence entre le produit et le trait ?

M. Jean-Christophe Pagès. – Le produit correspond à l'ensemble de la plante. Le trait est un caractère de la plante qui a fait l'objet de la modification, mais n'est pas nécessairement représentatif de l'ensemble de la plante. Par exemple, c'est la faculté pour elle de contenir un peu plus d'amidon ou de lipides, tout en restant un blé ou un soja.

M. Jérôme Enjalbert. – L'évaluation du risque porte à la fois sur le produit et sur l'utilisation du produit. Ainsi les variétés tolérantes aux herbicides exposent potentiellement le consommateur aux herbicides. Dans la vision systémique des solutions proposées, l'introduction de ces innovations dans le paysage agricole et la chaîne alimentaire est donc très importante. Cela pose aussi des questions sur la transposition de ces innovations dans différents systèmes de culture. Comme le soulignait Carole Caranta, nous devons intégrer cette diversité.

Une mutation peut intervenir naturellement, même si cela est très improbable. Ma question est la suivante. Dans un système de croisement entre ces plantes, la dissémination des gènes va-t-elle permettre la conservation de propriétés bénéfiques ou ces composantes risquent-elles d'avoir des effets négatifs voire délétères ? Comment assurez-vous le suivi de ces constructions et de la cohabitation entre des secteurs non OGM et OGM ? Face au développement de cette « biologie de garage », n'êtes-vous pas contraints d'envisager un « nettoyage » du *pool* génétique ? Comment gère-t-on la propriété intellectuelle ?

M. Fabien Nogué. – Le réseau ENGL, cité par Monsieur Bertheau, est un ensemble de laboratoires chargés par la Commission européenne de mettre au point des techniques de détection des OGM pour l'Europe. Or ils ont avoué, dans un rapport récent, qu'ils étaient dans l'incapacité de distinguer une plante modifiée par du CRISPR d'une plante issue d'une mutagenèse spontanée.

Dès lors, si nous ne sommes pas en mesure de distinguer une plante issue d'une sélection traditionnelle d'une plante issue des NBT, est-il raisonnable de se poser des questions différentes en termes de risques entre ces deux plantes ?

Quand nous choisissons une plante résistante à un insecte par sélection classique, comme le suggérait Monsieur Evain, pourquoi ne cherchons-nous pas à savoir si la molécule forcément produite par cette plante, qui détermine cette résistance à un insecte, n'a pas un effet sur l'homme ? Peut-être commettons-nous une erreur ? C'est bien le produit qu'il faut analyser et pas la technique.

M. Jean-Christophe Pagès. – Dans un certain nombre de situations, il sera effectivement impossible de distinguer ces plantes, notamment en cas de conversion génique. On ne crée pas un allèle qui n'existe pas dans la nature, mais on prend un allèle dont on a observé qu'il présente une caractéristique particulière, telle qu'une résistance à un insecte ou un changement de composition, et on le convertit.

Cette conversion aurait très bien pu intervenir spontanément. On aurait pu choisir de l'obtenir par croisement ou par mutagenèse aléatoire. En conséquence, il n'y a pas de possibilité biochimique d'opérer le *distinguo*. Ce n'est pas que nous cherchons à cacher quoi que ce soit. Il s'agit simplement de la réalité biologique.

Le vivant se définit comme un être qui se reproduit et évolue. Cette définition est antinomique, mais représente exactement ce que nous sommes, c'est-à-dire de la reproduction dans l'impermanence, dans le changement et dans l'évolution. Nous sommes issus de la fusion de trois bactéries il y a 3 milliards d'années.

La variabilité est en nous. Entre deux cellules, il y a 1 500 différences en moyenne. Par rapport à n'importe qui, j'ai 3 millions de différences. Nous générons de la diversité à chaque instant dans nos gamètes et dans notre corps, parfois malheureusement pour le cancer, mais c'est un autre débat.

M. Georges Freyssinet, président de l'AFBV (Association française des biotechnologies végétales). – Nous devons produire plus et mieux avec moins. Pour ce faire, nous devons continuer à renforcer l'innovation en agriculture et poursuivre l'amélioration génétique des espèces cultivées. De précédents orateurs ont évoqué l'arrêt de la CJUE. Ils ont omis de souligner qu'il avait entraîné un arrêt total de l'utilisation à des fins commerciales dans l'UE des végétaux issus de ces technologies.

En concertation avec le WGG (*Wissenschaftlerkreis Grüne Gentechnik e.V.*), nous avons transmis à la Commission européenne et à différents ministères en France et en Allemagne, une proposition d'adaptation de la législation actuelle aux plantes issues de l'édition génomique. Les évaluations réalisées par le HCB, l'EFSA et le SAM (*Science Advice Mechanism*) ont conclu que ces nouvelles plantes ne sont pas différentes dans leurs effets sur la santé et l'environnement de celles issues de méthodes de sélection traditionnelle.

Pour établir nos propositions, nous avons considéré que les applications de l'édition génomique étant très diverses et les technologies en constante évolution, il serait approprié de considérer la nature de la plante éditée en comparaison de ce qui est potentiellement réalisable par sélection traditionnelle.

Cela nous a conduits à proposer d'établir des catégories de plantes qui seraient exclues de l'application de la législation sur les OGM. Elles pourront évoluer dans le temps en fonction des acquis scientifiques et techniques.

Par exemple, la première catégorie correspondrait à « *une plante éditée pour reproduire un caractère existant dans l'espèce, équivalente à un croisement d'une plante sauvage avec une variété cultivée sexuellement compatible* ». Le soja de Calyxt entre selon nous dans cette première catégorie. La tomate dont Fabien Nogué a fourni un exemple correspondrait à une deuxième catégorie, la tomate GABA de Sanatech à une troisième catégorie.

De plus, nous proposons que la validation de l'appartenance à une catégorie, et donc l'exclusion de la législation OGM, soit confirmée par une autorité compétente. Les variétés obtenues à l'aide de la plante éditée seront ensuite soumises aux réglementations « semences et plants ».

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – J'interviens pour relayer deux questions des internautes. « *Admettons qu'il soit impossible pour certains produits de distinguer s'ils ont été obtenus par une mutation dirigée ou spontanée. Comment est-il possible dans ces conditions d'avoir un brevet ?* » et « *Quelle est la définition actuelle d'un OGM dans la législation européenne ? En quoi les techniques envisagées aujourd'hui entrent-elles dans cette catégorie ? L'Europe se singularise-t-elle en s'intéressant davantage aux techniques d'obtention qu'aux produits ? Si oui, pourquoi ?* »

M. Jean-Yves Le Déaut. – Monsieur Evain a souligné que sa fédération rejetait ces techniques. Les positions des différents acteurs évoluent cependant. En

Suisse, le directeur du FIBL (*Forschungsinstitut für biologischen Landbau*) a jugé préférable de recourir aux biotechnologies plutôt qu'au sulfate de cuivre pour résister au mildiou ou à l'oïdium.

Nous nous sommes rendus à Gruissan, dans l'Aude, à la rencontre des membres du laboratoire de l'INRA spécialisé dans la vigne au sein duquel a travaillé Alain Bouquet. Les agriculteurs présents nous ont confié qu'ils étaient obligés d'utiliser du sulfate de cuivre et que le cahier des charges de l'agriculture biologique le permet, alors que cette substance tue les sols et la biodiversité.

Concernant la « biologie de garage », je regrette, si la technique est si simple, qu'il soit envisagé de mettre en place une réglementation onéreuse et compliquée. Elle n'aura pour conséquence que de favoriser les multinationales au détriment de nos PME et de l'Europe.

M. Bernard Rolland. – En réponse à Monsieur Freyssinet qui envisageait de « produire plus et mieux avec moins », je voulais souligner l'impossibilité d'un tel objectif, compte tenu de l'épuisement des ressources. Par ailleurs, l'interdiction des OGM n'a-t-elle pas au contraire fortifié le secteur semencier ?

M. François Desprez. – Il faut que les agriculteurs et les consommateurs puissent choisir. Pour ce faire, nous avons besoin de transparence. Les sélectionneurs français sont en pointe, avec le Comité technique permanent de la sélection (CTPS) du Ministère de l'Agriculture, qui gère le catalogue, pour que les modes d'obtention des variétés végétales proposées à l'inscription soient bien décrits.

Comme le soulignait Monsieur Le Déaut, il n'y a effectivement pas de consensus en matière d'agriculture biologique. Certains souhaitent avoir accès aux technologies que nous évoquons aujourd'hui.

M. Yves Bertheau. – On parle de « nourrir le monde ». Premièrement, la guerre et les déplacements de populations sont la principale cause des famines. Deuxièmement, entre 30 et 70 % de l'alimentation est perdue, près de la production ou du consommateur. Troisièmement, la majorité des agriculteurs cherchent des débouchés et n'arrivent pas à vivre de leur production.

J'étais heureux d'entendre évoquer l'ENGL dont j'étais l'un des cofondateurs en 2002. Son rapport sur les techniques NBT et la capacité de détection comprend deux parties. L'une souligne la relative difficulté d'une telle tâche et l'autre indique qu'elle est envisageable en disposant d'un minimum de renseignements. Or un certain nombre de laboratoires de l'ENGL sont impliqués dans la démarche au plan réglementaire.

Vous avez également évoqué la question de l'ADN non utilisé. Avec les systèmes de type RNP (*ribonucleoprotein*), il reste cependant toujours de l'ADN. Il convient donc d'être précis dans le langage et de parler d'ADN non utilisé *intentionnellement*.

Un autre argument, que développe par exemple Monsieur Pagès, consiste à dire que nous ne parviendrions pas à identifier ces végétaux à partir d'une mutation ponctuelle d'un nucléotide, donc une conversion de gène. Cette impossibilité valait pour l'ancien système. Elle n'a plus cours pour celui sur lequel portent ces trois projets de recherche, qui est un système multiparamétrique requérant une approche matricielle. Dans ce contexte, il est parfaitement possible d'identifier l'origine naturelle ou pas des mutations. La détection de plusieurs traits, qui, chacun, auraient pu se produire naturellement, mais dont il est peu probable de les trouver dans un même organisme, renseignera également sur l'origine, naturelle ou pas, des mutations.

Je ne suis ni pour ni contre ces nouvelles technologies. Il m'est simplement insupportable qu'on mente aux citoyens, même par omission.

*
* *

Troisième table ronde : Quelle place pour les NBT dans la société ?

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Cette troisième table ronde vise à associer aux débats sur les techniques, les risques et les réglementations, les enjeux sociétaux, éthiques et politiques. Sont-ils différents ? Pouvons-nous constater une évolution sociétale depuis les années 1990 ? Quand la question porte sur l'usage des biotechnologies pour la santé humaine, les obstacles éthiques sont clairement identifiés, notamment la question des cellules souches. Les sujets sont-ils les mêmes dans le cadre de la production végétale ? Des nuances doivent-elles être apportées ? Les intérêts sont peut-être moins évidents pour le grand public. Le débat est parfois vif quant aux profits des grands semenciers. Le cas des variétés résistantes au glyphosate commercialisées par Monsanto a été largement commenté.

M. Daniel Boy, directeur de recherche émérite au CEVIPOF, sociologue. – Je suis intervenu pour la première fois devant l'OPECST en 1998. Vingt-trois ans plus tard, je me retrouve à traiter d'une question similaire. Je m'efforcerai d'y répondre en quatre points : le degré de confiance dans la science, les attitudes à l'égard de l'alimentation, la confiance sociale et la construction de la perception du risque.

Premier point, le sentiment assez répandu est que la confiance dans la science s'est effondrée. Au début des années 2000, environ 90 % des personnes déclaraient avoir confiance dans la science. En 2011, ce taux était de 87 %. En avril 2021, le CEVIPOF donnait un résultat de 78 %. Ce paramètre a ainsi connu une baisse, qui n'est pas un effondrement, de dix points. Notons que ce sont les résultats d'enquêtes, qui peuvent être fragiles, mais ils permettent de faire des comparaisons, dans le temps et par rapport à d'autres secteurs, institutions ou pays.

La science reste néanmoins devant toutes les autres institutions pour ce qui est de la confiance : 69 % pour la police, 48 % pour la justice, 28 % pour les médias. Par comparaison avec les pays voisins, le taux de confiance, s'il est de 78 % en France, atteint 81 % en Allemagne et 86 % en Grande-Bretagne. Alors que le degré de confiance en France est traditionnellement très faible, qu'il s'agisse de politique ou d'institutions, le déficit de confiance par rapport aux autres pays est réel, mais modeste.

Deuxième point, un baromètre de 2019 nous livre trois enseignements sur la question de l'alimentation : la France est au premier rang de l'UE pour le pourcentage de personnes qui s'intéressent au problème de la sécurité alimentaire : 60 % contre 40 % en moyenne, voire beaucoup moins. La France est au premier rang de l'UE pour le pourcentage de personnes qui estiment que les produits alimentaires regorgent de substances nocives : 63 % contre 29 % en Grande-Bretagne. 20 % des Français pensent que les autorités nationales les protègent contre les risques alimentaires, contre 61 % aux Pays-Bas. Ces taux permettent de définir autrement le périmètre du problème, reposé à intervalles réguliers, des nouvelles technologies alimentaires en France.

Troisième point, la confiance sociale possède à mon sens deux composantes fondamentales : croire à la compétence et croire à la probité. Elles se retrouvent dans beaucoup de domaines, aussi bien en politique qu'en science ou dans les rapports avec des prestataires privés. Elles sont mises en question à la fois dans la science et évidemment dans le problème des nouvelles technologies alimentaires.

Quatrième point, la question du risque est évidemment essentielle. Sa complexité se manifeste avec la campagne vaccinale contre la COVID 19. Beaucoup de scientifiques et de politiques estiment sûrement qu'elle devrait être abordée rationnellement, mais elle est pour partie émotionnelle et la population évalue mal les probabilités. Pour les NBT et les OGM, nous voyons bien que chacun pose sa propre équation bénéfices/risques.

Or le défaut considérable de ces technologies réside dans le fait que jamais il n'a été démontré qu'elles avaient un effet bénéfique pour les consommateurs. Pourquoi prendraient-ils un risque, même infinitésimal, dans ces conditions ? Tel était déjà le cas du riz doré censé lutter contre la carence en vitamine A en 1998. Tant que cette interrogation ne sera pas résolue, le problème perdurera.

Mme Claire Marris. – Je conviens également que nous n'avons guère avancé depuis la conférence citoyenne organisée par Jean-Yves Le Déaut et l'OPECST en 1998, mais je voudrais néanmoins nuancer et expliquer ce constat. Chercheuse associée à l'INRAE, j'ai travaillé dans cet institut et je vis depuis 2005 au Royaume-Uni. Vue de l'étranger, la France a progressé sur les questions du rapport entre science et société. Cette matinée en témoigne.

Je suis très impressionnée d'assister à un débat assez contradictoire, y compris au sein d'une même institution comme l'INRAE. Cette liberté d'approche ne se rencontre pas ailleurs, et certainement pas au Royaume-Uni où l'institut de recherche pour l'agriculture et l'alimentation a été renommé BBSRC (*Biotechnology and Biological Sciences Research Council*), au début des années 1990, pour ne plus se concentrer que sur les techniques, et pas sur l'alimentation ou l'agriculture.

Le HCB a aussi été extrêmement innovant. Cette instance était presque unique au monde. Je comprends qu'elle a rencontré des difficultés et subi des démissions. L'annonce de sa suppression est toutefois très triste. Cette décision est un retour en arrière. J'aimerais qu'on explique mieux et de façon plus transparente pourquoi on a décidé de revenir à une séparation entre l'analyse des risques comparés et les discussions économiques, sociales et éthiques.

Au-delà de ces éléments positifs, je pense que nous n'avons pas avancé lorsque j'entends formuler à nouveau les mêmes promesses qu'auparavant. Comme le soulignait à l'instant Monsieur Boy, l'idée que ces aliments allaient nourrir le monde, présenter des avantages pour les consommateurs et permettre une agriculture plus durable, était déjà présente en 1998. Aucun exemple ne prouve jusqu'à présent que ces avancées sont réelles.

D'aucuns affirment que cette situation résulte d'un enlèvement réglementaire propre à l'Europe. Ces soi-disant obstacles n'existent pas en Chine, aux États-Unis, au Canada ou en Australie. Dès lors, les innovations devraient y apparaître. Elles ne s'y manifestent pourtant pas davantage. Les OGM qui présenteraient de vrais avantages pour une agriculture plus durable ne sont pas produits. Certains de ces organismes existent bien, mais le débat sur leurs bénéfices réels se poursuit.

Un autre argument couramment avancé consiste à dire que les nouvelles techniques seraient plus précises et donc moins risquées. Le même discours était tenu dans les années 1990 pour promouvoir les OGM. Le gain de précision apporte-t-il une réduction des risques ? La précision au niveau moléculaire va-t-elle nécessairement de pair avec une plus grande précision au niveau de la plante en général ? Nous n'avons toujours pas répondu à cette question.

Que cherchons-nous à faire avec ces nouvelles technologies ? Quels sont nos problèmes prioritaires ? Le débat sur les causes et les problèmes demeure sous-jacent. À mon sens, nous devrions être beaucoup plus explicites sur les raisons des problèmes auxquels nous sommes confrontés aujourd'hui.

Mme Bernadette Bensaude-Vincent, philosophe, membre du comité d'éthique INRAE-Ifremer-Cirad-IRD. – Parmi la multiplicité des avis des comités d'éthique sur les techniques de mutation dirigée, celui de l'INRAE et des autres organismes se distingue par deux originalités : il replace la problématique dans le contexte socioéconomique et il développe une approche axiologique.

Du point de vue l'approche contextuelle, les techniques de mutagenèse dirigée n'ont pas émergé dans un vide culturel. Elles se sont développées dans un contexte marqué en Europe par la contestation des organismes génétiquement modifiés. C'est pourquoi les chercheurs de l'INRAE ont développé, lorsque nous les avons auditionnés, des réactions très hostiles. Ils étaient traumatisés par les violences des commandos anti-OGM. Ils ont manifesté une grande méfiance envers l'éthique, considérée comme une « police » accusée de limiter, voire contester leur liberté de recherche.

Nous avons donc dû montrer que nous ne contestons pas l'utilité de CRISPR comme outil de recherche, mais que la distinction entre recherche finalisée et recherche non finalisée ne permet plus, dans un régime technoscientifique, d'éluder les questionnements éthiques et politiques.

Nous avons de plus souligné que la bioéconomie encouragée par le gouvernement recouvre deux conceptions très différentes. La première consiste à recourir aux biotechnologies pour augmenter la compétitivité économique tout en assurant le développement durable ; la seconde consiste à définir un nouveau rapport de l'économie au vivant qui implique de renoncer à privilégier la productivité, la rentabilité, la standardisation et l'impératif de croissance au profit d'impératifs écologiques.

Pourquoi une approche axiologique, c'est-à-dire une évaluation technique en fonction des valeurs associées, est-elle nécessaire ? Beaucoup d'acteurs considèrent cette technique comme un simple moyen en vue d'une fin, mais une technique est toujours une médiation entre les humains et leur milieu. Elle engage une vision implicite des rapports entre l'homme et la nature. L'examen des controverses révèle que la technique n'est pas neutre. Elle véhicule toujours des valeurs de la communauté qui la porte et de la société où elle émerge.

Si la technique n'est pas un simple moyen en vue d'une fin, les bienfaits de la fin, par exemple adapter les plantes à la sécheresse due au changement climatique, ne suffisent pas à justifier l'absence de risque. La technique peut provoquer attraction ou répulsion suivant qu'elle exprime les valeurs de la société ou qu'elle s'en écarte. C'est pourquoi notre comité s'est penché sur les discours critiques et a proposé une lecture originale du débat axé sur l'analyse des systèmes de valeurs et de représentation symbolique qui sous-tendent les techniques de mutation dirigée.

Le statut des OGM dépend du conflit des systèmes réglementaires européen et américain qui sont respectivement basés sur le procédé et le produit. Or ces deux systèmes reposent sur des représentations symboliques divergentes de la plante. Réglementer les produits, c'est considérer la plante comme l'expression d'un programme sur lequel on peut intervenir. La plante est alors définie comme une structure biologique d'où dépendent ses performances. C'est une définition scientifique de la plante, séparée de son milieu, de son histoire.

Cette vision abstraite s'oppose à une éthique biocentrique, laquelle accorde une valeur en soi à la plante. Justement, la réglementation focalisée sur le procédé d'obtention correspond à une vision de la plante comme objet d'un travail de, sur et avec la nature. Si le travail d'amélioration respecte la normativité propre aux plantes, c'est-à-dire la téléonomie de l'organisme, alors il est acceptable dans une perspective biocentrique.

S'agissant de la propriété intellectuelle, notre comité s'est prononcé en faveur du COV parce qu'il résout le mieux la tension entre les valeurs de partage des connaissances, de compétitivité et de rentabilité. Le COV reconnaît un droit d'auteur, c'est-à-dire un droit exclusif d'exploitation au créateur, mais permet néanmoins au sélectionneur d'utiliser cette variété en tant que ressource génétique. Il permet en outre à l'agriculteur d'utiliser des semences de ferme. Il correspond en outre à une vision humaniste du bien commun.

Par contraste, le brevet favorise les pays riches et les semenciers importants. Il agit donc à l'encontre d'une conception distributive de la justice. Nous avons aussi encouragé la démarche de l'*open-source*, il est possible de considérer l'édition du génome comme un traitement de texte, qui relèverait de la réglementation des logiciels. Ce régime, déjà mis en place dans le secteur de la biologie de synthèse, permettrait l'accès aux ressources génétiques grâce à l'octroi de licences gratuites : il y a là un domaine à explorer.

La question de la compatibilité entre l'édition du génome et l'agroécologie a également été posée ce matin. Cependant, l'agroécologie présente une version faible et une version forte. Dans sa version faible, l'approche systémique de l'agronomie vise à comprendre et maîtriser les interactions entre les organismes au sein des écosystèmes pour permettre de substituer des intrants biologiques aux intrants chimiques. En revanche, la version forte ajoute aux innovations techniques la notion d'innovation sociale pour assurer l'autonomie des agriculteurs à l'égard du marché.

La compatibilité entre l'édition du génome et l'agroécologie n'est possible que dans la version faible de cette dernière. La version forte montre un conflit entre le paradigme écologique et le paradigme scientifique. Dans le premier, on doit faire et agir avec la nature, alors que dans le deuxième, les préoccupations sont la qualité et la surveillance des produits.

M. Denis Couvet, Professeur au Muséum national d'histoire naturelle, président de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité, membre de l'Académie d'agriculture et du Comité scientifique du HCB. – Je ferai part de trois interrogations.

La première concerne le contexte de la transition agroécologique. Le maître-mot est sans doute « diversité » : diversité des cultures, diversité génétique au sein des cultures, diversité des filières, diversité les produits alimentaires. Il y a des enjeux sociaux forts et cette transition est difficile pour tous : pour la

recherche publique, pour le secteur économique et pour la société civile. Elle demande à remettre en cause des modes de pensée, des pratiques et des routines. La filière semencière sera sans doute « bousculée » par la transition agroécologique.

Nous venons d'éditer un ouvrage de 600 pages sur le sujet de la transition agroécologique avec un groupe de travail de l'Académie d'agriculture, 600 pages qui ont été nécessaires pour retracer l'histoire de l'agroécologie, ses échecs, son développement et ses enjeux.

La gestion de la diversité et de la complexité n'est pas aisée. L'agroécologie n'est pas envisagée de la même façon au Brésil, en Inde ou en Europe. Cette contextualisation géographique est très importante. J'éprouve des craintes eu égard au modèle économique présidant à l'agroécologie. La réflexion n'est pas suffisante. Les techniques évoquées sont prometteuses, mais j'estime, comme Daniel Boy, que nous manquons d'exemples convaincants dans le cadre de la transition agroécologique. La teneur des débats changera le jour où nous aurons ces exemples convaincants.

Ma deuxième interrogation porte sur les techniques. Il peut y avoir un effet systémique des techniques. En écologie scientifique, le concept émergent de « système adaptatif complexe » montre qu'une intention se diffuse dans le système social et écologique de telle sorte que chacun l'interprète à sa manière. Par exemple, les politiques publiques n'ont souvent pas l'effet attendu, car chacun s'y adapte.

Les plantes génétiquement modifiées sont un succès commercial considérable. Elles couvrent actuellement 200 millions d'hectares. Il est donc possible de dresser un bilan, même si, j'en conviens, le passé ne préjuge pas de ce qu'il adviendra. 90 % de ces plantes, en termes de surface cultivée, relèvent de quatre espèces : le maïs, le soja, le coton et le colza. 90 % de ces plantes correspondent à deux caractères : tolérance au glyphosate et production de BT. La diversité n'est donc pas fameuse.

Les plantes génétiquement modifiées sont essentiellement présentes en Amérique, seuls pays où elles couvrent 25 % des sols agricoles. Ce taux atteint 80 % en Uruguay et au Paraguay, 50 % aux États-Unis. Ce n'est que 10 % en Chine, même si ce pays nourrit une grande appétence à leur égard. Ce dernier chiffre s'explique sans doute par le fait que les plantes génétiquement modifiées ne sont pas adaptées à un système agronomique chinois constitué de petites exploitations agricoles. Celles-ci n'auraient pas le même intérêt à les utiliser que des grandes exploitations, qui y sont mieux adaptées, même si ce n'était pas l'intention initiale.

Ma troisième interrogation porte sur ce que David Hicks appelle un « différend épistémologique profond ». Il constate que les scientifiques ne sont quasiment d'accord sur rien dans cette controverse sur les OGM. Certains diront

que nous savons presque tout sur la plante et sur la manière dont les systèmes agronomiques fonctionnent. D'autres feront part de leur grande ignorance. C'est pourquoi l'intervention des praticiens et des savoirs vernaculaires est particulièrement précieuse. Le différent épistémologique porte aussi sur la manière dont chacun se positionne dans la société vis-à-vis d'une problématique. Il y a des divergences profondes à ce sujet : agit-on pour le bien commun ? Les inventions sont-elles détournées au profit de quelques-uns ?

L'Académie d'agriculture a publié un avis sous le titre « Réécriture du génome, éthique et confiance », qui intègre, plus ou moins, ces interrogations. Notre groupe de travail a formulé quatre types de recommandations : 1. « Agir de façon responsable », 2. « Respecter le principe de précaution », 3. « Associer largement le public. Informer. Agir de façon transparente », 4. « Procéder à des réévaluations régulières ».

Enfin, une suggestion, à la lumière de ces interrogations. Peut-être l'OPECST pourrait-il constituer un groupe sur l'agroécologie et sur les semences paysannes. Car les enjeux scientifiques, techniques et économiques de la transition agroécologique ont été largement sous-estimés et demandent à être mieux envisagés

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Ces sujets ont déjà été portés au Parlement, notamment par le député Dominique Potier et le sénateur Joël Labbé. J'ignore si l'Office a travaillé sur le sujet. Il serait naturel que nous l'abordions à l'avenir.

M. Jean-Christophe Pagès. – Le HCB, qui existe depuis un peu plus d'une décennie, a produit deux avis sur la question du jour. Le premier porte sur les NPBT en général. Il avait notamment soulevé les questions de la propriété intellectuelle et de l'information. Le comité scientifique, comme l'a rappelé Joël Guillemain, avait suggéré une approche proportionnée, un scénario intermédiaire, mais ouvert à l'évaluation des produits issus de ces nouvelles techniques.

Nous avons effectivement porté notre attention sur les produits dans la mesure où CRISPR est une technique qui permet de faire mille produits et modifications différentes. Pour répondre à Madame Bensaude-Vincent, il n'y a pas d'opposition étant donné que la contrainte de l'espèce biologique sur laquelle la modification est produite perdure au-delà de la modification et de l'utilisation de la technique. Il ne faut pas oublier que les contraintes biologiques sont énormes et limitent l'utilisation de la technique.

S'agissant des suites aux décisions de la CJUE et du Conseil d'État, Monsieur Prud'homme n'a pas précisé que ce dernier avait ajouté la distinction *in vitro* / *in vivo*. Or nous ne sommes pas capables de distinguer ce qui se produit *in vitro* ou *in vivo* par de la mutagénèse. Si cette distinction a un sens juridique,

comme l'a reconnu le CEES (comité éthique, économique et social du HCB), elle ne repose pas sur une réalité biologique.

Pourquoi l'expérience du HCB, qui est amené à disparaître, a-t-elle été riche, mais un peu difficile ? Le HCB s'était vu accorder une place très proche du centre de la décision politique. La discussion dans ces conditions est nécessairement extraordinairement tendue, parce que les personnes savent que l'intervenant qui aura le dernier mot emportera la décision.

Il s'agissait néanmoins d'une expérience tout à fait originale dans le monde. Cette instance a montré les limites de la coexistence entre une expertise sur des questions extraordinairement « pointues » et un public qui ne dispose pas de toutes les « clefs » pour accéder à cette connaissance et à cette expertise. Les experts n'ont pas non plus l'habitude de discuter d'écologie dans ses aspects philosophiques, au-delà des aspects biologiques, il y a donc un déficit de formation de ce côté-là aussi.

Un autre aspect concerne cette fameuse « économie de la promesse ». Les experts scientifiques du HCB ne venaient pas défendre les OGM. Ils n'avaient pas pour mandat de convaincre de l'intérêt de leur utilisation.

Sur la question de l'appréciation des bénéfices et des risques, j'ouvre une parenthèse : le problème de l'acceptabilité du riz doré à cause de son changement de couleur ne se retrouvera certainement pas dans le cas de la patate douce dans laquelle on a introduit des gènes pour augmenter la production de carotène.

La notion de risque est aussi très importante. On a régulièrement cité l'aphorisme : « L'absence de preuve n'est pas la preuve de l'absence ». Or un comité scientifique ne peut pas gérer cette question. Jamais il ne signera un texte affirmant l'absence de risque, car les scientifiques pourront toujours établir des scénarios rationnels montrant qu'il existe un risque. Nous ne pouvons pas répondre à l'attente des pouvoirs publics en la matière. De l'extérieur, ces réflexions étaient interprétées comme des controverses. Le grand public se plaignait que nous ne soyons pas capables de le rassurer, alors que tel n'était pas notre objectif.

La question de la symétrie des argumentaires mérite également d'être posée. Je ne sais pas la résoudre. Toutes les publications et les expériences des laboratoires montrent que la précision des mutations est parfaite, c'est vérifié par séquençage des plantes. Dans les essais qui vont être réalisés chez l'homme, en médecine, notamment sur les bêta-thalassémies, il n'y a pas de différence et pas d'effets hors-cible. C'est pourquoi je m'inscris dans une logique optimiste qui permet ensuite de construire au plan réglementaire.

Le HCB était également confronté à des difficultés avec la question des données socioéconomiques. Il est en effet très difficile de faire de la prospective dans ce domaine car tout dépendra du modèle de développement. S'agissant de l'éthique, Madame Besaude-Vincent a bien montré que l'éthique diffère suivant les

domaines auxquels elle s'applique. Si mettre en culture une bactérie dans un erlenmeyer est jugé comme allant contre les lois de la sélection naturelle, la modification d'un génome est certainement bien pire.

Dans le domaine sociologique, Daniel Boy a bien montré que la principale difficulté tient au fait que nous ignorons le degré d'information de l'opinion. Le seul fait de poser une question sur un risque oriente son attitude.

Enfin, sur la question juridique, je pense qu'il faut commencer par caractériser les nouvelles techniques, dire dans quels champs on souhaite les appliquer pour ensuite proposer un encadrement adapté. La réglementation peut toujours être modifiée, il ne faut pas rester bloqué sur une loi au motif qu'elle a été entérinée.

Monsieur Villani m'interrogeait sur la définition des OGM au sens de la directive 2001/18/CE. Tout entre dans ce champ d'application. Cela n'est pas si grave si l'on considère qu'elle prévoit un grand nombre d'exemptions. Tel était précisément le problème posé par la fameuse annexe 1B, à l'origine du contentieux soulevé auprès du Conseil d'État et des discussions au sein de la CJUE. Des techniques peuvent être ajoutées à la liste des exemptions et les tests à réaliser peuvent également évoluer, en ajustant la structure des dossiers déposés en fonction des techniques.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Je relaie deux questions posées par les internautes. Le premier participant se demande si le fait que des techniques de recherche couronnées par un prix Nobel accordé à une Française ne puissent pas être utilisées dans le développement agricole sur notre sol ne constitue pas un « camouflet » pour la France.

La seconde intervention cite Michel Serres en 2006 : « *[l]a vie n'est rien d'autre que la sélection conjuguée à la mutation. Au néolithique, l'homme a inventé la sélection. Aujourd'hui, dans les laboratoires, les biochimistes tentent de maîtriser la mutation.* » « Pouvez-vous interdire à l'homme de maîtriser la mutation ? »

Mme Valérie Mazza. – Je ne suis pas d'accord avec Monsieur Le Déaut quand il parle de « biologie de garage ». Ces techniques ont besoin d'être utilisées par des personnes disposant de moyens d'observation, d'analyse et d'un système de gestion de la qualité robuste. Telle est d'ailleurs la demande des *start-up* dans leurs partenariats avec l'UFS.

En réaction à un commentaire de Monsieur Evain, je veux souligner que ce n'est pas celui qui détient la propriété intellectuelle qui influe sur la chaîne agroalimentaire, mais celui qui détiendra l'autorisation de mise sur le marché. Beaucoup ont déploré un système agro-industriel trop industriel. Seuls ces groupes sont cependant en mesure de déposer un dossier réglementaire, seules les grandes cultures telles que maïs et soja le permettent car elles sont au cœur de marchés

énormes. Il nous faut savoir si nous voulons procéder de même pour les nouvelles techniques de sélection. Il s'agit d'un vrai choix de société.

M. Yves Bertheau. – On a effectivement beaucoup parlé du coût des dossiers réglementaires. Or les études ont montré que ceux-ci sont vingt fois moins élevés que ce qui est annoncé par les firmes.

Il est assez étonnant de critiquer les décisions du Conseil d'État et de la CJUE alors qu'elles sont uniquement fondées sur des considérations juridiques. Une fois de plus, nous sommes confrontés à une « politisation de la science » et une « scientification de la politique ».

On dit aussi que 200 millions d'hectares cultivés représentent un vrai succès commercial. C'est moins de 7 % de la surface agricole utile mondiale. C'est l'équivalent de 802 exploitations en Argentine, à peine la surface agricole utile de l'Union européenne. Il faut donc relativiser ces chiffres.

En réponse à Daniel Boy, je souhaite revenir sur la question de la science et de la confiance. On s'aperçoit que la confiance dans la science reste assez bonne, mais que c'est la confiance dans les scientifiques qui pose problème, en particulier quand ils ont un lien d'intérêt ou qu'une application possible est envisagée.

Il convient également de noter l'importance des brevets. Corteva a vendu à Vilmorin un panel pour faire du NBT. Plus de 95 % des brevets d'application des techniques NBT concernent la tolérance aux herbicides et la résistance aux insectes. Le modèle économique est donc toujours le même.

Concernant la continuité *in vitro* / *in vivo*, on nous dit en résumé que les éléments biologiques de base de la matière biologique sont les mêmes.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. – Madame Mazza exprime son incrédulité sur la question des panels développée par Monsieur Bertheau.

M. Jean-Yves Le Déaut. – En réponse à Michel Serres, François Jacob disait : « *[la mutation] est la somme des réussites, puisque la trace des échecs a disparu.* » Ce sont ces évolutions qui ont abouti à la grande diversité génétique d'aujourd'hui, diversité qu'il faut conserver.

Daniel Boy disait que nous alimentons le même débat depuis vingt-cinq ans. La situation n'évolue effectivement guère en France et en Europe, mais il en va tout autrement ailleurs. Lorsque nous nous sommes rendus, avec Catherine Procaccia, en Amérique du sud, nous avons pu le constater. Le président Lula da Silva avait interdit les OGM, mais les paysans sont allés se procurer du colza en Argentine.

J'en profite pour souligner que de petites exploitations utilisent aussi des OGM. J'ai pu en visiter en Afrique du sud. Cela pose d'ailleurs problème quand le produit final ne correspond pas aux licences qu'elles ont acquises. On a pu le constater avec le coton au Mali.

Je termine en soulignant que l'argument de l'impact des OGM sur la santé n'est plus guère avancé. Comme le disait Daniel Boy, les gens veulent bien prendre des risques pour se soigner, mais pas pour manger. La question du risque en alimentation ne se pose plus dans la mesure où nous mangeons de l'ADN tous les jours.

M. Daniel Evain. – J'étais membre du HCB. J'en ai démissionné en 2016. Le gouvernement nous avait demandé de nous prononcer sur de nouvelles techniques de modification du génome en excluant les techniques dont nous parlons aujourd'hui. C'est pourquoi nous l'avions quitté. Nous sommes revenus à la suite de l'arrêt de la CJUE qui nous a donné raison.

Nous avons réclamé une évaluation éthique des OGM et de ces nouvelles techniques. Nous nous sommes toujours vus opposer un refus. Je le regrette. Les pouvoirs publics sont en train de supprimer le problème en éclatant le HCB dans différentes structures.

Dernier point : tout le monde est d'accord pour maintenir le COV et rejeter le système américain des brevets. Par contre, les semenciers sont favorables au brevet sur les traits ou les informations génétiques. Nous allons ainsi cumuler le COV et le brevet et les paysans se trouveront dans l'impossibilité de reproduire les espèces cultivées, alors que c'est possible pour les espèces uniquement protégées par COV.

M. Daniel Boy. – Lors de la dernière enquête du CEVIPOF, nous avons opéré la distinction que vous suggérez. La différence n'est pas considérable : 78 % pour la confiance dans la science, 75 % pour la confiance dans les scientifiques.

M. Jean-Christophe Pagès. – Contrairement à ce que disait Monsieur Bertheau, le HCB n'a pas prétendu que l'*in vitro* et l'*in vivo* étaient strictement identiques, mais qu'il n'y avait pas de support biologique pour opérer un *distinguo* entre les deux.

Mme Bernadette Bensaude-Vincent. – Il me semble important de considérer que l'évidence biologique est certes nécessaire, mais pas suffisante. Il convient également de prendre en compte des évidences éthiques, économiques et politiques.

Par ailleurs, j'ai beau avoir été l'élève de Michel Serres, je ne suis pas d'accord avec sa phrase. D'un point de vue éthique, ce qui a été ne dictera jamais ce qui doit être. Je pense qu'on fait une analyse malencontreuse des propos de Michel Serres.

M. Bernard Rolland. – À propos du fait que des évolutions s’observent sur les autres continents, j’aimerais souligner que l’Europe de l’ouest aura peut-être davantage de facilité à engager une transition agroécologique parce qu’elle n’aura pas basculé dans de grandes monocultures résultant de l’emploi des OGM.

M. Denis Couvet. – Nous ne maîtrisons ni la mutation ni la sélection. La COVID 19, les ravageurs des cultures et le changement climatique le montrent aisément.

M. Cédric Villani, député, président de l’Office. – Je vais maintenant faire une brève synthèse de ce que je retiens, à chaud, des échanges qui ont eu lieu ce matin.

Premier point, je me félicite que nous ayons pu mener le débat contradictoire. Des opinions divergentes ont pu s’exprimer les unes à côté des autres, les unes après les autres.

Jean-Yves Le Déaut avait raison d’observer que nous n’avons presque pas parlé aujourd’hui de la santé. En 2012, toute la controverse portait au contraire sur l’étude menée par Gilles-Éric Séralini et sur les effets des OGM sur la santé. Il est également important, compte tenu de la technicité des sujets, que nous nous mettions d’accord sur un vocabulaire, des déterminants et de grandes catégories. Jusqu’à mon élection au Parlement en 2017, je faisais partie du SAM. J’ai pu constater combien le dossier est complexe notamment parce que la technique permet de faire quantité de choses, il est impossible de tout mettre dans le même panier, y compris au niveau de la réglementation. Il était nécessaire de laisser la possibilité à la législation d’évoluer en fonction des techniques. Le débat politique doit tenir compte des évolutions, le droit qui court après le progrès scientifique est toujours en retard. Rajouter une technique à une liste d’exemptions ne me semble pas satisfaisant. Il vaudrait mieux tout remettre à plat et évaluer des objectifs recherchés.

Mon deuxième point concerne le débat sur les moyens et les produits. Nos échanges ont montré que la question de la distinction a un caractère central. Il faudrait que nous parvenions à nous mettre d’accord sur cette question. En tout cas, nous avons compris qu’à mesure que le progrès technique se développe, la distinction devient de plus en plus difficile, mais que d’autres technologies, *via* l’analyse matricielle, permettraient peut-être d’opérer cette distinction. Cela étant, le débat politique et citoyen ne saurait faire l’impasse sur le procédé, notamment parce que la question de l’étiquetage et de la distinction réglementaire est parfaitement légitime au plan sociétal et politique, de la même façon qu’un gramme de sucre n’a pas la même valeur, selon la façon dont il a été produit. C’est un sujet qui pourra être tranché par le Parlement.

Je retiens des propos de Madame Bensaude-Vincent qu’une des acceptions de l’agroécologie accorde de l’importance aux valeurs sociétales sous-jacentes aux procédés.

Le troisième point porte sur les applications et les impacts. Le débat a notamment porté sur la question de la promesse. Monsieur Couvet a relativisé le développement de ces produits en Amérique et en Afrique. Le constat présent ne tranche pas la question de l'utilité future de ces technologies dans un contexte de transition environnementale. On voit que les OGM développés sont majoritairement des variétés ayant une résistance à un herbicide ou à un insecte, et on nous a également dit que les efforts de R&D pour produire de nouvelles espèces issues des NBT ne recherchent pas ces traits. Certains ont mis en garde contre une perte de compétitivité au niveau européen, alors que d'autres ont mis en avant des choix de société. Madame Mazza a bien insisté sur le fait que celui qui détient l'autorisation de développement est bien celui qui a la possibilité de déposer des dossiers réglementaires.

A travers l'exemple des agriculteurs d'Amérique du Sud développé par Jean-Yves Le Déaut, on a vu que certains trouvaient des avantages clairs à ces semences, mais il n'y a toujours pas de bénéfices démontrés pour les consommateurs, du moins pas dans le débat public.

Le quatrième point concerne la propriété intellectuelle et les brevets. En admettant l'existence d'une indiscernabilité, il paraît difficile d'envisager de breveter. Nous avons clairement mis en évidence que nous ne nous inscrivons pas dans une logique de récompense de la vertu d'un inventeur, mais de progrès global et de bien global pour la société.

Le cinquième point touche à la démocratie, à l'interface entre le scientifique et le politique. Nous avons pu évoquer la disparition du HCB à cette occasion. Encore une fois, je me félicite que le débat ait eu lieu et que toutes les parties aient pu exprimer leur point de vue. Il est important que nous puissions prolonger ce genre de débats même en dehors du HCB. On peut regretter que le HCB ait cessé de fonctionner. Si les conditions sont réunies, ce qu'une loi a défait, une autre loi peut le refaire.

Sur le sujet des arrachages, il est important que la science puisse se faire, dans un cadre agréant à tous. Le travail de concert, dans le respect des opinions divergentes, doit pouvoir avoir lieu.

Le sujet traité ce jour avait des composantes économiques, sociales, politiques. Je suis confiant dans le fait que le débat est possible, le débat transpartisan et de bonne volonté va dans le bon sens.

Je remercie l'ensemble des intervenants pour la clarté de leurs propos et l'excellente tenue des échanges que nous avons eus lors de cette audition publique.

II. EXTRAIT DU COMPTE RENDU DE LA RÉUNION DE L'OPECST DU JEUDI 3 JUIN 2021 : EXAMEN DES CONCLUSIONS DE L'AUDITION PUBLIQUE DU 18 MARS 2021

M. Cédric VILLANI, député, président de l'Office. - Nous sommes réunis pour évoquer une audition qui était très attendue et dont la mise au point a demandé des efforts considérables, non seulement de votre serviteur, mais aussi et surtout des rapporteurs et du secrétariat. Cette audition a porté sur les nouvelles techniques de sélection végétale – un sujet hautement sensible, puisqu'il a conduit à l'implosion du Haut Conseil des Bioechnologies (HCB).

De son côté, notre office, s'il a su éviter une telle implosion, a dû faire preuve d'une attention toute particulière pour mettre en valeur, aussi fidèlement et objectivement que possible, les nuances et divergences d'opinions qui se sont exprimées sur les plans technique et politique au cours de cette audition.

Plusieurs documents ont été préparés :

- le verbatim de l'audition, un document extrêmement riche qui permet de rendre compte de l'ampleur des sujets qui ont été abordés ;
- une synthèse d'une quinzaine de pages, recommandations comprises.

Les rapporteurs, Loïc Prud'homme et Catherine Procaccia, le premier vice-président Gérard Longuet et moi-même avons travaillé avec le secrétariat pour finaliser l'ensemble des sections de ce document afin d'exprimer fidèlement les différentes positions. Nous avons mis en avant le consensus partout où il pouvait être obtenu et acté les divergences, qu'elles s'expriment parmi les scientifiques ou les rapporteurs.

Pour rappel, cette audition s'est tenue le 18 mars 2021. Le thème abordé était celui des nouvelles techniques de sélection végétale, connues sous l'acronyme anglo-saxon NBT (*New Breeding Techniques*). Elle répondait à une demande de la Commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale portant sur les avantages et les risques associés à ces techniques. Il ne s'agit cependant pas d'un sujet que l'Office examine pour la première fois, puisque déjà, dans son rapport de 2017 sur les enjeux économiques, environnementaux, sanitaires et éthiques des biotechnologies, il avait fait le point sur les techniques de modification ciblée du génome en matière d'agriculture. À cet égard, on emploie souvent dans ce domaine les termes d'édition de génome (par analogie avec la terminologie anglaise « *genome editing* »). Néanmoins, le vocable approprié est bien celui de modification ciblée du génome.

Si le sujet est revenu sur le devant de la scène, c'est parce qu'il faisait l'objet d'une actualité réglementaire importante. À la suite de la saisine par le Conseil d'État français, lui-même mobilisé par différents acteurs tels que la

Confédération Paysanne, la Cour de justice de l'Union européenne (CJUE) a été amenée à déterminer si les NBT devaient être soumis à la même réglementation que la transgénèse, une technique qui conduit aux OGM dits « classiques ». En d'autres termes, faut-il considérer du point de vue scientifique et légal les produits issus des NBT comme des OGM ? C'est aujourd'hui l'un des débats virulents au sein de l'Union européenne.

La CJUE, en 2018, a estimé que tel devait être le cas : les produits des NBT doivent être considérés comme des OGM. Depuis, les décrets d'application de cette décision à l'échelle nationale n'ont pas été validés. Il subsiste un flou sur l'utilisation des semences issues de ces techniques. D'ailleurs, certaines prises de parole du gouvernement laissent entendre que celui-ci ne partage pas la position de la CJUE. Par conséquent, un doute persiste sur une divergence qui pourrait éventuellement en découler entre les réglementations française et européenne.

La Commission européenne a produit une étude fin avril 2021, à la demande du Conseil européen. Cette étude vise à proposer une clarification du statut des nouvelles techniques génomiques dans le droit européen. Elle propose de revoir la réglementation 2001/18/CE actuellement inadaptée à ces techniques.

Les deux rapporteurs désignés par l'Office sont Catherine Procaccia et Loïc Prud'homme. Ils ont tenu l'essentiel des débats pendant cette audition de près de cinq heures, qui était divisée en trois tables rondes thématiques. Un grand soin a été apporté à leur composition pour que les points de vue, parfois opposés, y soient représentés de façon équitable.

La première table ronde a examiné les avancées scientifiques permises par les nouvelles techniques de sélection végétale en les replaçant dans le paysage de l'innovation végétale. La deuxième table ronde s'est concentrée sur l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux et sur la question de la réglementation française. La troisième table ronde s'est attachée à analyser les enjeux du débat sous l'angle des sciences humaines et sociales, et en particulier le ressenti des Français vis-à-vis de ces techniques. Cette table ronde a été particulièrement instructive et nous a confortés dans la stratégie générale de l'OPECST visant à impliquer plus les sciences humaines et sociales dans l'analyse de ces sujets en général.

Le compte rendu que je vais vous présenter est articulé en plusieurs temps successifs.

Tout d'abord, de quoi parle-t-on lorsqu'on évoque les NBT ? Les NBT regroupent un ensemble relativement hétérogène de techniques. Au cours de l'audition, nous avons abordé exclusivement la technique de modification ciblée du génome. Le terme d'OGM, qui pourrait être compris, dans le langage courant, comme tout organisme dont le génome a été modifié par la main de l'homme, se réfère en réalité uniquement aux produits de la transgénèse, qui consiste en

l'insertion d'un gène dans le génome d'une plante sans que son lieu d'insertion soit contrôlé.

Les techniques de modification ciblée du génome et surtout leur dernière génération qui utilise l'outil CRISPR-Cas9, dont la découverte a valu le prix Nobel de chimie 2020 à Emmanuelle Charpentier et Jennifer Doudna, permettent de réaliser des modifications très précises de la séquence génétique d'un organisme. Elles sont déjà utilisées en médecine humaine et le secteur du végétal y voit un intérêt pour produire de nouvelles variétés aux caractéristiques nutritionnelles ou agronomiques intéressantes.

Les acteurs qui y sont favorables ont insisté sur la grande précision de ces techniques. De surcroît, ils considèrent que leur utilisation n'a pas la même portée éthique que celle de la transgénèse dans la mesure où la modification ciblée du génome consiste à réaliser des modifications qui auraient pu en théorie se produire naturellement. L'INRAE a indiqué s'inscrire dans la recherche de modifications apportant aux plantes des caractéristiques utiles de lutte contre les virus et autres maladies, dans l'amélioration de l'absorption racinaire des nitrates, ou dans le décalage des floraisons pour améliorer la couverture végétale, par exemple.

Les premières variétés commercialisées dans le monde présentent des caractéristiques nutritionnelles intéressantes dans des contextes d'alimentation déséquilibrés, qu'il s'agisse de carences ou d'excès.

Les acteurs plutôt opposés à ces techniques ont nuancé la précision technique en indiquant qu'en plus de la modification souhaitée, la modification ciblée du génome et les techniques connexes utilisées laissent des traces dans le génome de la plante, non contrôlées. Le nettoyage de ces traces serait néanmoins possible via la réalisation de croisements supplémentaires appelés rétrocroisements qui sont également utilisés pour transférer ces modifications dans le génome d'une plante effectivement cultivée. Les plantes auxquelles sont destinées ces modifications sont qualifiées de « variétés élites ».

Si les objectifs présentés par les acteurs favorables à l'utilisation des NBT sont louables et potentiellement intéressants dans une perspective de transition agroécologique, les opposants ont rappelé que les mêmes objectifs ont été avancés pour la transgénèse et qu'ils n'ont pas été atteints. En effet, la majorité des OGM utilisés dans le monde présentent un trait de résistance à un herbicide qui est un encouragement à l'utilisation de celui-ci. Ceci ne constitue pas une pratique vertueuse au niveau environnemental, car elle conduit à un appauvrissement de la biodiversité.

Certains acteurs redoutent qu'une économie de la promesse soit à l'œuvre, au sens où l'on effectuerait à travers ces NBT des promesses qui ne se concrétiseraient jamais. D'autres ont estimé ne pas cacher les limites des techniques existantes (en particulier, toutes les plantes ne peuvent pas être modifiées).

Les promoteurs de ces techniques ne nient pas les obstacles à franchir, mais demandent que leur potentiel ne soit pas sous-estimé.

Le deuxième temps de cette synthèse concerne l'impact sanitaire éventuel des NBT. Faut-il soumettre à une évaluation des risques particulière les plantes issues des NBT ? Pour le HCB et pour l'Agence européenne de sécurité des aliments, certaines modifications opérées avec les NBT ne sont pas susceptibles de présenter un danger supplémentaire. Il est ainsi souhaitable de réaliser une évaluation au cas par cas en se basant sur la traçabilité et la déclaration documentaire de l'obteneur.

Pour les opposants, il subsiste un risque lié aux effets hors cibles, qui justifie que les produits issus des NBT soient soumis aux mêmes procédures d'évaluation des risques que ceux issus de la transgénèse.

L'OPECST constate que, par rapport à la situation qui prévalait il y a quelques années, l'éventualité du risque sanitaire est désormais placée au second plan des préoccupations, y compris par les observateurs sceptiques qui mettent davantage en avant les risques liés à l'environnement ou au modèle agricole.

Le troisième temps de la synthèse concerne le défi de l'agréologie. Tout le monde s'accorde sur le défi que représente la transition agroécologique, dont les enjeux ont été sous-estimés, de même que sur l'importance de la diversité (des techniques, des filières et la diversité génétique des plantes cultivées). Cette transition ne s'opérera pas avec des variétés et des modèles standardisés.

Les acteurs favorables aux NBT estiment que ces techniques peuvent contribuer à l'identification de nouvelles variétés intéressantes pour la transition, mais qu'elles ne permettront pas de relever tous les défis. L'INRAE considère qu'il convient de poursuivre la recherche sur les NBT afin de ne fermer aucune porte.

Les acteurs opposés aux NBT ont rappelé les échecs des OGM en matière de diversité. Selon eux, les mêmes contraintes économiques de retour sur investissement aboutiront aux mêmes écueils : l'utilisation de la technique sur les seules espèces de très grande culture, notamment. Un travail sur les pratiques culturales serait bénéfique. Par ailleurs, la diversité naturelle pourrait être mieux employée pour faire émerger des solutions intéressantes, notamment s'agissant de l'adaptation aux conditions locales de terroir et de culture.

Il est certain que le potentiel des NBT dans la transition agroécologique reste à démontrer par des cas d'usage concrets.

L'impact des NBT sur les modèles économiques agricoles constitue le quatrième temps de la synthèse. Cette question est au cœur des débats sur les pratiques contemporaines et dépasse le cadre de l'OPECST. Dans ce domaine s'est invité le débat autour de la propriété intellectuelle.

On constate un consensus des acteurs présents en faveur des certificats d'obtention végétale (COV) qui protègent la variété sur la base de critères phénotypiques. Ils permettent aux agriculteurs de ressemer, moyennant une rémunération équitable à l'obteneur. Ils permettent également aux chercheurs d'effectuer librement leurs travaux sur les plantes concernées.

En l'état actuel du droit européen, les plantes ne sont pas soumises à brevet. Ce point a fait consensus. Cependant, le brevet reste envisageable pour des processus technologiques permettant l'obtention de variétés ou de gènes.

Certains participants redoutent que la brevetabilité des gènes restreigne grandement l'accès aux semences des sélectionneurs pour la création variétale et qu'elle pose des problèmes de diffusion dans les semences paysannes, venant dénaturer le principe du certificat d'obtention végétale. Il a également été rappelé que l'utilisation d'outils de modification ciblée du génome par la recherche n'est pas soumise à des contraintes de propriété intellectuelle, contrairement à la valorisation des produits obtenus avec ces outils.

Conclusion de cette réflexion : un fort soutien au modèle du COV, des enjeux qui supposent une instruction scientifique serrée et la nécessité de choix politiques nets en matière de propriété intellectuelle, ce qui ne relève pas du champ d'action de l'OPECST.

Sur la base des éléments dont il dispose, l'Office souhaite réaffirmer la nécessité que la propriété intellectuelle garantisse de bonnes conditions pour la recherche et l'innovation, en l'occurrence la création variétale, dans un objectif d'intérêt public. Ainsi, le brevet peut être utilisé de manière productive (en incitant la recherche) ou contre-productive (en protégeant des intérêts en place). Il faut donc promouvoir le brevet en tant qu'élément favorisant la recherche et l'innovation.

La traçabilité joue un rôle clé dans la mise en œuvre de la propriété intellectuelle et l'information du consommateur. Elle forme le cinquième temps de notre synthèse. La question est complexe, une plante obtenue par NBT « pouvant potentiellement » être indiscernable d'une plante obtenue par sélection naturelle. Cependant, aucun consensus scientifique ne s'est fait jour sur ce point. Certains invités de l'audition ont affirmé que les plantes issues de NBT étaient indiscernables de plantes dans lesquelles la mutation serait survenue naturellement. D'autres, en revanche, ont évoqué des traces involontairement laissées par les techniques. Ces techniques font encore l'objet de recherches et le débat ne peut donc être tranché. Néanmoins, il semble incontestable que la détection des plantes issues de NBT est plus difficile que celle des plantes issues de transgénèse (OGM).

Les débats de l'audition publique ont également porté sur la recherche, qui donne lieu au sixième temps de la synthèse. Le constat de l'impossibilité de mener des recherches dans le domaine des biotechnologies végétales en dehors du champ

de recherche académique a été dressé. Il a abouti à une fuite des cerveaux qui a été regrettée par les participants. En particulier, certaines recherches ne peuvent être financées dans un cadre national, ce qui peut conduire le chercheur concerné à s'expatrier.

La recherche académique ne fait ainsi plus de demandes d'expérimentation en plein champ. Certains participants l'ont regretté, tandis que d'autres estiment que l'Europe ne devrait pas s'engager dans cette voie et développer ses compétences en la matière en vue d'envisager la transition agroécologique.

Traditionnellement, l'OPECST encourage le développement des recherches (dès lors qu'elles ne comportent pas de risque) ainsi que l'épanouissement des jeunes chercheurs et chercheuses. Sur la modification ciblée du génome qui se situe à la croisée de plusieurs domaines, il semble important de ne pas obérer la recherche. C'est pourquoi nous préconisons que les discussions sur les protocoles d'expérimentation puissent reprendre, dans l'esprit transpartisan qui avait cours au sein du HCB, impliquant toutes les parties prenantes. Il convient de découpler la recherche en la matière des possibles cultures à visée commerciale. Il convient de dupliquer en matière de recherche ce qui se fait en matière de culture à visée commerciale (à vocation expérimentale).

Le débat français sur les NBT s'insère dans un climat plutôt négatif découlant du débat sur les OGM. Il s'assortit d'une grande défiance de la population s'agissant de la capacité des autorités nationales à assurer la sécurité sanitaire de l'alimentation. Ceci forme le septième temps de la synthèse.

Les sociologues ont souligné que l'appréciation de la balance bénéfices-risques est propre à chaque individu et liée aux émotions. Or, à l'heure actuelle, aucun bénéfice marquant n'a été démontré pour le consommateur. Aucune modification avancée n'est susceptible de changer la donne concernant notre alimentation en Europe occidentale.

Les NBT étant beaucoup plus récentes que les OGM, il n'existe que quelques exemples de variétés commercialisées, même dans les pays où la législation est bien plus souple. Cette absence de bénéfice visible ne permet donc pas d'établir une balance favorable dans le ressenti du citoyen. Les sociologues s'accordent à dire que le débat changera de nature le jour où une application bénéfique clairement identifiée pour la santé du consommateur ou l'environnement verra le jour. Il sera souhaitable d'explicitier les défis que représente la transition agroécologique et les outils qui sont envisagés pour y répondre.

En ce qui concerne leur image, les NBT ont l'avantage d'être plus précis et d'offrir plus de potentialité que les OGM. Elles sont en outre associées au prix Nobel d'Emmanuelle Charpentier et à des applications bénéfiques en médecine.

J'en viens à évoquer maintenant plus largement le débat de société sur les NBT, huitième temps de la synthèse. Ce débat est complexe et il importe de le poursuivre dans une logique transpartisane, telle que celle suivie par le HCB. Cette entité n'a cependant pas survécu à ce débat, notamment du fait de sa proximité avec les instances gouvernementales. Le gouvernement a fait le choix de l'efficacité en réaffectant ses missions dans plusieurs institutions. Pourtant, cette disparition est regrettable. Les blocages du HCB n'étaient pas nécessairement liés à sa composition, mais tenaient à la difficulté intrinsèque d'un débat qui est à la fois scientifique, philosophique, économique et social et doit donc être abordé selon une variété de regards. Peut-être était-ce un leurre de penser que l'on trouverait une réponse rapide à ce débat.

La question des valeurs a également été évoquée. Si les objectifs sont louables, la technique n'est pas neutre, comme l'a rappelé Bernadette Bensaude-Vincent. En effet, une technique véhicule toujours les valeurs de la communauté qui la porte. Utiliser ces techniques entre en contradiction avec les valeurs des tenants d'une version forte de l'agroécologie qui suppose d'agir et de faire avec la nature. Jean-Yves Le Déaut a déploré que le dialogue soit rendu difficile par des positions idéologiques.

Le débat sensible sur l'étiquetage est également intervenu dans l'audition. Pour les uns, des produits identiques doivent être étiquetés à l'identique. Pour les autres, les consommateurs sont en droit de connaître l'origine des variétés qu'ils consomment ainsi que les tenants et aboutissants qui lient ce produit à l'ensemble de la chaîne. Ce débat peut être rapproché de celui sur l'affichage des filières équitables dans le cadre desquelles, au-delà du produit lui-même, toute la chaîne socio-économique de production est évaluée à travers des labels.

Les incertitudes scientifiques qui demeurent conduisent à une méfiance de l'opinion publique. L'OPECST soutient la nécessité d'un débat public (scientifique, politique, économique et sociétal) évoquant aussi bien la nature des différentes techniques que leurs usages avérés pour permettre aux citoyens de prendre position.

Enfin, cette synthèse ne peut manquer de faire état des questions posées par la réglementation européenne. Adoptée en 2001 avant l'invention des NBT, et précisée dès le départ de façon peu satisfaisante à travers une liste d'exceptions, basée uniquement sur la notion de risque qui ne représente qu'une facette du débat, la directive 2001/18/CE nécessite d'être réévaluée. La réécrire intégralement serait la solution la plus ambitieuse. A tout le moins, il est souhaitable que la réglementation puisse évoluer en fonction des techniques comme le recommandait le *Science Advice Mechanism*. Cela pourrait se traduire par une réévaluation régulière de tout ou partie de la réglementation comme l'a proposé l'Académie d'agriculture.

Plusieurs acteurs ont exprimé leur vif rejet des conclusions de la CJUE et ont estimé que leur application consisterait en une interdiction de fait des NBT, à

rebours du progrès scientifique. La pertinence de baser l'évaluation des risques sur le produit et non sur la technique a été illustrée par l'exemple des variétés résistantes aux herbicides qui peuvent être obtenues à partir de techniques ne relevant pas de la transgénèse ou des NBT. Il s'agit d'un exemple d'application non vertueuse, indépendante de la technique avec laquelle ces variétés ont été obtenues.

En rapport avec les précédentes recommandations de l'OPECST, une réglementation entièrement refondée devrait permettre d'appliquer un nouveau cadre d'évaluation dès que les propriétés d'une nouvelle variété le nécessitent, qu'elle soit issue d'une sélection classique, de techniques actuellement exemptés par la réglementation OGM ou des NBT.

Quel que soit le cadre à venir, l'évaluation des risques doit porter sur les risques sanitaires et les effets environnementaux liés aux pratiques. Ces derniers ont occupé la plus grande part de l'audition du 18 mars. Il s'agira d'une évaluation systémique basée sur le produit, ses caractéristiques et son utilisation dans le paysage agricole.

Ce sujet comprend de multiples facettes et est particulièrement complexe. Je passe la parole aux rapporteurs pour qu'ils puissent exposer leurs recommandations tout en insistant sur les points de convergence et de divergence qui ont subsisté à l'issue des débats.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. - Le texte qui vient d'être présenté et la synthèse de l'audition ont été établis en concertation. Cette démarche a été difficile, mais elle s'inscrit dans la continuité des travaux de l'OPECST. En effet, dans la mesure où l'Office a produit sur ces sujets un rapport en 2017, il était logique, quatre ans plus tard, de faire le point sur les évolutions de ces techniques.

Nous vous proposons des recommandations des rapporteurs qui seront, ou non, approuvées par l'Office. Ces recommandations font consensus, en tout cas dans leur formulation.

Première recommandation : *L'OPECST soutient la nécessité de ne pas obérer la recherche et de garantir la possibilité de continuer à étudier les NBT dans un objectif d'intérêt public. Les connaissances scientifiques devraient progresser sur la question de la détectabilité ainsi que sur la possibilité d'une coexistence entre cultures NBT et non-NBT.*

L'OPECST réaffirme son attachement à l'existence d'un débat public transpartisan examinant les nombreux aspects du sujet (scientifiques, économiques, politiques et sociétaux) en considérant les usages avérés des produits issus de ces techniques. L'OPECST constate que les applications aux bénéfices concrets pour les consommateurs ou aux avantages agronomiques utiles pour la transition agroécologique manquent encore

et que leur apparition permettra au consommateur de mieux apprécier l'intérêt de cette technique.

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. - Les divergences d'approches sont résumées dans le titre même de l'audition. La contradiction apparaît dans la traduction même de NBT en « techniques de modification ciblée du génome ». En effet s'agit-il d'un équivalent de la sélection naturelle ? Sur ce point, les discussions ont été très riches et conduisent à des divergences d'appréciation entre les deux rapporteurs.

La deuxième recommandation fait écho à mes préoccupations sur la dispersion des plantes dans le milieu naturel et la perte de biodiversité qui pourrait en découler.

Deuxième recommandation : *L'OPECST souhaite que les conditions d'expérimentation en plein champ soient révisées de manière transpartisane afin qu'elles garantissent à la fois la non-dissémination des plantes issues de NBT et la possibilité d'expérimenter dans des conditions semblables aux conditions réelles de culture, sans craindre une destruction des cultures.*

Il s'agit là de réaffirmer la nécessité de pouvoir opérer une recherche sur ces techniques tout en se prémunissant des risques de dissémination tant que toutes les controverses ou tous les risques ne sont pas levés.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. - Cette recommandation concerne les expérimentations effectuées en France. En effet, à l'étranger ces expérimentations sont possibles. Pour que la France puisse prendre position, il faut que ces techniques puissent être expérimentées en toute sécurité. On ne saurait ainsi se fonder uniquement sur des expériences étrangères.

Troisième recommandation : *L'OPECST insiste sur la nécessité de réévaluer la directive 2001/18/CE et souhaite qu'elle soit repensée de manière à ce que l'évaluation du risque nécessaire à l'autorisation d'un produit issu de la modification du génome soit fondée sur le produit de cette modification et non sur la technique utilisée, comme il le préconisait déjà dans son rapport de 2017.*

A tout le moins, la directive doit pouvoir évoluer en fonction des techniques. L'OPECST propose de réaliser une réévaluation régulière de la traduction nationale de la directive dans un délai de cinq ans. Cette réévaluation devra comporter un volet de débat public.

Rétrospectivement, on peut se dire que la directive de 2001 aurait dû être réévaluée et adaptée au fur et à mesure du développement des OGM. Nous espérons que ce sera bien le cas à l'avenir.

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. - Nous retrouvons cette question de la discussion entre transgénèse (qui était le cadre de la directive de 2001), mutagenèse (dirigée ou aléatoire) et sélection. Voici le cœur du débat qui se retrouve dans la directive européenne. Il nous semble nécessaire d'examiner ces questions de façon plus actuelle.

Quatrième recommandation : *L'OPECST rappelle que l'évaluation des risques doit comprendre les effets sanitaires, mais aussi les effets environnementaux liés aux pratiques. Une évaluation systématique basée sur le produit, ses caractéristiques et son utilisation dans le paysage agricole est nécessaire, et ce que le produit soit issu d'une technique de modification du génome ou non.*

Comme l'a déjà évoqué Cédric Villani, cette question des risques environnementaux a été largement soulevée. Les discussions ont été franches et claires. On voit bien que le développement de ces techniques vise à produire des variétés résistantes à des produits phytosanitaires, permettant à des firmes de vendre massivement ces produits. L'histoire des OGM nous a appris cette réalité. Il existe, certes, des applications bénéfiques. J'invite, toutefois, chacun à ne pas se laisser abuser par ces rares applications bénéfiques. Il convient au contraire d'avoir en tête toutes ces questions. Le champ de ces discussions s'étend en effet au-delà des aspects scientifiques.

Mme Catherine PROCACCIA, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. - Je vais passer sur la cinquième recommandation, qui est la seule à ne pas faire l'objet d'un consensus entre les deux rapporteurs.

Sixième recommandation : *L'OPECST estime qu'il est nécessaire de préserver le modèle du certificat d'obtention végétale et de donner la priorité à la recherche de l'intérêt public.*

M. Loïc PRUD'HOMME, député, rapporteur.

Septième recommandation : *L'OPECST souhaite que le gouvernement prenne rapidement position sur la question de l'application de la décision de la CJUE (Cour de justice de l'Union européenne). On constate en effet un désaccord entre son interprétation par la Commission européenne et le Conseil d'État français.*

De ce fait, rien ne se passe, ce qui constitue une situation inacceptable pour les acteurs.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. - Tout le monde est insatisfait. Qui plus est, que le gouvernement tranche dans un sens ou dans un autre, il suscitera fatalement des insatisfactions. Cependant, à l'Office, nous ne pouvons pas nous satisfaire d'une situation floue qui perdurerait.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. - Le Conseil d'État a procédé à une application extensive de l'arrêt de la CJUE en l'appliquant à la mutagénèse aléatoire *in vitro*. De ce fait, l'Union européenne estime que la décision du Conseil d'État n'est pas conforme à celle de la CJUE. Ce sont donc les juristes qui sèment quelque peu le désordre dans ces dossiers.

Cette situation ne doit pas perdurer. Jusqu'à présent, sur la question des NBT, tous les gouvernements se sont transmis le dossier en refusant de trancher. Nous espérons cependant qu'on ne jouera plus sur les délais et que le gouvernement actuel ne se contentera pas d'attendre les élections pour transmettre à son tour le dossier à ses successeurs. Nous souhaitons au contraire qu'il prenne une décision sur les NBT. Certains souhaiteraient que ces produits soient assimilés aux OGM, d'autres non. Nous demandons une décision sur cette question ainsi que la réévaluation régulière des techniques scientifiques qui s'appliquent au végétal.

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. - Sur la cinquième recommandation, nos avis sont effectivement divergents. Je souhaite que soit imposé le principe d'un étiquetage transparent prenant en compte la nature des procédés utilisés et non uniquement la nature des produits, dont les modalités seront à définir.

Comme cela a été indiqué par Cédric Villani, deux produits à la composition identique pourraient tout de même se différencier par leurs filières de production. J'ajouterai qu'il n'existe pas de consensus scientifique sur l'absolue identité entre deux plantes qui seraient issues, l'une, d'une mutagénèse dirigée, l'autre, d'une sélection effectuée à partir de variétés déjà existantes. Je pense qu'une transparence complète est absolument nécessaire pour lever toute ambiguïté sur les techniques qui permettent d'obtenir ces végétaux.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. - Pour ma part, je ne le souhaite pas. En effet, la position de l'OPECST en matière de sélection végétale a toujours consisté à affirmer qu'il convient d'analyser les caractéristiques du produit final. S'il est identique à celui obtenu par une sélection traditionnelle, pourquoi susciter la méfiance sur un produit ? Qui plus est, il semble anticipé de parler de l'étiquetage aujourd'hui, alors qu'aucun produit issu des NBT ne se trouve sur le marché et que l'on demande une réévaluation régulière de ces techniques. Dans ces conditions, je ne vois pas l'intérêt d'aborder dès à présent cette question de l'étiquetage.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. - Merci beaucoup aux deux rapporteurs pour le travail qu'ils ont effectué et pour cette présentation exhaustive de leurs points d'accord et divergences.

M. Bruno Sido, sénateur. - Je rappellerai en préambule que je suis ingénieur agronome. Je remercie également les rapporteurs pour leur travail sur ce

sujet extrêmement complexe, voire existentiel. Leur désaccord fait avancer le débat.

Je voudrais rappeler que le blé que nous connaissons est un blé hexaploïde et qu'il ne s'agit donc pas d'une plante naturelle. Nos ancêtres il y a 2 000 ans ont réussi à le sélectionner, preuve qu'il existait déjà à l'époque des modifications génétiques mises en œuvre par l'homme.

Je souhaiterais également rappeler que les OGM ont été initialement créés dans l'objectif de vendre un herbicide. Ces travaux de recherche ont en effet été menés par l'entreprise qui a créé le Roundup. Il s'agissait ainsi de créer une variété de colza résistante au Roundup, et ce dans un objectif économique. Or, en tant qu'agriculteur, je peux dire que le désherbage du colza est extrêmement compliqué, coûteux et néfaste pour l'environnement. L'usage du Roundup au moment opportun causait certainement moins de dommages que tous les herbicides que l'on utilisait précédemment.

Peut-on rappeler que cette affaire ne concerne pratiquement pas l'Office parlementaire ? Je m'explique. Scientifiquement, il est très difficile de différencier les OGM et les NBT. La discussion est politique et non scientifique. Elle est éminemment humaine. À cet égard, le peuple français a peur de tout. Cependant, toutes ces positions recouvrent à mon sens une grande hypocrisie. En particulier, l'Europe interdit de semer des OGM sur son territoire alors qu'elle en autorise l'importation et la consommation. Cette hypocrisie généralisée s'étend d'ailleurs aux politiques que nous sommes.

La stratégie d'autonomie alimentaire que défend actuellement le gouvernement et que je défends également est très importante. L'actuel ministre de l'Agriculture me semble avoir parfaitement raison. Toutes ces techniques doivent permettre de reconquérir cette autonomie.

Les objectifs de la politique actuelle – que je partage – sont une plus faible utilisation des produits phytosanitaires et une plus grande résilience. Or, depuis quelques années, avec le dérèglement climatique, les récoltes évoluent en dents de scie. Les agriculteurs se trouvent ainsi en grave difficulté.

Cette méthode NBT est intéressante, car elle permet d'aller plus vite que la nature et non pas de faire le contraire de ce qu'elle peut produire ou de la forcer. Nous avons précisément besoin d'aller plus vite, tant le dérèglement ou le réchauffement climatique est bien présent. Il est donc indispensable d'identifier des solutions permettant de trouver des variétés résistantes aux insectes, aux maladies ou à la sécheresse et adaptées au climat actuel.

Nous avons besoin d'une politique cohérente. Nous ne pouvons pas rechercher une souveraineté alimentaire tout en étant les seuls au monde à refuser tout progrès technologique et génétique. Par conséquent, j'attire l'attention des uns et des autres sur le fait que cette question est très grave. On n'a pas autant discuté de ces sujets à l'occasion de la PMA et de la GPA, qui sont beaucoup plus graves

encore, que lorsque l'on a évoqué la sélection végétale. Nous devons évoluer rapidement sur ces questions, balayer d'un revers de la main l'hypocrisie et être cohérents dans nos stratégies gouvernementales. Dès lors, ce sujet me semble dépasser largement l'Office parlementaire.

M. Loïc Prud'homme, député, rapporteur. - Les propos que vient de tenir Bruno Sido font ressortir cette divergence dans la perception des NBT : celles-ci visent-elles à « aller plus vite que la nature » ou à faire différemment ? Pour ma part, je soutiens cette deuxième perception.

Par ailleurs, l'autonomie alimentaire et la résilience constituent bien des objectifs que nous poursuivons. Néanmoins, je rappelle que les licences CRISPR-Cas9 sont achetées aujourd'hui par les grandes firmes phytosanitaires. Dans ces conditions, serons-nous réellement en mesure d'assurer cette autonomie et cette résilience si tous nos agriculteurs se retrouvent dans une situation de dépendance vis-à-vis de ces firmes ? Effectivement, cette question n'est pas uniquement scientifique et dépasse le champ de l'Office.

Mme Catherine Procaccia, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. - Merci pour ces explications. Bruno Sido dispose d'une compétence que je n'ai pas. Pour ma part, j'ai appris à découvrir ces nouvelles techniques et je suis enchantée que l'OPECST puisse trouver un certain nombre de consensus, notamment sur la nécessité de prendre rapidement des positions et de réévaluer ces techniques. De la même façon que les lois bioéthiques doivent être réévaluées tous les cinq ans, pourquoi les lois qui concernent les végétaux ne seraient-elles pas réévaluées régulièrement, que ce soit pour les NBT ou pour d'autres techniques ?

Je souhaite que des évaluations soient réalisées afin d'identifier ou non la proximité des produits issus de ces techniques avec les OGM. À l'avenir, d'autres techniques verront le jour. Je crois que la science doit évoluer et que nous devons évoluer avec elle. Par exemple, la question des traces et des effets hors-cible, qui était prégnante en 2013-2014, l'est beaucoup moins aujourd'hui. Il y a cinq ans, on pensait que ce type de techniques pouvait entraîner des cassures par ailleurs dans l'ADN, notamment sur l'homme. Or les expériences qui ont été faites prouvent l'absence de telles cassures. Dans l'intervalle, la technique a évolué.

M. Gérard Longuet, sénateur, premier vice-président de l'Office. - Je voudrais exprimer ma reconnaissance et ma gratitude à l'endroit des deux rapporteurs. Nous avons naturellement tous le droit de défendre des points de vue différents. Nous devons être en mesure de proposer à nos compatriotes des chemins raisonnables pour progresser sur un terrain transpartisan. En effet, nous devons composer avec un certain nombre de réalités, quels que soient les jugements que nous portons sur celles-ci.

Le texte que vous nous avez présenté me semble parfait, car il ne cache rien et ne condamne rien *a priori*. Il entretient ce comportement positif qui constitue dans notre pays l'héritage d'une tradition de rationalité lentement

conquise et consolidée depuis le XVIII^e siècle. Je me réjouis que nous puissions avancer sans concession aux marchands de peurs et d'illusions absolues.

C'est la qualité du travail parlementaire que je voudrais ici saluer. Chaque mot compte, la sémantique peut donner lieu à des batailles, la présence ou la place des virgules peut signifier une décision importante. Quoi qu'il en soit, les conclusions que vous proposez me semblent de nature à faire progresser la maîtrise de ce sujet par la société française, dans un cadre européen et international. Au moins nous ne serons plus dans cette situation d'isolement et de repli qui nous aurait condamnés à une forme d'obscurantisme et de régression.

M. Cédric Villani, député, président de l'Office. - La France est un pays amoureux de la rationalité et de l'universalisme en même temps qu'un grand pays de débats, de polémiques et de défiance. C'est le travail de l'Office que de trouver sa place dans cette confrontation des idées, en instruisant les dossiers scientifico-politiques avec le plus d'objectivité possible, mais sans méconnaître l'importance du débat et de la diversité des points de vue. Il ne revient surtout pas à l'OPECST de dicter les choix politiques. Nous sommes ici pour éclairer les choix politiques et non les définir.

Nous pouvons être fiers du travail accompli. Il fallait mettre à jour le travail déjà effectué par l'OPECST et prendre acte des évolutions intervenues depuis 2017. Par exemple, la question des traces et les aspects sanitaires font désormais l'objet de débats moins virulents. En revanche, les questions environnementales se posent avec une acuité accrue, du fait de la conscience de l'urgence environnementale. Il en va de même des questions économiques.

Sur ces sujets, il convient de se montrer très ouvert, mais non naïf. Nous voyons à l'œuvre à l'échelle mondiale des mouvements de concentration considérables et des modèles économiques « impressionnants ». Ces modèles s'appliquent notamment à la manière dont les OGM sont cultivés dans certaines parties du monde. Ces questions économiques et sociétales dépassent le cadre de l'OPECST, il faut simplement en avoir conscience.

Dans cette logique d'ouverture, nous réaffirmons l'importance de mener des travaux de recherche, surtout sur des techniques à la croisée des domaines médicaux, environnementaux et agronomiques. Nous ne devons pas exclure le recours à un outil qui pourrait avoir sa place dans la transition agroécologique sans pour autant céder à l'emballlement et adhérer d'emblée à une conviction.

J'ai le sentiment qu'un équilibre a été trouvé à travers ce texte et que l'Office a bien fait son travail.

Sur les sept recommandations, six font l'objet d'un consensus entre les rapporteurs. A l'inverse, le sujet de l'étiquetage soulève d'autres questions liées à la vie économique et à notre vision de la société. Il me semble possible de conserver en l'état la recommandation correspondante sans que l'OPECST ait à trancher.

Pour ma part, et sans que cela n'engage l'Office, je suis plutôt favorable à la position de Loïc Prud'homme sur cette cinquième recommandation. Il me semble néanmoins que les deux positions sont légitimes et ont leur logique.

Mme Catherine PROCACCIA, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. - Il me semblerait possible d'ajouter à cette recommandation la phrase suivante : « Elle estime qu'en tout état de cause, cette question est prématurée ».

M. Cédric VILLANI, député, président de l'Office. - Nous pouvons effectivement apporter cette précision.

Mes chers collègues, je vous propose à présent d'adopter ce rapport en l'état, avec toutes nos félicitations aux deux rapporteurs.

Mme Catherine PROCACCIA, sénateur, vice-présidente de l'Office, rapporteur. - Je salue également la forte implication du président.

M. Cédric VILLANI, député, président de l'Office. – Je n'ai fait que mon devoir !

L'Office autorise la publication du rapport d'information présentant les conclusions et le compte rendu de l'audition publique sur « les nouvelles techniques de sélection végétale en 2021 : avantages, limites, acceptabilité ».

ANNEXES (CONTRIBUTIONS ÉCRITES)

I. CONFÉDÉRATION PAYSANNE



Confédération paysanne

Syndicats pour une agriculture paysanne
et la défense de ses travailleurs

Membre de la Coordination européenne Via Campesina et de la Via Campesina

Audition NBT - Opecst - 18 mars position de la Confédération Paysanne

Le statut juridique des nouveaux OGM

La Confédération Paysanne souhaite exprimer en préalable son indignation face :

- aux déclarations factuellement mensongères d'un Ministre qui contredit frontalement la réglementation européenne et les décisions des organes suprêmes de la justice européenne comme de la justice française auxquels il est pourtant soumis dans l'exercice de ses fonctions. Que Monsieur Denormandie le veuille ou non, les dites « NBT » produisent des OGM réglementés au sens du droit européen et national.

- et face aux manœuvres du gouvernement qui s'abrite derrière une procédure européenne qui n'est pas opposable à l'application de décisions de justice pour tenter de justifier l'illégalité dans laquelle il s'est placé depuis de nombreux mois en refusant d'appliquer les injonctions du Conseil d'État de réglementer les nouveaux OGM issus de ces techniques.

À quoi bon confier au Parlement la charge de voter des lois si l'exécutif est le premier à refuser de les appliquer ?

La Confédération Paysanne est aussi surprise de ne pas retrouver dans les projet de loi climat l'article sur les OGM proposé par Convention citoyenne sur le climat.

Les nouvelles techniques dites « NBT » produisent des modifications génétiques. Elles sont souvent dénommées à tort « nouvelles techniques de sélection », alors que la sélection est une opération qui ne génère aucune modification génétique, mais ne fait que trier parmi des organismes préalablement modifiés. C'est pourquoi les plantes et les animaux génétiquement modifiés par ces techniques sont soumis au droit communautaire concernant les OGM et à sa transcription nationale, comme l'ont confirmé la Cour de justice de l'Union européenne dans son arrêt du 25 juillet 2018 (C-528/16) et le Conseil d'État dans son arrêt du 7 février 2020 (Confédération Paysanne et autres) et non uniquement aux réglementations de la sélection et de la commercialisation comme le réclament certains acteurs.

Ne pas modifier la directive européenne sur les OGM et l'appliquer strictement est pour la Confédération Paysanne la seule option politique acceptable. Elle seule respecte le principe de précaution, le droit des consommateurs et des citoyens de



Confédération paysanne

Syndicats pour une agriculture paysanne
et la défense de ses travailleurs

Membre de la Coordination européenne Via Campesina et de la Via Campesina

pouvoir choisir « *de consommer et de produire avec ou sans ogm* » et les obligations de ne « *cultiver, commercialiser ou utiliser des OGM que dans le respect de l'environnement et de la santé publique, des structures agricoles, des écosystèmes locaux et des filières de production et commerciales qualifiées « sans organismes génétiquement modifiés* » » définis à l'article L. 531-2-1 du Code de l'environnement.

L'évaluation préalable, la traçabilité et le suivi

La Confédération Paysanne est favorable à une évaluation éthique et socio-économique préalable aux obligations réglementaires sanitaires et environnementales comme le propose par exemple la Norvège³. Elle tient à dénoncer à ce sujet le projet gouvernemental d'éclater le HCB en une multitude d'enceintes séparées les unes des autres qui interdira toute cohérence globale et systémique de l'évaluation des OGM. Mais elle ne saurait pour autant accepter que cette évaluation « sociétale » puisse dispenser certains OGM, nouveaux ou anciens, des obligations réglementaires d'évaluation, d'étiquetage, de traçabilité et de suivi.

La Confédération Paysanne tient à dénoncer les affirmations de certains acteurs qui prétendent que les modifications génétiques et/ou épigénétiques résultant intentionnellement ou non de ces nouvelles techniques ne présenteraient pas plus de risques que celles résultant de techniques traditionnelles de sélection et pourraient de ce fait justifier une exemption de toute évaluation sanitaire et environnementale et/ou d'étiquetage et de suivi. C'est avec le même discours que les mêmes acteurs avaient déjà tenté sans succès de s'opposer à la réglementation des OGM transgéniques. C'est au contraire bien parce que ces modifications génétiques ne sont pas produites « *naturellement par multiplication ou recombinaison naturelle* » et résultent de techniques nouvelles, contrairement aux sélections traditionnelles mises en œuvre depuis longtemps, qu'elles ne peuvent pas faire la preuve d'une utilisation traditionnelle garantissant leur sécurité avérée.

La mise en silence d'un seul gène, par exemple, peut passer inaperçue si elle n'est pas recherchée avec précision avant toute dissémination puis provoquer à moyen ou long terme des dommages sanitaires et/ou environnementaux importants, voire irréversibles. Des modifications génétiques ou épigénétiques imprévisibles et non visibles sans évaluation peuvent être à l'origine de risques sanitaires, agricoles ou environnementaux, provoquer l'apparition de substances toxiques ou la suppression de substances indispensables à la santé de la plante modifiée ou du consommateur. Ces risques sont d'autant plus importants qu'il n'est pas possible de récupérer des OGM disséminés dans l'environnement, ni de contrôler les flux de gènes, de pollens et de graines génétiquement modifiés par le vent, les insectes, les outils agricoles, les

³<https://www.rathenau.nl/en/making-perfect-lives/genome-editing-plants-and-crops>



Confédération paysanne

Syndicats pour une agriculture paysanne
et la défense de ses travailleurs

Membre de la Coordination européenne Via Campesina et de la Via Campesina

transports... La contamination des autres cultures, des plantes sauvages et des ressources génétiques est inévitable.

Ces risques exigent une évaluation préalable à toute dissémination et, en cas d'autorisation, un étiquetage, une traçabilité et un suivi post-commercialisation indispensable pour pouvoir retirer les produits du marché en cas de dommages non prévus.

La distinction

La Confédération Paysanne dénonce aussi les affirmations erronées qui prétendent qu'on ne pourrait pas distinguer les nouveaux OGM ne contenant pas « d'ADN étranger » de produits pouvant être obtenus par des méthodes de sélection traditionnelle. Il est certes possible que la description fournie par un chercheur ou un obtenteur du seul nouveau trait ou de la seule nouvelle « information génétique » revendiqués ne se distingue pas de la description d'un trait ou d'une information génétique semblables identifiés dans des organismes pouvant être obtenus par des procédés traditionnels non réglementés comme OGM. Mais l'organisme génétiquement modifié dans sa totalité se distingue nécessairement de tout organisme naturel ou issu de sélection traditionnelle, ne serait-ce que par les modifications génétiques, épigénétiques, protéomiques... non intentionnelles découlant obligatoirement de toutes les techniques de modification génétique réglementées par l'Union européenne, qu'elles soient anciennes comme la transgénèse ou nouvelles comme la mutagenèse dite « dirigée » et toutes les autres techniques de mutagenèse associées à des cultures *in vitro* de cellules végétales ou animales². Les empilements de multiples modifications ciblées dans un seul organisme ou la transmission héréditaire d'une modification à l'ensemble de l'hérédité en violation des lois mendéliennes (dénommée forçage génétique)... que permettent ces nouvelles techniques sont eux aussi irréalisables avec des méthodes traditionnelles. Les nouveaux OGM sont tous couverts par des brevets portant sur le nouveau trait ou l'information génétique revendiqués, ou encore sur le procédé d'obtention. Pour faire valoir leurs droits, leurs obtenteurs disposent tous des moyens techniques de les

²- Bertheau, Y. *New Breeding Techniques: Detection and Identification of the Techniques and Derived Products* In *Encyclopedia of Food Chemistry, Reference Module in Food Science*, R.H. Stadler, ed. (Elsevier), 320-336.

Germini, D. *et al.* (2017). A comparison of techniques to evaluate the effectiveness of genome editing. *Trends in Biotechnology* 36, 147-159.

- Duesing, N., *et al.* (2018). (2018). Novel Features and Considerations for ERA and Regulation of Crops

Produced by Genome Editing. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 6, 79.



Confédération paysanne

Syndicats pour une agriculture paysanne
et la défense de ses travailleurs

Membre de la Coordination européenne Via Campesina et de la Via Campesina

identifier et de les distinguer. Le « secret industriel » qui couvre ces moyens techniques n'annule pas leur existence.

C'est pourquoi il convient d'exiger de la Commission européenne qu'elle assume ses obligations d'harmonisation du marché unique en finançant la mise au point de protocoles réglementaires d'identification d'éventuels nouveaux OGM non déclarés et non de prétendre qu'une telle identification est impossible du simple fait qu'on n'a pas cherché à la réaliser.

Les impacts sociaux

Une dérégulation des nouvelles techniques de modification génétique violerait le droit des agriculteurs et des consommateurs de choisir ce qu'ils cultivent et ce qu'ils mangent. Elle irait à l'encontre des droits des paysans aux semences définis depuis 2018 par la Déclaration des Nations Unies sur les droits des paysans et autres personnes travaillant en zones rurales (article 19) et par le Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture ratifié par notre pays (préambule et article 9). Dans les pays où les plantes OGM sont autorisées, elles contaminent toutes les cultures sans OGM. Les paysans sont entraînés en justice parce qu'ils reproduisent sans le savoir des gènes brevetés. C'est ainsi que quinze ans après leur généralisation, les OGM brevetés ont envahi plus de 95% des surfaces de maïs, soja, colza ou coton cultivées en Amérique du Nord. Tout comme les petites entreprises semencières, les paysans voient leurs propres semences passer sous contrôle des brevets des multinationales et perdent ainsi le droit de les utiliser, les échanger et les vendre.

Les brevets ne portent pas en Europe sur des variétés de plantes entières qui ne peuvent y être protégées que par un Droit d'Obtention Végétale. Ils portent sur un trait ou caractère spécifique d'un ensemble de plantes, le gène ou l'information génétique dématérialisée auquel ce trait est lié ou encore le procédé d'obtention de ce trait, gène ou information génétique. Selon la directive européenne 98/44 et sa transcription nationale, la portée d'un brevet sur un trait, un gène ou le procédé d'obtention de ce trait s'étend à tout produit, et à sa reproduction, portant le trait revendiqué et issu de l'invention brevetée. La portée d'un brevet sur une information génétique est beaucoup plus large : elle s'étend à tout produit contenant cette information génétique et exprimant sa fonction, qu'il soit ou non issu de l'invention qui a justifié le brevet.

Avec l'émergence des nouvelles techniques de modification génétique, cette extension de la portée des brevets peut générer des « abus de brevet ». Les semenciers prétendent en effet faire avec ces techniques la même chose que la



Confédération paysanne

Syndicats pour une agriculture paysanne
et la défense de ses travailleurs

Membre de la Coordination européenne Via Campesina et de la Via Campesina

nature ou que la sélection traditionnelle, mais de manière plus rapide et plus ciblée. Ils décrivent donc les nouveaux traits issus de leurs inventions d'une manière qui ne permet pas au public de les distinguer de traits natifs semblables et ignorent toutes les autres modifications génétiques et épigénétiques non intentionnelles résultant des techniques de modification génétique qu'ils ont utilisées. Prenons l'exemple d'un brevet portant sur une information génétique liée à un trait obtenu à l'aide d'un procédé de modification génétique brevetable, ou sur la technique d'obtention de cette information génétique, par exemple la résistance à un pathogène : sans indication de ce qui permet cette distinction, rien en dehors de la réglementation OGM ne peut aujourd'hui empêcher l'extension de la portée d'un tel brevet à toute plante (ou animal) issus de sélection traditionnelle ou paysanne et portant un trait « natif » semblable de résistance au même pathogène.

L'application de la législation européenne OGM actuelle (directive 2001/18) oblige en effet l'obteneur à indiquer le procédé permettant de distinguer son OGM de tout autre organisme existant naturellement ou obtenu par des procédés traditionnels de sélection. Cette obligation est indispensable pour assurer le suivi de la dissémination tout autant que pour faire respecter les autres obligations d'étiquetage et de traçabilité. Mais si les nouveaux OGM sont exclus de la réglementation OGM, l'obligation d'indication des paramètres de distinction disparaît en même temps que les autres obligations. Au-delà de la perte de biosécurité, on pourrait dès lors assister à une privatisation généralisée du vivant, rendue possible par la conjonction du modèle actuel des brevets et d'une éventuelle dérégulation des nouveaux OGM.

Jusqu'à aujourd'hui, les brevets sur des caractères transgéniques limitent le droit des agriculteurs d'utiliser leurs propres semences issues de la culture de variétés protégées par un Certificat d'Obtention Végétale et contenant un trait breveté, ainsi que de leurs autres récoltes conventionnelles ou de leurs propres sélections en cas de contamination par un gène breveté. En cas de dérégulation des nouveaux OGM, les multinationales qui détiennent les plus gros portefeuilles de brevets pourraient s'arroger le monopole de l'utilisation de toutes les semences et autres « ressources génétiques » contenant les informations génétiques essentielles qu'elles ont brevetées, exiger des droits de licence pour l'utilisation de variétés mises au point par leurs concurrents et supprimer à leur guise le droit des paysans de conserver, de sélectionner, d'utiliser, d'échanger et de vendre leurs propres semences et leurs propres animaux dès lors que ces variétés, semences, ressources génétiques ou animaux contiennent une information génétique qu'elles ont brevetée.

En outre, si les nouveaux OGM étaient déréglementés, les agriculteurs qui n'utilisent pas d'OGM, soit une grande majorité des agriculteurs, ne pourraient pas se protéger contre la contamination de leurs récoltes et seraient livrés à eux-mêmes pour en subir les conséquences. Cela générerait d'énormes pertes économiques pour les secteurs biologique et « sans OGM ». L'Europe qui est aujourd'hui le deuxième exportateur de semences au niveau mondial, perdrait aussi la plupart de ses marchés d'exportation



Confédération paysanne

Syndicats pour une agriculture paysanne
et la défense de ses travailleurs

Membre de la Coordination européenne Via Campesina et de la Via Campesina

qui reposent sur la garantie d'absence d'OGM.

Enfin, sans la distinction imposée par la réglementation OGM, ce modèle des brevets encouragerait encore plus la concentration du marché des semences aux mains des six premières entreprises semencières qui contrôlent plus de 60 % du marché mondial des semences et détiennent déjà la quasi totalité des brevets sur les nouvelles techniques de modification génétiques et les informations génétiques liées aux traits agronomiques essentiels. Selon un rapport d'IPES-Food, la concentration sur le marché des semences a déjà entraîné la disparition de la plupart des petits et moyens semenciers, un rétrécissement de la gamme de variétés développées et une dépendance des agriculteurs à une poignée de fournisseurs. Cette concentration renforce également la tendance de l'industrie à focaliser la recherche sur un nombre restreint d'espèces et de variétés à large diffusion, entraînant en conséquence une réduction importante de la biodiversité agricole.

Les semences sont le premier maillon de la chaîne alimentaire. Ceux qui contrôlent les semences contrôlent le droit à l'alimentation. La dérégulation des nouveaux OGM et l'aggravation de la concentration de l'industrie semencière qui en résulterait abandonnerait définitivement notre souveraineté alimentaire au bon vouloir de six grandes entreprises multinationales et de leurs actionnaires apatrides.

Lutter contre et s'adapter aux changements climatiques, sortir des pesticides

La Confédération Paysanne s'oppose enfin aux prétentions des acteurs qui jugent les nouvelles techniques de modifications génétiques indispensables pour adapter les cultures aux changements climatiques et sortir des pesticides. Le modèle économique indispensable au développement de ces procédés et leurs limites techniques s'opposent à eux seuls à une telle prétention. L'adaptation aux changements climatiques et l'abandon des intrants et pesticides chimiques exigent en préalable une adaptation locale optimum et une grande malléabilité génétique des plantes. Tous les terroirs sont différents les uns des autres, l'adaptation locale exige donc une très grande diversité de semences à diffusion locale, donc nécessairement restreinte. Le modèle économique des nouvelles techniques génétiques impose au contraire un important retour sur investissement ne pouvant reposer que sur une diffusion la plus large possible de chaque nouvelle obtention qui ne peut dès lors pas être adaptée à tous les terroirs où elle doit être cultivée. Les agriculteurs sont ainsi contraints d'adapter leurs divers terroirs aux exigences de ces nouvelles obtentions, ce qui ne peut se faire que par un emploi toujours accru d'intrants, parmi lesquels l'azote qui est un des principaux facteurs de la contribution des cultures agricoles à l'aggravation des changements climatiques. Par ailleurs, l'adaptation locale et aux changements climatiques ne dépend jamais d'un ou de deux gènes particuliers, mais d'un grand nombre de gènes qui ne sont pas nécessairement les mêmes suivant les terroirs. Les



Confédération paysanne

Syndicats pour une agriculture paysanne
et la défense de ses travailleurs

Membre de la Coordination européenne Via Campesina et de la Via Campesina

nouvelles techniques de modification génétique ne ciblent qu'un ou deux gènes et non l'ensemble des gènes indispensables à une bonne adaptation, et encore moins leur variabilité.

Seules les sélections locales au terroir, paysannes et/ou participatives, de populations de plantes diversifiées disposant de ce fait d'une importante capacité d'adaptation aux changements (ou résilience), peuvent répondre à ces impératifs d'adaptation optimum. Or le modèle économique de l'industrie semencière qui vise l'obtention de variétés homogènes et stable et de gènes ou informations génétiques brevetés, et son encadrement juridique qui repose sur le catalogue des variétés homogènes et stables, le droit d'obtention végétale et les brevets, interdit *de facto* les sélections paysannes locales en s'opposant aux droits de paysans d'utiliser leurs propres semences qu'ils ne peuvent pas non plus échanger ni vendre parce qu'elles constituent des populations qui ne sont ni homogènes ni stables. Les promoteurs des nouvelles techniques de modification génétique réclament déjà un renforcement de ce modèle économique et juridique interdisant toute éventuelle complémentarité entre les sélections d'obteneurs et les sélections paysannes qui est la seule voie d'avenir durable. Ils ne sauraient en conséquence proposer la moindre solution durable de lutte contre et d'adaptation aux changements climatiques, ni la moindre contribution durable à la sortie des pesticides.

Il est temps que le gouvernement soutienne juridiquement et financièrement les sélections paysannes et/ou participatives au terroir tout autant que le modèle économique actuel de l'industrie semencière de moins en moins durable avec les fausses promesses des nouvelles techniques de modifications génétiques.

II. UFS



Audition publique de l'OPECST - 18 Mars 2021 « Les nouvelles techniques de sélection végétale en 2021 : avantages, limites, acceptabilité » Contribution écrite

Cette audition, 4 ans après les derniers travaux de l'OPECST sur les biotechnologies végétales auxquels avait contribué l'UFS, a été très riche. Les débats ont démontré que la réflexion allait bien au-delà d'un simple sujet scientifique en couvrant les aspects économiques, sociaux et politiques.

Au regard des propos des deux co-rapporteurs et des conclusions du Président Villani, l'UFS souhaite compléter sa participation à l'audition par une contribution écrite afin de répondre aux questions ayant porté notamment sur les sujets suivants :

- La manière dont les entreprises du secteur semencier se sont emparées de ces nouveaux outils à travers les résultats d'une enquête diligentée par Euroseeds en mai 2020 auprès de ses adhérents.
- L'évolution du paysage réglementaire international qui met en évidence le retard considérable de l'Europe à travers une cartographie élaborée par l'International Seed Federation (ISF).
- Une synthèse bibliographique qui montre que les avis des instances européennes convergent au sujet de l'évaluation du risque et l'identification des variétés obtenues.
- La position du secteur semencier sur la propriété intellectuelle qui, depuis 2021, préserve un juste équilibre entre la protection de l'innovation, l'exemption du sélectionneur et le privilège de l'agriculteur.

Quelques rappels

Le Prix Nobel de chimie a été attribué en octobre à la Française Emmanuelle Charpentier et à l'Américaine Jennifer Doudna pour CRISPR/Cas9, les « ciseaux moléculaires », une « approche propre permettant de modifier une plante de façon très spécifique, sans introduire d'ADN étranger »¹. Cet outil d'ingénierie de l'ADN révolutionne la biologie au sens large, et ouvre notamment des applications majeures en agronomie. Madame Charpentier a d'ailleurs précisé qu'« il est aujourd'hui important d'avoir une réglementation plus adaptée. Les technologies évoluent très rapidement, et le législateur doit reconsidérer ses positions par rapport à ces avancées »¹.

La sélection variétale est un des outils déterminants pour permettre aux filières agricoles de mener leurs transitions. Ainsi, elle représente le deuxième levier d'obtention de Certificats d'Economie de Produits Phytosanitaires (CEPP), avec 23% des certificats obtenus, alors que ces solutions ne représentent en volume que 9% des actions standardisées disponibles².

De même, 21% des 95 fiches disponibles du Contrat de Solutions sont issues de l'amélioration des plantes dont 14 concernent la résistance à des maladies, 3 l'amélioration de la physiologie végétale et une la résistance aux ravageurs. A titre d'exemple, les fiches 6/7 du Contrat de solutions représentent 181 variétés de blé disponibles dont 116 variétés résistantes aux maladies, 81 variétés tolérantes à la verse, 51 variétés résistantes à la cécidomyie orange. La production de semences de ces variétés couvre plus de 48 000 ha, soit près de 70% de la surface totale en multiplication de semences de blé³.

L'enjeu majeur des entreprises semencières est d'avoir accès aux différentes techniques disponibles, dans un cadre réglementaire clair, pour continuer à apporter des solutions concrètes à toutes les agricultures.

¹<https://www.ouest-france.fr/economie/agriculture/emmanuelle-charpentier-prix-nobel-de-chimie-2020-evoluer-avec-les-technologies-disponibles-7101022>

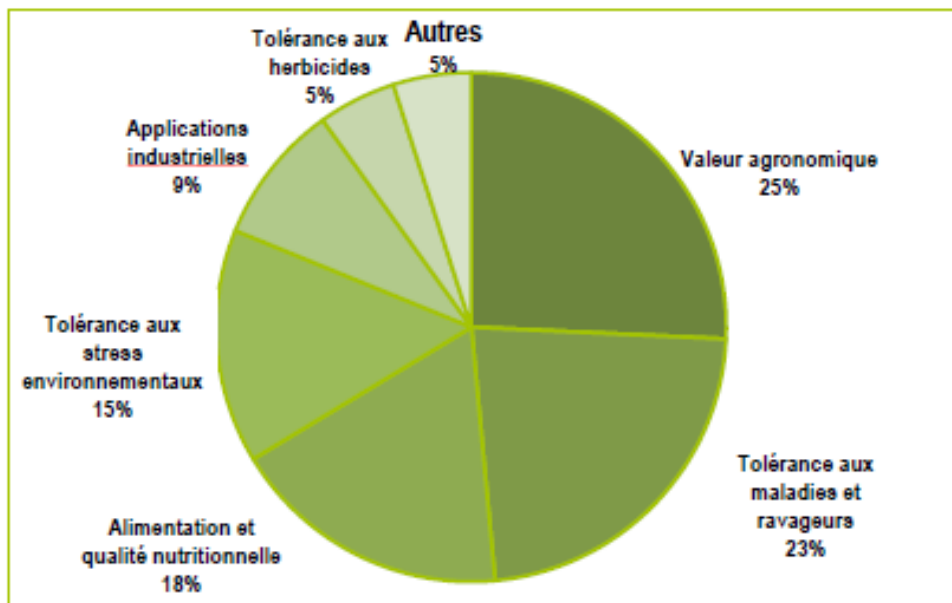
²<https://alim.agriculture.gouv.fr/cepp/accueil>

³<https://contratsolutions.fr/>

Comment les entreprises semencières se sont emparées de ces nouvelles techniques de sélection variétale ?

Euroseeds, la fédération européenne des entreprises semencières, a mené entre janvier et mai 2020, une étude destinée à évaluer les usages et bénéfices attendus par les entreprises mobilisant ces techniques, afin d'objectiver le recours aux nouvelles méthodes de sélection au sein de l'UE⁴. Cette enquête, menée auprès de 62 entreprises obtentrices représentatives de 92% des obtenteurs membres d'Euroseeds, nous apporte trois enseignements :

- **La grande majorité des entreprises de sélection ont recours aux nouvelles méthodes de sélection**
Les résultats de l'enquête montrent que les petites, moyennes et grandes entreprises ont recours aux nouvelles méthodes de sélection pour :
 - 100% des entreprises dont le CA est supérieur à 450M€
 - 85% de celles qui affichent un CA entre 50 et 450M€
 - 50% des entreprises dont le CA est inférieur à 50M€.
- **De nombreuses espèces bénéficient de ces applications**
L'édition du génome s'applique à un grand nombre d'espèces comme les plantes agricoles (céréales, maïs, oléagineux, fourragères), les cultures spécialisées (potagères, ornementales, médicinales) et les espèces de diversification (légumineuses, chanvre, pissenlit, stevia, etc.).
- **Ces applications portent sur des thématiques diversifiées**
Les bénéfices de sélection qui en ressortent sont nombreux et attendus dans les 5 à 10 ans :
 - la valeur agronomique (25% des caractères travaillés par les entreprises répondantes)
 - la tolérance aux maladies et ravageurs (23%)
 - la qualité nutritionnelle (18%).



⁴ Jorasch P (2020) Potential, Challenges, and Threats for the Application of New Breeding Techniques by the Private Plant Breeding Sector in the EU. *Front. Plant Sci.* 11:582011. doi: 10.3389/fpls.2020.582011.

Les données d'Euroseeds sont proches de celles de la publication de Modrzejewski et al.⁵ dont certaines sources (sauf mention contraire) ont été reprises dans le tableau ci-dessous. Il permet de dresser un état des lieux des bénéfiques au travers d'exemples à différents stades de développement, depuis la recherche amont jusqu'à la mise sur le marché pour les trois grandes catégories de bénéfiques suivantes :

- Tolérance aux stress environnementaux, permettant une adaptation des plantes au changement climatique ;
- Tolérance aux maladies et ravageurs, contribuant à la réduction du recours aux pesticides ;
- Amélioration de la qualité nutritionnelle, avec un effet bénéfique sur la santé humaine.

Stades	Bénéfices ⁶	Adaptation au changement climatique	Réduction du recours aux pesticides et fertilisants	Effet bénéfique sur la santé humaine
Commercial			Coton : croissance racinaire en conditions azotées limitantes (Chine)	Tomate : haute teneur en acide gamma-aminobutyrique (GABA) à effet sur l'hypertension artérielle (Sanatech seed Co., Japon) ⁷ Soja : huile à haute teneur en acide oléique (Calyxt, USA)
Preuve de concept, pré-développement commercial		Blé : germination sur pied (Chine)	Tomate : résistance au mildiou (Allemagne, UK)	Blé : teneur réduite en gluten (Espagne, USA)
		Maïs : tolérance à la sécheresse (Belgique, Kenya, USA)	Blé : résistance au mildiou (Chine)	Cameline : huile à haute teneur en acide oléique (France) Pomme de terre : réduction des alcaloïdes (Japon)
Recherche amont		Laitue : germination à haute température (USA) Riz : dormance des graines et ouverture stomatique (Chine) Soja : adaptation à la longueur du jour (Chine) Soja : tolérance à la salinité du sol (USA)	Concombre : résistance aux virus (Israël)	Riz : teneur réduite en métaux lourds (Chine, France)

⁵ Modrzejewski, D., Hartung, F., Sprink, T., Krause, D., Kohl, C., and Wilhelm, R. (2019). 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. *Environ. Evid.* 8, 27. doi: 10.1186/s13750-019-0171-5

⁶ Sauf mention contraire, ces données sont extraites de la publication de Modrzejewski et al., 2019

⁷ <https://the-japan-news.com/news/article/0006981405>

Comment lever les freins au développement de ces nouvelles techniques En Europe ?

L'étude Euroseeds met en lumière trois freins majeurs au développement de ces techniques en Europe :

- les coûts et délais d'homologation des variétés si leurs produits devaient être assimilés à des OGM réglementés : seules quelques espèces majeures pouvant alors être à même d'offrir une capacité à recouper les investissements nécessaires.
- l'imprévisibilité réglementaire et l'incertitude dus aux obstacles politiques, qui sont caractéristiques du processus actuel d'autorisation des OGM dans l'UE ;
- l'acceptation sociétale : la plupart des études concluent que l'attitude et l'acceptation des consommateurs changent avec leur niveau de connaissance, ce qui montre la nécessité d'une information équilibrée et l'importance de la communication sur les risques.

Concernant l'évolution du paysage réglementaire international, on constate un retard considérable de l'Europe en la matière. L'International Seed Federation (ISF), suit périodiquement l'évolution des dispositions réglementaires prises par les différents pays dans le monde.

Depuis 2017, date du dernier rapport de l'Opecst, on voit une évolution des décisions réglementaires favorables aux « NBT » sur tous les continents à l'exception de l'UE et de la Nouvelle Zélande.

Premier pays à organiser sa législation, l'Argentine a adopté des lignes directrices spécifiques aux produits issus de l'édition du génome dès 2015.

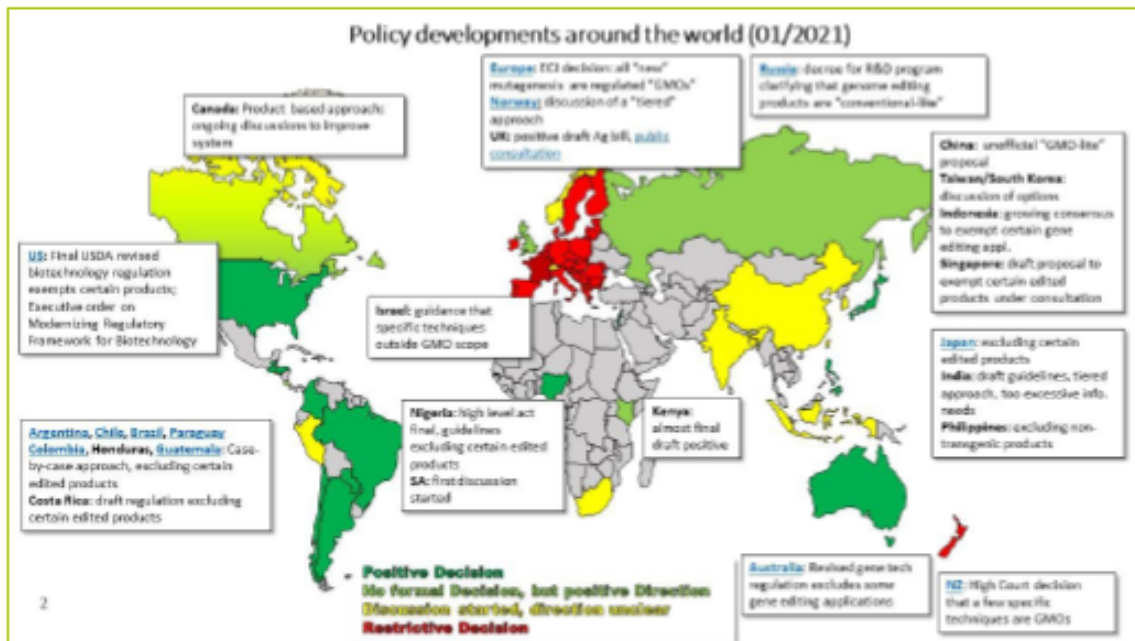


En octobre 2018, alors que la CJUE venait de prendre sa décision de classer les plantes issues de techniques de mutagenèse développées après 2001 comme OGM réglementés, le Chili, le Brésil et la Colombie avaient rejoint l'Argentine dans une approche réglementaire cohérente et favorable aux produits issus de l'édition du génome, basée sur une consultation au cas par cas.

L'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Canada, la Chine et le Japon réfléchissaient à faire évoluer leur réglementation.

En 2020, la France va encore plus loin que l'Union européenne, avec une proposition de décret remettant en cause le statut réglementaire des plantes issues de mutagenèse classique appliquée sur des cellules in vitro pour lesquelles elle veut adopter un statut d'OGM réglementé. Cette technique est pourtant appliquée depuis les années 1970 !

En 2021, la cartographie s'établit comme suit. Les pays des Amériques, de l'Océanie et de l'Asie se sont majoritairement positionnés. Dernier pays à avoir adopté une réglementation favorable, le Nigéria est le premier pays d'Afrique à statuer sur le cadre réglementaire des nouvelles techniques.



Tout récemment, au Royaume-Uni, le Ministre de l'agriculture George Eustice, a annoncé le 7 janvier « *Maintenant que nous avons quitté l'Union Européenne, nous sommes libres de prendre des décisions politiques cohérentes, basées sur la science et les preuves, et cela commence aujourd'hui [...]* » « *En tant que membre de l'UE, nous n'avions manifestement pas d'autre choix que d'adopter et d'accepter servilement les jugements de la CJUE, quand bien même ils pouvaient être irrationnels et imparfaits.* »⁸ Le DEFRA, Département de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires Rurales, lance ainsi une consultation jusqu'au 17 mars pour « *recueillir les points de vue des parties prenantes et des citoyens sur la réglementation des organismes génétiquement modifiés possédant des changements génétiques qui auraient pu être introduits par la sélection traditionnelle* ». Dans sa communication, le DEFRA indique son opinion : « *Les organismes produits par édition du génome ou par d'autres technologies génétiques ne devraient pas être réglementés en tant qu'OGM s'ils auraient pu être produits par des méthodes de sélection traditionnelles.* »⁹

Le constat est qu'en Europe, la situation est complètement bloquée en raison des fondements de l'avis de la CJUE, d'ordre purement juridique, qui considère que le législateur ne pouvait pas en 2001 exempter des techniques qui n'existaient pas alors. Sur ce point, la directive 2001/18 n'apporte aucune flexibilité pour tenir compte de l'évolution des techniques de sélection.

Quelle évaluation du risque et quelle identification des variétés obtenues par les instances européennes ?

En ce qui concerne la comparaison des produits obtenus par les méthodes d'édition du génome avec ceux des méthodes classiques, il est communément admis que les mutations provoquées par la mutagenèse dirigée ne diffèrent pas, par nature, de celles que produisent la mutagenèse aléatoire ou la mutagenèse spontanée.

⁸ <https://www.agriculture.com/markets/newswire/update-1-england-launches-plan-to-ease-crop-gene-editing-regulation-post-brexif>. Traduction libre de l'UFS

⁹ <https://consult.defra.gov.uk/agri-food-chain-directorate/the-regulation-of-genetic-technologies/>. Traduction libre de l'UFS

L'avis du Scientific Advice Mechanism (SAM), publié en avril 2017¹⁰, complété par la déclaration du Groupe des Conseillers Scientifiques Principaux du 13 novembre 2018¹¹ observe que « *des produits génétiquement et phénotypiquement similaires découlant de l'utilisation de différentes techniques ne devraient pas présenter de risques significativement différents* ».

De plus, l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (AES, EFSA en anglais) souligne dans son avis scientifique du 24 novembre 2020 qu'il n'y a pas plus de risque avec les techniques de mutagenèse dirigée de type SDN1 et 2 (n'impliquant pas d'insertion stable d'ADN étranger dans le génome de la plante) qu'avec les techniques de sélection conventionnelle.¹²

Si elle se révèle infiniment plus précise que la mutagenèse aléatoire, qui nécessite un tri considérable des plantes obtenues, la mutagenèse dirigée est parfois critiquée pour ses effets non intentionnels. C'est ignorer que le travail de la sélection ne consiste pas à mettre directement les plantes ainsi obtenues sur le marché. Selon l'avis du SAM, d'une part, « *les techniques d'édition du génome montrent un nombre beaucoup plus faible ou une absence totale de mutations involontaires par rapport aux organismes obtenus par [les techniques de sélection conventionnelles], en particulier par rapport à la sélection par mutation / mutagenèse induite* ». De plus, « *les mutations involontaires n'ont pas toujours des effets phénotypiques, et tous les effets phénotypiques ne sont pas préjudiciables* ».

Selon l'AESA enfin, les étapes de croisement/sélection qui suivent le processus de mutation dirigée permettent d'éliminer les éventuelles mutations non recherchées de la plante finale. L'analyse des effets « hors-cible » potentiels serait donc d'une valeur très limitée pour l'évaluation des risques.

Puisqu'elle induit des changements similaires aux techniques classiques, l'édition du génome pose la question de l'identification des produits qui en sont issus. « *Il n'y a actuellement aucune procédure établie qui permette une conclusion sans équivoque que l'altération du génome observée résulte de l'édition du génome* », signale le rapport du Joint Research Center (JRC/ENGL), publié en mars 2019¹³. Le SAM souligne de son côté que « *l'identification de la technique sous-jacente aux changements détectés et la distinction d'avec la variabilité naturelle ne sont généralement pas possibles avec des méthodes uniquement analytiques* ». De plus, le JRC/ENGL souligne aussi que « *sur la base des connaissances actuelles et des capacités techniques, il est peu probable qu'une méthode satisfasse aux critères de performance exigés pour les tests d'OGM pour un produit végétal « édité » présentant des variations d'un seul nucléotide ou des insertions/délétions d'ADN courtes.* »¹⁴

Quel droit de la propriété intellectuelle applicable à la sélection variétale ?

Le libre accès aux ressources génétiques est une attente sociétale importante mais également déterminante pour les entreprises semencières étant donné que les ressources génétiques constituent la matière première du sélectionneur.

➤ Quelques rappels

- L'État, par l'octroi de droits de propriété intellectuelle, concède une exclusivité temporaire d'exploitation en contrepartie d'une mise à disposition détaillée, pour la société dans son ensemble, de l'objet et de la connaissance associées à ces droits. Il y a donc bien un bénéfice sociétal.

¹⁰ Scientific Advice Mechanism, High Level Group of Scientific Advisors. (2017). Explanatory note, New techniques in agricultural biotechnology. 152 p. doi :10.2777/574498. Traduction libre de l'UFS

¹¹ Une perspective scientifique sur le statut réglementaire des produits dérivés de l'édition génomique et ses implications pour la directive OGM https://ec.europa.eu/info/news/commissions-chief-scientific-advisors-publish-statement-regulation-gene-editing-2018-nov-13_en

¹² Applicability of the EFSA Opinion on site-directed nucleases type 3 for the safety assessment of plants developed using site-directed nucleases type 1 and 2 and oligonucleotide-directed mutagenesis. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2020.6299>.

¹³ European Network of GMO Laboratories (ENGL). Detection of food and feed plant products obtained by new mutagenesis techniques, 28 March 2019 (JRC116289) <https://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/ENGL/ENGL.html>

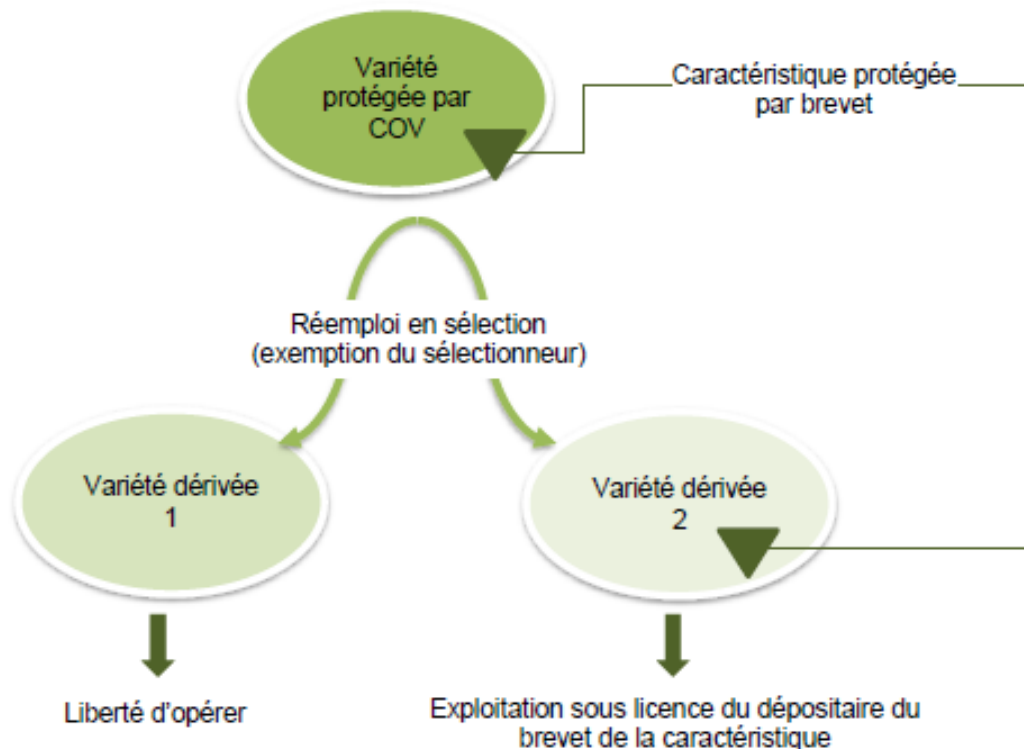
¹⁴ Ibid.

- Le progrès génétique régulier et constant apporté par les entreprises semencières est fondé sur l'accès et l'utilisation par tous et pour tous de la variabilité génétique.
 - Le progrès génétique est le reflet de l'investissement Recherche & Développement important (que ce soit à l'aide d'outils de sélection classique ou grâce à l'apport des biotechnologies) qu'elles y consacrent et qui atteint désormais 12 à 15% de leur chiffre d'affaires.
 - Il est donc logique et nécessaire, pour un juste retour sur investissement et pouvoir continuer les travaux de recherche, que l'innovation bénéficie des formes de protection juridique les mieux adaptées aux métiers de semenciers.
- **L'intérêt de la protection par Certificat d'Obtention Végétale (COV)**
- L'accès ainsi que la possibilité d'utilisation de la variabilité génétique est permise par le droit de protection des obtentions végétales à travers le certificat d'obtention végétale.
 - Ce droit sui generis a été développé depuis 1961 à travers la convention de l'Union internationale pour la Protection des Obtentions végétales (UPOV) car les systèmes de protection existant alors ne convenaient pas aux plantes.
 - Ainsi, en France et en Europe, toute variété végétale peut faire l'objet d'une protection, exclusivement par COV, qui confère à son titulaire un droit exclusif à accomplir certains actes (produire, conditionner, offrir à la vente, vendre...).
 - Cependant, l'exemption du sélectionneur laisse la variété disponible, libre de droits, pour des travaux de recherche et notamment d'amélioration des plantes, y compris bien sûr la création de nouvelles variétés.
 - Pour la majorité des espèces pour lesquelles la biologie florale le permet, les agriculteurs peuvent ressemer leur propre production. C'est le privilège des agriculteurs, qui est accompagné d'une juste rémunération de ce que l'on pourrait qualifier de « droit d'auteur » du sélectionneur.
- **L'intérêt de la protection par Brevet**
- Les obtenteurs ne créent pas seulement des variétés, ils développent également de nouveaux procédés et techniques dans un but de créer des variétés encore mieux adaptées aux besoins des utilisateurs.
 - Comme toute activité inventive, il est nécessaire que les inventions biotechnologiques dans le domaine végétal puissent également bénéficier d'une forme de protection appropriée.
 - Le droit des Brevets tel que défini dans la directive Européenne 98/44 (6 juillet 1998) permet de protéger les innovations dans le domaine végétal, à condition que ces innovations remplissent les stricts critères de brevetabilité, dont l'inventivité. Ainsi, un gène dont la fonction est modifiée, un procédé technique, s'il n'est pas essentiellement biologique, peuvent être brevetés.
 - De nombreux Brevets ont déjà été accordés sur des améliorations intéressantes et bénéfiques telles que la tolérance de certaines plantes aux insectes. C'est aussi le cas bien sûr de la technologie CripsR-Cas9 qui a valu le prix Nobel aux chercheuses Jennifer Doudna et Emmanuelle Charpentier.
- **Complémentarité COV / Brevet**
- Les deux modes de protection peuvent être utilisés en complémentarité par l'industrie semencière car leur objet est différent :
- Le COV protège une variété dans sa globalité,
 - Le brevet protège un élément particulier et limité de la combinaison.
- Cette coexistence s'appuie sur des garanties d'accès aux ressources génétiques :
- Le privilège de l'agriculteur pour produire de la semence de ferme pour ses propres besoins, est un droit reconnu, pour les deux formes de protection (COV et brevet), le droit d'auteur s'appliquant dans les deux cas. Ainsi l'agriculteur ne peut nullement être dans ce cas un contrefacteur.
 - L'exemption du sélectionneur est maintenue car la variété protégée par un COV peut être utilisée comme source de sélection. Toutefois si une caractéristique de cette variété est

protégée par un brevet et qu'à la fin du processus cette caractéristique s'exprime également dans la nouvelle variété, le sélectionneur doit alors obtenir une licence s'il souhaite mettre sur le marché sa nouvelle variété.

Plusieurs outils pour maintenir ces garanties :

- Une transparence est nécessaire pour éviter tout risque de contrefaçon de l'obteneur. Pour cela, une base de données publique appelée « Patent Information and Transparency Online / PINTO¹⁵ » a été développée par Euroseeds. Elle contient la liste des variétés commerciales dépendantes de brevets. Cette base est alimentée par des déclarations volontaires des semenciers.
- Une préservation de l'accès et de la liberté d'opérer des voies alternatives, sans que celles-ci soient dans le champ des revendications des brevets sur les variétés issues de techniques brevetées. Pour cela, le droit prévoit une limitation des revendications du brevet aux plantes effectivement créées par l'inventeur et à leur descendance.



Conclusion

En 2017, l'UFS avait développé un arbre de décision basé sur des critères simples applicables quelle que soit l'évolution des techniques. Cette proposition a depuis été portée au plan international et de nombreux pays s'en sont emparés pour fonder leur réglementation sur les méthodes récentes de sélection. Ils se basent en particulier sur le critère de présence ou non d'un ADN étranger dans les plantes mises sur le marché. Toutes ces réglementations concluent que toute plante qui pourrait être obtenue par une technique de sélection classique ne devrait pas être réglementée comme un OGM. Les avis des agences européennes que nous avons cités ne disent pas autre chose.

¹⁵ <https://www.euroseeds.eu/pinto-patent-information-and-transparency-on-line/>

Les conclusions de l'étude de la Commission Européenne sur les « New Genomic Techniques » - dont le périmètre s'étend au-delà du végétal - seront rendues en avril 2021. L'UFS espère qu'elles seront à la hauteur des enjeux et des attentes des filières agricoles et déboucheront sur une évolution réglementaire significative. Impliquées au quotidien dans la transition agroécologique, les filières françaises attendent du gouvernement et de la représentation nationale leur soutien afin qu'elles puissent disposer d'un cadre juridique clair, basé sur la science et harmonisé au sein de l'Union européenne, qui leur permettra de mener en confiance des projets d'innovation.

III. FNSEA



Les défis pour réussir la transition de l'Agriculture

Les défis auxquels est confrontée l'agriculture sont nombreux : réponse aux Besoins alimentaires en quantité et en qualité, lutte contre le Changement climatique, réduction des utilisations des Intrants (en particulier des produits phytosanitaires) et des externalités négatives (émissions de gaz à effet de serre...), gestion de la ressource en Eau et accès à l'eau pour tous, amélioration du Bien-être animal, gestion des nouveaux Ravageurs, productions de Protéines végétales, séquestration de Carbone (que seules l'agriculture et la forêt ont capacité à faire à grande échelle), etc. Dans ce contexte, il est indispensable de trouver des solutions pour aider l'agriculture à s'adapter. C'est une préoccupation très forte pour la FNSEA, qui travaille sur le sujet depuis longtemps. En 2020, ont notamment été rendus publics son rapport d'orientation intitulé « Faire du changement climatique une opportunité pour l'agriculture », et le Manifeste pour une souveraineté alimentaire solidaire.

Sur l'enjeu spécifique du changement climatique, s'il n'est pas trop tard pour éviter le scénario de rupture, le statut quo n'est pas tenable. Une transition agroécologique de l'agriculture est indispensable, en avançant notamment sur l'adaptation, et l'atténuation du changement climatique :

- **S'adapter** aux effets du changement climatique est donc une priorité pour poursuivre l'activité agricole et préserver le potentiel de production alimentaire de notre pays. C'est une nécessité car l'agriculture est la première activité économique impactée par le changement climatique, étant climato-dépendante par nature. Ces impacts sont une réalité pour les agriculteurs qui en subissent les conséquences, d'abord sur le plan économique. C'est aussi un enjeu de sécurité alimentaire pour nos concitoyens et la préservation du potentiel de production national.
- **Atténuer** les émissions de gaz à effet de serre est une autre priorité. Les agriculteurs doivent s'engager dans l'atténuation, principalement par l'évolution des pratiques et la transition agroécologique car adaptation et atténuation sont étroitement liées. **L'agriculture est aussi une solution** pour compenser les émissions anthropiques de GES par le stockage le carbone, en particulier dans les sols, et pour substituer des énergies d'origine fossile par des énergies renouvelables issues de la biomasse.

Pour cela, le secteur agricole va donc avoir besoin de nombreuses innovations, de mobiliser toutes les solutions disponibles pour y répondre. Les domaines de connaissances à mobiliser sont très vastes, allant du génie génétique, au génie hydraulique, en passant par la biochimie, la physique et la chimie des matériaux, la météorologie, etc. Parmi tous ces champs de recherche, certains leviers pour relever les défis du changement climatique sont majeurs et doivent être priorités.

Pour les agriculteurs les défis à relever sont gigantesques. Une sélection génétique moderne, précise et rapide est de nature à leur permettre d'assurer la meilleure transition agroécologique.

Le rôle de la sélection génétique

La sélection génétique est intrinsèquement liée à l'acte de production agricole. Depuis la domestication de plantes et d'animaux et les premières sélections massales, il y a 10 000 ans jusqu'à aujourd'hui, ces étapes successives ont permis l'émergence d'espèces adaptées aux besoins humains. Ainsi, le blé actuel n'a plus grand-chose de commun avec son ancêtre, l'Égilope.

L'époque où à chaque problème ou ravageur, une solution chimique était disponible, efficace et peu onéreuse est probablement révolue. Nous avons désormais besoin de travailler sur des solutions multi-facteurs, et de gestion intégrée, en mobilisant des pools d'outils.

Parmi tous les leviers possibles, la sélection génétique apparaît très nettement comme un outil déterminant sur plusieurs d'entre eux (allongement des rotations, développement des associations de cultures, biocontrôle, agriculture de précision, produits et animaux mieux tolérants aux maladies et ravageurs et aux événements climatiques extrêmes, etc.)

Les techniques de sélection ont évolué avec l'amélioration des connaissances scientifiques. De même, les critères de sélection évoluent avec les attentes des producteurs, des transformateurs, et des consommateurs. Aussi, la recherche de variétés résilientes et adaptées au changement climatique est déjà un enjeu pour toutes les filières agricoles car il est évident que la mise à disposition auprès des agriculteurs de variétés et espèces adaptées est un prérequis pour l'adaptation de l'agriculture aux échelles locale, régionale et nationale.

Mais cette transition agricole ne pourra se faire sans développement de variétés plus résistantes aux ravageurs, à la sécheresse, moins dépendantes aux intrants, tout en continuant de répondre aux attentes des marchés et des consommateurs.

Une attente forte en relation avec le potentiel des biotechnologies

L'expérience malheureuse de la Covid a aussi démontré en 2020 tout le potentiel et la rapidité des biotechnologies pour répondre à un défi posé, avec la mise au point de vaccins à ARN dans des délais records. Les progrès dans le domaine de la génétique sont aussi prometteurs pour l'agriculture qu'ils le sont pour la médecine.

Aussi les biotechnologies font assurément parties des outils qui pourront permettre de relever, dans des délais courts, les défis qui se posent pour la production agricole. Les méthodes récentes de sélections variétales, associées à des techniques telles que le phénotypage haute fréquence permettent d'accélérer considérablement le délai d'obtention de nouvelles variétés, passant de 10 à 2 ans.

Acceptée par la société lorsqu'il s'agit de médicaments pour l'homme, l'utilisation de la génétique est soumise à un cadre réglementaire européen très strict en agriculture, en raison de la défiance de la société. Il constitue un réel obstacle au développement de systèmes de productions agricoles moins impactants et plus résilients, alors que le levier génétique est primordial. Tout retard sur le sujet implique des délais supplémentaires pour étendre la capacité de l'agriculture française et européenne à réussir une transition agroécologique.

Pour le secteur agricole, les méthodes récentes d'amélioration ont d'ores et déjà permis l'obtention de plusieurs produits, soit encore au stade expérimental, soit déjà mis sur le marché. On peut notamment mentionner :

- Soja avec une haute teneur oléique ;
- Blé à haute teneur en fibres ;
- Blé pour les personnes intolérantes au gluten ;
- Pomme de terre longue conservation ;
- Pomme de terre produisant peu d'acrylamide réduisant le risque de cancer humain ;
- Blé résistant à l'oïdium ;
- Maïs « cireux » ne produisant que de l'amylopectine, utilisée dans l'industrie du papier et l'alimentaire ;
- Bovins sans cornes pour réduire les blessures entre animaux et des éleveurs ;
- Bovins comportant une résistance partielle à la tuberculose bovine ;
- Porcs comportant une tolérance à la fièvre porcine ;
- Porcs dotés d'une meilleure thermorégulation, qui améliore le BEA, et réduit la mortalité.

Ces exemples ne sont que quelques-unes des possibilités offertes par les biotechnologies. Ils montrent que l'enjeu porte non pas sur la technique utilisée mais avant tout sur le produit final obtenu, dans une perspective de répondre aux besoins ou attentes exprimés par les utilisateurs. Aussi, tous les maillons de la chaîne agro-alimentaire, jusqu'aux consommateurs peuvent trouver un gain légitime avec l'utilisation des nouvelles techniques au sein des processus de sélection.

Parmi les grands enjeux qui se posent actuellement pour le secteur agricole et sur lesquels les nouvelles techniques peuvent aider à sortir de l'impasse, on peut citer :

- L'autonomie française en protéines végétales ;
- La réduction de l'usage des produits phytosanitaires et des antibiotiques grâce à des plantes et animaux plus résistants aux épiphyties et épizooties ;
- Le défi de l'adaptation au changement climatique, avec un risque élevé quant à l'émergence de nouvelles maladies et une recrudescence des événements climatiques extrêmes.

Mais pour cela, le cadre de développement et de mise sur le marché des produits visant à répondre à ces enjeux doit être à la fois clair et stable pour permettre aux divers acteurs d'engager les investissements nécessaires.

Quel cadre réglementaire pour les nouvelles techniques de sélection ?

Le rapport coût/bénéfice/risque doit être correctement posé, en s'appuyant sur une évaluation des produits, et non pas des techniques intervenant dans le processus de sélection. Aussi, afin de pouvoir décliner de façon opérationnelle le sujet pour les pouvoirs publics, le HCB, auquel la FNSEA contribue en tant que membre du Comité Éthique Économique et Social, a produit un rapport sur le sujet et propose une méthode d'évaluation des produits adaptable en fonction du risque posé par la mise sur le marché d'un produit.

En outre, la question du soutien à la recherche, l'innovation, et le développement d'outils pour aider les agriculteurs à faire face au changement climatique doit être traitée politiquement car l'acceptation sociétale des innovations ne peut être abordée de façon isolée par le secteur agricole. Au sein de ce débat, il nous semble important de considérer également les enjeux relatifs à la délocalisation de la recherche. En effet, depuis l'interdiction de fait des OGM sur le territoire français et européen, beaucoup de sélectionneurs ont délocalisé des centres de recherche en dehors de l'UE, où l'utilisation de ces techniques de sélections étaient plus facile réglementairement. Renouveler cette disposition à l'égard des nouvelles techniques de sélection isolerait à nouveau les agriculteurs français d'une innovation adaptée à leurs défis, et risquerait de pénaliser de nombreux centres de sélection soumis à une concurrence à laquelle ils ne pourraient répondre. Cette situation mettrait donc en péril la sélection française tant animale que végétale, alors que l'export représente en France un excédent de 1 milliard d'euros rien que pour les semences végétales, et que près de 3 millions de doses de semences bovines sont exportées.

La Commission européenne doit soumettre au Conseil pour le 30 avril 2021 au plus tard une étude sur le statut des nouvelles techniques génomiques de sélection (NBTs), dans le but de développer une réflexion sur la réglementation qui leur est applicable. La FNSEA considère qu'il est nécessaire et stratégique de réviser la législation européenne applicable en matière de génie génétique (Directive 2001/18) pour trouver une solution à court terme sur l'utilisation de ces techniques.

Par ailleurs, la FNSEA considère également nécessaire de réaffirmer le cadre réglementaire sur la protection intellectuelle dans l'objectif d'assurer la pérennité et la prééminence du Certificat d'Obtention Végétale, face aux attaques de plusieurs opérateurs qui tentent d'imposer le brevet. En effet, La France a fait un vrai choix politique dès 1961 de rejoindre, avec 94 autres pays, l'Union pour la protection des obtentions végétales (UPOV) qui refuse la brevetabilité du vivant et a mis en place les certificats d'obtention végétale. Ce système original de propriété permet la reconnaissance de l'invention, le financement de la recherche tout en garantissant le libre accès à la ressource génétique (sans être bloqué par le respect d'un brevet). Ce système préserve une agriculture moderne et productive en favorisant l'accès aux nouvelles variétés y compris étrangères. Cette spécificité européenne sur les CVO doit être préservée en ce qu'elle permet une sélection efficace, adaptée aux enjeux des divers acteurs des filières, tout en préservant un cadre dynamique et bénéfique à l'innovation.

IV. ACTA

Note ACTA, le 24/03/2021



Les biotechnologies comme outil d'accélération de la transition agroécologique et de réponse aux grands défis sociétaux

Le monde de demain, confronté à des défis sociétaux simultanés et de grande ampleur

La situation de crise globale liée à la pandémie COVID-19 fait porter un regard nouveau sur l'agriculture, ses métiers, et sa trajectoire au sein de la société. Jamais depuis plusieurs décennies l'opinion publique ne s'était autant intéressée aux fonctions vitales de son agriculture et en particulier celle de nourrir une nation. Au-delà de cette fonction essentielle, l'agriculture joue aussi un rôle déterminant dans la gestion des paysages, la protection de la nature, sur la vitalité des territoires, sur l'économie du pays, l'emploi, ...etc. Si l'intérêt sociétal se recentre, à l'occasion d'une situation de crise, sur l'intérêt que représentent les activités agricoles, cela ne doit pas nous faire oublier les grands défis auxquels l'agriculture française devra faire face à l'avenir pour répondre à l'évolution des attentes sociétales et pour répondre aussi au changement climatique qui est déjà présent. Une des difficultés majeures dont nous devons prendre conscience est liée au fait que non seulement l'agriculture va être confrontée à de grands changements mais aussi au fait que ces changements vont s'opérer quasi simultanément. La superposition de ces enjeux et le fait qu'ils concernent non seulement l'agriculture mais aussi la société en général, font de cette situation un contexte inédit et de portée stratégique pour le pays.

Dans ce contexte nouveau, les biotechnologies appliquées à la sélection de nouvelles variétés peuvent apporter des solutions là où les techniques conventionnelles se trouvent en limite de leur capacité à offrir des innovations à la hauteur des enjeux. La présente note tente d'expliquer l'intérêt de ces technologies pour résoudre de nouvelles situations agronomiques.

Le temps de la recherche pour trouver de nouvelles solutions

Les instituts techniques agricoles en partenariat avec les organismes de conseil et développement et la recherche fondamentale se saisissent de ces questions avec pour objectif d'apporter des solutions opérationnelles pour les agriculteurs. Il faut toutefois admettre que les solutions à ces grands défis se construisent sur un pas de temps long, pas toujours compatible avec l'attente de solutions immédiates. Pour donner quelques ordres de grandeur, la création d'une nouvelle variété adaptée à un nouveau contexte de culture prend en moyenne une dizaine d'années. Dans le domaine des alternatives aux produits phytopharmaceutiques, la mise au point de nouvelles solutions de type biocontrôle ou faisant appel à des régulations par des insectes auxiliaires peut prendre de plusieurs années à plusieurs décennies. Nous connaissons par exemple plusieurs insectes parasitoïdes naturels, participant d'une certaine manière à la régulation de certains ravageurs des grandes cultures. La difficulté réside dans la maîtrise en conditions naturelles de ces populations d'auxiliaires pour en faire des moyens de lutte ciblés et contrôlés. Le seul dont l'utilisation ait pu être domestiquée en grande cultures est le

Note ACTA, le 24/03/2021

trichogramme (micro-guêpe parasite de la pyrale du maïs dont la larve ronge les cannes de maïs, affaiblit la plante et occasionne des pertes sévères de rendement). La technique a été mise au point dans les années 90, c'est-à-dire il y a 30 ans, et représente aujourd'hui 25% des traitements contre la pyrale du maïs. Si cette innovation qui date de 3 décennies peut être considérée comme un succès, il faut cependant reconnaître qu'elle est la seule de ce type en grandes cultures malgré les travaux permanents de recherche sur le sujet. En prenant appui sur cet exemple concret de lutte contre un ravageur majeur et en expansion, on pourrait attendre des biotechnologies qu'elles offrent un plus grand nombre de solutions sur un pas de temps plus court.

Sélectionner des variétés cultivées adaptées à un contexte multi-contraint et en accélération

Comme évoqué précédemment, Le contexte de production agricole est en train de subir des transformations profondes et durables qui se caractérisent par deux aspects :

- Le premier est la superposition d'enjeux majeurs (changement climatique, réductions des produits phytopharmaceutiques, biodiversité,...) qui vont contraindre la recherche à trouver des solutions multifonctionnelles, ce qui est plus difficile à résoudre qu'une problématique monofactorielle
- Le second est l'accélération des changements qui s'opèrent sur ces mêmes enjeux que ce soit au niveau des paramètres climatiques, au niveau des attentes sociétales ou de la volatilité économique. En annexe 1, la présentation des rendements du blé en France sur une très longue période (source Académie d'Agriculture de France) montre la variabilité plus forte des rendements en fin de période, liée en grande partie aux aléas climatiques. L'annexe 2 montre la part du territoire touché par la sécheresse selon les années et pointe l'accélération du phénomène (source ONERC, rapporté par Météo France).

Les solutions à mettre en place pour proposer des alternatives dans un contexte multi-contraint et accéléré ne peuvent plus passer par une seule innovation et devront au contraire combiner plusieurs leviers, rendant au passage la gestion du futur encore plus complexe.

Parmi les différents leviers actionnables, celui de l'adaptation variétale est essentiel car il constitue la base de l'agriculture. Il présente aussi un autre intérêt c'est qu'il est capable d'apporter des réponses sur plusieurs enjeux en même temps : le rendement, la qualité, l'adaptation au climat, la résistance aux bioagresseurs,...etc, répondant ainsi aux 4 grands enjeux que sont :

- Le changement climatique
- La diminution/suppression des pesticides
- La reconquête de la biodiversité
- La souveraineté alimentaire

Sur ce point également, les biotechnologies peuvent permettre de mieux prendre en compte des enjeux complexes ou superposés qui seront probablement plus fréquents dans le futur.

Des variétés adaptées au changement climatique

Concernant le changement climatique, les exploitations agricoles vont devoir s'adapter à de nouvelles contraintes qui se traduisent par un climat ponctué de températures extrêmes, des déficit hydriques en période estivale, et un aléa plus élevé. L'adaptation à ce nouveau jeu de contraintes climatiques passe par des modifications profondes des systèmes de culture mais aussi par des outils mieux adaptés à ces contraintes. Au premier rang de ces outils viennent les aptitudes des variétés (résistance à la sécheresse, résistance à l'excès d'eau, aux températures élevées, à la carence temporaire en azote,...) qui seront demain déterminantes pour choisir les profils agronomiques les mieux adaptés aux



Note ACTA, le 24/03/2021

particularités du milieu. Par ailleurs, il ne semble pas opportun de faire confiance à l'évolution tendancielle du climat pour sélectionner les variétés pertinentes de demain, ou de plonger dans les ressources génétiques anciennes pour trouver des cultivars à un climat que nous n'avons pas encore vécu. Au rythme actuel de la création variétale (7 à 10 ans pour une nouvelle variété de céréale) il faut au contraire prendre de l'avance sur le climat pour anticiper le profil des variétés de demain. Les biotechnologies dans leur ensemble offrent des outils de sélection qui peuvent raccourcir les délais (sélection assistée par marqueurs,...). Elles peuvent permettre aussi d'explorer plus rapidement le potentiel des variétés cultivées dans le Monde en particulier dans des climats se rapprochant des conditions que nous allons connaître. Il est à noter que des travaux d'expérimentation exploratoire, testant des variétés exogènes, sont déjà en cours au sein des instituts techniques pour évaluer les ressources génétiques d'intérêt. Il faut aussi mentionner le programme français PHENOME en fonctionnement depuis 2015 et qui vise, sur des plateformes expérimentales instrumentées (plateforme Phénofield (1) dans le Centre de la France), à identifier par phénotypage à haut débit, les variétés les plus résistantes à la sécheresse.

https://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/file/galleryelement/pj/bd/75/4e/bf/doss_press_presentatio_n_phenofield_04mars804528567641612086.pdf

<https://www.vitagora.com/blog/2019/agroecologie-phenotypage-hautdebit/>

Dans le cadre de cette voie de recherche, les NBT pourraient avoir un intérêt majeur pour accélérer, une fois les cultivars d'intérêt identifiés, la sélection des traits génétiques adaptés à notre futur climat.

Des variétés plus résistantes aux insectes et aux maladies

Concernant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, le souhait de la société en général est de tendre vers une agriculture qui en utilise le moins possible, si ce n'est pas du tout. La réglementation sur l'autorisation de nouvelles molécules ou pour le renouvellement de molécules anciennes se durcit pour répondre à la demande sociétale. Un état des lieux réalisé récemment par le ministère de l'agriculture montre que la pharmacopée agricole dispose à ce jour de 480 molécules contre environ un millier au début des années 2000 et que 286 d'entre elles (soit 60%) expirent leur délai d'homologation en 2026. Une première analyse laisse à penser que 20 molécules seraient sans alternative (chimique, physique ou biologique) à cette date et pourraient remettre en cause certaines filières de production. Ce type de situation est déjà connu au travers d'exemples récents. C'est par exemple le cas de la carotte de Créances qui a perdu 40% de sa production en 1 an et est menacée d'extinction. Autre exemple récent, celui de l'absence d'alternative aux néonicotinoïdes pour lutter contre le puceron vert de la betterave qui menaçait toute la filière du sucre. Ce qui était jusqu'ici un problème spécifique de certaines petites filières pourrait rapidement devenir une difficulté majeure pour la production agricole en général.

Afin de mettre au point des alternatives pour la santé des plantes, les instituts techniques en collaboration avec la recherche académique, travaillent sur plusieurs voies simultanées : les pratiques agronomiques, les agroéquipements, le biocontrôle, les applications numériques et la recherche de variétés résistantes ou tolérantes. Des exemples récents ont pu montrer tout l'intérêt de disposer d'un matériel génétique résistant. Par exemple l'introduction, dans les schémas de sélection, du gène de résistance au piétin verse des céréales (maladie fongique qui attaque la base des plants de céréales) conduit au recul important de cette maladie et à la quasi-absence de traitement à son encontre. On peut citer aussi l'identification du gène de résistance à la cécidomyie du blé (insecte dont les larves consomment les fleurs et les grains de blé sur pied) qui a permis de créer des variétés résistantes utilisées désormais en zones céréalières sans recours à des traitements spécifiques. On peut encore

Note ACTA, le 24/03/2021

citer la sélection récente d'orges d'hiver résistantes au virus de la jaunisse nanisante (virus transmis aux céréales par un puceron) qui supprime les applications d'insecticide en période hivernale.

Si nous sommes capables de citer quelques exemples réussis, ce n'est cependant pas le cas pour la plupart des bioagresseurs car l'identification des gènes de résistance puis leur introduction dans les schémas de sélection et l'aboutissement à une variété rentable, prend du temps et ne garantit pas le résultat. Pour les mêmes raisons que celles du sujet précédent, la sélection variétale doit mobiliser de nouvelles techniques plus rapides, pour proposer un matériel végétal plus robuste vis-à-vis du changement climatique mais aussi des bioagresseurs.

La reconquête de la biodiversité par la diversité des cultures

La reconquête de la biodiversité est non seulement une attente forte exprimée par la société mais aussi une préoccupation des agriculteurs qui y voient la possibilité de mieux réguler les bioagresseurs et d'optimiser l'utilisation des ressources naturelles (carbone fossile, fertilisants, ...). Attention cependant, il ne faut pas laisser croire que la diversification des cultures est « la solution » qui permettra de réduire de façon importante l'utilisation de produits phytopharmaceutiques. C'est parfois le contraire par exemple lorsqu'on introduit de nouvelles cultures à IFT (indice de fréquence de traitement) élevé (ex pois protéagineux) ou que l'IFT de la situation de départ est faible (ex maïs, sorgho, ...). En revanche c'est un levier intéressant pour résoudre certaines dérives des systèmes de production (ex : développement préférentiel de certaines flores, spécialisation de certains ravageurs, ...etc)

La diversification des assolements (biodiversité choisie) est l'un des leviers que les agriculteurs peuvent actionner à condition que la question des débouchés, et qui n'est pas la moindre, soit résolue. L'introduction d'une ou plusieurs nouvelles espèces dans l'assolement ne peut se faire avec des performances au rabais. Ces cultures « diversifiantes » doivent présenter des services ou des performances attractives pour assurer leur développement. Malheureusement beaucoup d'espèces « mineures », intéressantes sur le plan agroécologique (légumineuses, plantes mellifères, plantes de services, ...) ne bénéficient pas d'un programme de sélection suffisant leur permettant de rester compétitive ou du moins attractives. En effet peu, voire aucun, sélectionneur ne prendra le risque financier d'investir pendant plusieurs années sur un programme d'amélioration variétale sans avoir la perspective d'un retour financier satisfaisant. Comme dans les exemples précédents, les biotechnologies dont les NBT, peuvent permettre d'aller plus vite et avec moins d'investissements vers des variétés améliorées répondant mieux aux attentes vis-à-vis de la biodiversité.

Une partie des Verts Allemands a évoqué récemment cet argument pour accélérer la mise en place de solutions alternatives aux pesticides : <https://www.europeanscientist.com/fr/opinion/une-initiative-de-verts-allemands-en-faveur-des-nouvelles-biotechnologies-vertes/>

Le FIBL, institut international de l'agriculture biologique basé en Suisse conduit la même réflexion sur les progrès technologiques, et les NBT en particulier, pouvant être mobilisés par, l'agriculture biologique, en vue de répondre aux exigences du XXIème siècle

<http://www.info-nbt.fr/2019/07/nbt-et-agriculture-bio-pas-de-contradiction-pour-la-fibl.html>

La création variétale au service de la souveraineté alimentaire

La conscience collective ébranlée par les conséquences de la pandémie virale, mettant en cause une partie du système alimentaire, réalise que la possibilité de se nourrir avec des aliments produits sur le

Note ACTA, le 24/03/2021

territoire n'est pas un fait banal. En période de crise ou de pénurie, le risque de dépendre de productions alimentaires produites ailleurs dans le monde est une menace pour la sécurité et la sûreté alimentaire. Il en est de même dans le domaine du médicament. Dans une économie mondialisée, les productions agricoles doivent rester économiquement compétitives pour exister durablement sur le marché. L'actualité nous fournit des exemples de filières susceptibles de disparaître en cas d'impasse technique remettant en cause la rentabilité de la production, et par réaction en chaîne, les industries de transformation localisées sur le territoire national : risque connu par la filière betterave à sucre. Les plantes locales riches en protéines susceptibles de concurrencer les importations de soja existent bien sur le territoire : colza, pois protéagineux, fèves, soja,...etc. Si leur production n'est pas aussi développée qu'il serait souhaitable c'est principalement à cause de leur manque de compétitivité dans les conditions de production française. Sur les pois protéagineux par exemple plusieurs études ont montré 2 points clés à améliorer par la création de nouvelles variétés : l'augmentation de la productivité (en moyenne 1t/ha en plus) et la résistance aux bioagresseurs (insectes et champignons)

Le levier génétique, même s'il n'est pas le seul, est un ressort d'innovation pour proposer aux agriculteurs des variétés toujours mieux adaptées aux conditions mouvantes de culture. A contrario, la dépendance à l'innovation génétique étrangère ferait prendre un retard considérable aux possibilités de production sur le territoire donc à la souveraineté alimentaire.

Récemment un article de l'académie d'agriculture de France fait le point sur les risques encourus par le développement mondial de la peste porcine, remettant en cause localement l'approvisionnement en viande. La recherche sur les vaccins mais aussi sur des races porcines résistantes fait partie du programme de travail en incluant l'édition de gènes comme l'une des voies de sortie.

<https://www.academie-agriculture.fr/actualites/academie/seance/academie/limpact-de-la-peste-porcine-africaine-sur-lelevage-porcin-dans>

Le bien-être animal est aussi un objectif de recherche notamment pour éviter la castration des animaux. C'est le résultat obtenu par des chercheurs de la société Hendrix genetics en utilisant la technique d'édition génomique.

<https://www.reussir.fr/porc/des-porcs-abattus-prepuberes-pour-supprimer-la-castration>

L'acceptabilité sociétale, un élément clé du débat

Le contexte d'émergence des premiers OGM dans les années 90 était différent de celui que nous connaissons aujourd'hui, sans toutefois pouvoir préjuger de l'avenir. Plusieurs observateurs de la controverse sur la transgénèse considèrent que les modalités de questionnement peuvent être aussi, sinon plus importantes, que le fond lui-même. Ce point doit nous amener à réfléchir, de façon prioritaire, sur la façon de poser la question. La question de l'utilisation des biotechnologies dans leur ensemble ne doit pas être posée de façon binaire et dogmatique « pour ou contre » engendrant des postures et finissant par ériger des remparts à la compréhension et à l'écoute des autres. Cette question doit être à nouveau posée par rapport aux impasses techniques que notre société va rencontrer dans la recherche d'alternatives. Si les voies conventionnelles de la recherche se heurtent à un moment donné à l'impossibilité de proposer de nouvelles solutions, ne faut-il pas regarder tous les moyens disponibles, dans le cadre d'un travail ciblé dont les produits seront évalués en toute transparence, à l'aune de la balance « bénéfices-risques » ?

Conclusion, Les NBT comme outils complémentaires de l'arsenal de recherche



Note ACTA, le 24/03/2021

Face à l'ampleur, l'urgence et la complexité des enjeux que l'agriculture doit relever dans les prochaines années, il serait déraisonnable de penser que l'issue doit passer par une seule solution. C'est au contraire un faisceau d'innovations qu'il faut pouvoir mobiliser pour explorer de nouvelles pistes, imaginer de nouvelles stratégies, combiner les leviers utiles, avec l'espoir de proposer de nouvelles façons de produire. Les technologies du vivant, dont les NBT, ne sont qu'un des leviers disponibles mais un outil à fort potentiel et complémentaire de toutes les techniques mobilisées pour relever ces nouveaux défis

Annexe 1



Annexe 2

Indicateur annuel de sécheresse des sols en France publié sur le site de l'ONERC : pourcentage annuel du territoire en sécheresse et moyenne décennale glissante. Il est disponible depuis 1959. Si les événements les plus forts sont ceux de la période 1989-1990, la tendance à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses est sensible depuis la fin des années 1980, comme le montre notamment la répétition des épisodes secs depuis le début du XXI^e siècle (2011, 2003, 2005).

