

**AVIS DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE**  
**ADOPTÉ le 8 janvier 2020**

**Réécriture du génome, éthique et confiance**

**Rédacteurs**

**Paul Vialle**

**Bertrand Hervieu**

## AVIS DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE - RÉSUMÉ

Par lettre de mission du 20 mars 2017, le Secrétaire perpétuel de l'Académie d'agriculture de France (AAF) a mis en place un groupe de travail de 34 membres, réunissant les divers domaines de compétences, disciplines scientifiques et écoles de pensées représentés au sein de l'AAF, pour approfondir le thème « **Réécriture du génome, éthique et confiance** » dans le cas des plantes cultivées, de la forêt et des animaux d'élevage. Présenté à l'automne 2019, puis modifié en sections, **cet avis a été approuvé par l'Assemblée plénière le 8 janvier 2020 par 85 voix pour, 7 contre et 12 abstentions** (soit plus de 80% des votants).

Il analyse ces technologies, plus précises, plus rapides, moins chères que les méthodes antérieures, mais dans certains cas sans introduction d'ADN extérieur, donc impossibles à distinguer par la suite. La question éthique divise : faut-il penser le génome comme le support d'un programme que l'on peut manipuler, ou comme la mémoire d'une longue évolution qui permet à la cellule d'explorer des solutions si on lui en laisse le temps ? Une réponse consiste à élargir le débat aux diverses parties prenantes, impliquant citoyens et consommateurs, pour hiérarchiser démocratiquement les priorités, en ouvrant sans réticence les dossiers à la société. Après analyse d'exemples concrets très divers, il ressort que chaque cas est singulier, et que cette diversité doit être prise en considération tant au niveau des bénéfices que des risques éventuels.

Pendant les travaux, la Cour de justice de l'Union européenne (CJUE), sur la base de la directive européenne 2001-18, a rendu une décision classant les produits issus de ces techniques parmi les OGM, indépendamment de l'évolution scientifique de ces 20 dernières années.

**L'AAF affirme** le bien-fondé d'utiliser ces techniques pour des objectifs de recherche cognitive, comme c'est déjà le cas en santé humaine. **Elle est convaincue** que leurs applications font partie des solutions pour contribuer à relever les défis mondiaux urgents actuels : biodiversité, changement climatique, évolution de la population mondiale, et qu'elles peuvent s'inscrire dans les priorités politiques actuelles, comme l'agroécologie ou le bien-être animal. La confiance est nécessaire : **l'AAF demande** aux acteurs importants du domaine de publier leurs engagements éthiques ; **elle réaffirme** l'importance d'une recherche publique puissante et d'un système ouvert (protection des obtentions végétales et droit des brevets). **Elle souhaite** rendre les procédures d'autorisation, lourdes et coûteuses, accessibles aux PME et aux groupements d'agriculteurs ou de consommateurs.

**L'AAF demande avec insistance aux pouvoirs publics** de sortir d'une position attentiste et formule huit recommandations à leur attention : **elle propose des pistes concrètes** pour des actions responsables respectant le principe de précaution.

Chaque cas est singulier, doit servir l'intérêt général, être reconnu comme légitime, donc justifié *a priori* par des évaluations contradictoires et par une analyse bénéfices-risques, en comparant les diverses stratégies envisageables pour répondre à l'objectif recherché, prenant en compte les aspects scientifiques, techniques, écologiques, sanitaires, économiques et sociétaux.

**L'AAF opte pour un choix prudent et pragmatique** en posant des bornes permettant de **se limiter aux réécritures qui préservent l'identité de l'espèce**.

**Elle maintient** la nécessité d'une autorisation préalable mais avec des dossiers mieux calibrés et un suivi des autorisations limitées dans le temps et révocables, auxquelles il pourrait être mis fin sans irréversibilité. L'article 7 de la directive 2001-18 instaurant une procédure différenciée - apparemment jamais utilisée - peut alors fournir, sans changer la législation actuelle, un cadre juridique à tester. Pour éviter le décalage entre science et droit, **l'AAF propose** une révision tous les 7 ans des textes régissant ces domaines, comme pour le Conseil consultatif national d'éthique.

**L'AAF estime** nécessaire de procéder à des évaluations périodiques sur telle plante ou tel animal, tel écosystème ou sur une aire géographique donnée, pour déceler d'éventuelles évolutions actuellement méconnues. Elle demande enfin d'imaginer les nouveaux moyens, méthodes et lieux de débat pour former et informer les publics de façon transparente, et les associer aux décisions d'autorisation.

Enfin, **l'AAF souhaite** contribuer à cette évolution et, pour ce faire, est prête à solliciter et accompagner les législateurs, en lien avec d'autres académies françaises et européennes.

**AVIS DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE**  
**TEXTE COMPLET ADOPTÉ le 8 janvier 2020**

**Réécriture du génome, éthique et confiance**

**Rédacteurs**

**Paul Vialle**

**Bertrand Hervieu**

## Préambule

**1** L'Académie d'Agriculture de France (AAF) s'est interrogée sur la réécriture du génome, ses applications éventuelles au cas des plantes cultivées, de la forêt et des animaux d'élevage<sup>1</sup>, les opportunités qu'elle offre et les dangers qu'elle présente. Elle a examiné les leçons à tirer du cas d'école qu'ont constitué les OGM, et abordé le contexte juridique.

Par lettre de mission du 20 mars 2017<sup>2</sup> formalisant une auto-saisine, le Secrétaire perpétuel de l'AAF a mis en place un groupe de travail qui a approfondi le thème : « Réécriture du génome, éthique et confiance », défini quelques principes, et formulé des recommandations aux pouvoirs publics ; les travaux ont duré durant trente mois<sup>3</sup>, avec 18 séances de travail et l'audition d'experts membres de l'AAF, ou extérieurs à celle-ci. Les 34 membres du groupe<sup>4</sup> sont issus des divers domaines de compétences pluridisciplinaires de l'Académie (agriculture, alimentation et environnement), et relèvent de différentes disciplines scientifiques<sup>5</sup> et écoles de pensée. L'état d'avancement des travaux a fait deux fois l'objet d'un débat en séance plénière de l'AAF, puis soumis aux 10 sections pour propositions d'amendements. Après prise en compte d'une centaine de remarques, le projet d'avis, qui devait recueillir au minimum les deux tiers des suffrages des membres présents ou représentés, a été approuvé en séance plénière le 8 janvier 2020 par 84 voix pour, 7 contre et 12 abstentions (soit plus de 80% des membres présents ou représentés).

Ce projet constitue donc maintenant l'avis de l'AAF. Il est présenté en deux parties : une synthèse des travaux, suivie de huit recommandations.

## Synthèse des travaux

### Réécriture du génome<sup>6</sup>

**2** La recherche en biologie a obtenu des percées scientifiques spectaculaires : génie génétique dès 1973 avec les travaux de Paul Berg, génomique et biologie synthétique au tournant du siècle. Plus récemment, les diverses techniques de réécriture du génome, dont la plus médiatisée – CRISPR-cas9 -

<sup>1</sup> Le forçage génétique, dont l'objectif est par exemple d'éviter la propagation d'insectes porteurs de maladies, n'a pas été traité ici, non plus que les applications aux microorganismes. Les membres du groupe n'ont pas approfondi le cas des bactéries utilisées comme flores technologiques en alimentation, en biocontrôle ou en bioprotection, ou comme probiotiques. Par ailleurs, la continuité du vivant aurait pu amener à s'interroger sur l'homme, en faisant la remarque que paradoxalement, l'acceptabilité des biotechnologies est bien plus grande lorsqu'il s'agit de l'espèce humaine ; mais l'AAF seule n'avait aucune légitimité dans ce domaine (la réécriture du génome des cellules germinales humaines est bien sûr exclue de la remarque qui précède).

<sup>2</sup> Voir annexe 1.

<sup>3</sup> Voir la liste des réunions en annexe 3.

<sup>4</sup> Liste et répartition en annexe 2.

<sup>5</sup> Le présent texte ne peut pas valoriser la richesse et la diversité des échanges scientifiques, du fait du souhait unanime de voir ces travaux accessibles au public.

<sup>6</sup> Ensemble du matériel génétique d'une espèce.

a été découverte en 2012 par l'américaine Jennifer Doudna et la française Emmanuelle Charpentier, ont constitué une nouvelle avancée majeure ; les « ciseaux moléculaires » permettent des mutations<sup>7</sup> précises d'un gène : après avoir interrompu sa séquence, on peut introduire, supprimer ou substituer un ou plusieurs nucléotides<sup>8</sup> donnés à un endroit bien précis du génome de l'organisme ou simplement laisser les systèmes de réparation de l'ADN<sup>9</sup> y produire une mutation (cas le plus courant). La production scientifique internationale dans ce domaine connaît une croissance exponentielle.

3 Les mutations de l'ADN existent spontanément dans la nature. Elles sont incessantes, omniprésentes, et peuvent être héréditaires : elles constituent depuis l'apparition de la vie un moteur majeur de l'évolution des espèces ; dans un demi de bière, chaque gène de la levure a été muté des milliers de fois, un grain de blé a subi 150 mutations par rapport à celui qui lui a donné naissance. Chez les mammifères comme la souris ou l'homme, un jeune à la naissance est porteur d'environ 10 à 50 mutations nouvelles par rapport à ses parents. Deux êtres humains non apparentés et de même sexe présentent statistiquement 3 millions de mutations l'un par rapport à l'autre. Les mutations naturelles sont aléatoires, nombreuses, et leur fréquence d'apparition peut être augmentée par des agents mutagènes, soit physiques comme les rayonnements UV ou ionisants, soit chimiques ; la pastèque sans pépins fut obtenue dès 1949 par mutagenèse<sup>10</sup> provoquée et aléatoire.

4 Les techniques de réécriture du génome nécessitent de connaître la cible, le gène et sa fonction, et la séquence nucléotidique ciblée ; elles se sont développées au fur et à mesure des progrès continus de la génomique. Elles offrent donc une plus grande maîtrise du résultat que dans le cas de mutations spontanées ou provoquées de façon aléatoire. Elles sont plus précises, plus rapides, moins chères – essentiellement au stade du laboratoire<sup>11</sup> - que les méthodes employées jusqu'ici chez les plantes par les sélectionneurs, et, dans certains cas<sup>12</sup>, sans introduction d'ADN extérieur à l'organisme. Dans nombre de cas, une fois la mutation obtenue, il ne sera pas possible de la distinguer d'une mutation spontanée si les auteurs ne la déclarent pas. Ceci ne signifie pas que tout soit parfaitement prévisible, de même qu'un croisement entre deux plantes ou deux animaux d'une même espèce garde toujours une part d'imprévisibilité. Le génome n'est pas une simple juxtaposition de gènes, c'est un ensemble fonctionnel très complexe. Ainsi, une mutation d'un gène peut avoir des effets sur plusieurs caractères.

## Éthique

5 On dispose avec les techniques de réécriture du génome d'un outil puissant, accessible en théorie à de nombreux laboratoires : suite au premier séquençage<sup>13</sup> humain en 2003, et à la baisse impressionnante du coût du séquençage, la quantité de données sur les plantes cultivées et les animaux domestiques a explosé, et beaucoup de ces données sont publiques et accessibles. Dès lors,

<sup>7</sup> Modification de l'information génétique.

<sup>8</sup> Éléments de base de l'ADN.

<sup>9</sup> Molécule biologique présente dans toutes les cellules, qui contient l'information génétique.

<sup>10</sup> Processus d'apparition d'une mutation.

<sup>11</sup> De fait, les questions de propriété intellectuelle, les procédures liées aux autorisations de mise en marché et les coûts de commercialisation renchérissent beaucoup le processus et rendent cet avantage moins perceptible.

<sup>12</sup> L'édition de bases par exemple.

<sup>13</sup> Le séquençage de l'ADN consiste à déterminer l'ordre d'enchaînement des nucléotides pour un fragment d'ADN donné.

est-il possible de se donner des règles de conduite pour des pratiques susceptibles d'influer à terme sur le monde vivant et sa biodiversité ?

6 Cette question d'éthique peut être abordée sous l'angle de la philosophie. Les positions philosophiques face aux progrès des sciences et des techniques et face à leurs applications, en particulier en biologie, sont variables. Nombreux sont les philosophes qui pensent que les biotechnologies sont le prolongement et l'application des règles de l'évolution biologique, mutation et sélection. Allant au-delà de ce constat, d'autres introduisent les idées de risque et de précaution : face à une innovation, privilégier l'hypothèse pessimiste. Il s'avère que le génome, « programme » extrêmement complexe, peut être modifié localement. Il peut être considéré également comme le produit d'une longue évolution qui se poursuit et peut en principe produire des solutions nouvelles. Faut-il penser le génome comme le support d'un programme que l'on peut manipuler ou comme la mémoire d'une longue évolution qui permet à la cellule d'explorer des solutions si on lui en laisse le temps<sup>14</sup> ? Face à ces différences d'appréciation, la perception d'un Européen sera-t-elle la même que celle d'un Asiatique ou d'un Américain ? Or les défis planétaires qui se posent en urgence à l'homme et à son agriculture sont considérables et simultanés : explosion démographique, changement climatique, contamination environnementale et réduction de la biodiversité.

7 On considère généralement que la technique est moralement neutre, et que seuls les usages qui en sont faits sont susceptibles d'une évaluation morale. Mais, comme l'a avancé Hans Jonas, même les interventions techniques dont la finalité est manifestement bonne, ont nécessairement, à plus ou moins long terme, des effets non intentionnels qui peuvent être nocifs. Il est donc délicat de savoir si un usage des techniques de réécriture du génome peut être qualifié *a priori* d'éthique.

La piste la plus pragmatique ne consisterait-elle pas à **élargir les débats aux diverses parties prenantes afin de prendre des décisions tenant compte des préoccupations particulières à chaque groupe** : chercheurs de diverses disciplines (depuis les créateurs de connaissances et d'outils de transformation du vivant jusqu'aux spécialistes de l'évaluation des conséquences écologiques ou sociétales des transformations) ; semenciers et généticiens (à l'origine ou non d'organismes obtenus par réécriture du génome) ; agriculteurs et éleveurs ; artisans et industriels de l'alimentation ; distributeurs ; pouvoirs publics qui légifèrent ; enfin, consommateurs soucieux de leur nourriture et citoyens préoccupés de leur santé et de biodiversité, dans une approche intégrée<sup>15</sup>.

8 Il s'agit alors d'user d'une « morale républicaine ». Elle n'est pas définitive, elle s'appuie sur des valeurs et des circonstances, elle répond à la diversité des attentes, elle demande à chacun d'assumer face aux autres les conséquences d'un choix. Concrètement une suggestion serait de **traiter les projets au cas par cas en discutant chaque fois ce qui est innovation et ce qui est progrès, en distinguant ce qui est immédiat et total de ce qui est évolutif et sécable**. Cette éthique, que l'on peut qualifier

<sup>14</sup> Thomas Heams, 2011, « Expression stochastique des gènes et différenciation cellulaire » in Kuppiec, J.J., Gandrillon, O., Morange, M. Silberstein, M., (eds) *Le hasard au cœur de la cellule*, Editions Matériologiques, p. 28-59, cité par Bernadette Bensaude-Vincent.

<sup>15</sup> « One Health ».

d'éthique de situation<sup>16</sup>, peut donner le fil de la reconnaissance des situations d'exception, en révélant simultanément où est la ligne rouge de la précaution.

## Confiance

9 La confiance envers de nouvelles technologies a été sapée à de nombreuses reprises, et aujourd'hui, en Europe et en France, une méfiance *a priori* est fréquente. Les OGM en Europe en sont une illustration ; ceci constitue d'ailleurs une singularité : il n'en va pas de même aux USA par exemple.

Les innovations en matière de plantes cultivées ont été développées en s'intéressant à l'agriculteur, à ses techniques de production et à ses approvisionnements (semences, insecticides, fongicides, herbicides) et donc à l'industrie de l'agrofourmiture. Les citoyens, n'ayant pas été associés aux décisions, se sont sentis privés de choix : en Europe ils ont réagi en tant que consommateurs et ont rejeté les produits issus de ces plantes en dépit de leur innocuité sanitaire et leur fonctionnalité nutritionnelle. Ces consommateurs finaux sont l'objet de multiples sollicitations de la part d'acteurs très divers. Certaines promesses excessives, assurant que les OGM allaient régler les problèmes de faim dans le monde, ou d'autres effectivement abouties comme faire produire de l'hémoglobine à des plantes, n'ont réussi qu'à augmenter la défiance. La brevetabilité de ces plantes en dehors de l'Europe, qualifiée d'appropriation du vivant au profit de certaines grandes firmes, a achevé de jeter le trouble. Les clivages entre scientifiques ont opposé partisans et adversaires des OGM, très déterminés les uns et les autres. Le dialogue s'est avéré impossible...

10 Au milieu de ces controverses et de ces polémiques, les craintes et les oppositions se sont concentrées pour l'essentiel sur les dangers<sup>17</sup> éventuels pour l'environnement, l'homme et son alimentation, ce qui a inspiré la Directive 2001/18/CE du 12 mars 2001 relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement, ainsi que divers règlements européens relatifs à l'introduction de produits issus des OGM dans les aliments. La première oblige chaque pétitionnaire à fournir un « *dossier d'information technique comprenant une évaluation complète des risques pour l'environnement, des mesures de sécurité et d'intervention d'urgence appropriées et, dans le cas de produits, des instructions précises et les conditions d'utilisation, ainsi qu'un projet d'étiquetage et d'emballage* ». Dans la pratique, la lourdeur donc le coût des procédures conduisent à ce que seules les plus grandes firmes peuvent monter de tels dossiers.

11 La focalisation sur les seuls dangers a engendré des peurs, et éclipsé les autres aspects. Or l'évaluation, tant éthique que sociale, suppose que l'on s'interroge aussi sur les transformations du monde qui accompagnent les innovations et celles qu'elles auront pour effet si elles se diffusent largement. Les oppositions qui se sont fait entendre dans les opinions publiques européennes ont

<sup>16</sup> Selon l'expression du doyen Carbonnier qui, « tenant d'un droit conscient de ses limites, d'un droit modeste laissant venir à lui les évolutions sociales, [...] a fortement marqué le droit en France au XXème siècle » (Marie-Anne Frison-Roche, professeur de droit à l'Université de Paris-Dauphine).

<sup>17</sup> Il faut distinguer la notion de danger de celle de risque. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a adopté la définition suivante : « Un danger est une source potentielle de préjudice, un risque est la probabilité que survienne un danger qui entraîne un préjudice », qu'elle illustre comme suit : un requin dans la mer présente un danger, mais nager près de ce requin fait courir un risque ; de même la foudre est un danger, mais s'abriter sous un arbre pendant l'orage est très risqué !

amené la plupart des gouvernements à instituer un moratoire de fait sur les OGM, sauf en Espagne et au Portugal où sont cultivées de nombreuses variétés de maïs comportant une même modification génétique<sup>18</sup>. En Europe, la situation apparaît durablement bloquée. Les gouvernements, pour la plupart, ne semblent donc pas prêts à risquer leur popularité dans une telle affaire. Les OGM n'ont pas su trouver la confiance de la majorité des Européens, ni celle de leurs dirigeants. Pendant ce temps, des volumes considérables de maïs et de soja OGM sont importés en Europe...

**12** On peut en tirer au moins deux leçons :

- **Il convient de se garder de promesses** scientifiques ou technologiques excessives : elles créent de l'attente et engendrent faux espoirs puis déceptions, suspicion et rejet ;
- **La confiance ne peut revenir que si consommateurs et citoyens s'impliquent, hiérarchisant les priorités dans une délibération démocratique.**

**13** Dans ce contexte, « *comment pacifier le couple innovation-conservation et continuer à défendre l'irréductible créativité de l'homme ?* » interroge la juriste Mireille Delmas-Marty<sup>19</sup>, question qui se pose aujourd'hui dans nos sociétés dans les domaines du quotidien les plus divers.

### Exemples d'applications éventuelles de la réécriture du génome : risques et opportunités

**14** Dans le domaine des plantes cultivées, des arbres et dans celui des animaux de rente, des opérations de réécriture du génome de certaines plantes ou animaux présentent-ils des avantages, et exposent-ils à certains dangers ? Le premier constat est celui de la singularité de chaque opération. Chacun des exemples ci-après se veut pédagogique, ce qui ne signifie pas qu'il soit souhaitable, et encore moins possible. Tout dépend de l'espèce en cause, de l'objectif visé, du contexte agronomique et zootechnique, des conditions écologiques, mais aussi socio-économiques.

**15** Une réécriture du génome de la pomme de terre, sensible au mildiou, a été réalisée ; elle éviterait l'épandage de quantités considérables de sulfate de cuivre, pourtant autorisé en agriculture biologique, mais destructeur de la microflore des sols : il faudrait choisir entre réécriture, ou épandage de sulfate de cuivre<sup>20</sup>, ou encore utilisation de stimulateurs de défense et autres pratiques agronomiques.

Les vergers de pommier subissent 25 traitements annuels, dont les 2/3 pour éviter la tavelure à l'origine de taches brunes peu esthétiques sur le fruit et surtout d'un affaiblissement progressif du pommier. Une sélection conventionnelle a nécessité 30 années par rétrocroisement pour aboutir à une nouvelle variété, alors que l'on souhaite garder les qualités organoleptiques d'origine. On aurait le choix entre continuer les traitements, ou réaliser un transfert d'allèle<sup>21</sup> de résistance par réécriture du génome, ou trouver des solutions agronomiques, ou encore promouvoir auprès du consommateur

<sup>18</sup> Avec un élément de transformation – MON 810 – permettant à la plante de produire une protéine insecticide active contre la pyrale et la sésamie (chenilles). Cet élément est aujourd'hui présent dans plus de 160 variétés.

<sup>19</sup> Le Monde du 11 janvier 2019.

<sup>20</sup> Tant que celui-ci n'est pas interdit, ce qui pourrait arriver : autorisé à nouveau pour 7 ans le 1<sup>er</sup> janvier 2019, il est déclaré « candidat à la substitution » car dangereux pour l'homme et pour l'environnement.

<sup>21</sup> Un allèle est une des formes (séquence d'ADN) d'un gène au sein d'une espèce et par extension d'un groupe d'espèces inter-fertiles.



l'achat de fruits tachés. La vigne, traitée aussi contre le mildiou par le sulfate de cuivre, est dans une situation similaire.

**16** Une thématique très actuelle concerne la compréhension et la maîtrise des interactions entre plantes et microorganismes. Ces interactions jouent un rôle prépondérant dans la nutrition des plantes et, souvent, ont été défavorisées par l'apport massif d'intrants (azote, phosphore, fer, ...). La réécriture de gènes de plantes régissant ces interactions pourrait peut-être permettre la réduction de l'usage des intrants en agriculture.

Pour les microorganismes des recherches sont en cours pour constituer des communautés synthétiques utilisables en agriculture améliorant la croissance des plantes. Ces communautés synthétiques pourraient faire l'objet d'améliorations par réécriture de leur génome.

Dans ces deux cas, le choix d'utiliser ou non les techniques de réécriture du génome devrait être raisonné par rapport aux autres options possibles.

**17** Plusieurs espèces d'arbres à usage ornemental (marronnier, platane, ...), qui ne peuvent pas se croiser avec des espèces locales, sont attaquées par des ravageurs introduits qui se propagent rapidement. La résistance à certains de ces ravageurs peut être sous la dépendance d'un seul gène, ou d'un petit nombre de gènes. Dans ce cas, les techniques de réécriture du génome peuvent contribuer à la création rapide de variétés, ou de clones, dont la résistance à ces ravageurs serait accrue. Il faudra néanmoins bien évaluer ces variétés ou ces clones en conditions d'emploi réelles, dans l'espace et dans le temps, et réussir à les multiplier en masse.

**18** Dans le cas des arbres forestiers, la plupart des caractères d'intérêt (adaptation au milieu, croissance, morphologie ...), impliquent de très nombreux gènes et se prêtent donc très mal à une amélioration directe par la voie de la réécriture des gènes. Aussi, la réécriture du génome a surtout été envisagée dans le but d'introduire une résistance génétique, liée à un ou quelques gènes, à certains ravageurs (insectes, champignons). Dans ce contexte, l'utilisation des techniques d'édition du génome appelle les réserves suivantes :

- l'efficacité des résistances procurées risque d'être limitée dans le temps et dans l'espace, du fait de la possibilité du contournement des résistances par les ravageurs ; on peut citer le cas bien documenté de l'apparition en quelques années de nouvelles races de rouille foliaire contournant la résistance de certains clones de peupliers cultivés ;
- les effets corrélatifs sur d'autres caractères, non connus, pourraient s'exprimer très tardivement, comme par exemple le cas où une nouvelle résistance entraîne plusieurs dizaines d'années plus tard une diminution de la croissance de l'arbre.

Dans le domaine de la création variétale des arbres forestiers, la stratégie préférée en matière de lutte contre les ravageurs consiste donc à valoriser la diversité « naturelle » existante, grâce à la détection d'individus dotés de résistance durable. En gestion, contre les insectes, c'est la lutte biologique qui est jugée préférable.

La réécriture du génome possède en théorie un potentiel important en ce qui concerne certaines caractéristiques métaboliques et chimiques des arbres, par exemple les gènes impliqués dans la synthèse des composés du bois (cellulose, lignines) ou de molécules d'intérêt. La réécriture de ces

gènes pourrait être un outil intermédiaire de validation de l'intérêt de certains mutants naturels, permettant ensuite de cibler les efforts sur le repérage de ces mutants et leur utilisation dans des programmes fondés sur la recombinaison.

**19** En élevage, des épizooties conduisent à ordonner l'abattage systématique de troupeaux entiers. Le procédé choque. En 2019 en Chine, la peste porcine africaine, maladie virale très contagieuse avec un taux de mortalité élevé, quoique non transmissible à l'homme, est classée danger sanitaire de 1<sup>ère</sup> catégorie ; aucun moyen de lutte vaccinal ou antiviral n'est disponible, et 350 millions de porcs viennent d'être abattus dans le monde. L'identification récente de régions du génome associées à la résilience d'individus au sein de plusieurs populations de suidés rend possible la création par réécriture du génome de nouvelles lignées de porcs résistantes. Les productions de ces animaux seraient-elles accueillies ou rejetées par les consommateurs européens ? Plus généralement, si une réécriture permettait une médecine vétérinaire préventive par éradication de maladies, avec bien sûr maintien de la diversité génétique, et si le suivi de chaque animal et de ses descendants dans les élevages ou dans l'environnement était strictement contrôlé, ce qui est déjà le cas, en particulier en France pour la majorité des animaux de rente, faudrait-il écarter l'idée *a priori* ?

**20** En France, plus d'un million de bovins sont soumis chaque année à la pratique de l'écornage par cautérisation du bourgeon cornual pour réduire les blessures entre animaux ainsi que les accidents pour l'éleveur : bien-être animal et sécurité du travail sont en cause. Rogner les cornes des animaux est une opération douloureuse pour laquelle le Conseil de l'Europe recommande, après 4 semaines, une anesthésie. Le caractère « sans corne » dépend d'un seul gène à effet dominant<sup>22</sup> présent dans l'espèce. On peut donc continuer en acceptant accidents ou souffrance animale, ou bien obtenir après plus de 10 ans des bovins sans cornes en sélection classique ou enfin réécrire en peu de temps le gène en cause, comme cela vient d'être prouvé par une étude américaine. L'organisation des éleveurs sous forme coopérative devrait garantir la transparence. Chaque animal étant marqué à l'oreille, donc tracé, on peut garantir un suivi individuel des descendants, et l'opération apparaît maîtrisée du point de vue des dangers environnementaux. Même si la démarche doit rester prudente car les mécanismes de régulation du gène sont encore incertains, comment les consommateurs recevraient-ils une telle démarche ?

**20** Il n'en irait pas de même s'agissant de saumons élevés en pisciculture, que l'on pourrait retrouver dans le milieu naturel en cas d'orage violent...

**21** L'intolérance au gluten est à l'origine de la maladie cœliaque. Si des associations de malades demandaient que l'on étudie la possibilité d'obtention de céréales non pas « sans gluten » mais à teneur réduite en gluten restant sous le seuil de la maladie cœliaque, ou mieux encore avec du gluten exempt des peptides pathogènes, ce blé pourrait-il être commercialisé ?

Quel que soit le procédé d'obtention, il faut considérer tous les aspects de chaque question. Si un tel blé était cultivé, s'agissant d'une propriété qui n'a rien de dangereux, et d'une plante autogame – qui se reproduit avec elle-même sans nécessiter de pollen extérieur - quel serait le risque réel en cas de diffusion accidentelle ? La récolte d'un champ de pommes de terre laisse toujours des tubercules oubliés, de même que le colza laisse des graines dans le champ et au bord des routes ; les arbres (frênes,

<sup>22</sup> Deux formes (allèles) sont présentes, dont seule la forme active induit l'absence de cornes.

ormes, ...) et arbustes (buis, ...) diffusent leur pollen dans les forêts voisines ; y aurait-il des cas où cela présente un danger à moyen terme ?

**23** Les entreprises semencières sont de tailles diverses : de très grandes firmes côtoient les petites et moyennes entreprises (PME). En France l'amélioration génétique bovine est dans les mains des agriculteurs rassemblés en coopératives, celle des porcs ou des volailles dans le monde est concentrée dans quelques entreprises constituant des oligopoles, ou même des monopoles. Les bénéfiques ne vont pas aux mêmes, le contrôle sociétal est différent. Chaque ruminant porte sa boucle en Europe, il n'en va pas de même ailleurs. La traçabilité, assurée ici, ne l'est pas là.

**24** **On voit que les situations sont très diverses, chaque exemple est singulier, et cette diversité doit être prise en considération, tant au niveau des bénéfiques que des risques éventuels. Pour rétablir la confiance, il faut travailler sur des cas précis, et, par souci de transparence, ouvrir sans réticence les dossiers à la société.**

### **D'autres dangers éventuels sont-ils documentés ?**

L'innocuité pour le consommateur est essentielle, et les procédures en œuvre depuis 20 ans sont robustes et ont fait leurs preuves.

**25** Premier type d'autres dangers éventuels : des modifications génétiques combinées peuvent provoquer des phénotypes<sup>23</sup> inattendus, chaque modification interagit avec le fonds génomique et l'environnement. Ces modifications peuvent ne pas être détectées lors de l'évaluation des variétés chez les plantes ou des futurs reproducteurs chez les animaux si elles modifient par exemple la teneur en certains composés, ou la sensibilité à des pathogènes ou des allergènes particuliers non-ciblés. Or ceci est courant en sélection classique, moins précise ; aussi, pour les plantes, les obtenteurs ne gardent-ils qu'un nombre faible d'individus résultant de croisements où l'aléa reste très présent. La même vigilance doit rester de mise.

**26** Les impacts sur la biodiversité via les modifications des interactions entre la plante et des organismes autres (pathogènes, parasites ou consommateurs), ainsi que mutualistes ou symbiotes<sup>24</sup> (bactéries, champignons, plantes, insectes, autres animaux, etc.), peuvent être source de danger, qui existe aussi en sélection classique. Les espèces ne peuvent s'adapter naturellement que si le taux de modification environnemental n'est pas trop rapide<sup>25</sup>, et l'accélération des dynamiques d'obtention de nouvelles variétés peut être facteur d'amélioration agronomique mais aussi de dangers environnementaux. Impactant les agrosystèmes, cette accélération entraîne une difficulté potentielle supplémentaire d'adaptation pour la biodiversité, qui doit par ailleurs faire face au changement climatique et aux espèces invasives. Ces éventualités sont encore peu documentées pour les animaux d'élevage.

<sup>23</sup> Ensemble des traits observables d'un organisme.

<sup>24</sup> La symbiose est une association intime et durable entre deux organismes appartenant à des espèces différentes qui sont les symbiotes.

<sup>25</sup> Théorie de Van Halen (1973), dite de la « Reine rouge », en référence au livre « De l'autre côté du miroir » de Lewis Carroll « *In this place it takes all the running you can do, to keep in the same place.* »

27 Au fil du temps et de l'élargissement des connaissances, les aspects à prendre en compte se multiplient tandis que la confiance se parcellise : d'où la nécessité, dans chaque cas précis, d'un débat initial, et d'un suivi régulier de l'opération :

- Malgré la large confiance dont bénéficie la « science », une partie de l'opinion considère qu'elle ne peut « faire seule autorité » lorsque ses applications touchent à la vie quotidienne : **il faudra, pour redonner confiance, pouvoir à tout moment arrêter et revenir en arrière sans dommage.**

### La décision de la Cour de justice de l'Union européenne (CJUE)

28 Le Conseil d'État, sur requête d'un syndicat agricole et de huit associations, avait saisi la CJUE sur le cas des plantes en octobre 2016. Celle-ci, dans son arrêt du 25 juillet 2018, s'appuyant sur la directive 2001/18/CE citée ci-dessus, affirme que « *la modification directe du matériel génétique d'un organisme par voie de mutagenèse<sup>26</sup> permet d'obtenir les mêmes effets que l'introduction d'un gène étranger dans ledit organisme et, d'autre part, que le développement de ces techniques/méthodes nouvelles<sup>27</sup> permet de produire des variétés génétiquement modifiées à un rythme et dans des proportions sans commune mesure avec ceux résultant de l'application de méthodes traditionnelles de mutagenèse aléatoire.* »

29 La CJUE ajoute « *qu'une [...] dissémination volontaire ou mise sur le marché ne [peut] intervenir qu'au terme de procédures d'évaluation des risques visées [dans] cette directive* » et conclut : « *les organismes obtenus au moyen de techniques/méthodes de mutagenèse constituent des organismes génétiquement modifiés au sens de cette disposition.* »

30 Ceci est une décision claire qui concerne également les animaux. Elle tire les conséquences de la définition des OGM qui figure dans la directive 2001/18/CE. Elle reste dans l'esprit de cette directive, axée exclusivement sur la prévention des risques tels que perçus à la fin des années 90 où les travaux de génomique en étaient encore à leurs débuts. L'évolution des textes juridiques est décalée par rapport au rythme des avancées scientifiques : ce constat doit entraîner la décision de réviser périodiquement ces textes-cadres.

### Protection des obtentions et accès aux ressources génétiques

31 La protection de la propriété des obtentions végétales a fait l'objet de discussions : brevet, certificat d'obtention végétale (COV) et même libre accès (*open source*). En Europe, comme dans la plupart des pays, les variétés végétales ne sont pas brevetables et c'est le COV qui est utilisé. Ce que l'on appelle « exception du sélectionneur », incluse dans la convention UPOV<sup>28</sup>, fait qu'une variété protégée par COV est librement utilisable dans de nouveaux programmes de sélection. En revanche, une invention biotechnologique est brevetable et reste protégée quand elle est intégrée dans une variété. Cependant, d'après la législation européenne, une telle variété fait aussi l'objet de l'exception du sélectionneur.

<sup>26</sup> Elle considère que la réécriture du génome est une mutagenèse.

<sup>27</sup> Réécriture du génome.

<sup>28</sup> L'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV) est une organisation intergouvernementale. Etablie par une Convention internationale en 1961, révisée en 1972, 1978 et 1991, elle a pour mission de mettre en place un système efficace de protection des variétés végétales afin d'encourager l'obtention de variétés dans l'intérêt de tous.

La nouvelle variété obtenue, si elle ne contient pas l'invention brevetée, est libre de droits. L'augmentation éventuelle du nombre d'inventions protégées dans une variété, qui deviendront plus difficiles à éliminer, rendra plus difficile l'utilisation de l'exception du sélectionneur à moins que les nouvelles technologies rendent aussi plus facile cette élimination. Au-delà d'une position de principe en faveur du COV et plus généralement du libre accès aux ressources génétiques dans le respect des réglementations internationales, ces questions se posent en termes différents pour les animaux de rente. Ces points importants, dépassant la seule réécriture du génome, devraient faire l'objet de réflexions ultérieures.

### Quelle position globale de l'AAF sur le principe même d'utiliser la réécriture du génome ?

Au terme du processus détaillé en introduction, l'AAF estime qu'il faut :

**32) 1) Reconnaître solennellement le bien-fondé d'utiliser ces techniques pour des objectifs de recherche ; corollairement, s'élever contre toute opposition systématique à de telles recherches et affirmer le droit des chercheurs à conduire les travaux et expérimentations qu'ils jugent nécessaires dans ce domaine, dans le respect d'une charte éthique ad hoc.**

**2) Inciter la communauté scientifique :**

- à faire activement œuvre de pédagogie sur les enjeux scientifiques de la réécriture du génome tout en montrant l'importance de définir des principes pour leur utilisation,
- et à faire connaître largement ses travaux, leurs résultats et leurs perspectives.

**3) Expliquer que les applications utilisant les techniques de réécriture du génome peuvent faire partie de solutions socialement bénéfiques pour, fût-ce transitoirement, contribuer à relever les défis auxquels l'agriculture, l'alimentation et l'environnement sont confrontés en France et dans le monde. Elles peuvent s'inscrire dans les priorités politiques françaises actuelles, comme l'agriculture biologique, l'agroécologie ou le bien-être animal.**

**33)** L'appropriation du vivant à travers des procédures de prises de brevets par des sociétés privées est assez souvent ressentie en France comme un accaparement, tandis que la recherche publique est généralement considérée comme un symbole de défense du bien public.

Il serait certainement bon, pour concourir à la construction d'une confiance largement partagée dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation, de la santé et de l'environnement, de :

**34) 4) Rendre les procédures d'autorisation accessibles aux petites et moyennes entreprises (PME) et aux groupements d'agriculteurs et/ou de consommateurs, ainsi qu'à la recherche publique, alors que les procédures actuelles, de par leur lourdeur et leur coût, donnent une exclusivité de fait aux grandes entreprises<sup>29</sup> ;**

**5) Approfondir, en lien avec le droit des brevets, les questions de protection des obtentions et de libre accès aux ressources génétiques, dans le respect des conventions internationales ; si nécessaire, proposer toutes mesures adéquates pour que puissent se poursuivre de fructueuses coopérations entre acteurs ;**

<sup>29</sup> Se pose également la question du coût de l'accès au paquet de brevets protégeant ces techniques.

35 **6) Demander aux acteurs importants** (entreprises d'amont, coopératives et groupements d'agriculteurs, transformateurs, distributeurs, organismes de recherche) **de publier en toute transparence leurs engagements éthiques** (par exemple – pour ceux qui y sont soumis - dans le cadre de leurs obligations **en matière de responsabilité sociétale des entreprises (RSE)**) ;

**7) Œuvrer pour que se développe dans ce domaine une recherche publique puissante, intégrée aux priorités politiques actuelles** comme l'agriculture biologique, l'agroécologie ou le bien-être animal. La recherche publique a joué un grand rôle dans la mise au point de variétés nouvelles ; une action du même type utilisant les techniques de réécriture du génome en faveur d'espèces délaissées par la recherche serait intéressante.

36 Les 7 points ci-dessus s'adressent à chacun et à tous. Ils sont importants, mais largement insuffisants. **Les pouvoirs publics ont un rôle particulier à jouer.** Alors que les défis posés à nos sociétés sont si difficiles à relever, **il convient de sortir d'une position attentiste, qui n'est bonne ni pour l'agriculture, ni pour l'alimentation, ni pour l'environnement, et d'assumer la responsabilité politique.**

\*\*\*

## Recommandations

**37** L'Académie d'Agriculture de France veut en même temps **agir de façon responsable** et **respecter le principe de précaution** ; consciente que les évolutions scientifiques et sociétales rapides doivent **entraîner des réévaluations régulières, elle souhaite un débat organisé dans la durée et élargi bien au-delà des cercles d'experts.**

Elle formule huit recommandations et une suggestion.

### **I.- Agir de façon responsable**

**38** **R1.1 Considérer que chaque opération visant à la diffusion, à des fins autres que de recherche, de végétaux ou d'animaux ayant connu une réécriture de leur génome est un cas particulier ; l'objectif recherché doit être défini et porté à connaissance, et le choix de la réécriture du génome dans ce cas doit servir l'intérêt général et être légitime, donc argumenté.** Il s'agit de raisonner au cas par cas, avec telle espèce de plante ou telle espèce ou race animale, tel objectif, dans un contexte écologique et socio-économique précis.

**39** **En particulier, encourager le travail sur des espèces végétales ou animales diversifiées** (dont les espèces délaissées par la recherche), **adaptées à des contextes écologiques et socio-économiques différenciés**, y compris au bénéfice de communautés paysannes des pays développés ou en voie de développement ; la recherche publique devrait y avoir toute sa place.

**40** **Chaque choix devrait pouvoir être débattu et justifié a priori par des évaluations contradictoires et par une analyse bénéfices-risques dans le cadre d'une comparaison générale des diverses stratégies envisageables pour répondre à l'objectif recherché**, en prenant en compte les aspects scientifiques, techniques, écologiques, économiques, sanitaires et sociétaux.

**41** La réécriture du génome s'appuie sur deux piliers, le premier, évident, de la connaissance des séquences d'ADN des génomes, et le second de la connaissance fonctionnelle des gènes. Si le premier pilier est contingent à tel ou tel génotype<sup>30</sup>, le second se construit dans l'ensemble du règne végétal ou animal : les mécanismes qui opèrent pour la floraison sont universels, et ses acteurs, les gènes, peuvent jouer différents scénarios suivant l'espèce ou le groupe d'espèces. C'est la raison pour laquelle une grande partie de la physiologie moléculaire végétale découle des travaux conduits sur deux espèces modèles, l'arabette<sup>31</sup> ou le riz<sup>32</sup>. Il en va de même, pour les animaux, avec le ver<sup>33</sup>, la drosophile, le poulet ou la souris.

En bref, il n'y a pas de marque identitaire des gènes qui les attribuerait à telle ou telle espèce. Il n'y a pas de gènes de blé, de tomate ou de poisson rouge !

Par exemple si l'on veut modifier la précocité d'un maïs en modifiant certains de ses gènes, on utilisera l'information sur les mécanismes et les gènes identifiés chez l'arabette, le riz, ou la canne à sucre, sans se limiter à l'espèce maïs. Si l'on veut modifier la composition en acides gras d'un soja, on se servira

<sup>30</sup> Le génotype d'un individu est la composition des allèles de tous les gènes de cet individu.

<sup>31</sup> *Arabidopsis thaliana*.

<sup>32</sup> *Oryza sativa*.

<sup>33</sup> Le nematode *Caenorhabditis elegans*.

de la connaissance des enzymes et des gènes découverts il y a plus de trente ans chez l'arabette, et présents chez les autres plantes.

D'où la recommandation suivante :

**42 R1.2 Prendre soin de réaliser des réécritures qui préservent l'identité de l'espèce.**

Pour cela **on se limitera aux cas** de plantes ou d'animaux de rente **dans lesquels tout allèle réécrit le serait de sorte que la fonction du gène qui en résulte procède de celle d'un autre allèle ou d'un gène orthologue<sup>34</sup> et de même fonction.**

Un tel choix se veut prudent et pragmatique.

## **II.- Respecter le principe de précaution**

**43 R2.1 Maintenir le principe d'une autorisation préalable à toute dissémination après réécriture du génome, mais avec des dossiers mieux calibrés, proportionnés aux dangers de chaque cas particulier. De plus, instaurer un suivi systématique avec des autorisations limitées dans le temps et révocables au vu des informations apportées par ce suivi.** En d'autres termes, promouvoir une réglementation qui fasse **droit à une expérimentation progressive et accompagnée.**

Ceci permettrait d'alléger considérablement le dossier initial à fournir actuellement, ces produits étant classés comme des OGM, dossier tellement lourd et coûteux qu'il exclut de fait l'ensemble des PME et laboratoires publics.

**44 R2.2 S'assurer pour cela dans chaque cas que si une autorisation temporaire était accordée, il pourrait y être mis fin** juridiquement, écologiquement, techniquement et économiquement, **sans irréversibilité.**

**45** Les dangers environnementaux sont nombreux (usage accru de pesticides en réponse à l'évolution de résistances chez les ennemis des cultures, effets indirects sur la diversification des espèces, voire sur la réduction de la diversité des paysages, ...). De plus, nombre des impacts des effets « hors cible » sont méconnus ou ignorés et les méthodes d'évaluations environnementales y afférant sont encore peu identifiées et testées. Or il relève de la responsabilité des scientifiques de mettre en évidence et de caractériser les dangers émergents de différentes natures, de rechercher et définir les incertitudes associées aux innovations introduites dans ces domaines, y compris sur le long terme.

**En conséquence, l'académie recommande :**

- **une recherche publique puissante y compris dans le domaine environnemental, notamment en matière d'impacts ;**
- **des évaluations comparatives incluant les dimensions temps et échelles géographiques de façon à donner du contenu à la notion de réversibilité, sur des échelles de temps compatibles avec la temporalité écologique ;**
- **une évaluation systémique et interdisciplinaire des risques environnementaux, en sus des approches cas par cas, et ce pour mieux répondre à la recommandation de « dossiers mieux calibrés, proportionnés aux dangers ».**

<sup>34</sup> Deux gènes orthologues de deux espèces dérivent, avant l'isolement de ces dernières, d'un ancêtre commun.



### **III.- Associer largement le public. Informer. Agir de façon transparente**

**46** R3.1 Imaginer les nouveaux moyens, méthodes et lieux de débat pour :

- former et informer les publics de façon transparente,
- et les associer aux décisions d'autorisation. Pour cela, s'inspirer d'institutions autres, comme le Conseil consultatif national d'éthique (CCNE).

**47** R3.2 Procéder à des évaluations publiques périodiques, sur une plante ou un animal, ainsi que sur un écosystème ou une aire donnée, prenant en compte d'éventuelles évolutions. Les perturbations environnementales sont rapides (climat, érosion de la biodiversité, espèces invasives, activités anthropiques). Des changements sont-ils advenus, d'autres sont-ils possibles, si oui lesquels, pourquoi et à quel rythme ? Comment se prémunir contre d'éventuels dégâts collatéraux ? La vigilance s'impose, bien au-delà des réécritures du génome, et la recherche publique a là un rôle majeur à jouer. **Là aussi, il faut être transparent et associer le public.**

### **IV.- Procéder à des réévaluations régulières**

**48** R4.1 Appliquer aux cas évoqués en R1.2 ci-dessus la procédure différenciée de l'article 7 de la « Directive 2001/18/CE relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement dans l'environnement ».

Le plus simple consiste en effet à utiliser pour les réécritures définies en R1.2 ci-dessus – les seuls cas visés dans cet avis - la procédure différenciée détaillée à l'article 7 de la directive. L'annexe V à la directive énumère les conditions à satisfaire pour rentrer dans cette catégorie, conditions que paraissent remplir les organismes visés en R1.2 ci-dessus. Il est prévu que l'autorité compétente de l'État membre en fasse la demande ; la Commission européenne, une fois saisie, dispose de 90 jours pour recueillir les observations des autorités compétentes d'autres États membres, du public, et l'avis du ou des comités scientifiques compétents, plus 90 jours supplémentaires pour rendre sa décision.

Si cette procédure s'avérait difficilement utilisable en pratique, il faudrait alors modifier en partie la directive, mais sans maîtrise du résultat ni du calendrier.

**49** **Suggestion 1 : L'autorité compétente française pourrait s'appuyer sur des avis d'une agence comme l'ANSES, sous la réserve que le ou les comités concernés comprennent notamment des chercheurs en génétique, en agronomie, en zootechnie, en toxicologie, en santé des plantes et médecine humaine et vétérinaire, ainsi qu'en sciences économiques et sociales.**

On peut noter que toutes les propositions ci-dessus sont conformes au protocole de Carthagène sur la biosécurité (art. 32 de la directive).

**50 R4.2 Plus généralement, dans un contexte de sauts scientifiques et technologiques inédits, d'attentes sociétales fortes, prévoir une révision tous les 7 ans - comme dans le cas du CCNE - des textes tant au niveau national qu'europpéen. L'AAF pour sa part souhaite contribuer à cette évolution et, pour ce faire, est prête à solliciter et accompagner les législateurs, en lien avec d'autres académies françaises et européennes.**

\*\*\*

## Annexe 1

## Lettre de mission



Paris, le 20 mars 2017

MM. Paul Vialle et Bertrand Hervieu  
Membres titulaires

Le Secrétaire perpétuel

**Objet : Groupe de travail « Réécriture du génome, éthique et acceptabilité sociétale »**

Chers confrères,

De nouvelles technologies, dont la plus récente est CRISPR-cas9, rassemblées sous l'intitulé générique de « *réécriture du génome* », sont apparues récemment en biologie. S'appuyant sur les acquis de la génomique, elles peuvent être à l'origine d'une évolution importante en matière de sélection génétique. Les domaines d'applications potentielles sont très divers. Différentes instances ont récemment pris position et publié des avis et des rapports ayant trait à ces technologies, qui posent un certain nombre de questions. Certains évoquent des perspectives nouvelles et enthousiasmantes, d'autres insistent sur les risques encourus, notamment du fait des enjeux environnementaux et les biologistes doivent préciser les unes et les autres. Les conséquences de l'utilisation de ces technologies peuvent s'apprécier sur des échelles de temps allant des prochaines années jusqu'au temps long, voire très long. L'utilisation possible de ces technologies pose des questions d'ordre scientifique et économique, et nous amène à nous interroger sur leur acceptabilité sociétale, sur les plans anthropologique, philosophique voire religieux et déboucher sur des réflexions de nature éthique et d'éventuelles préconisations juridiques.

Le champ d'investigation est donc très large, et a peu été exploré si on le compare aux questions posées par les applications éventuelles de ces technologies à l'embryon humain.

L'Académie d'agriculture est tout spécialement concernée par cette question qui touche aussi bien les domaines de l'agriculture et de l'élevage, que de l'alimentation et de l'environnement. Vous avez bien voulu accepter de mettre en place et d'animer le groupe de travail de l'Académie « Réécriture du génome, éthique et acceptabilité sociétale ». Je vous en remercie. Ce groupe de travail associera des membres de notre compagnie des différentes sections concernées qui ont manifesté le désir de s'impliquer dans cette réflexion.

L'objectif de ce groupe sera prioritairement de procéder à une analyse indépendante et objective, et de produire un avis sur ces questions complexes, afin d'éclairer les décideurs nationaux et européens et d'informer le public. Ce groupe de travail, qui pourra proposer de s'élargir à des membres extérieurs à l'Académie, voire à d'autres institutions, pourra également, une fois établi le cadre général de réflexion, mettre l'accent sur certains points pour lesquels la réflexion lui apparaîtrait plus mature, quitte à proposer des conclusions partielles anticipées : ce pourrait être le cas des plantes cultivées ou de certains animaux d'élevage en particulier. Il fera rapport annuellement de l'état d'avancement de ses travaux au Secrétaire perpétuel et aux Secrétaires des diverses sections concernées.

Je vous prie de croire, chers confrères, en l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

Gérard TENDRON

18, rue de Bellechasse - 75007 Paris

## Annexe 2

## Liste des membres du groupe de travail

|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| Maurice Barbezant       | Bernard Le Buanec        |
| Catherine Bastien       | Muriel Mambrini-Doudet   |
| Denis Couvet            | Pierre Marsal            |
| Yvette Dattée           | Jean-Claude Mounolou     |
| Pierre Devaux           | Jean-Charles Munch       |
| Henri Delbard           | Gérard Pascal            |
| Jean Dunglas            | Georges Pelletier        |
| Pierre Feillet          | Jean-Claude Pernollet    |
| André Gallais           | Catherine Regnault-Roger |
| Philippe Gracien        | Jean-Paul Renard         |
| René Groussard          | Marc Richard-Mollard     |
| André-Jean Guérin       | Agnès Ricroch            |
| <u>Bertrand Hervieu</u> | Jacques Risse            |
| Louis-Marie Houdebine   | Michel Thibier           |
| Michel-Jean Jacquot +   | <u>Paul Vialle</u>       |
| Jean-Paul Jamet         | Nadine Vivier            |
| Raphaël Larrère         | Jean-Michel Wal          |

## Répartition par section

|                                      |   |                               |   |
|--------------------------------------|---|-------------------------------|---|
| 1 Productions végétales              | 8 | 6 Sciences de la vie          | 4 |
| 2 Forêts et filière bois             | 1 | 7 Environnement et territoire | 3 |
| 3 Production animale                 | 5 | 8 Alimentation humaine        | 4 |
| 4 Sciences humaines et sociales      | 6 | 9 Agrofournitures             | 1 |
| 5 Interactions milieux-êtres vivants | 1 | 10 Economie et politique      | 1 |

**Total : 34 membres**

Une présentation succincte de chaque membre figure sur le site internet de l'AAF, dans la rubrique annuaire : <https://www.academie-agriculture.fr/membres/annuaire/>

**Annexe 3****Liste des réunions****1) 18 réunions du groupe de travail**

|              |            |
|--------------|------------|
| Présentation | 30/05/2017 |
| Réunion 1    | 30/06/2017 |
| Réunion 2    | 10/10/2017 |
| Réunion 3    | 22/11/2017 |
| Réunion 4    | 12/12/2017 |
| Réunion 5    | 25/11/2018 |
| Réunion 6    | 15/2/2018  |
| Réunion 7    | 08/03/2018 |
| Réunion 8    | 27/03/2018 |
| Réunion 9    | 03/05/2018 |
| Réunion 10   | 24/05/2018 |
| Réunion 11   | 15/06/2018 |
| Réunion 12   | 19/11/2018 |
| Réunion 13   | 04/12/2018 |
| Réunion 14   | 05/02/2019 |
| Réunion 15   | 19/03/2019 |
| Réunion 16   | 14/06/2019 |
| Réunion 17   | 08/10/2019 |

**2) 3 séances plénières**

|  |            |
|--|------------|
| 1 <sup>ère</sup> présentation et débat : | 13/03/2019 |
| Présentation 2 et débat :                | 08/12/2019 |
| Présentation finale et vote :            | 08/01/2020 |