



# LES MODIFICATIONS CIBLÉES DU GÉNOME APPLIQUÉES AUX ANIMAUX D'ÉLEVAGE

Raphaëlle Duclos<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> SYSAAF, UMR BOA, INRAE, 37380, Nouzilly, France

<sup>2</sup> Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI, 78350, Jouy-en-Josas, France

<sup>3</sup> Rapport du travail réalisé entre avril 2020 et décembre 2021 dans le cadre du GIS AVENIR ELEVAGE sous la supervision de Jean-Pierre Bidanel, Elsa Delanoue, Anne-Charlotte Dockès, Laurent Journaux, Daniel Guéméné et Michel Sourdioux

## **Avant-propos**

Le recours à l'anonymat s'est révélé indispensable dans cette étude. D'une part, afin de faciliter la lecture, et d'autre part, les hommes étant surreprésentés au sein de notre échantillon (31 hommes pour 20 femmes), nous utilisons le masculin pour nous référer à l'ensemble des répondants. Pour chaque citation est indiqué le numéro de l'entretien ainsi que le type d'acteur. Lorsque le numéro d'entretien n'est pas précisé, c'est que l'anonymat ne nous semblait pas suffisant. Dans ce cas, seul le type d'acteur à l'origine de la citation est indiqué.

La parole des acteurs a été retranscrite mot-à-mot, les seules modifications effectuées ont pour vocation de faciliter la compréhension (ajout de la négation lorsqu'elle n'a pas été faite, suppression des hésitations ou des reprises etc.) et son inhérente au passage de l'oral à l'écrit.

## Le projet

Cette étude a été produite par le GIS Avenir-Élevages. Elle a été financée par le GIS Avenir-Élevages, l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE), le Syndicat des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français (SYSAAF), l'Institut de l'Élevage (Idele), ainsi que par l'Institut du Porc (Ifip).

Pour plus d'informations, vous pouvez vous rendre sur le site du GIS Avenir-Élevages :

<https://www.gis-avenir-elevages.org/Actions-thematiques/Nouvelles-technologies-genetiques>



## Table des matières

<b>LES MODIFICATIONS CIBLÉES DU GÉNOME APPLIQUÉES AUX ANIMAUX D'ÉLEVAGE</b> .....	1
Introduction .....	6
<b>I. Un sujet à la croisée des controverses</b> .....	10
La controverse autour des OGM, une controverse ancienne.....	10
et un élevage controversé .....	12
1) L'animal et le savant : l'animal-machine.....	13
2) L'animal et le mangeur : l'animal-aliment .....	14
3) Les Français, l'éleveur et l'animal de rente .....	16
<b>II. Cadre théorique et méthodologie</b> .....	17
La sociologie du risque .....	17
Différentes analyses du risque.....	19
Sciences et confiance .....	22
L'analyse des controverses.....	23
Problématisation.....	25
<b>III. Présentation de l'échantillon</b> .....	28
Déroulé d'un entretien.....	31
Constitution de l'échantillon .....	28
Quelques inclassables ?.....	30
Premières remarques : un échantillon aux niveaux de connaissance contrastés .....	31
<b>IV. Les incertitudes structurantes de la controverse</b> .....	34
Les incertitudes liées à la technologie.....	36
1. Un outil à maîtriser .....	36
2. Des effets collatéraux à identifier .....	37
3. Des connaissances suffisantes ?.....	38
Les incertitudes concernant l'environnement et la (bio)diversité .....	40
Les incertitudes concernant l'animal.....	41
Les incertitudes sociopolitiques .....	43
L'incertitude sanitaire, une incertitude secondaire .....	47
<b>V. Typologies des enquêtés : quelles attitudes vis-à-vis des NTG ?</b> .....	48
Des acteurs engagés... ..	49
1. Les convaincus.....	50
2. Les réfractaires .....	51
...et des acteurs aux positions moins tranchées .....	52

1. Les enthousiastes .....	52
2. Les sceptiques .....	53
3. Les prudents .....	54
Conditions d'utilisation : le bien commun, une notion vague.....	56
Freins et leviers potentiels pouvant conduire à une évolution des attitudes .....	57
Quelle influence de la filière sur la perception des NTG ? .....	58
<b>VI. Tracer des frontières : exemples de stratégies argumentatives mises en place par les acteurs .....</b>	<b>61</b>
Sortir de la controverse autour des OGM ? La technique contre le produit, une querelle ancienne.....	62
Les NTG : outil génétique parmi les autres ou véritable rupture ? .....	63
<b>VII. Un débat qui traduit des visions du monde différentes .....</b>	<b>66</b>
Une multitude de relations à la science et au milieu scientifique .....	66
Une sélection génétique synonyme de système agricole industriel ?.....	68
Au cœur des discours : le débat autour des systèmes d'élevage .....	70
1. La modification ciblée du génome, une technique aux finalités multiples.....	70
2. La modification ciblée du génome, une technique intrinsèquement liée à un système intensif .....	71
3. Une fréquente requalification des débats autour des systèmes d'élevage .....	73
Conclusion.....	74
Bibliographie.....	77

## Introduction

L'annonce de la naissance de deux jumelles chinoises, Nana et Lulu, quelques jours avant le début du Sommet international de l'édition du génome de novembre 2018, peut être considérée comme un point d'acmé de la controverse autour des nouvelles technologies génétiques (NTG), en particulier celles de modification ciblée, dites également « d'édition<sup>1</sup> » du génome. Grâce à la plus connue, CRISPR-Cas9<sup>2</sup>, le chercheur He Jankui a introduit une mutation du gène CCR5, supposée leur conférer une résistance au virus du SIDA (VIH). L'annonce de ces travaux a été condamnée unanimement par la communauté scientifique. Juridiquement, ils enfreignent la norme internationale qui veut que les embryons utilisés pour la recherche ne se développent pas au-delà de 14 jours (Huyn *et al.*, 2016). Mais les critiques vont bien au-delà de simples considérations juridiques : les scientifiques condamnent une utilisation des modifications ciblées du génome non-justifiée, le recours à une méthode encore non maîtrisée et avec des effets hors-cible potentiellement nombreux, une modification des cellules germinales pouvant se transmettre à la descendance.

Crispr-Cas est un outil mis au point par les chercheuses Jennifer Doudna et Emmanuelle Charpentier en 2012, présenté ainsi par le comité scientifique du HCB : « système dérivé des gènes bactériens Crispr-Cas est un outil de coupure ciblée de l'ADN d'un organisme. Ces « ciseaux moléculaires » reconnaissent et coupent une séquence précise et généralement unique de l'ADN » (HCB, 2016, p. 37). Cet outil peut permettre d'inactiver, muter, substituer ou insérer un gène. Depuis son invention en 2012, l'utilisation de Crispr-Cas dans les laboratoires de recherche a explosé (Le Déaut, Procaccia, 2017, pp.47-48). Crispr fait partie de la famille des « nucléases programmables », avec notamment les nucléases « à doigt de zinc » (ZFN) et TALEN. Ces deux méthodes sont plus anciennes, mais parce qu'elle est plus facile à manier et moins chère, la technologie CRISPR marque un tournant en matière de modification ciblée du génome. L'encadré 1 (page 10) reprend une partie des appellations utilisées pour qualifier les

---

<sup>1</sup> Anglicisme qui vient de l'expression « genome editing », que l'on traduirait plutôt par correction/réécriture. L'usage de l'expression « édition du génome » prévalant, nous l'utiliserons aussi.

<sup>2</sup> CRISPR est l'acronyme de « *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* » ou en Français « Courtes répétitions palindromiques groupées et régulièrement espacées. Cas9 est une endonucléase (protéine qui coupe la molécule d'ADN) associée à CRISPR.

outils de modifications du génome, qui sont nombreuses et traduisent souvent des enjeux stratégiques.

Au-delà de ses applications sur l'humain, fortement médiatisées, la méthode est très utilisée en recherche agronomique et promet de nombreuses applications pour les différentes filières. Dès 2016, un champignon de Paris modifié pour ne pas brunir a été autorisé à la vente aux Etats-Unis (Waltz, 2016). Les applications des nucléases programmables aux animaux d'élevage sont nombreuses et variées : résistance aux maladies comme le Syndrome Dysgénésique et Respiratoire du Porc (SDRP, PRRS en anglais), amélioration de la santé humaine en produisant du lait hypoallergénique, amélioration de l'efficacité de la croissance en arrêtant la production de myostatine (facteur limitant la croissance musculaire), modification des pratiques d'élevage en développant des vaches sans cornes (Tan *et al.*, 2013). Pour l'instant, ces applications sont encore confinées dans les laboratoires et n'ont pas atteint la chaîne alimentaire. Le sujet n'en reste pas moins très débattu au sein de la communauté scientifique. Jennifer Doudna elle-même a mis en garde<sup>3</sup> sur les dérives possibles d'un outil tel que Crispr et plus généralement des potentialités de l'édition du génome.

Les sciences sociales sont aujourd'hui fréquemment associées à des travaux en sciences de la nature. Cette intégration des sciences sociales trouve en partie son origine dans un contexte de remise en cause des sciences et de multiplication des scandales sanitaires et agroalimentaires (comme la crise de la vache folle), qui ont renforcé la méfiance d'une partie des citoyens envers l'activité scientifique. L'implication des sciences sociales dans des projets de recherche pluridisciplinaires ou sur des objets des sciences de la nature vise à faciliter le dialogue avec le grand public, ou, plus modestement, à une meilleure compréhension des points de vue des différents acteurs. Ce mouvement s'inscrit dans la filiation de « *sciences studies* », qui ont étudié les conditions de production des connaissances. Les approches sont multiples : sociologie des controverses pour identifier les acteurs impliqués et la dynamique des débats, approches socioéconomiques pour étudier l'organisation des filières ou les comportements d'achats des consommateurs, sociologie du risque pour mieux comprendre la perception des différents risques, sociologie de l'alimentation, etc.

---

<sup>3</sup> *The Science and Ethics of Genome Editing - Professor Jennifer Doudna*. (2018, 16 février). [Vidéo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=gC\\_x2XKJjQo](https://www.youtube.com/watch?v=gC_x2XKJjQo)

Les modifications ciblées du génome ne font pas exception à ce mouvement et sont aussi un objet d'étude pour les sciences sociales. Plusieurs travaux ont cherché à saisir l'attitude du grand public vis-à-vis de ces technologies en menant des études de consommateurs.

Certaines parties prenantes ou décideurs ont ainsi mené des sondages, comme en Norvège (Bratlie et Mellegård, 2020) et au Royaume-Uni (Ipsos Mori, 2021), afin de cerner et caractériser la position des citoyens vis-à-vis des aliments modifiés par des NTG. La recherche académique s'est, elle aussi, intéressée au sujet. Aux Etats-Unis, Ritter *et al.* (2019) ont interrogé 434 consommateurs sur leur perception d'une vache modifiée génétiquement pour ne plus avoir de cornes. Cette étude montre que l'application ainsi que l'objectif mis en avant influencent l'attitude du public vis-à-vis des NTG. Les répondants étaient plus favorables à une application de résistance aux maladies qu'aux vaches sans cornes, et étaient également plus favorables lorsque l'objectif présenté était une amélioration du bien-être animal plutôt qu'une diminution des coûts.

Certains travaux cherchent à identifier les déterminants socioculturels influençant la perception qu'ont les individus des biotechnologies. C'est le cas de Debucquet *et al.* (2020) qui se sont ainsi intéressés aux représentations influençant la perception qu'ont les profanes français des NTG. Cette étude se concentre sur les techniques en elles-mêmes, en laissant de côté les utilisations dont elles pourraient faire l'objet. Les résultats montrent que dans l'ensemble, les 45 participants à l'enquête n'étaient pas très favorables aux NTG, la transgénèse et la cisgénèse étant les méthodes les plus rejetées. L'étude révèle une différence dans les logiques de classifications profanes et scientifiques des outils génétiques. Certains individus suivent une logique « cartésienne », leur préférence est aux techniques ciblées, d'autres suivent une logique « naturaliste » et tolèrent mieux les techniques aléatoires. Des critères comme le degré d'intervention de l'humain, la précision et la transmissibilité influencent aussi la représentation qu'ont les individus.

Au niveau européen, une étude néerlandaise (Middelveld *et al.*, 2021) s'est intéressée aux imaginaires sociotechniques forgeant le rapport aux NTG des professionnels de la sélection génétique et des chercheurs en science de l'agriculture. Trois imaginaires ont été identifiés. L'imaginaire « *Cautiously Exploring* », le plus fréquemment rencontré, qui se caractérise par l'incertitude et l'indécision des acteurs, qui ne savent pas vraiment s'il faut adopter ou non la technologie. Quelques individus adhèrent à un imaginaire qualifié de « *Move Fast* », imaginaire qui s'appuie sur la conviction que les NTG sont une solution à développer et dont l'enjeu

principal est d'obtenir un cadre réglementaire favorable et d'avancer à grands pas vers la commercialisation. Le dernier imaginaire est le « *Move Out* » : dans ce schéma de pensée, les NTG vont inévitablement se développer, mais en dehors de l'UE, qui ne réévaluera pas sa position vis-à-vis de ces technologies. Pour les auteurs, il est important de s'intéresser à ces imaginaires sociotechniques, puisque les acteurs de la sélection génétique et de la R&D s'appuient sur eux pour faire évoluer ou maintenir l'équilibre actuel autour des NTG et peuvent peser dans les négociations.

### **1. Appellation des produits obtenus : une définition juridique**

**Organisme Génétiquement Modifié (OGM)** : « un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle. » (Directive 2001/18/CE relative à la dissémination volontaire d'OGM dans l'environnement).

**Animal Génétiquement Modifié (AGM)** : la définition précédente s'appliquant spécifiquement à un animal.

### **2. Outil utilisé**

**Modification ciblée du génome** : expression générique qui qualifie des méthodes de modification du génome développées à partir des années 2000. Elles se distinguent des méthodes précédentes car elles permettent de cibler le gène à modifier et non plus simplement d'effectuer une insertion aléatoire d'un gène étranger (transgénèse). Crispr-Cas9 fait partie de la famille des nucléases programmables, qui comprend également les nucléases « à doigt de zinc » (ZFN) et les Talen (*Transcription activator-like effector nucleases*). Ces autres nucléases, découvertes antérieurement, permettent également des modifications ciblées des génomes, mais leur utilisation est plus complexe et plus coûteuse que Crispr-Cas9. Le caractère ciblé et précis des modifications engendrées par les nucléases programmables leur a valu l'appellation de « ciseaux moléculaires ». Ces modifications permettent d'inactiver, muter, substituer ou insérer une ou plusieurs séquences d'ADN.

**New Breeding Techniques (NBT) / Nouvelles Technologies Génétiques (NTG)** : expression générique qui qualifie les outils de modification du génome développés après 2001 et la directive 2001/18/CE. Cette expression qualifie un nombre de techniques plus large que les simples dits outils dits de modification ciblée du génome.

**Edition du génome** : traduction littérale de l'expression anglaise « *genome editing* » désignant une partie des techniques comprises sous l'expression NBT/NTG et permettant d'opérer différents types de modification : mutagénèse, transgénèse, etc.

Son emploi est sujet à débat. D'autres acteurs préfèrent la traduction réécriture/correction du génome.

### **3. Les utilisations possibles**

**Cisgénèse** : insertion d'éléments d'ADN présents chez d'autres animaux de la même espèce ou d'une espèce proche (compatible sexuellement). Ces éléments d'ADN n'ont pas été réarrangés ou modifiés.

**Intragénèse** : insertion d'éléments d'ADN présents chez d'autres animaux de la même espèce ou d'une espèce proche (compatible sexuellement). Contrairement à la cisgénèse, les éléments d'ADN ont été réarrangés ou modifiés.

**Transgénèse** : introduction de gènes ou d'éléments d'ADN provenant d'une espèce avec laquelle la reproduction sexuée n'est pas possible.

## I. Un sujet à la croisée des controverses

Cette étude a pour de se concentrer sur l'utilisation des techniques de modification ciblée du génome aux animaux d'élevage. Le débat autour des OGM, est plus récemment des NTG tourne principalement autour de leur application aux végétaux. Cette partie présente les principales périodes de la controverse autour des OGM (végétaux) en France. Ce retour sur l'expérience des OGM permettra par la suite de mieux comprendre les enjeux d'assimilation ou au contraire de différenciation des techniques de modification ciblée du génome par rapport aux OGM « classiques ».

Cependant, la controverse autour des OGM n'est pas l'unique toile de fond indispensable à l'étude de ce sujet. C'est donc ensuite sur la controverse autour de l'élevage que cette partie s'intéressera. La modification ciblée du génome des animaux d'élevage soulève de nombreux questionnements qui s'inscrivent dans des débats plus larges autour des systèmes d'élevage et de leurs impacts, positifs ou négatifs, sur l'animal, l'environnement et la santé humaine.

### La controverse autour des OGM, une controverse ancienne

Pour mieux saisir les débats autour de l'utilisation des NTG en élevage, il semble essentiel de revenir sur la controverse autour des OGM. En effet, en Europe les NTG sont juridiquement considérées comme des OGM, qui sont définis par la directive 2001/18/CE comme « un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle ». Sont ainsi considérés comme OGM, en Europe, les produits issus de la transgénèse. Le 25 juillet 2018, la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE) a publié un arrêt stipulant que les produits issus de la mutagénèse ciblée (comme par exemple les produits CRISPR) devaient être considérés comme des OGM selon la directive 2001/18/CE. Ils n'ont pas bénéficié de l'exemption dont faisaient l'objet certaines méthodes<sup>4</sup> de mutagénèse aléatoire, très utilisées en génétique végétale depuis de nombreuses décennies.

---

<sup>4</sup> Sont nommées la mutagénèse et la fusion cellulaire, voir *Directive 2001/18, relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement*, Annexe I B.

La controverse sur les OGM a pris des formes différentes selon les pays. En France, la recherche sur les OGM n'a pas posé de problème majeur à ses débuts. Avant que la controverse ne devienne publique, les OGM ont donné lieu à la première application du principe de précaution avec la directive sur l'évaluation préalable à la dissémination volontaire d'OGM (Hermitte, Noiville, 1993). Bernard de Raymond (in Hervieu *et al.*, 2010) s'est intéressé à la périodisation du conflit sur les OGM en France et à ce qu'il appelle les différentes configurations du conflit qui se sont succédées. De 1987 à 2008, il observe sept configurations durant lesquelles les jeux d'acteurs et les registres argumentaires évoluent (périodes qui ne sont pas tranchées et registres argumentaires qui souvent s'additionnent). Il montre comment entre 1987 et 1996 la controverse est restée « confinée » (pour reprendre l'expression de Lemieux, 2007) au milieu de l'expertise scientifique et des filières semencières, pour ensuite être rendue publique lorsque Greenpeace a stoppé un navire important du soja transgénique en Europe. Une fois publique, les premiers arguments se sont échangés sur des registres environnementaux et sanitaires, autour notamment de la question de l'irréversibilité : une fois les OGM produits et commercialisés, on ne pourra pas revenir en arrière s'il y a un danger. L'arrivée dans l'arène de la Confédération paysanne va fortement transformer le débat autour d'enjeux économiques : brevetabilité du vivant, liberté de ressemer, et amener la controverse à une échelle internationale (Bernard de Raymond, 2010, pp. 321-322).

C'est la controverse sur les plantes génétiquement modifiées (PGM) qui a donné lieu à la première conférence « de consensus » en France, en 1998, rebaptisée conférence de citoyens. L'idée de la prise en compte, ou du moins la consultation, de l'avis des citoyens fait doucement son chemin. C'est d'ailleurs par la loi du 25 juin 2008, relative aux OGM, qu'est créé le Haut Conseil des Biotechnologies (HCB) qui, s'il ne réunit pas de citoyens non-impliqués, voit siéger les différentes parties prenantes au sein de son comité économique, éthique et social (CEES). Le HCB est constitué de deux entités, un comité scientifique (CS) constitués d'experts et le CEES, « composé d'élus, de représentants d'organisations professionnelles, de salariés, d'associations de protection de l'environnement, d'associations de défense des consommateurs et de personnalités qualifiées<sup>5</sup> ». Il a pour mission « d'éclairer la décision publique », à travers ses avis et recommandations, sur les questions liées aux biotechnologies et notamment aux

---

<sup>5</sup> <http://www.hautconseildesbiotechnologies.fr/fr/article/organisation> [Consulté le 10 juin 2020]

OGM. Le fonctionnement du HCB est financé par les ministères dont il dépend : ministères de l'Environnement, de la Santé, de l'Agriculture, de la Recherche et de la Consommation.

C'est donc au sein de cette controverse sur les OGM que s'inscrit la controverse sur les NTG, en la prolongeant tout en s'en distinguant. La controverse autour des OGM a fortement imprégné, encore aujourd'hui, la société française (au sens large : citoyens « lambdas », communauté scientifique, milieu agricole, politique, économique). La question des OGM est toutefois souvent limitée à celle des plantes génétiquement modifiées (PGM). Peu d'animaux transgéniques (AGM) sont autorisés sur le marché, même s'ils sont nombreux dans les laboratoires, à des fins de recherche fondamentale ou d'application pharmaceutique. L'étude du seul AGM commercialisé à ce jour, le saumon transgénique, a montré comment les registres argumentatifs mobilisés étaient principalement le registre environnemental (surpêche d'un côté, risque de pollution génétique de l'autre), le registre économique (intérêts des aquaculteurs menacés par l'arrivée d'un nouveau concurrent sur le marché) puis le registre sanitaire (autour des publics vulnérables et des risques de développement d'allergies alimentaires) (Barrey, 2015). L'auteure soulève l'absence du registre du bien-être animal, excepté dans un rapport canadien, rapport dont les arguments ne seront pas repris par les différentes parties prenantes.

Les registres argumentaires mobilisés sur la controverse autour de l'utilisation des NTG en élevage sont susceptibles d'être questionnés à deux niveaux. Tout d'abord, les registres mobilisés pour la controverse autour des OGM vont-ils être conservés ou renouvelés ? Par exemple, CRISPR-Cas 9 étant systématiquement louée pour son moindre coût, on peut se demander si la question économique aura une place aussi importante que dans l'étude de Bernard de Raymond (Bernard de Raymond, 2010). Ensuite, la spécificité de l'application des NTG à l'élevage invitera probablement au recours à de nouveaux registres argumentaires spécifiques aux animaux. C'est pourquoi il apparaît essentiel de revenir sur la place de l'élevage dans la société, et plus généralement les relations de l'humain à la nature.

### et un élevage controversé

L'élevage est devenu un sujet très controversé. Il est critiqué sur de nombreux plans : son impact sanitaire, impact sur l'environnement et respect des animaux (Delanoue, 2018, p.148). Ces trois dimensions donnent lieu à des incertitudes. Par exemple, s'il est acquis que l'élevage contribue à l'émission de Gaz à Effets de Serre (GES), l'évaluation exacte de cette contribution fait encore débat. Nous verrons comment plusieurs types de relation à l'animal se

croisent dans le cadre de l'élevage. Il y a d'abord l'animal considéré comme objet de recherche. Ensuite, se pose la question de l'animal comme aliment, statut rejeté par certains acteurs. Les interrogations autour de la place de l'animal comme aliment vont de pair avec une réflexion plus large sur la place de l'élevage au sein de la société.

### 1) L'animal et le savant : l'animal-machine

La relation de l'humain aux animaux (mais aussi aux végétaux) qui l'entourent a pu prendre la forme de la domestication, c'est à dire une évolution de certaines espèces animales au contact de l'homme ou, d'après le Larousse, « transformation d'une espèce sauvage en espèce soumise à une exploitation par l'homme, en vue de lui fournir des produits ou des services ». La domestication peut être plus ou moins forte selon les espèces et leur degré de dépendance envers l'humain. En contrepartie, les animaux y ont trouvé des avantages (protection face aux prédateurs, nourriture, éventuellement soins). La domestication se fait par sélection des individus qui présentent des avantages (caractères d'intérêt) pour l'homme : comportement, productivité... Cette sélection transforme donc l'espèce selon des critères favorables à l'homme<sup>6</sup>. Au départ empirique, la sélection s'est appuyée sur les découvertes scientifiques pour se développer, notamment la génétique et la génomique, pour gagner en précision. La génétique comme discipline naît au tournant du XX<sup>e</sup> siècle, quand des savants redécouvrent les travaux de Mendel jusqu'alors laissés de côté. À la même époque, des éleveurs-sélectionneurs se regroupent et pratiquent une sélection « artisanale » (Sellier et al., 2019). Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les races d'animaux domestiques commencent à se fixer, d'une part via le travail des zootechniciens qui spécialisent les races. D'autre part, un travail de sélection en dehors du milieu scientifique se met en place : les aristocrates présentent leurs bêtes lors des concours agricoles, tandis que la bourgeoisie se prend de passion pour les *herdbooks* (Digard, 1990, cité par Delanoue, 2018, p. 105). Le travail de sélection a ensuite connu le bouleversement de la génétique.

Sellier, Boichard et Verrier ont retracé les débuts de la recherche en génétique animale au sein d'INRAE au début des années 1950, en passant par le développement de la biologie

---

<sup>6</sup> CCC d'éthique Inra-Cirad-Ifremer, *Avis sur la modification génétique des animaux à l'épreuve de l'édition du génome*, Avis 12, décembre 2019, p.17.

moléculaire dans les années 80 puis l'arrivée des premiers séquençages au début du siècle. Ils rapportent que, si la sélection a été un temps orientée principalement sur des critères « productivistes », un tournant s'est opéré dès les années 1990, avec de nouveaux objectifs plus « durables » : importance des caractères d'adaptation ou intérêts pour la question des ressources génétiques et de la diversité (Sellier et al., 2019). Certains auteurs, comme Bourdon, ont questionné le regard que portait le savant sur l'animal. Pour lui, la demande de prise en compte du bien-être animal est venue bouleverser une science qui avait érigé l'insensibilité envers les animaux en valeur. C'est cette insensibilité même qui est à l'origine de la zootechnie (Bourdon, 2003). De même, Pelosse (2002) fait le lien entre le développement de la zootechnie et la mise en place d'un système « d'élevage intensif confiné ». L'association entre les sciences de la nature et l'élevage, qu'elle soit avérée ou parfois fantasmée, est un élément de compréhension dans la controverse autour des NTG. La perception qu'auront les acteurs des NTG sera probablement influencé par leur vision de l'animal, de l'élevage mais aussi de la science et de la place que doivent prendre les sciences de la nature dans l'élevage.

## 2) L'animal et le mangeur : l'animal-aliment

D'après Claude Lévi-Strauss, ce qui est bon à manger doit aussi être bon à penser. En suivant ses traces et en s'intéressant au rapport qu'entretient le mangeur avec son alimentation, la socio-anthropologie a montré que l'anxiété était inhérente à l'acte alimentaire (Fischler, 1990). Ce paradoxe, appelé paradoxe de l'« Omnivore » par Fischler, fait que nous sommes pris entre la nécessité de manger des aliments variés mais qui doivent être culturellement identifiés (et valorisés). « Si nous ne savons pas ce que nous mangeons nous ne savons pas ce que nous allons devenir mais aussi ce que nous sommes » (Fischler, 1990, p.70, cité par Poulain, 2002, ed. 2017). Or le rapport de l'humain à l'animal de rente aujourd'hui est plus distant et va de pair avec une tendance à la désanimalisation de la viande, c'est-à-dire une dissimulation de l'origine animale des produits (Raude, Fischler, 2007).

Actuellement, notre rapport aux animaux suit un double mouvement de distanciation et rapprochement. Avec l'industrialisation et l'urbanisation, les animaux d'élevage ainsi que les abattoirs ont été repoussés hors des villes et loin des consommateurs (Vialles, 1986) : on observe un phénomène de distanciation géographique mais aussi cognitive (Poulain, 2007). Parallèlement, les animaux de compagnie sont de plus en plus nombreux (Lesage *et al.*, 2016).

On voit donc deux groupes se distinguer au sein des animaux domestiques : les animaux de rente et les animaux de compagnie. Ces catégories sont loin d'être étanches. Micoud (2010) est venu les interroger dans son article *Sauvage ou domestique : des catégories obsolètes ?* Pour lui, ces deux catégories anthropologiques (ou éventuellement sociojuridiques), sont insuffisantes pour penser le statut de l'animal dans nos sociétés modernes occidentales. Il propose une catégorisation alternative pour inviter à questionner nos systèmes de classification : le vivant-matière et le vivant-personne. Le vivant-matière correspond à des animaux considérés comme une masse, un ensemble indistinct (par exemple un ban de poisson). Les animaux, ou cette « masse de chairs vivantes », sont peu visibles pour la société. Il s'agit des animaux d'élevage en batterie, de laboratoires... Le vivant-personne est le pôle opposé de cet axe vivant-matière/vivant-personne. À son extrémité se trouvent des animaux considérés en tant qu'individus, avec une personnalité propre, qui font « l'objet d'investissement affectifs et d'attentions gratuites » (Micoud, 2010), au premier rang desquels se trouvent les animaux de compagnie. Cette classification montre que l'animal en tant que tel n'existe pas et que d'une espèce à l'autre, la perception des acteurs peut s'avérer différente.

D'autres anthropologues ont identifié des systèmes classificatoires des animaux en lien avec leur place dans le système alimentaire. Pour Leach (1980, pp. 263-297), les animaux sont classés selon leur proximité avec l'humain. Les animaux sauvages et les animaux de compagnie, de par respectivement leur éloignement trop grand et leur trop grande proximité ne sont pas « bons à manger ». Le gibier et les animaux domestiques (animaux de rente) se situant dans un juste milieu sont, eux, consommables. Ces catégories évoluent cependant d'une culture à l'autre ou d'une époque à l'autre. Le cheval se situe ainsi dans plusieurs catégories : ancien compagnon de travail dans les champs ou pour se déplacer, il est aujourd'hui principalement utilisé comme animal de loisir. La viande de cheval, pendant un temps très consommée en France, l'est de moins en moins, comme en témoigne la quasi disparition des boucheries chevalines. Petit à petit, le cheval sort de la culture alimentaire française.

Ce travail laissera de côté les animaux sauvages ainsi que les animaux de compagnie ou de loisir, bien que l'utilisation des NTG sur ces animaux existe (forçage génétique chez les moustiques, ou le GloFish, un poisson zèbre de compagnie modifié génétiquement pour être fluorescent). Les questions que peut soulever l'utilisation des NTG sur ces animaux sont susceptibles d'être différentes. Notons que la commercialisation du GloFish est interdite au sein de l'UE mais autorisée aux USA par la FDA depuis 2003. La FDA a considéré qu'en tant

qu'animal d'ornement et non produit alimentaire, le GloFish ne nécessite pas de réglementations particulières. L'État de Californie s'est démarqué de la décision fédérale et a interdit la vente et la possession de GloFish. Un des membres de la Commission « Fish and Game » à l'origine de cette décision explique son vote dans une tribune par l'aspect « frivole » de la modification et l'absence de « bénéfice public » de cette utilisation de la transgénèse<sup>7</sup>.

Au sein même de la catégorie des animaux de rente, il existe de nombreuses classifications. Ce sont elles qui nous intéressent tout particulièrement, car elles peuvent influencer les réponses des différents acteurs, selon qu'il est question d'un poisson ou d'une vache. L'exemple du poisson n'a pas été choisi par hasard, puisque plusieurs auteurs ont souligné que son statut d'animal était encore mal assuré (Bérard, 1998), parfois plus proche de la plante que de l'animal domestique. Certains auteurs expliquent ce traitement différencié par l'absence de similitude entre l'homme et le poisson : il vit dans l'eau et meurt sur terre, il n'a (dans la majorité des cas) pas de sang (Vialles, 1998). Vialles souligne aussi que la question de la souffrance du poisson n'est (à la fin des années 90) jamais prise en compte par ses interlocuteurs, des pêcheurs des étangs de Dombes, pour qui maintenir en vie le poisson est avant tout une question de fraîcheur. Aujourd'hui, la prise en compte du bien-être des poissons semble émerger dans l'arène publique. Le bien-être des poissons apparaît comme le 3ème facteur d'inquiétude (27%) concernant le poisson dans l'étude « Inquiétudes » 2016, alors qu'il n'est pas cité par les répondants dans l'étude 2009-2010 (Poulain, 2016, p. 18).

### 3) Les Français, l'éleveur et l'animal de rente

Plus généralement, la place de l'élevage dans la société semble questionnée depuis plusieurs décennies. Nous ne nous étendons pas ici sur le rapport ambivalent du mangeur au meurtre animal (Beardsworth, 1995, Poulain, 2007). Il n'en reste pas moins qu'aujourd'hui, même en France, les mouvements végétariens ont gagné en visibilité. Ils invitent la société à s'interroger sur sa consommation de viande, en questionnant ses apports nutritionnels ainsi que les méthodes d'élevage. Avec les vidéos de l'association L214, la distanciation s'est

---

<sup>7</sup> « *But creating a novelty pet is a frivolous use of this technology. No matter how low the risk is, there needs to be a public benefit that is higher than this.* », cf : Schuchat, Sam. « Why GloFish won't glow in California ». *SFGate*, 15 janvier 2012, [www.sfgate.com/opinion/openforum/article/Why-GloFish-won-t-glow-in-California-2545870.php](http://www.sfgate.com/opinion/openforum/article/Why-GloFish-won-t-glow-in-California-2545870.php). [Consulté le 05 juillet 2020].

brutalement rétrécie. L'élevage est devenu une activité fortement controversée, une controverse qualifiée de systémique en raison de la complexité des réseaux d'acteurs et des registres d'incertitude en jeu (Delanoue, 2018). Si certains acteurs (abolitionnistes) remettent en cause le fondement même de l'élevage, c'est plus généralement une remise en question de l'élevage dit industriel<sup>8</sup> et une exigence de prise en compte du bien-être animal qui émerge au sein de la société française (*ibid.*).

En réponse à ces questionnements, plusieurs auteurs incitent à repenser le rapport qu'entretient l'élevage aux animaux de rente. Catherine et Raphaël Larrère invitent à revoir le « contrat domestique », entre l'homme et l'animal de rente. Ils rappellent que la domestication implique par essence une forme de domination et de hiérarchie et qu'il ne peut être question d'égalité. Ils considèrent la domestication comme un échange de services mutuels, où l'homme a des devoirs envers les animaux, or ce contrat a été rompu par l'élevage industriel (Larrère et Larrère, 1997). Jocelyne Porcher voit dans la relation homme - animal de rente une relation don/contre-don inspiré du travail de Marcel Mauss (Porcher, 2013).

Ces retours sur la controverse autour des OGM et les débats qui entourent l'élevage et le statut des animaux d'élevage au sein de la société moderne sont des cadres d'analyse utiles pour une meilleure compréhension des enjeux que soulèvent l'application des NTG aux animaux. Si la controverse autour des OGM a durablement imprégné la société française, les débats actuels autour de l'élevage se sont révélés très présents dans le discours des acteurs rencontrés. La partie suivante présente le cadre théorique retenu pour appréhender au mieux la complexité de notre sujet.

## II. Cadre théorique et méthodologie

L'analyse des NTG appliquées aux animaux d'élevage peut s'envisager de plusieurs manières. Tout d'abord, la sociologie du risque offre un cadre d'analyse intéressant pour comprendre la multiplication des controverses portant sur des objets scientifiques et techniques,

---

<sup>8</sup> Il n'existe pas de définition précise de l'élevage industriel. Il y a souvent confusion entre les notions d'élevage intensif et d'élevage industriel. On pourrait définir l'élevage intensif comme un système qui cherche à maximiser les rendements. L'élevage industriel comme un système qui applique des procédés de l'industrie à l'élevage, ce qui englobe diverses réalités. Certains lui substituent l'expression élevage « conventionnel ».

mais insuffisant pour saisir l'ensemble des enjeux du sujet. C'est donc l'analyse des controverses qui a été retenue comme étant la cadre théorique le plus adéquat. En effet, la modification ciblée du génome peut être qualifiée d'objet sociotechnique, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une technique ayant des conséquences dans de multiples champs du social (juridique, économique, culturel, etc.). De plus, la partie précédente a montré comment le sujet de cette étude, les NTG appliquées aux animaux d'élevage, entretient des liens forts à la fois avec deux grandes controverses autour des OGM et celle autour de l'élevage. Cette partie présente ces deux courants de la sociologie et leurs intérêts et limites pour l'étude des NTG.

### La sociologie du risque

Loin d'apporter plus de réponses, le développement des sciences et techniques soulève son lot d'incertitudes. En découle de nombreuses controverses, parmi lesquelles Tchernobyl (1986) et l'affaire du sang contaminé (1991), l'ESB (1996) et l'arrivée des OGM en Europe la même année. Pour de nombreux auteurs, dont Ulrich Beck (1986), le risque est dorénavant un élément central de nos sociétés. Nous devenons une « société du risque », qui est la continuité, et le dépassement, de la société industrielle : on passe d'une logique de répartition des richesses à une logique de répartition des risques. C'est l'advenue de catastrophes telles que Bhopâl et Tchernobyl qui fait prendre conscience que désormais, le danger ne vient plus des « Autres », mais de la société elle-même. Les risques sont engendrés par la société, ils ne sont plus le simple fait d'une nature extérieure ou d'un courroux divin. Le fatalisme cède la place à la responsabilité humaine. Les risques acquièrent une ampleur nouvelle : ils sont désormais universels, ils ne tiennent pas compte des frontières ni de nos performances individuelles. Ils représentent aussi une menace pour l'humanité et plus simplement pour l'individu, « une éventuelle autodestruction de la vie sur terre » (Beck, 1986, p. 39).

Le passage de la société industrielle classique à une société (industrielle) du risque se fait par un processus dit de « modernisation réflexive ». Comme l'écrit Beck, « Il ne s'agit plus ou plus uniquement de rentabiliser la nature, de libérer l'homme des contraintes traditionnelles, mais aussi et avant tout de résoudre des problèmes induits par le développement technico-économique lui-même. Le processus de modernisation devient « *réflexif* », il est à lui-même objet de réflexion et de problème » [souligné par l'auteur] (Beck, 1986, p. 36). Cela signifie que la société s'interroge sur ses fondements, ses valeurs et son impact. Les valeurs telles que

le progrès et la science, qui orientaient la société industrielle classique, font place à une profonde remise en question. Il en va de même pour la science qui en vient à s'interroger sur ses fondements et ses méthodes. En quelque sorte, elle s'applique désormais le « doute systématique » qu'elle prônait pour étudier le monde extérieur à la science. Pour Beck, « la science devient *cause (partielle), médium de définition, et source de solution* des risques » [souligné par l'auteur] (Beck, 1986, p 341). Il précise cependant, que si la science est soumise aux critiques voire parfois au désaveu, ce n'est pas du fait de son échec. Au contraire, c'est parce la science est arrivée à un niveau de scientificité inégalé qu'elle est faillible. Notre société n'a jamais autant dépendu de la science, qui pourtant ne s'avère pas suffisante, c'est « la prétention à la connaissance et à l'établissement de la vérité dans la logique des Lumières [qui] recule systématiquement devant le faillibilisme *trionphant*, produit de la méticulosité scientifique » [souligné par l'auteur] (Beck, 1986, p. 344).

L'œuvre de Beck est trop riche pour que nous abordions l'ensemble de sa théorie ici. Nous garderons cependant en mémoire que la société actuelle est une société où le risque est omniprésent, engendré par la société scientifico-technique elle-même et qu'il se démarque par son potentiel catastrophique. La science tient une place centrale dans cette société du risque. À la fois toujours en expansion, elle est aussi objet de critiques, qui s'expliquent en partie par son hypercomplexité, par son application du doute jusqu'à dans ses fondements, et de ce fait par l'abandon de l'idée de connaissance absolue et de « croyance » en la science propre à la société industrielle.

### Différentes analyses du risque

Puisque la science se prend désormais elle-même pour champ d'étude, ainsi que les effets qu'elle crée, l'analyse des risques est devenue un courant de recherche à part entière.

Les limites d'une évaluation du risque s'appuyant uniquement sur des critères quantitatifs sont apparues. Les modalités d'évaluation des risques peuvent en effet prendre diverses formes : statistique et probabiliste versus sociale. L'analyse standard du risque, qui s'appuie souvent sur des calculs probabilistes, tend souvent à rejeter le point de vue des profanes, qui seraient soumis à des « biais de perceptions ». La controverse sur les OGM a été l'occasion pour certains auteurs, comme Claire Marris, de se pencher sur les rapports

experts/profanes et de renouveler l'analyse du risque. Quand ils ne sont pas taxés d'irrationalité, voire de folie. Le thème de la folie est très présent dans le traitement de la crise comme celle de l'ESB : des chercheurs aux citoyens, en passant par les vaches, c'est la « folie généralisée » (Poulain, 2002, rééd 2017, pp76-77). Cette tendance à la psychologisation des crises et des acteurs (et principalement des profanes) a été mise à distance par de nombreux auteurs (Poulain, 2002, Barbier, 2003, Masson *et al.*, 2003). Le rapport PABE (Marris *et al.*, 2001) a étudié « les perceptions des réactions du public parmi les parties prenantes » et les « perceptions des OGM parmi les citoyens non-impliqués ». Il en ressort un grand décalage et une dizaine de « mythes » que projettent les parties prenantes et les décideurs politiques sur les citoyens non-impliqués dans la controverse. Ce rapport a ainsi réhabilité la perception qu'ont les profanes des questions sociotechniques, en montrant que leur représentation des OGM était bien plus complexe que ce que certains experts imaginaient. Ce rapport invite aussi à interroger le rôle des institutions dans la construction du débat autour des biotechnologies, soulignant que le public se réfère à des scandales passés pour analyser la controverse autour des OGM, comme dans ce cas précis la crise de l'ESB<sup>9</sup>. Le déni des décideurs politiques face à l'existence d'incertitudes a été critiqué par les citoyens (Marris *et al.*, 2001, p. 60). Notons que les citoyens interrogés n'ont pas pour autant montré une confiance aveugle et absolue dans les ONG, même s'ils ont expliqué apprécier le contrepoint qu'elles offraient (Marris *et al.*, p. 63).

D'autres éléments sont ainsi pris en compte par les profanes lorsqu'ils évaluent un risque, comme la qualité de ce dernier : est-il volontaire ou subi, juste ou injuste, a-t-il un potentiel catastrophique, est-il perceptible ou imperceptible par nos sens (Chevassus, 2002) ? Il est important de noter ici que bien souvent les produits issus des nouvelles technologies alimentaires remplissent tous les attributs rejetés par les individus : non perceptibles par notre système sensoriel, subis, injustes (c'est-à-dire que celui qui est exposé au risque n'est pas celui qui prend la décision), des conséquences potentiellement à grande échelle (du fait d'un système alimentaire mondialisé) et pas nécessairement étiquetés.

Ici, le cas déjà cité de la crise de l'ESB mérite d'être développé. Il s'agit en effet de la première controverse sociotechnique qui touche à l'alimentation et aux méthodes d'élevage. Cette crise de l'ESB a conduit à une crise institutionnelle et à la création des agences, et plus

---

<sup>9</sup> « Moreover, the focus group participants did not believe that decision-makers had learned from the BSE fiasco, in order to reform their ways. They therefore naturally considered that the same kinds of behaviour - and mistakes - could be expected with respect to GMOs », in : Claire Marris, Brian Wynne, Peter Simmons and Sue Weldon, *Final Report of the PABE*, 2001, (FAIR CT98-3844), p49.

particulièrement l'AFSSA en 1999, actuelle ANSES (Barbier, 2003). Elle a donc eu un impact sur le paysage institutionnel dans lequel s'inscrivent les crises alimentaires.

Il est intéressant de noter que la mise en avant des OGM s'est en grande partie faite en lien avec la crise de l'ESB. C'est notamment le fait d'associations et par la reprise par les médias de slogans tel qu'« Alerte au soja fou »<sup>10</sup>. En s'inspirant de la théorie de Halbwachs (1925), on pourrait dire qu'il existe une certaine « mémoire sociale du risque », à l'aune de laquelle le public prévoit le comportement des différents acteurs et analyse la situation à venir. Les approches sont nombreuses ; d'autres auteurs (Wagner et Kronberger, 2002) se sont penchés sur les mythes collectifs européens qui influencent le rapport des individus aux biotechnologies. Ils considèrent que, plus ou moins consciemment, les individus ont un référentiel commun constitué de mythes anciens, régulièrement réactualisés. Dans cet imaginaire se trouve une figure qui nous intéresse tout particulièrement : celle de « l'apprenti sorcier »<sup>11</sup>. Encore une fois, cette image renvoie à celle d'un humain, mais surtout d'une science, générant ses propres problèmes. S'il paraît réducteur d'analyser la position des individus vis-à-vis des OGM uniquement par ce biais, il semble intéressant de rester attentif aux différents mythes ou imaginaires qui peuvent venir ponctuer les propos des différents acteurs. Cette image a été reprise pendant la crise de la vache folle : l'apprenti sorcier qui a transgressé les lois de la nature, en rendant les vaches « cannibales » (Lévi-Strauss, 2001). La question devient alors morale. Cette notion de transgression, difficile à définir puisqu'elle dépend à la fois des individus et des sociétés, est primordiale pour étudier les OGM et les NTG : à quel moment considère-t-on que l'humain va trop loin ? Lorsqu'il induit une mutation aléatoire ? Ou lorsqu'il introduit un gène étranger (transgénèse) ? Cette limite est susceptible de varier selon les acteurs.

L'analyse des risques et la place prépondérante de la science au sein de la société invitent nécessairement à questionner le rapport à la science. C'est plus particulièrement au rapport de confiance/défiance qu'entretiennent de nombreux acteurs avec la science que nous nous intéressons dans la sous-partie suivante.

---

<sup>10</sup> Une de Libé, « Alerte au soja fou », 1er septembre 1996. Voir : [https://www.liberation.fr/sciences/2009/06/16/nanos-et-ogm-le-debat-impossible\\_564989](https://www.liberation.fr/sciences/2009/06/16/nanos-et-ogm-le-debat-impossible_564989) [consulté le 31.08.2020]

<sup>11</sup> Goethe, *L'apprenti sorcier*, poème de 1797, pour ne garder en tête qu'une actualisation d'une figure récurrente.

Le divorce perceptible entre les sciences et la société semble s'expliquer par différents facteurs. Comme évoqué précédemment, la mémoire de scandales sanitaires passés (l'affaire du sang contaminé, ESB) contribue à une certaine suspicion de la société et à des prévisions négatives vis-à-vis du comportement des acteurs : des chercheurs, mais aussi des institutions et des industriels. Car il est difficile de séparer la recherche confinée en laboratoire des applications qui en sont faites. De même, l'utilisation de la science et des études produites dans l'espace public peut aussi être sujette à caution : intérêt politique ? industriel ? Pour finir, le traitement des informations scientifiques par les médias semble aussi impacter le rapport des non-scientifiques à la science. Encore plus, ce sont les réseaux sociaux et leur lot de théories alternatives voire conspirationnistes qui sont aussi accusés de compliquer les relations sciences/société.

La science elle-même, par son hypercomplexité (voir plus haut, Beck, 1986), la délicate reproductibilité des résultats obtenus et par la multiplication des sources scientifiques, rend difficile l'obtention d'une vision d'ensemble et des réponses précises. Son apparente difficulté à répondre aux problèmes actuels, du fait de leur complexité, rend les citoyens plus critiques. Les conflits d'intérêt, quant à eux, sont régulièrement dénoncés, au point d'instaurer une méfiance qui devient omniprésente. Ce sont donc à la fois des facteurs internes et externes à la science qui peuvent éclairer les relations parfois difficiles entre sciences et société.

Dans le cas spécifique de l'alimentation, la gestion scientifico-technique ne semble plus rassurer le mangeur. Dans les sociétés modernes occidentales, l'ambivalence de la vie et de la mort (Beardsworth, 1995) inhérente à l'acte alimentaire était gérée par le contrôle sanitaire effectué par le vétérinaire. Avec la crise de la vache folle, cette gestion du « meurtre alimentaire » a été mise à mal. Jean-Pierre Poulain y voit une crise de confiance non seulement envers la science mais aussi envers la gestion symbolique du meurtre alimentaire : « Le prestige de la science affaibli, les fonctions symboliques du vétérinaire contrôlant le processus d'abattage et « labellisant » la viande comme être mangeable sont atteintes. » (Poulain, 2002, ed. 2017, p.90). Lorsqu'il s'agit d'alimentation, la science suffit rarement à rassurer le mangeur<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> On peut notamment penser aux travaux de Paul Rozin sur la pensée magique. Il a notamment mené une expérience où il met en contact un aliment avec un cafard mort préalablement désinfecté et a constaté que malgré l'absence de danger sanitaire, les

La perception du risque est un point important pour comprendre la réception par les différents acteurs des biotechnologies et donc des NTG. Cependant, l'analyse du risque laisse de côté de nombreuses dimensions du sujet, c'est pourquoi la sociologie des controverses est apparue comme le cadre d'analyse adéquat.

### L'analyse des controverses

L'approche par l'analyse des controverses s'intéresse à des moments où tout est en train de se faire, va se faire ou au contraire ne pas se faire, ou pour le dire autrement « les conflits triadiques [...] constituent ouvertement des moments de renversement potentiel des rapports et des croyances jusqu'alors institués » (Lemieux, 2007). Ce cadre d'analyse s'accorde parfaitement à notre sujet. L'arrivée possible des biotechnologies dans le milieu de l'élevage, si elle n'est pas neuve, a pris une toute nouvelle dimension avec l'accélération des découvertes depuis CRISPR-Cas9. Les connaissances sur l'édition du génome sont encore instables tout en évoluant à grande vitesse. Les débats que soulèvent ces connaissances non stabilisées viennent rencontrer des questionnements bien plus vastes et non restreints au milieu scientifique : la place de l'élevage au sein de la société, le rapport de l'homme à l'animal avec les mouvements antispécistes et welfaristes, plus généralement le rapport de l'humain à la nature, questionné entre autres par les mouvements écologistes...

### *Qu'est-ce qu'une controverse ?*

Dans le sens commun, une controverse est « une discussion suivie sur une question, motivée par des opinions ou des interprétations divergentes »<sup>13</sup>. Souvent perçue comme un débat sans fin et bruyant, synonyme de polémique, la définition de la controverse en sociologie se construit plutôt autour de la notion d'incertitude. Ainsi la controverse sociotechnique peut se définir à minima comme un débat autour de connaissances scientifiques ou techniques qui ne sont pas stabilisées : il y a donc une (ou plusieurs) incertitude (c'est-à-dire un risque encore non calculé). Autour de ces connaissances non stabilisées s'agrègent des incertitudes plus vastes :

---

participants refusaient de consommer le produit « cafardisé ». Voir par exemple Rozin Paul, « La magie sympathique », *Autrement*, n°149, pp. 22-37, 1994.

<sup>13</sup> Larousse, Editions. « Définitions : controverse - Dictionnaire de français Larousse ». *larousse.fr*, [www.larousse.fr/dictionnaires/francais/controverse/18941](http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/controverse/18941). [Consulté le 7 juin 2020]

économique, sociale, juridique, morale... Différents acteurs prennent position autour de cette (ces) incertitude(s) : le débat scientifique sur ces connaissances non stabilisées sort souvent du milieu scientifique pour déborder sur un groupe d'acteurs plus large : c'est le passage à la controverse (Lemieux, 2007). Les deux parties prenantes débattent désormais devant un public-juge qu'elles cherchent à rallier : c'est un conflit que Cyril Lemieux qualifie de triadique (*ibid*).

Une des règles méthodologiques de la sociologie des controverses est de suivre un principe de symétrie (Pestre, 2007, Lemieux, 2007). Il a d'abord été conceptualisé par David Bloor (1976) qui souhaitait expliquer les succès et échecs scientifiques par les mêmes causes. Il constate en effet que l'on tend à expliquer les premiers par la méthodologie scientifique rigoureuse alors que les seconds sont expliqués par des éléments extérieurs au monde scientifique, tel le social. Le principe de symétrie est devenu un principe méthodologique central de la sociologie des sciences, qui veut que l'on considère sur un pied d'égalité les différents acteurs ainsi que leurs valeurs et leurs arguments. Cela ne signifie pas que ces acteurs sont symétriques, bien au contraire : c'est souvent parce qu'il existe une asymétrie de fait, qu'il est important d'établir une symétrie de droit (Pestre, 2007, Lemieux, 2007). Par asymétrie de fait, nous entendons que tous les acteurs ne sont pas aussi « légitimes » à s'exprimer et que tous les arguments n'ont pas la même légitimité. Ainsi Callon (1982)<sup>14</sup> distingue deux lieux de discussion autour d'une controverse : le forum constituant (officiel) et le forum officieux. Dans le premier se fait la science « légitime », la « théorisation scientifique, l'expérimentation ainsi que les publications dans des revues spécialisées ou des congrès ». Le second est constitué de revues semi-populaires, d'actions qui cherchent à rassembler des fonds ou d'autres activités qui ne sont pas considérées comme du travail scientifique légitime. La frontière entre ces deux forums « est un enjeu permanent, et les acteurs passent leur temps à se battre pour savoir qui participe à l'un des deux forums, quels sont les arguments et les sujets recevables dans chacun d'entre eux » (Callon, 1981, p. 394). Il y a donc ceux qui posent les problèmes et solutions légitimes et ceux qui sont relégués au second rang, voire tenus au silence, et cet équilibre est toujours susceptible d'évoluer. La symétrie de droit proposée par Lemieux (2007) vise donc à décrire de manière égale les acteurs, leurs arguments et leurs valeurs et sont étudiés selon un principe de neutralité axiologique (Pestre, 2007), d'autant plus pertinent que la controverse est en train de se dérouler et son issue n'est pas encore écrite. Ce principe de symétrie ne signifie pas pour autant que tous les arguments se valent, mais ce n'est pas ici le rôle du sociologue que

---

<sup>14</sup> Distinction reprises du travail de T. J. Pinch et H. Collins.

de juger la validité scientifique ou la pertinence des arguments mobilisés par les différents acteurs, d'autant plus qu'une controverse existe en l'absence de connaissances stabilisées.

Nous nous intéresserons aux registres argumentaires mobilisés par les acteurs en s'inspirant des travaux de Boltanski et Thévenot (1991). En fondant la sociologie pragmatique, ils ont cherché à saisir les capacités d'adaptation d'un acteur à différentes situations, en s'inscrivant à contre-courant d'une approche bourdesienne déterministe (qui tend à considérer l'individu en fonction de sa position dans la société, elle-même déterminé par son milieu d'origine, ses capitaux...). En s'intéressant aux situations d'accord et de désaccord, ils développent l'idée que les argumentaires des acteurs s'inscrivent dans différentes « cités de justification ». Une cité correspond à une logique d'argumentation et à un grand principe : chaque cité a des valeurs de référence spécifiques, des caractéristiques valorisées et dévalorisées, de même que des sujets valorisés. Les auteurs ont initialement identifié six cités valables dans le contexte français : cité civique, cité domestique, cité inspirée, cité de l'opinion, cité marchande et cité industrielle. Lafaye et Thévenot (1994) conceptualiseront par la suite une nouvelle cité, la cité verte. Retenons de cette théorie que les acteurs peuvent se justifier en usant d'arguments valables dans l'une ou l'autre des cités, mais qu'il n'y a pas d'argument valable dans toutes les cités à la fois. Ces différents registres d'argumentation visent à monter en généralité, pour mieux défendre sa position : chaque individu, en situation de dispute, va donc chercher à recourir à des arguments « légitimes ». Chaque cité a ses propres objets et symboles associés. Chaque individu a des cadres interprétatifs, qui leur permettent d'évaluer l'action et à prendre des décisions et guidant leurs logiques justification. D'un pays à l'autre, ces « répertoires culturels d'évaluations » peuvent évoluer (Lamont, Thévenot, 2000)<sup>15</sup>.

## Problématisation

Les questions posées par les NTG sont donc nombreuses. En s'appuyant sur le cadre théorique de l'analyse des controverses, nous espérons brosser un tableau le plus complet possible des différents acteurs participant à la controverse et des arguments qu'ils mobilisent

---

<sup>15</sup> Dans un article sur les argumentations et justifications utilisées au cours des débats sur la question écologique, Thévenot, Moody et Lafaye (Lamont & Thévenot, 2000) ont ainsi montré les différences de répertoires : recourent plus fréquemment à des arguments de marché aux États-Unis, alors qu'en France seront plutôt mobilisés des arguments émotionnels insistant sur l'attachement aux paysages traditionnels. Cet ouvrage souligne donc que les répertoires argumentaires se constituent au sein de cadres historiques, nationaux ou culturels.

pour défendre leurs positions. Beaucoup de questions sous-jacentes se posent. Comme l'écrivent Callon, Lascoumes et Barthe (2001) dans *Agir dans un monde incertain* :

*« Parce qu'elles mettent en forme un triple inventaire, celui des acteurs, des problèmes et des solutions, les controverses constituent un très efficace dispositif d'exploration des états du monde possibles lorsque, du fait des incertitudes, ceux-ci ne sont pas connus. » (Callon, Lascoumes, Barthe, 2001, p.60)*

C'est donc modestement que nous essayerons de dresser un inventaire et de présenter les différentes visions du monde qui en découlent. Nous partons du principe que les acteurs fondent leur avis sur des analyses rationnelles, de coût-bénéfice, mais que leur perception s'inscrit aussi dans une culture donnée et un ensemble de valeurs qui leur sont propres. Le rapport au risque et à la nature sont donc susceptibles d'influencer la façon dont les acteurs analysent les NTG : quels impacts les inquiètent ? Quels bénéfices y voient-ils ?

Les références à la sociologie du risque permettront de mieux saisir les enjeux de cette controverse sociotechnique, qui s'inscrit pleinement dans une « société du risque » telle qu'elle a été pensée par Beck. La référence aux différents rapports à la nature permettra aussi d'éclairer les positionnements des différents acteurs. Il est possible que plusieurs rapports à la nature coexistent au sein de la société française. Les OGM comme l'élevage sont de fait des sujets qui viennent interroger notre rapport à la nature. Les OGM parce qu'il est question pour l'homme de manipuler le vivant à un degré jusqu'ici jamais encore atteint. L'élevage, car il s'agit aussi d'une relation au vivant et plus précisément aux animaux. Selon les applications proposées, un acteur est susceptible d'avoir un avis différent. C'est pourquoi nous considérerons les NTG en lien avec leurs applications potentielles et non pas comme un tout homogène.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'application des NTG à l'élevage est une question relativement peu traitée, puisque la controverse sur les OGM est de fait une controverse sur les PGM. Nous faisons l'hypothèse que les critiques adressées à l'élevage viendront compléter les arguments habituellement utilisés pour défendre ou critiquer les PGM.

Il nous a semblé que beaucoup d'applications des NTG étaient présentées comme des solutions pour résoudre des problématiques liés aux méthodes d'élevage<sup>16</sup>.

Nous supposons donc que les arguments échangés dans la controverse se différencieront des arguments mobilisés autour des PGM. De plus, il est probable que selon les filières, et donc les espèces animales, les problématiques qui se posent soient différentes. Ces différences pourraient être dues à une organisation socio-économique spécifique comme à des rapports différents aux espèces.

---

<sup>16</sup> Pour ne citer qu'un exemple : Paudyal, Rupesh. « Viewpoint : Fish farming has a sustainability problem and genetic engineering might be the solution ». *Genetic Literacy Project*, 14 juillet 2020, [geneticliteracyproject.org/2020/07/14/viewpoint-fish-farming-has-a-sustainability-problem-and-genetic-engineering-might-be-the-solution](https://geneticliteracyproject.org/2020/07/14/viewpoint-fish-farming-has-a-sustainability-problem-and-genetic-engineering-might-be-the-solution). [consulté le 03 août 2020]

### III. Présentation de l'échantillon

#### Constitution de l'échantillon

Pour préparer l'enquête, neuf entretiens exploratoires ont été menés auprès de chercheurs, de professionnels de la génétique et d'un consultant en affaires publiques spécialisé en agriculture. Ces entretiens ont permis d'acquérir une meilleure connaissance de l'organisation de la sélection génétique chez les différentes filières animales et des enjeux qu'elles rencontrent. Certaines de ces personnes ressources avaient de très bonnes connaissances sur les biotechnologies en élevage et ont apporté beaucoup d'éléments essentiels à la mise en place de cette étude. Ces entretiens ont aussi permis d'obtenir de nombreux contacts pour de futurs entretiens.

Un total de 67 personnes/structures ont été contactées. L'identification des personnes et structures engagées sur le sujet des NTG/biotechnologies s'est faite grâce à notre réseau et à nos recherches préalables. Cette liste a ensuite été complétée par une identification des principaux acteurs impliqués sur la thématique de l'élevage. Environ 60% des prises de contact ont débouché sur un entretien (41 au total). Peu de prises de contact ont immédiatement conduites à un entretien, il souvent fallu plusieurs relances avant d'obtenir une réponse (positive ou négative). Certains acteurs contactés ont aussi souhaité obtenir des informations pour préparer l'entretien. Parmi les personnes ou structures contactées n'ayant pas donné suite à l'entretien, certains n'ont simplement jamais répondu malgré les relances. D'autres ont refusé de participer à l'étude, souvent car ils n'avaient pas de spécialiste des NTG au sein de leur structure et ne se considéraient pas légitime pour répondre.

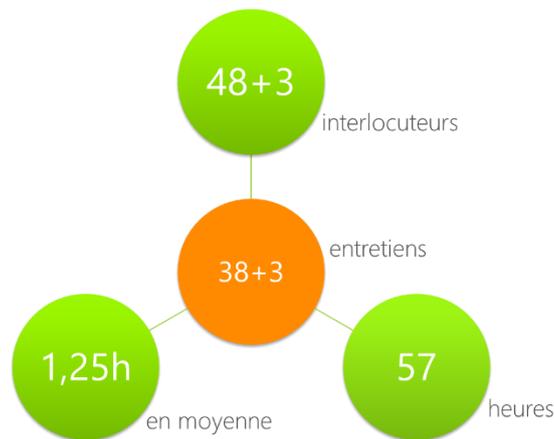


Figure 1: Données principales sur l'échantillon

Notre corpus total est constitué de **51 répondants**, parmi lesquels trois experts (E19, E25, E31) étudiant les modifications ciblées du génome comme objet sociologique ou juridique et ne pouvant à ce titre pas être considérés comme des parties prenantes. Ces enquêtés appartiennent à des catégories d'acteurs traditionnellement impliquées sur les questions d'élevage et/ou de biotechnologies, présentées dans la **figure X**.

Représentant e-s sélection génétique	regroupements pro entreprises	2	8
		6	
Représentant e-s secteur agricole	interprofessions	1	7
	instituts	2	
	syndicats	4	
Représentant e-s secteur recherche	végétaux	3	12
	animaux	9	
Représentant e-s société civile	assos de défense de l'environnement	6	14
	assos de défense du bien-être animal	5	
	assos spécialisées sur les biotechnologies	1	
	assos de défense des consommateurs	2	
Représentant e-s grande distribution	-	3	3
Représentant e-s des pouvoirs publics	-	4	4
<b>TOTAL</b>		48	<b>48</b>

Figure 2 : Composition de l'échantillon (hors-experts)

Ce travail s'intéresse aux filières ruminants, porcine, avicole et aquacole. L'approche multifilière est une richesse puisqu'elle offre l'opportunité de comparer les discours d'acteurs

travaillant sur différentes espèces et pour des filières aux organisations socioéconomiques variées. C'est aussi un enjeu de taille, puisque cela implique de maîtriser le fonctionnement de filières organisées de diverses manières, avec des enjeux différents et où les NTG n'offrent pas les mêmes possibilités du fait de la variété des espèces et des connaissances. Rencontrer des acteurs au sein de ces quatre grandes filières représente un véritable défi. Ainsi, nous avons pu nous entretenir avec des acteurs travaillant sur le porc, la volaille, les bovins et parfois les ruminants dans leur ensemble, allaitant et laitier, les huîtres et les poissons. Cependant, il n'a pas toujours été possible de rencontrer un professionnel de la sélection génétique ou du secteur agricole pour chaque espèce.

### Quelques inclassables ?

Nous avons sorti de l'échantillon final deux entretiens, pour commencer l'enquête 20-3. L'entretien 20 était composé de trois interlocuteurs, situation souvent un difficile à gérer pour maintenir une répartition de la parole équilibrée. Dans ce cas précis, E-20-3 a très rarement pris la parole, se rangeant souvent derrière les propos de ses collègues, parfois en le verbalisant, la plupart du temps en restant silencieux. Il s'est avéré difficile de classer cet individu de par la rareté de ses prises de parole.

De même, l'entretien 14 a été mis de côté. L'enquête a régulièrement détourné la conversation sans que l'enquêtrice parvienne à le faire revenir au sujet. Le peu d'informations liées au sujet rend l'analyse difficile. À l'issue de cet entretien, nous avons obtenu un nouveau contact au sein de la même structure que nous avons pu rencontrer par la suite. Cet entretien indique néanmoins que peu d'acteurs du secteur agricole hors sélection génétique connaissent les NTG. On peut aussi supposer que le détournement systématique de la conversation est une façon d'éviter tout positionnement sur un sujet sensible.

De même, les représentants des pouvoirs publics n'ont pas été intégrés à la typologie des acteurs. Le faible nombre d'interlocuteurs aurait rendu difficile le maintien de l'anonymat. Leurs arguments seront donc analysés au même titre que les autres, mais ils n'apparaîtront pas sur la typologie d'acteurs.

**Le corpus final** étudié est donc de **46 répondants**, rencontrés dans le cadre de **36 entretiens**.

## Déroulé d'un entretien

Les entretiens ont été menés entre octobre 2020 et février 2021, pour la plupart en visioconférence (3 menés en présentiel) du fait de la situation sanitaire. Ils étaient enregistrés une fois l'accord de l'enquête obtenu. La durée moyenne des entretiens est de 1 heure et 25min.

Les entretiens étaient semi-directifs, c'est-à-dire que l'enquêtrice avait à sa disposition une grille de questions flexibles. Ces questions ouvertes servaient à encourager la discussion et à s'assurer que l'ensemble des thématiques d'intérêt étaient abordées.

Au cours de l'entretien, il était demandé aux enquêtés s'ils connaissaient des utilisations des NTG sur les animaux et si oui lesquelles. En support, des fiches « applications » avaient été préparées pour pouvoir présenter des applications aux répondants qui n'en connaissaient pas ou peu. Les applications retenues reprenaient des projets en cours sur différentes espèces et aux finalités variées. Certains projets induisent une modification avec insertion d'un gène étranger (transgénèse), d'autres de mutations connues ou non connues. La variété des applications présentées permettait de voir si certains paramètres (types de modification), finalité (présentée ou perçue) jouaient sur la perception des acteurs.

- Les vaches sans cornes de Recombinetics (mutation connue)
- Le sexage des œufs (insertion d'un gène de fluorescence)
- Enviropig, le porc qui rejette moins de phosphore (insertion d'un gène bactérien)
- Un exemple générique d'inhibition de la myostatine (mutation connue)
- Le porc résistant au SDRP de l'entreprise PIC (mutation inconnue)
- Des vaches produisant du lait hypoallergénique

Les entretiens ayant principalement eu lieu en visioconférence, les fiches n'ont pas été montrées aux enquêtés.

**Renvoi annexe : Fiche applications et Grille de questions (cf Annexe)**

Premières remarques : un échantillon aux niveaux de connaissance contrastés

*« C'est un sujet qui est très feutré, qui est très très peu abordé, à date. » (E24)*

Une partie des personnes rencontrées sont des spécialistes des végétaux. Il peut s'agir de chercheurs travaillant sur les modifications ciblées du génome, de personnes engagées publiquement sur le sujet ou de personnes référentes vers lesquelles certaines structures ont choisi de nous renvoyer.

**L'évaluation des niveaux de connaissance des répondants se fait d'après leur déclaration.** Le déclaratif peut avoir ses limites, puisqu'il repose sur une évaluation subjective de la part des personnes rencontrées. Cependant, pour discuter autour d'un sujet possiblement sensible pour une partie des acteurs, soumettre les acteurs n'aurait probablement pas permis d'établir une relation de confiance avec l'enquêtrice. Parfois, dès la prise de contact, certaines personnes faisaient part de leur méconnaissance du sujet. Si certaines ont tout de même accepté l'entretien, d'autres ont refusé de donner suite à la prise de contact au motif qu'elles n'avaient aucune connaissance sur le sujet.

Au-delà de cet impact pratique quant au cours de l'enquête, la disparité des niveaux de connaissances des enquêtés a des implications sur l'analyse du corpus. Cette enquête a pu confirmer notre première impression, qui était que les modifications ciblées du génome, lorsqu'elles sont appliquées aux animaux d'élevage, sont un sujet encore **réservé à une sphère très restreinte**. Une partie des personnes rencontrées ont en effet une bonne connaissance du sujet, parfois travaillent dessus ou suivent de très près ces techniques. Ce noyau de connaisseurs est en partie constitué d'individus travaillant ou ayant travaillé pour le secteur végétal. Ils ont un argumentaire construit qu'ils ont pu éprouver à travers un certain nombre d'épreuves (écrits, instance d'échange, demandes de financements, lieux d'enseignement, etc.).

Le reste des enquêtés, plus éloignés de la sélection génétique, n'ont pas ou peu de connaissance des modifications ciblées du génome. Lorsque ces individus ont déjà entendu parler du sujet, c'est souvent à travers l'actualité : le prix Nobel de Chimie remis à Emmanuelle Charpentier et Jennifer Doudna en octobre 2020, certains projets médiatisés de forçage génétique utilisé sur des espèces nuisibles ou des essais thérapeutiques. Certains ont demandé des ressources documentaires pour préparer l'entretien en amont, d'autres ont découvert le sujet lors de notre rencontre. Leur position, lorsqu'ils en ont exprimé une, est donc une première réaction vis-à-vis d'un sujet nouveau et complexe. La plupart de ces enquêtés se sont prêtés à l'exercice, difficile, de la réflexion « en direct ». Ils ont présenté les intérêts et limites qu'ils associaient à ces outils et aux applications qu'on leur présentait. Il est arrivé qu'au cours d'un entretien, un enquêté revienne sur un avis exprimé plus tôt ou que certains se contredisent.

Comparer des premières réactions avec des positions construites sur le temps long ne nous a pas semblé être le plus judicieux. À la suite des entretiens, nous avons regroupé les répondants selon quatre niveaux de connaissance définis a posteriori.

<b>Spécialiste</b>	<b>Connaisseur</b>	<b>Novice</b>	<b>Profane</b>
Travaille sur le sujet des modifications ciblées du génome et/ou des OGM	Suit le dossier (travail de veille)	En a déjà entendu parler de manière occasionnelle (actualités)	N'en a jamais entendu parler avant l'entretien

La connaissance ou non des modifications ciblées du génome s'est avérée très liée à la profession des répondants. Les personnes connaissant le sujet sont **soit des acteurs du champ de la sélection génétique** : des chercheuses et chercheurs en génétique/biologie moléculaire (9), des acteurs de la sélection génétique (hors R&D) (8), des associations spécialisées sur les biotechnologies (1) ; **soit des personnes travaillant pour des associations de défense de l'environnement (3)** et ayant acquis une expérience lors du débat autour des OGM « classiques ». À cela s'ajoute 2 acteurs du secteur agricole hors sélection génétique, précédemment engagés sur les OGM.

## IV. Les incertitudes structurantes de la controverse

Une controverse se construit autour d'une ou plusieurs incertitudes, que nous avons regroupé dans le tableau ci-dessous. Les principales incertitudes exprimées par les répondants sont liées à la technologie, à ses impacts sur l'environnement, la (bio)diversité ou sur l'animal et pour terminer, à ses impacts socio-politiques. Un dernier point d'incertitude, mentionné dans un second temps par les acteurs, est celui de l'impact sanitaire des NTG. Il est secondaire, car il est rarement mentionné et également présenté ainsi par certains. Ces incertitudes sont résumées dans le tableau 2.

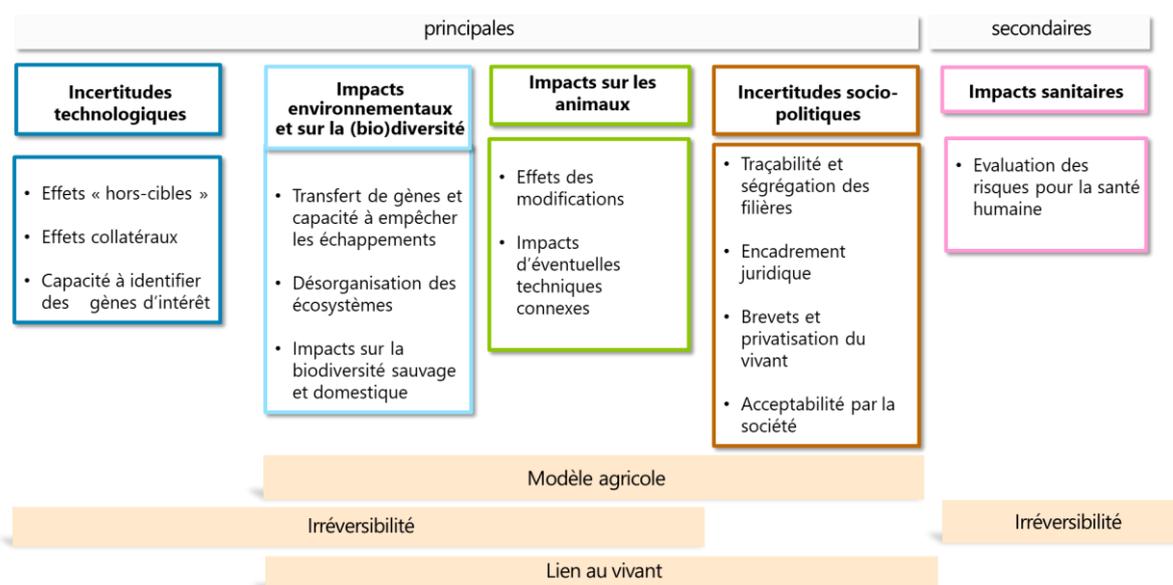


Figure 3: Les incertitudes constitutives de la controverse autour des NTG appliquées aux animaux d'élevage

Toutes ces incertitudes sont interconnectées et plusieurs d'entre-elles vont ressortir au cours d'un même raisonnement. Ainsi, l'incertitude quant à la capacité technique à détecter une modification a des conséquences sur la capacité réglementaire à mettre au point une traçabilité des produits et à assurer une ségrégation des filières.

Des questions transversales se superposent aux incertitudes soulevées par les acteurs et sont presque systématiquement évoquées. La première incertitude transversale est la question du modèle agricole dans lequel vont s'insérer ces techniques (voir Au cœur des discours : le débat autour des systèmes d'élevage). Selon le modèle dans lequel ces dernières trouveront leur place, les impacts potentiels pourront s'avérer différents ou plus nombreux. L'extrait ci-dessous est un exemple de l'enchevêtrement de plusieurs incertitudes au sein de l'incertitude transversale autour du modèle agricole :

*« Au prétexte de résoudre un problème qui est celui du système industriel qui broie des poussins, [...] on va créer beaucoup d'autres problèmes. Notamment, la non-maitrise de ces techniques et les effets non-intentionnels, c'est quand même un point essentiel avec les conséquences que ça peut avoir. Et puis, quand on regarde le système économique actuel et l'organisation actuelle par exemple de la production de reproducteurs de volailles où c'est quelques sociétés, je crois qu'elles rentrent dans le doigt d'une main, qui détiennent au niveau mondial l'essentiel des lignées qui sont produites, on va faire une manipulation génétique, on ne va pas introduire ce nouveau gène dans chaque animal un par un pour garder une grande diversité. On va l'introduire dans une ou deux lignées, et puis sur toute la surface du globe. Donc on va encore aggraver les problèmes qui ont déjà été créés par l'amélioration des animaux par la génomique. » (E8-1, acteur du secteur agricole)*

Le répondant lie la maîtrise incertaine de la technique aux conséquences qui pourraient découler de son utilisation. La modification ciblée du génome n'est pas présentée comme un risque en soi pour la diversité génétique, mais plutôt le modèle économique de la filière.

La seconde incertitude transversale est l'irréversibilité de ces techniques et de leurs impacts. Cette notion d'irréversibilité est très importante et relève d'un registre argumentatif mobilisé dans d'autres controverses, comme celle autour du nucléaire (Chateauraynaud, 2011). Certains acteurs craignent que la modification ciblée du génome induise des changements ou des choix sur lesquels on ne pourra pas revenir. Certains acteurs voient par exemple dans la transmissibilité des modifications un risque important de perte de contrôle de la technologie. Si l'on sort du champ de l'élevage pour s'intéresser au contrôle des espèces nuisibles, la portée de

cet argument est prégnante. Ces incertitudes peuvent avoir des effets sur les orientations de la recherche. Pour y répondre, des chercheurs développent actuellement des processus de « *reverse gene-drive* », permettant de limiter les effets dans la durée du forçage génétique. Si un acteur perçoit les modifications comme irréversibles ou non, il ne perçoit pas de la même façon les risques pour l'écosystème, pour l'animal ou pour la santé humaine. Cette notion d'irréversibilité est à l'origine du principe de précaution qui prévaut dans la directive 2001/18/CE relative à la dissémination volontaire des OGM.

*« Est-ce qu'il n'y a pas aussi cette notion d'irréversibilité aussi qui peut être dangereuse. Et la maîtrise, enfin c'est l'idée de l'apprenti sorcier en quelques sortes. » (E29, représentant de la société civile)*

La dernière incertitude transversale est d'ordre éthique : quel lien au vivant souhaitons-nous entretenir ? Que disent les NTG de notre rapport au vivant ? Ces questionnements éthiques sont au cœur de nombreuses autres incertitudes, comme la privatisation du vivant et la capacité à le breveter. Les interrogations sont nombreuses : ne porte-t-on pas préjudice à l'animal en modifiant son ADN ? quel droit de l'humain sur la nature ? ne faudrait-il pas sanctuariser le génome ? Si peu d'acteurs rencontrés ont une réponse définitive sur ce sujet, un certain nombre nous a exprimé des doutes et interrogations. Les implications sont multiples et vont de pair avec des interrogations plus vastes sur l'éthique de la génétique et de l'élevage.

*« Quel potentiel de libre-évolution va-t-on laisser au non-humain, de capacités évolutives, de capacités propres et de ressorts créatifs du vivant, qui impliquent d'être dans une relation pas simplement instrumentale mais dans une relation à la valeur intrinsèque. » (E20-1, acteur de la société civile)*

## Les incertitudes liées à la technologie

### 1. Un outil à maîtriser

Les incertitudes touchant à la technologie concernent la maîtrise de l'outil et les connaissances scientifiques. Les acteurs se questionnent sur la capacité à effectuer des

modifications véritablement ciblées et sans effets « hors-cibles ». Pour appuyer leur propos, plusieurs acteurs se sont référés à l'affaire Recombinetics (Encadré 2). La majorité des acteurs s'accordent sur le fait que les NTG ne sont pas encore maîtrisées « *Il y a un aspect maîtrise de la technologie qui n'est encore pas très abouti je pense* » (E1-1, représentant de la sélection génétique). Si certains considèrent que ce n'est qu'une question de temps pour arriver à une bonne maîtrise de l'outil, d'autres sont moins confiants.

Cette dimension de maîtrise de l'outil se construit souvent en miroir avec les techniques de modifications plus anciennes et non ciblées. Les NTG sont présentées comme plus précises de par leur ciblage et parfois, par association d'idée, mieux maîtrisées. Beaucoup d'acteurs pensent les NTG en relation avec les méthodes de transgénèse classique, que ça soit pour les en dissocier ou pour les associer.

*« La technique, je pense qu'on arrivera...On pourra assez vite la maîtriser. »*  
(E11, chercheur)

*« Il me semble que les techniques sont beaucoup mieux maîtrisées et du fait qu'il n'y a pas effectivement d'introduction de gènes particulier. Les risques sont beaucoup plus circonscrits. »* (E17-1, chercheur)

*« C'est faux, ils ne sont pas précis. Ils ne sont précis qu'à l'endroit où ils font de la manipulation. »* (E30, acteur de la société civile)

## 2. Des effets collatéraux à identifier

Beaucoup d'acteurs mentionnent ensuite les effets collatéraux potentiels des outils de modification du génome. Ces effets collatéraux identifiés concernent des **aspects zootechniques** (comme la productivité, la qualité des produits), le **bien-être animal** ou l'**environnement** :

*« Et si vous arrivez avec un animal qui est résistant à une maladie, mais qui grossit deux fois moins vite ou qui vous fait deux fois moins de viande, je pense que le client, il n'en veut pas. »* (E2, acteur de la sélection génétique)

« Dès lors que ça a une incidence directe sur la qualité de vie de l'animal, c'est clair que pour nous, ce n'est pas acceptable. » (E29, acteur de la société civile)

« Enfin oui, en fait si c'est ça, cet exemple-là je ne vois pas trop oui, il y a un bénéfice d'avoir une résistance, d'accord, mais au prix de quoi, et derrière, quel est le risque pour la santé, pour l'environnement, pour les animaux eux-mêmes... » (E4, acteur de la société civile)

L'incertitude tourne autour de la capacité à maîtriser ces outils, à identifier de potentiels effets collatéraux et autour de l'échelle de temps nécessaire pour parvenir à une meilleure connaissance et maîtrise.

### 3. Des connaissances suffisantes ?

Les questionnements autour des effets collatéraux viennent plus largement interroger la connaissance du génome, des gènes et de leurs interactions. La connaissance est-elle suffisante pour prévenir d'éventuels effets collatéraux et donc les évaluer ?

« J'avoue que pour moi, on joue un peu avec le feu. Sur tous ces aspects. Parce que quand on modifie un génome, on ne sait jamais les conséquences indirectes que cela peut avoir. Au moins, sur des facteurs aussi importants que sur des protéines. » (E11, chercheur)

La question de l'évaluation des risques se retrouve lors de l'évocation de diverses incertitudes : tout risque interroge la capacité des acteurs à mettre en place des dispositifs d'évaluation opérationnels, à la durée et l'ampleur nécessaires pour mener à bien une évaluation.

« Donc, les conséquences à long terme, le mot clef c'est long terme. Donc, il faut prendre le temps d'observer ce que les manipulations génétiques donnent sur un

*temps moyen ou long avant de les utiliser de façon générale.* » (E26, représentant de la société civile)

Certains acteurs vont jusqu'à questionner l'éthique de travail des acteurs en charge du développement des biotechnologies, que ce soit pour critiquer l'absence de vérifications ou des motivations purement économiques. Ces critiques envers les chercheurs ou acteurs de la sélection génétique en tant qu'individus restent rares. Au contraire, quelques acteurs viennent plutôt questionner le fonctionnement actuel de la recherche publique, les contraintes pesant sur les acteurs : nécessité de présenter des applications potentielles pour obtenir des financements dans le secteur public ou logique d'entreprise pour les chercheur·euse·s du secteur privé (enquête 3).

Certains acteurs élargissent leur discours jusqu'à repenser les fondements de la pensée scientifique. Par exemple, un des acteurs (enquête 3) critique la « *science moderne* » qui aurait tendance à tout « *saucissonner* », tendance qui se retrouve selon lui dans une génétique parfois trop « *mécaniste* », qui met trop souvent de côté les interactions entre les gènes et l'environnement. Plusieurs acteurs rencontrés prônent, en opposition à une pensée « réductionniste », une approche « holistique ».

## ***L'affaire Recombinetics***

L'entreprise Recombinetics a développé en 2016 des veaux sans cornes en utilisant TALEN (Carlson et al., 2016).

En juillet 2019, en analysant les données du séquençage du génome de deux veaux, la FDA découvre la présence de plasmides (ADN de la



*A horned bull from a control group is flanked by two hornless offspring of a genome-edited bull. (Alison Van Eenennaam/UC Davis)*

bactérie utilisée pour transmettre les « consignes » de modification) (Norris *et al.*, 2019). Le veau testé par la FDA était donc transgénique, de par la présence de plasmide, et d'un point de vue réglementaire devenait donc un Organisme Génétiquement Modifié (OGM).

Recombinetics devait vendre du sperme de ses taureaux au Brésil, qui souhaitait lancer sa lignée de vaches modifiées génétiquement pour ne pas avoir de cornes. Cette découverte a mis fin, pour l'instant, au projet. De plus, un gène de résistance aux antibiotiques se trouvait dans le plasmide. Cet incident a rappelé que les méthodes de modifications ciblées du génome en étaient encore à leurs débuts.

*Encadré 2: Retour sur « l'affaire Recombinetics »*

## Les incertitudes concernant l'environnement et la (bio)diversité

Un des aspects importants de la controverse autour des OGM végétaux de première génération a été les risques potentiels qu'ils pouvaient présenter pour l'environnement. Cette incertitude s'est cristallisée autour du transfert de gènes entre les espèces cultivées et les espèces sauvages et des conséquences qui auraient pu en découler. Lors du long processus d'autorisation de mise sur le marché alimentaire du saumon Aquabounty, cette question s'est à nouveau posée. Lors des entretiens menés, cette incertitude a été mentionnée par un certain nombre d'acteurs, presque systématiquement pour les espèces aquacoles. Un enquêté l'a élargie à l'espèce porcine, en prenant l'exemple des échappées de porcs en Corse et des croisements avec les sangliers. Lors d'une restitution de ce travail, un acteur présent a souligné que ce risque était

aussi présent chez les monogastriques et qu'il ne devait pas être relégué aux seules espèces aquacoles.

L'incertitude autour des transferts de gènes a des implications sociopolitiques importantes quant à la capacité à contrôler les filières et assurer l'étanchéité des exploitations. Des acteurs lient aussi cette question à celle de l'évaluation des risques et la (non) mise en place d'études à grande échelle (géographique comme temporelle).

L'insertion d'animaux génétiquement modifiés dans l'environnement est perçue par beaucoup d'acteurs comme un risque important de désorganisation des systèmes :

« *Peu importe leurs finalités, les NBT vont désorganiser les systèmes.* » (E28, représentant de la société civile).

De ces incertitudes découlent en partie des impacts potentiellement négatifs pour la diversité sauvage et domestique. Tous les points mentionnés précédemment sont pour partie influencés par le type de système agricole dans lequel s'inséreront les NTG. Le transfert de gène n'est pas appréhendé de la même façon dans le cadre d'un élevage hors-sol ou en mer. Plus largement, beaucoup d'acteurs craignent que, développées au sein d'un système d'élevage intensif et industriel, les NTG risquent de contribuer à une perte de diversité génétique au sein des espèces domestiques. Aux yeux de ces acteurs, l'intérêt des acteurs privés est de déployer un même produit le plus largement possible et non de multiplier les animaux adaptés à des problématiques locales.

« *Le principe du brevetage c'est d'établir une solution une fois et de la déployer au maximum. Quelque part, ça ne semble pas aller dans une stratégie d'hétérogénéité ou de diversification au niveau individuel, je parle de celui qui détient le brevet.* » (E20-1, acteur de la société civile)

## Les incertitudes concernant l'animal

Le sujet du bien-être animal est amené par de nombreux acteurs. Certains voient dans les NTG une opportunité pour résoudre des problématiques de bien-être animal. Ils définissent

ce bien-être animal parfois comme une absence de maladie ou comme la suppression de pratiques d'élevage controversées.

« *Justifier ces nouvelles technologies, par la porte "amélioration du bien-être" ou "diminution du mal-être des animaux", pour moi, ça c'est un écran de fumée.* »  
(E17-1, chercheur)

La première incertitude et la plus fréquemment évoquée par les acteurs est celle des potentiels effets collatéraux qui pourraient affecter le bien-être animal. Ces effets collatéraux peuvent découler de la maîtrise de l'outil comme des modifications induites. En effet, si certaines modifications ont des effets déjà connus (comme le gène sans cornes) et présentent de ce fait des risques limités, d'autres n'ont jamais été observées.

L'autre incertitude porte sur les techniques connexes nécessaires pour la délivrance des modifications ciblées du génome. Ces techniques connexes, comme le clonage, sont susceptibles d'avoir des impacts négatifs importants sur le bien-être animal, en termes d'acceptabilité et d'encadrement juridique.

C'est ensuite sur le champ éthique que les incertitudes se placent. Beaucoup de personnes rencontrées se demandent s'il est moral de modifier le génome des animaux. D'autres retournent le raisonnement en stipulant que ne pas recourir à ces techniques pour améliorer le bien-être des animaux va à l'encontre de l'éthique. Certains répondants ont exprimé l'idée qu'il existe un devoir moral à l'utilisation des NTG pour mettre fin à la souffrance animale :

« *C'est que pour soulager des souffrances, on peut être un peu prêt à tout. [...] Et je crois que quand un animal souffre, on est prêts à tout faire, en tout cas à augmenter notre palette d'action parce qu'on a l'impression que moralement on est dans le vrai et dans le juste, de vouloir soulager.* » (E17-2, chercheur)

La perception d'un enjeu moral supérieur à utiliser ces outils en cas de nécessité vient souligner la spécificité du sujet par rapport à l'utilisation des NTG sur les végétaux. Cette tentative d'intéressement par le prisme du bien-être animal ne convainc néanmoins pas l'ensemble des acteurs rencontrés.

Beaucoup d'incertitudes transversales renforcent les incertitudes autour du bien-être animal. Nombreux sont les acteurs craignant que les NTG encouragent le maintien des animaux dans de mauvaises conditions d'élevage. Pour illustrer leurs propos, quelques acteurs (E36, E17-1) évoquent un ancien projet de poulets qui, rendus aveugles par modification du génome, se devenaient plus calmes. Qu'ils aient peur d'une aggravation des conditions d'élevage ou d'un maintien de conditions qu'ils considèrent mauvaises, plusieurs acteurs pensent que les NTG peuvent être utilisées à des fins de « bien-être animal washing ». Ces acteurs condamnent une « utilisation palliative » des NTG, qui empêcherait de s'interroger sur les conduites d'élevage.

### Les incertitudes sociopolitiques

Cadre juridique au sein de l'Union européenne<sup>17</sup>

En UE, les OGM sont encadrés par la **directive 2001/18/CE relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement**. Toute entreprise voulant commercialiser des semences ou des produits génétiquement modifiés doit répondre aux procédures d'autorisation de mise sur le marché définies par cette directive. Une des spécificités de cette directive est d'avoir opté pour une approche par la technique et non par le produit. C'est-à-dire que la législation est déclenchée par le type de technique utilisée pour obtenir un produit et non par les caractéristiques de ce produit. Cette approche, originale dans le paysage international, fait l'objet de nombreux débats au sein des parties prenantes.

Les OGM ne sont donc pas interdits ni à la culture ni à la vente sur le territoire européen. Néanmoins, une clause de sauvegarde (article 23 de la directive 2001/18/CE) permet aux États-membres d'interdire la culture ou la vente d'OGM sur leur territoire. Cette interdiction pouvait être invoquée pour des raisons sanitaires ou environnementales. Depuis 2015, elle peut être justifiée par « des objectifs de politique environnementale ou agricole ou à d'autres raisons sérieuses telles que l'aménagement du territoire, l'affectation des sols, les incidences socio-économiques, la coexistence et l'ordre public » (directive 2015/412, paragraphe 13).

Le développement des techniques de modification ciblée du génome est venu interroger ce cadre juridique. Face au flou législatif, la Confédération paysanne et dix autres associations ont saisi le Conseil d'État français en 2016 afin qu'il précise si les produits issus de NTG devaient être considérés

<sup>17</sup> Une partie de cet encadré est repris dans un article en préparation : Duclos Raphaëlle, Delanoue Elsa, Journaux Laurent, Sourdioux Michel, Bidanel Jean-Pierre, « Les modifications ciblées du génome appliquées aux animaux d'élevage : à la croisée des controverses ».

comme des OGM. Ce dernier a renvoyé la question à la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE), qui a rendu un arrêt le 25 juillet 2018 disposant que les produits issus de la mutagenèse ciblée, comme les produits Crispr, doivent être régulés comme des OGM.

Suite à l'interprétation de la directive 2001/18/CE par la CJUE, la Commission européenne a été chargée d'évaluer son adéquation pour encadrer les produits issus de modifications ciblées du génome. Dans un rapport publié en avril 2021, elle conclut que : « tout porte à croire [que la directive 2001/18/CE] n'est pas adaptée à certaines NTG et à leurs produits et qu'elle doit être adaptée aux progrès scientifiques et technologiques. »<sup>18</sup> (European Commission, 2021, p.59). La Commission européenne invite donc à des études complémentaires afin de décider quel cadre juridique ou aménagements seraient pertinents. Néanmoins, ces conclusions ne s'appliquent ni aux animaux ni aux microorganismes, la Commission estimant la littérature insuffisante pour se prononcer sur ce sujet. À ce jour, aucune demande d'autorisation de mise sur le marché alimentaire d'un AGM n'a jamais été déposée auprès de l'Union Européenne (UE) (EFSA, s. d.). Le cas échéant, toute demande devra être évaluée selon la directive 2001/18/CE.

### **Argentine**

En 2015, l'Argentine a été le premier pays à adapter son cadre juridique sur les OGM aux NTG, grâce à la *Resolution no. 173/15*. Elle a adopté une approche « produit par produit ». Les produits ne présentant pas de « nouvelle combinaison de matériel génétique » (c'est-à-dire un transgène) sont exemptés de la réglementation OGM et sont soumis à une procédure simplifiée (Whelan et Lema, 2015).

### **Royaume-Uni**

Jusqu'ici, le Royaume-Uni était soumis à la directive européenne 2001/18/CE concernant les OGM. Début 2021, le *Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA)* britannique a ouvert une consultation publique proposant une révision du cadre juridique traitant des OGM et plus spécialement des NTG : « Le Defra estime que 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

---

<sup>18</sup> Traduction par l'auteur. "There are strong indications that [the directive 2001/18/CE] is not fit for purpose for some NGTs and their products, and that it needs to be adapted to scientific and technological progress."

être produits par des méthodes de sélection traditionnelles. La sortie de l'UE est l'occasion de mener des consultations sur les implications de cette question. » (traduction de l'auteure)<sup>19</sup>.

### **Etats-Unis**

À la différence de l'UE, qui régleme selon la technique utilisée pour obtenir une modification (Hermitte et Noiville, 1993), les Etats-Unis ont une approche qui s'appuie sur les caractéristiques du produit final. De nombreuses plantes modifiées via des NTG ne sont pas soumises à la régulation encadrant les OGM, notamment lorsqu'il s'agit de « délétions, substitutions d'une seule paire de bases, introduction de séquences provenant de plantes apparentées sexuellement compatibles. »

L'évaluation des AGM utilisés en agronomie relève de la *Food and Drug Administration (FDA)*, au grand dam de certains acteurs, tel le *National Pork Producers Council*. Une proposition de loi sur le transfert de compétence vers l'*United States Department of Agriculture (USDA)*, beaucoup plus favorable que la *FDA* vis-à-vis de l'utilisation du *genome editing*, est désormais ouverte aux commentaires du public (*Animal and Plant Health Inspection Service et Food Safety and Inspection Service Food Safety and Inspection Service*, 2020).

### **Norvège**

Les OGM y sont encadrés par le *Norwegian Gene Technology Act* du 2 April 1993. Assez similaire à la législation européenne, cet acte a pour spécificité d'évaluer si le produit proposé contribue au développement durable et bénéficie à la société. « Pour décider d'accepter ou de refuser une demande, il convient également d'accorder un poids considérable à la question de savoir si la dissémination volontaire sera bénéfique pour la société et si elle est susceptible de promouvoir le développement durable. » (traduction de l'auteure)<sup>20</sup>.

Le *Norwegian Biotechnology Advisory Board*, un organisme mandaté par le gouvernement pour traiter des dimensions sociales et éthiques liées aux biotechnologies, a rédigé une « Proposition d'assouplissement de la réglementation européenne en matière de dissémination volontaire

---

<sup>19</sup> « Defra's view is that organisms produced by GE or by other genetic technologies should not be regulated as GMOs if they could have been produced by traditional breeding methods. Leaving the EU provides an opportunity to consult on the implications of addressing this issue. ». URL : <https://consult.defra.gov.uk/agri-food-chain-directorate/the-regulation-of-genetic-technologies>, consulté le 26 août 2021.)

<sup>20</sup> "In deciding whether or not to grant an application, considerable weight shall also be given to whether the deliberate release will be of benefit to society and is likely to promote sustainable development." (*Gene Technology Act*, traduction anglaise de la version du 17 juin 2005, les amendements postérieurs n'ont pas été pris en compte).

d'organismes génétiquement modifiés (OGM). », qui prend en compte le type de modification effectuée. Selon le type de modification, le processus d'évaluation peut être allégé.

Voir la proposition :

<https://www.bioteknologiradet.no/filarkiv/2019/03/2019-04-16-Genteknologiloven-sammendrag-ENGELSK.pdf>

*Encadré 3: Les différentes législations autour des NTG*

Il existe aussi des incertitudes sociopolitiques et économiques. L'encadrement juridique en fait partie. S'ils sont pour l'instant régulés comme des OGM, les produits issus des NTG suscitent d'importants débats juridiques.

L'encadrement juridique de ces produits posent des questions de traçabilité. À ce jour, il n'existe pas de méthodes de détection des modifications obtenues via un outil de modification ciblée du génome et non par sélection classique, hormis pour les cas de transgénèse (European Network of GMO Laboratories, 2019). Cela pose plusieurs difficultés. Tout d'abord, l'absence de méthode de détection rend difficile l'application de la loi et la détection des fraudes, si ce n'est en s'appuyant sur une traçabilité réglementaire. Ensuite, la directive 2001/18/CE demande au pétitionnaire (acteur qui souhaite commercialiser un OGM) de fournir une méthode de détection permettant d'identifier la modification qu'il a effectuée. Les implications sont multiples, notamment pour des filières insérées dans un marché mondial fortement concurrentiel. L'impossibilité actuelle de tracer les modifications rend impossible la ségrégation des filières.

Un autre enjeu sociopolitique est celui des brevets. L'incertitude est double. Elle concerne dans un premier temps la « guerre des brevets » entre les deux universités à l'origine de la découverte du système Crispr-Cas9. La dispute entre les deux universités produit une indétermination quant aux droits et conditions d'accès à la technologie. Le deuxième aspect relève de l'utilisation des produits issus des NTG : jusqu'où peut-on breveter le vivant ? Est-il possible de breveter des organismes modifiés par des technologies génétiques en l'absence de méthode de détection des modifications effectuées ? Plus largement, la nature constitue-t-elle un bien commun qui ne devrait faire l'objet d'une privatisation ? Ne faudrait-il pas sanctuariser

le génome ? Ces incertitudes autour des brevets présentent des **risques économiques** pour les acteurs du secteur de la génétique (à quels coûts pourront-ils utiliser ces techniques), pour les agriculteurs (devront-ils payer des redevances sur les animaux issus d'animaux « édités » ?), un **risque éthique** (est-il acceptable de breveter le vivant ?) et un **risque démocratique** (via l'appropriation de la génétique par des acteurs privés détenteurs de brevets et la dépossession des éleveurs).

*« L'inégalité que ça peut engendrer aussi en termes d'accès à ces technologies [?], parce que clairement les blanc bleu belge ou peu importe quel autre animal culard, ça nécessite quand même des conditions zootechniques extrêmement particulières. En plus des potentiels rebonds écologiques en termes d'apports nutritionnels nécessaires, il faut aussi avoir la connaissance des techniques, vraiment au niveau génétique ou de sélection, et il faut aussi savoir contrôler l'environnement pour le bon développement de ces animaux, qui sont par ailleurs relativement fragiles. » (E20-1, représentant de la société civile)*

L'incertitude sanitaire, une incertitude secondaire

L'incertitude autour des impacts sanitaires apparaît secondaire car elle est peu mentionnée et surtout peu développée par les acteurs, contrairement aux incertitudes évoquées précédemment qui pouvaient faire l'objet d'une longue argumentation. Lorsque les acteurs se réfèrent aux risques pour la santé, c'était souvent autour d'une interrogation au sujet de la capacité à les identifier et les évaluer :

*« Notre crainte, c'est vraiment la dissémination des OGM dans l'environnement. C'est vraiment ça le message le plus important. Pour nous, cette dissémination-là, elle peut se faire de manière naturelle, quand on va cultiver des plantes, mais il y'a aussi beaucoup de contaminations qui sont au sein de la chaîne alimentaire. Du coup, ça va plus loin que simplement la dissémination via la culture. Ça, je pense que pour nous c'est vraiment notre première préoccupation, c'est vraiment celle-là, celle de la contamination par les OGM. [...] Au-delà de ça effectivement, il y a l'argument sanitaire, qui pour nous est un argument important. Mais sur lequel on fait principalement prévoir le principe de précaution, parce qu'on n'a*

*très peu d'études qui nous permettent de vraiment connaître l'impact sur la santé des OGM.* » (E37, acteur de la société civile)

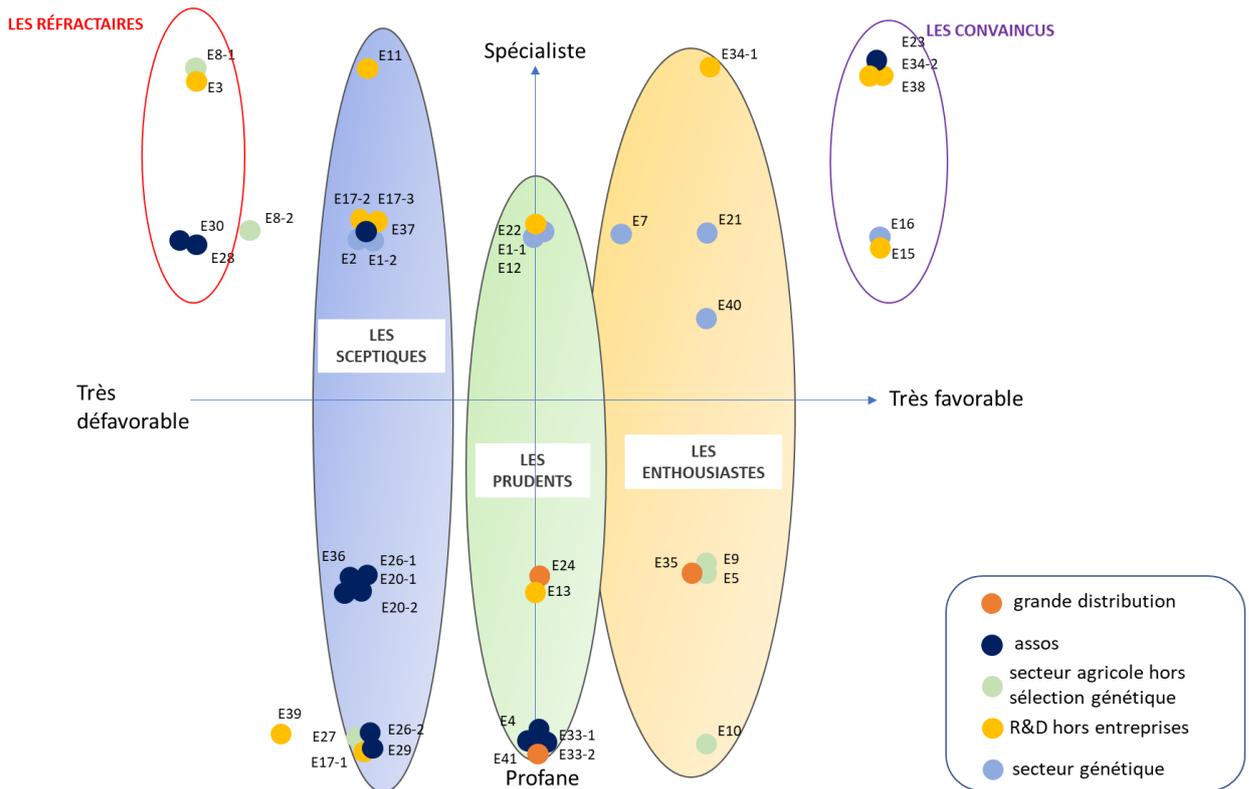
Les incertitudes entourant les NTG appliquées aux animaux d'élevage sont nombreuses et se situent dans des champs très variés. Elles révèlent la complexité du sujet et des débats en cours et à venir. Elles sont rarement spécifiques au sujet : on les retrouve dans le débat autour des OGM végétaux, de l'élevage ou de la sélection génétique. De nombreux travaux de recherches sont en cours afin de réduire ces incertitudes. Bien caractériser ces incertitudes peut contribuer à orienter la recherche et permet de cibler les points de débats importants. En effet, certaines incertitudes, notamment celles relevant de l'éthique, ne peuvent être résolues par la science.

## V. Typologies des enquêtés : quelles attitudes vis-à-vis des NTG ?

Une fois les incertitudes identifiées, nous avons cherché à voir si des types d'acteurs se dessinaient au sein de notre échantillon. Comme évoqué précédemment, il apparaît que la profession prédispose très fréquemment la connaissance ou méconnaissance du sujet. Les chercheurs spécialisés génétique, les acteurs de la sélection génétique d'entreprise, et les associations engagées sur les questions environnementales ou sur les biotechnologies connaissent bien, voire très bien le sujet. Au contraire, les chercheurs appartenant à d'autres champs disciplinaires, ainsi que les acteurs appartenant à des associations de défense du consommateur, du bien-être animal ou ceux du secteur agricole hors sélection génétique connaissent rarement le sujet, à l'exception des acteurs ayant précédemment été engagés sur les OGM végétaux.

C'est donc à partir de ces informations que nous avons initialement cherché à construire notre typologie. Le degré de « favorabilité » vis-à-vis de ces techniques a aussi été pris en compte. Au cours des entretiens, les acteurs étaient amenés à exprimer leurs opinions sur le sujet ainsi que, le cas échéant, celui de la structure qu'ils représentaient. Pour élaborer cette typologie, nous n'avons retenu que leur positionnement individuel, grand nombre de structure n'ayant aucune position officielle, voire même officieuse. Cette position relève plus d'une

tendance que d'un avis net et tranché : si certains acteurs rejettent en bloc ou adhèrent aux NTG ou à certaines de leurs utilisations, beaucoup ont un discours plus nuancé, en construction, parfois flou et dans de rares cas, contradictoires. Néanmoins, des tendances ressortent généralement des entretiens et sont exposées Figure 4.



### Des acteurs engagés...

Les deux premiers types isolés regroupent les acteurs aux deux extrémités de notre graphique. Visuellement, il s'agit des acteurs qui se démarquent le plus. Ils ont pour point commun d'avoir un bon ou très bon niveau de connaissance sur les NTG ainsi qu'une position assez arrêtée vis-à-vis de ces technologies.

Ils se distinguent aussi par leur engagement sur le sujet. Cet engagement peut être défini selon plusieurs critères :

- Engagement sur les NTG au sein d'organismes du type Académies (1/10), agences nationales, européennes voire internationales (3/10), de groupes de travail (2/10) ou dans des organismes d'enseignement (1/10) ...
- Production d'articles non scientifiques/essais/points de vue sur le sujet à destination d'un public assez spécialisé

#### 1. Les convaincus

##### Critères :

- Engagés sur le sujet (au moins chez les végétaux, parfois sur les animaux) ;
- Favorables à une ou plusieurs utilisations des modifications ciblées du génome.

Les personnes convaincues représentent une minorité (5/49) de personnes rencontrées, et sont tous des **hommes de plus de 50 ans**. Ils ont une très bonne connaissance du sujet. Trois d'entre eux travaillent notamment directement dessus. Trois d'entre eux travaillent sur les animaux, deux sur les végétaux. La plupart **sont engagés sur le sujet**, à travers des instances nationales ou internationales. Leur travail ou leur engagement les amènent à communiquer sur les modifications ciblées du génome auprès d'un public plus ou moins spécialisé. L'un d'entre eux (E16) travaille à l'international et ne représente donc pas la position d'un acteur français. **Hormis cet acteur, tous les répondants (4/5) ont travaillé ou travaillent aujourd'hui dans la recherche hors recherche d'entreprise, bien qu'ils n'aient pas tous été rencontrés à ce titre.**

Ils considèrent tous que la modification ciblée du génome peut s'insérer dans tous les types d'élevage selon l'application développée. Un des répondants suggère de renverser l'argumentation des opposants aux NTG en proposant un animal à croissance plus rapide pour un impact environnemental diminué. On retrouve ici un argumentaire déjà développé par

d'autres acteurs, qui présente les biotechnologies comme un outil pour une agriculture et un élevage plus durable.

Pour les trois répondants travaillant dans le secteur animal, on retrouve une approche commune lors des entretiens : **ils défendent une application spécifique et cherchent à la promouvoir. Il s'agit d'applications visant à améliorer la résistance aux maladies des animaux ou à modifier la composition nutritionnelle des produits issus de ces animaux.** Ils peuvent trouver d'autres projets intéressants mais placent le leur au premier plan.

#### **À retenir**

- Bonne connaissance du sujet
- Des NTG considérées comme compatibles avec tous les systèmes d'élevage
- Souvent une application bien délimitée mise en avant pour les « animalistes »
- Acteurs fortement liés au secteur de la R&D (4/5)

## 2. Les réfractaires

Ce sous-groupe est constitué de 4 individus :

- Engagés sur le sujet (voir critères plus haut) : 4 membres ou anciens membres du HCB, représentants d'association (3) ;
- Ayant exprimé une opposition aux applications agricoles (au minimum celles proposées actuellement).

Tous ces acteurs travaillent sur les **végétaux** ou ont été engagés sur les biotechnologies végétales par le passé. Nous sommes allés rencontrer certains d'entre eux en tant que spécialistes des modifications ciblées du génome sur les végétaux, engagés publiquement sur le sujet. Les autres font partie de structures impliquées sur des thématiques agricoles et ont été contactés à ce titre. L'un d'entre eux a travaillé sur les OGM végétaux ainsi que sur la sélection génétique animale classique.

Tous ces acteurs ont exprimé une forte opposition à l'utilisation des NTG à des visées agricoles. Cette attitude défavorable aux NTG n'est pas transposable aux champs de la recherche ou du secteur thérapeutique. Ces répondants **connaissent bien la controverse autour des OGM végétaux** et s'y réfèrent régulièrement. La controverse autour des OGM

« classiques », qui a débuté dans les années 90, leur sert de cadre d'analyse pour les NTG : « Avec Crispr on a eu exactement les mêmes affirmations, promesses, etc., qu'avec des premiers OGM, qu'il y a 30 ans. » (E30, représentant du secteur associatif). Leurs arguments contre les OGM et les NTG sont : la destruction de la diversité et de la capacité d'adaptation des animaux et des plantes (E8), le décalage par rapport à l'évolution (E28), les effets inattendus potentiels (E3), les impacts négatifs des techniques connexes mobilisées (E3).

« Les biotechnologies, qu'est-ce qu'elles font ? Elles accélèrent artificiellement l'évolution » (E28, représentant de la société civile)

#### À retenir

- Bonne connaissance du sujet
- Un engagement qui date des OGM « classiques »
- Plutôt des « végétalistes »

Le reste des répondants (37/46) a exprimé une position moins affirmée, voire mitigée. Nous les avons regroupés selon leur attitude exprimée vis-à-vis des NTG appliquées aux animaux d'élevage. Trois groupes se sont distingués : les sceptiques, les prudents et les enthousiastes.

...et des acteurs aux positions moins tranchées

#### 1. Les enthousiastes

« J'entrevois plein de finalités possibles pour l'élevage. » (E10, acteur du secteur agricole)

« Il y'a plein d'hypothèses possibles et inimaginables dans ce dossier-là, il y a quasiment aucune limite. Dans la réflexion, après ça dans la mise en place c'est un petit peu plus compliqué. » (E40, acteur de la sélection génétique)

On retrouve un groupe d'acteurs enthousiastes. Ils se distinguent des « convaincus » car ils ne sont pas engagés personnellement ou professionnellement dans le débat. Ils ont un niveau de connaissance très varié, allant du chercheur spécialiste du sujet qui ne souhaite pas s'impliquer dans le débat à l'individu profane qui imagine plein de possibilités avec de tels outils. Plusieurs acteurs du secteur agricole espèrent que ces techniques vont offrir des solutions aux défis que rencontrent actuellement leur filière : meilleure valorisation de l'herbe, moindres émissions de méthane, viande plus persillée... (E10, acteur du secteur agricole hors sélection génétique).

## 2. Les sceptiques

Les termes « sceptique » et « dubitatif » ont été mobilisés à plusieurs reprises par des répondants, ce qui a participé à la construction de ce type d'acteurs. On trouve notamment dans cette catégorie d'acteurs un plus grand nombre de représentants de la société civile, quelques acteurs de la sélection génétique et un chercheur spécialiste du sujet. Il s'agit de répondants qui expriment des doutes concernant a/ **l'intérêt de ces techniques d'un point de vue technologique** (intérêt recherche fondamentale mais pas sélection génétique) (E1-2, E2, E11), b/ **la possibilité de développer ces outils au sein d'un système respectueux** des animaux ou de l'environnement (E17-1, 2 et 3, E-26-1 et 2) et c/ **la capacité à encadrer le développement** de ces outils

*a/ « Je n'en suis pas complètement convaincu en fait. Parce qu'on n'a pas réellement de gènes très bien identifiés qui nous posent problème. » (E1-2, acteur de la sélection génétique)*

*« C'est plus l'intérêt même pour la filière qu'on questionne. » (E2, acteur de la sélection génétique)*

*b/ « À mon avis, il y a quand même peut-être une autre voie que d'en passer par là et ces techniques-là et des techniques de systèmes d'élevage purement et simplement. Parce qu'on s'oriente aussi vers d'autres systèmes d'élevage. » (E27, acteur du secteur agricole)*

*c/ « Est-ce qu'on a besoin d'ouvrir cette porte en sachant les risques, les avantages, qu'il y a à l'ouvrir ? » (E11, chercheur)*

### 3. Les prudents

Les acteurs de type prudent se sont avérés les plus difficiles à caractériser. On y retrouve plus d'acteurs ayant une faible connaissance du sujet et aucun spécialiste, appartenant à toutes les catégories d'acteurs rencontrées, excepté les acteurs du secteur agricole hors sélection génétique. Certains acteurs expliquent leur absence de positionnement par leur méconnaissance du sujet :

*« C'est un champ qui est tellement éloigné de mes compétences, je ne me permets pas de dire : c'est bien ou c'est mal. » (E13, chercheur)*

Il s'agit d'acteurs qui n'ont pas exprimé une position claire vis-à-vis de l'utilisation des NTG en élevage (ou ailleurs). S'ils manifestent parfois un avis ponctuel, il ne ressort aucune position générale. Ainsi E33-1 et E33-2, bien qu'ils aient parfois exprimé un intérêt ou une opposition à certaines applications, n'ont pas de position générale arrêtée :

*« En fait, notre avis il est compliqué : il y a peut-être des pratiques pour lesquelles on serait d'accord et d'autres non. » (E33)*

Ces répondants sont prudents dans leur réponse, quel que soit leur niveau de connaissances du sujet. Beaucoup d'entre eux invitent aussi à adopter une approche prudente sur le sujet.

*« C'est assez compliqué de se positionner sur des exemples comme ça, qui paraissent plutôt bons, mais il faut prendre aussi tous les impacts que ça peut avoir à côté. Et ça, aujourd'hui, moi je suis incapable d'avoir cette vision-là et donc le grand public encore moins. » (E4, acteur de la société civile)*

Certains « prudents » ont une attitude attentiste. La décision est remise entre les mains d'autrui : celles des chercheur.e.s à qui il revient de donner plus d'éléments pour nourrir la décision, à la société civile qui est présentée comme juge ou aux politiques dont on attend qu'ils donnent l'impulsion. On retrouve dans cette catégorie deux représentants de la grande distribution sur les trois rencontrés.

*« À partir du moment où c'est un sujet qui sera plutôt validé par l'ensemble de la société, que ce soit la justice, les fraudes, les ONG, ça nous pose aucun problème. » (E41, acteur de la grande distribution)*

Par exemple, ils mettent l'accent sur l'importance d'encourager la recherche pour décider si l'utilisation de ces techniques est pertinente ou non. Ils considèrent qu'il leur faut plus d'informations pour prendre position sur le sujet.

*« En tout cas, c'est une piste à explorer. » (E22, chercheur)*

Pour terminer, certains acteurs ne se positionnent pas mais mettent l'accent sur la nécessité de trouver un « compromis » entre les différentes parties prenantes et les objectifs qu'ils recherchent (E22 et E41). Ils ne se positionnent pas individuellement.

*« Et ça, c'est un compromis. Et c'est pour ça que pour moi il n'y a pas de réponse absolue, définitive, universelle. » (E22, chercheur)*

*« Le problème, c'est que oui, oui, tout à fait. Après, il y aura aussi ceux qui cherchent à réduire la consommation de viande et de lait de vache, qui seront contre tout, contre à la fois l'écornage et à la fois la présence de vaches sans cornes. Après, il faut trouver des compromis et ça, ça nécessite de la concertation avec les gens qui veulent entendre et trouver ces compromis. C'est ça qui est*

*important. Moi, je pense que c'est ça la concertation. » (E41, représentant de la grande distribution)*

Conditions d'utilisation : le bien commun, une notion vague

Certains acteurs ont tendance à donner des conditions pour que l'utilisation de ces techniques soient envisageables. Ces conditions peuvent être très liées au champ d'action de leur structure d'appartenance (bien-être animal pour les associations spécialisées sur cette question, absence de risques pour la santé humaine pour les associations de défense du consommateur etc.).

Souvent, ces conditions d'acceptabilité sont guidées par un principe supérieur, qui est l'idée de « bien commun », englobant l'humain, l'animal et l'environnement. Si cette démarche est intéressante, elle pose aussi des limites de définition. La notion de bien commun reste floue et fortement liées aux visions du monde propres à chaque acteur.

*« Ça pose quand même la question derrière du driver, de la science : qu'est-ce qui doit orienter la science ? Est-ce que c'est le bien commun ? Ou est-ce que c'est les intérêts privés quoi ? » (E6, représentant des pouvoirs publics)*

*« Il faut qu'il y ait un bénéfice hyper important pour tout le monde. Pour toutes les parties prenantes. Et je mets bien évidemment l'animal parmi ces parties prenantes. » (E29, représentant de la société civile)*

*« Donc des améliorations comme ça, qui sont utiles à l'élevage, à l'éleveur, car c'est sûr que des vaches laitières avec des cornes c'est quand même dangereux pour les vaches entre elles et pour l'homme, donc là c'est un intérêt qui profite à tout le monde. » (E33, représentant de la société civile)*

Si l'on prend l'exemple des vaches sans cornes cité ci-dessus, il est évident que tous les acteurs n'y voient pas une application de bien commun. Certains répondants pensent qu'il va de l'intérêt des vaches de conserver leurs cornes. De même, ils considèrent qu'une vache élevée

dans de « bonnes » conditions d'élevage, c'est-à-dire en extérieur pour la majorité d'entre eux, ne risque pas de blesser ses comparses ou les éleveurs.

### Freins et leviers potentiels pouvant conduire à une évolution des attitudes

Cette typologie s'appuie sur une analyse des propos des acteurs au moment où la controverse est encore confinée. Une partie des répondants ayant découvert le sujet récemment, il est fortement possible que leurs positions, ou du moins les arguments qu'ils mobilisent, évoluent si le sujet devenait public. Les acteurs ont régulièrement évoqué des leviers ou des freins qui pourraient amener à évoluer leur position vis-à-vis des NTG. Plusieurs leviers mentionnés, comme les cas de force majeure et la distorsion de concurrence, sont des leviers négatifs. La **distorsion de concurrence** est très fréquemment citée par les acteurs, elle concerne aussi bien le champ économique que celui de la recherche. Cette distorsion de concurrence conduit les acteurs appartenant à des entreprises à adopter le principe qui suit « *on ne se l'interdira pas* ». Les « **cas de force majeure** » sont associés avec une vision relativement catastrophiste de l'avenir : survenue d'une maladie ravageuse ou catastrophe climatique.

« *Donc on n'a pas un besoin majeur, mais ça pourrait arriver si par exemple une nouvelle épizootie arrive et il y'a quelques animaux qui sont résistants, oui là on pourrait se poser la question si on n'arrive pas à se protéger de ce germe. Là, c'est cas de force majeure. Si on a 90 % des [animaux] qui meurent parce qu'il y'a une nouvelle maladie qui arrive et qu'on n'arrive à rien faire, que les vétérinaires sont incapables de soigner les animaux et c'est une hécatombe, là il faudrait être prêts à utiliser ces outils-là.* » (E1-2, acteur de la sélection génétique)

Les acteurs pourraient aussi voir leur position évoluer si une découverte importante advenait. C'est cette fois un levier positif.

Les freins à l'utilisation de ces techniques identifiées par les acteurs sont à ce jour nombreux. Le premier reste l'**acceptabilité sociale** de ces techniques, les acteurs craignant de développer un outil qui sera rejeté par le société civile. La **réglementation** est un autre frein à leur utilisation et nombreux sont les acteurs qui pensent qu'elle n'évoluera pas en faveur des

NTG. L'**absence d'intérêt** des applications actuelles conduit aussi certains enquêtés à ne pas souhaiter utiliser ces techniques. Cette absence d'intérêt est parfois liée à l'absence de gène majeur identifié au sein d'une espèce (chez le porc notamment). Souvent lié à cette question de l'intérêt, certains acteurs voient un frein dans la **faisabilité** des modifications envisagées. Ils perçoivent un fossé important entre les projets présentés et des applications finales et prêtes à être utilisées en routine à l'échelon commercial. Un dernier frein évoqué, moins fréquemment, est celui du **coût**. En effet, si un des arguments régulièrement mobilisés en faveur des NTG est leur coût assez faible par rapport aux anciennes méthodes de modification du génome, quelques acteurs sont venus nuancer ce propos. Un acteur appartenant à une entreprise de sélection génétique insisté sur le risque financier que peuvent représenter les NTG :

*« Il n'y pas de rejet de principe de cette technologie-là, souvent c'est plus vécu comme étant quelque chose qui est un peu lourd à mettre en œuvre et coûteux. »*  
(E2, acteur de la sélection génétique)

Les coûts identifiés par les acteurs sont liés à la licence d'utilisation, aux infrastructures, au personnel et au savoir-faire nécessaire pour développer des applications ou encore aux procédures d'évaluation.

*« Parce qu'en fait la technologie en tant que telle ne coûte pas très chère, mais la mettre en œuvre dans des espèces d'élevage ça requiert des bâtiments, des infrastructures, du personnel dédié, du temps, c'est quand même assez long, parce que finalement il y'a le temps de reproduction des animaux qui rentre en compte. »*  
(E2, acteur de la sélection génétique)

Quelle influence de la filière sur la perception des NTG ?

L'approche multifilière permet d'interroger l'influence de la filière et l'espèce considérée sur la perception qu'ont les acteurs de ces techniques. Si notre échantillon est numériquement important, l'approche multifilière et la variété des types d'acteurs à rencontrer a rarement permis de rencontrer beaucoup de professionnels travaillant pour une même filière. Il n'est donc

à ce stade pas possible d'établir des regroupements par filières. Quelques pistes à explorer au cours de recherches futures sont néanmoins ressorties du discours des répondants.

Pour commencer, l'intérêt vis-à-vis des NTG peut être grandement orienté par la filière d'appartenance et **l'avancée des connaissances sur les différentes espèces**. Chez les monogastriques et les huitres, l'absence de gènes d'intérêt bien identifié ou la difficulté d'opérer des modifications (mosaïcisme fréquent chez la volaille par exemple) ont été citées pour expliquer un faible intérêt actuel pour ces techniques.

*« Le problème, c'est qu'au niveau volaille, on a quand même pour l'instant...on ne nous a pas présenté des évolutions aussi fortes que ce qu'on peut voir en poisson par exemple. [...] Parce que finalement, en volaille, on continue à faire de la sélection assez classique. Ou alors je ne suis pas très au courant, ce qui est possible, parce qu'on ne sait pas tout. Mais pour l'instant, on se sert de tas d'outils pour faire de la sélection, mais on n'est pas sur des sélections qui me semblent dignes d'apeurer un consommateur. » (acteur du secteur agricole)*

*« En volaille, je ne saurais pas te dire, en volaille il y a les enjeux avec le sexage aussi. Mais...Mais c'est compliqué la repro chez la volaille. Par contre, en cochon, c'est beaucoup plus simple à nouveau, ils ont les deux lignées et ça serait beaucoup plus simple. » (acteur de la sélection génétique)*

Certains acteurs ont aussi mentionné des **critères socioéconomiques** pour analyser la réception – supposée - des NTG par les différentes filières ? Les critères évoqués par les acteurs sont : le niveau d'intégration, le degré de technologisation et les enjeux rencontrés par les filières. Selon un acteur du secteur allaitant, ces technologies sont plus susceptibles d'être dans un premier temps dans développé chez les monogastriques, filières fortement intégrées, puis chez les bovins laitiers, où l'insémination artificielle (IA) est utilisée en routine. On retrouve ce type d'arguments dans une communication d'Allice (Schibler, 2020). L'auteur y rappelle que la filière bovine (ici traitée dans son ensemble) présente un contexte favorable pour l'implantation des NTG, de par la forte utilisation des biotechnologies de la reproduction et le dispositif de traçabilité déjà en place qui pourrait permettre un suivi post-commercialisation.

Certains acteurs expriment plus de doutes quant au transfert possible des NTG aux filières allaitantes, s'interrogeant notamment sur les possibilités d'acheminement jusqu'à la ferme de la semence « modifiée », au vu du faible recours aux technologies de la reproduction en secteur allaitant.

*« Au début de l'entretien, j'imaginai que ça pouvait plutôt s'inscrire dans les types d'élevages les plus...enfin commencer dans les élevages les plus "rationalisés", porcs et volailles et puis que les herbivores étaient beaucoup moins concernés, mais quand on a parlé du gène sans cornes, qui peut être diffusé par le taureau, je me dis que dans ces cas-là, si on a...si on peut agir sur le taureau et continuer la monte naturelle, là ça pourrait concerner tout type d'élevage. Sous réserve du coût initial. » (acteur du secteur agricole)*

La capacité des filières à recevoir l'innovation se pose à la fois en termes organisationnels (les infrastructures et les compétences existantes permettent-elles une adoption de l'innovation ?) et en termes culturels (est-ce que les éleveurs seront enclin à acheter des animaux génétiquement modifiés ?). Un acteur considère que les producteurs du secteur porcin accepteraient l'outil car ils sont « très progressistes ». Un autre répondant a plus de difficulté à imaginer les filières allaitantes adopter avec facilité les NTG :

*« Donc, je pense que le premier frein ça serait un peu un frein culturel, qui serait probablement moins présent chez les laitiers où il y a déjà l'insémination, parfois de la sélection génomique, la transplantation d'embryon. » (acteur du secteur agricole)*

En juillet 2021, lors d'un séminaire organisé dans le cadre de cette étude, un participant, acteur de la sélection génétique en ruminant a indiqué que pour lui, c'est moins entre les secteurs laitiers et allaitants que la différence se ferait qu'entre les races. À ses yeux, les éleveurs de races associées à des produits sous label de qualité seraient plus susceptibles de s'opposer à l'utilisation de ces techniques. Il expliquait sa position par l'antagonisme entre l'image de

tradition, souvent ancrée dans un territoire, qu'entretiennent certaines races et l'utilisation de technologies génétiques de pointe.

Au-delà de l'organisation et des habitudes propres à chaque filière, quelques acteurs considèrent que le rapport aux différentes espèces peut avoir un impact sur l'acceptation ou non des NTG :

*« Je ne saurais pas te dire. Mais les bovins c'est vrai que... c'est peut-être les bovins laitiers, même...Et je pense qu'ils sont aussi...je crois que je t'en ai déjà parlé, je pense qu'ils sont aussi un peu prudents par rapport au fait de commencer à changer les choses liées à la qualité du lait par exemple. Ils ne veulent pas. Il n'en est pas question, c'est ridicule. Et je ne sais pas, les bovins c'est des animaux un peu plus...présents [rires]. Ils sont plus grands. Je ne sais pas si c'est à cause de ça. Ils maîtrisent moins la repro, enfin la sélection oui, via les contrôles de performance, mais...je ne sais pas...ils tiennent peut-être plus compte de l'avis du consommateur que les autres et alors ceux qui sont les plus ouverts on va dire, c'est le secteur aquaculture. » (acteur de la sélection génétique)*

Cette typologie montre qu'à ce stade, l'attitude des acteurs vis-à-vis des NTG et de leur application aux animaux d'élevage ne se limite pas à une opposition entre des « antis » et des « pros ». De nombreux acteurs, rencontrés dans le cadre de ces entretiens ou plus largement de notre travail, craignent une situation similaire au conflit autour des OGM : deux groupes campés sur leur position. Si la situation actuelle montre un éventail de positions plus larges, cela peut aussi s'expliquer par la faible présence du sujet dans l'espace public. S'il venait à devenir public, il n'est pas impossible que les positions évoluent et deviennent plus affirmées.

## VI. Tracer des frontières : exemples de stratégies argumentatives mises en place par les acteurs

Dans leurs discours, les acteurs tendent à recréer un récit autour des NTG. Ils les insèrent ainsi dans un passé et surtout les projettent dans un futur qu'ils imaginent. Ils leur donnent ainsi un environnement dans lequel s'inscrire et se développer. Au contraire, certains cherchent à

montrer qu'elles n'ont pas place dans le monde qu'ils envisagent pour demain. Cette partie s'intéresse aux stratégies argumentatives qu'ils déploient à cette fin. Dans un premier temps, c'est les tentatives pour associer, ou au contraire dissocier, les NTG aux OGM qui sera présenté. Dans un second temps, nous verrons comment d'autres acteurs cherchent moins à positionner les NTG par rapport aux OGM que dans l'ensemble plus large des méthodes utilisées en sélection génétique.

### Sortir de la controverse autour des OGM ? La technique contre le produit, une querelle ancienne

La réglementation européenne encadrant la dissémination des OGM s'appuie sur une approche par technique, qui se démarque dans le paysage réglementaire international où ce sont souvent les caractéristiques du produit obtenu qui déterminent la législation adéquate (voir Encadré 3). Ce débat se situe au cœur de la controverse sur les OGM.

Les acteurs favorables à l'utilisation des NTG prônent souvent une approche par produit plutôt que par technique. C'est-à-dire qu'ils ne voient pas de raison de considérer différemment des mutations qui auraient pu être obtenues par d'autres biais :

*« Un produit de l'édition génomique qui pourrait être obtenu par une méthode conventionnelle n'a pas de raison d'être traité autrement que les variétés qui dérivent de ces méthodes conventionnelles. » (E23, représentant de la société civile)*

*« D'un point de vue scientifique, il n'y a aucune raison de traiter un mutant obtenu d'une manière A différemment du même mutant, exactement la même plante, obtenue par une méthode B. Ce qui est le cas aujourd'hui. » (E38, chercheur)*

*« Parce que la technologie n'est pas très importante au final, ce qui est important c'est de bien faire comprendre la finalité et donc si nous essayons d'exprimer au travers des bénéfices de ces technologies. » (E40, acteur de la sélection génétique)*

Chez les réfractaires, on retrouve la position inverse. L'enquête E28 rejette l'idée qu'on puisse considérer toutes les modifications comme équivalentes. Pour lui, c'est une vérité

biochimique mais qui ne prend pas en compte l'évolution. Il considère que la vitesse de mutation ainsi que la quantité d'organismes mutés et sortis du laboratoire sont deux facteurs essentiels. En dehors du laboratoire, les deux mutations ne sont plus identiques. Il considère que peu importe les finalités, les NTG vont désorganiser les (éco) systèmes.

Certains acteurs sont conscients que se rejoue un enjeu hérité de la controverse autour des OGM :

« Dire que les OGM se définissent par le produit et pas la technique utilisée, quand on est extérieur au débat, ça paraît anodin. Mais c'est l'argument utilisé depuis toujours par les lobbies industriels sur ce sujet-là. » (E37, représentant du secteur associatif).

La controverse autour des OGM reste une grille de lecture privilégiée par certains acteurs pour interpréter les événements et les prises de position des différentes parties prenantes. Ce débat est un rebondissement de la controverse des OGM plutôt qu'un enjeu propre à la modification ciblée du génome.

### Les NTG : outil génétique parmi les autres ou véritable rupture ?

L'étude des modifications ciblées du génome est complexe. Les débats autour de ces techniques concernent à la fois les techniques utilisées et le type de modifications induites (voir Encadré 1). La frontière entre la rupture et la continuité se joue entre les différentes techniques, la rapidité d'action qu'elles offrent, la capacité de réussite mais aussi le type de modifications qu'elles permettent d'effectuer.

Plusieurs répondants resituent les NTG dans la longue histoire de la génétique, parfois pour souligner la continuité des NTG avec les méthodes « classiques » ou au contraire pour montrer qu'il y a une véritable rupture. Cette idée de rupture est une frontière personnelle que fixe chaque répondant. C'est aussi un jeu argumentatif qui peut induire des conséquences sur la perception qu'aura le public des bénéfices et risques potentiels de ces techniques.

« C'est la sélection traditionnelle, donc longue, mais on a modifié le génome beaucoup plus qu'on ne le fera jamais avec une seule édition du génome, si tu veux. Alors ça, pour faire comprendre ça aux gens... » (E15, chercheur)

« Pour moi, il y a un **continuum** domestication/sélection/édition du génome. » (E34-2, chercheur)

Les deux acteurs cités ci-dessus sont deux acteurs « convaincus », qui défendent l'utilisation des NTG en élevage. Présenter la modification ciblée du génome comme un outil en continuité avec tout le travail précédent de sélection génétique a un aspect rassurant. Si la modification ciblée du génome n'est que l'étape suivant la sélection génomique, elle n'est pas si différente que ce que l'on connaît déjà. Tous les acteurs ne sont pas convaincus que cet argument porte auprès du grand public :

« Si vous expliquez au gens "oui mais, depuis le Néolithique l'homme sélectionne des végétaux", enfin le blé qu'il y avait en Mésopotamie et le blé qu'il y a aujourd'hui, ça n'a rien à voir. L'homme sélectionne des végétaux, il sélectionne des animaux et tout ça finalement, parce que Cas9 ne fait qu'accélérer un processus qui est somme toute un processus naturel. Je pense que c'est un discours qui est inaudible, même s'il est vrai. Enfin, moi, je pense qu'il est vrai. » (E6, représentant des pouvoirs publics)

Au contraire, certains répondants voient un saut en termes d'impacts potentiels entre les NTG et les techniques qui les ont précédées. Ils considèrent par exemple qu'une technologie de rupture implique des effets - positifs ou négatifs - potentiellement importants et inconnus et doit être encadrée comme telle.

« Enfin, ce qui compte c'est plutôt dans quel objectif politique on l'utilise. Le feu ça brûle, ça peut aussi faire des choses très bien, quoi. Après ce qui est clair, c'est que des techniques comme le Crispr-Cas9 peuvent entraîner des **ruptures anthropologiques** qui font qu'on va peut-être avoir à un moment un saut qualitatif qui fait que tout retour en arrière va être compliqué. » (E6, représentant des pouvoirs publics)

Pour d'autres, cette rupture technologique est associée à des conséquences qui pourraient s'avérer catastrophiques, un futur où l'humain a perdu tout contrôle sur les écosystèmes qui l'entourent et au sein desquels il s'insère.

*« Là, les questionnements qui se posent là-dessus, c'est vis-à-vis des potentialités de ces techniques-là. C'est-à-dire qu'avant la sélection massale ou des choses comme ça, on avait des évolutions on va dire très lentes, et très progressives. Et donc, globalement, on avait moins de risques d'emballement de systèmes ou de choses comme ça. Alors que là, ces technologies-là ont des potentiels de déploiement beaucoup plus forts. » (E20-2)*

La gradation entre les différents outils utilisés en sélection génétique est parfois concomitante avec des considérations liées à l'idée de nature. Les travaux de Debucquet *et al.* (2020) ont montré que la perception des NTG suivait des logiques de classement qui varient selon les acteurs : quand certains individus sont rassurés par le ciblage des modifications, d'autres leur préfèrent les modifications aléatoires, considérées comme plus naturelles. On retrouve des dynamiques similaires chez certains de nos enquêtés. Ces dynamiques ressortent souvent au sujet de la sélection génétique. Ainsi, un des enquêtés (E30) voit plus de pérennité dans la sélection naturelle, puisque le choix ne revient pas à l'humain mais à la Nature : la sélection se fait en adéquation avec l'environnement. L'enquêté E39 fait une distinction entre la sélection génétique effectuée par les éleveurs par rapport à celle qui a lieu dans ce qu'il qualifie de « secteur des productions animales », qui renvoie à un système d'élevage plus industrialisé et rationalisé. Pour lui, la sélection exercée dans le système des productions animales perd « l'effet de surprise de la sélection ». Ces acteurs ne sont donc pas sensibles aux arguments de ciblage et de meilleure maîtrise des outils, puisqu'ils semblent accorder une confiance plus importante à la Nature et au hasard.

La référence à la Nature est d'ailleurs une stratégie argumentative utilisée par certains acteurs. À nouveau, il s'agit d'une frontière définie par chacun, entre ce qui est qualifié de naturel ou, par opposition, d'artificiel. Cet enjeu de définition concerne aussi bien le type de mutation que la technologie utilisée. Ainsi, dans l'extrait ci-dessous, l'enquêté cherche à rassurer en convoquant l'idée de nature.

« Certes, il y a de l'édition du génome, on peut condamner les interventions au niveau du génome, philosophiquement, ça peut être défendable, mais d'un autre côté, **en faisant des petites mutations, extrêmement ponctuelles, que la Nature ne manque pas de faire naturellement**, de génération en génération, les génomes sont transformés. Donc, en faisant des petites mutations qu'on pourrait dire acceptables, et que la nature ne manque pas de faire, on pourrait générer un animal un peu ambigu, à la fois génome édité mais qui peut présenter des intérêts pratiques vraiment essentiels. » (E34-2, chercheur)

Ces exemples de stratégies argumentatives, tout comme les perceptions qui leur sont associées, situent la modification ciblée du génome dans un monde spécifique : de la technique innovante aux promesses (et risques) immenses au nouvel outil qui doit encore faire ses preuves face aux méthodes de sélection préexistante. Cette mise en récit, en inscrivant Crispr dans un passé qu'il continue ou au contraire qu'il met à distance, ouvre différents futurs.

## VII. Un débat qui traduit des visions du monde différentes

Cette partie revient sur deux aspects fréquemment présents dans le discours des acteurs rencontrés et qui traduisent des visions du monde différentes. Le premier point concerne la relation qu'entretiennent les acteurs avec la Science (en tant que discipline, institution et activité professionnelle). Le second point traite des débats autour des systèmes d'élevage. La question du système d'élevage était présente dans la grande majorité des entretiens, au point parfois de devenir le centre de l'entretien.

### Une multitude de relations à la science et au milieu scientifique

À travers leur discours, certains acteurs laissent entrevoir plus ou moins clairement leur rapport à la science et au milieu scientifique. Leur confiance ou méfiance envers la science semble contribuer à façonner leur positionnement vis-à-vis des NTG. D'abord, car l'application des NTG aux animaux d'élevage est principalement visible au sein de projets de recherche, le

transfert aux filières n'étant pas d'actualité (bien que quelques entreprises développent des animaux « édités »). Mieux comprendre la relation qu'entretiennent les acteurs avec la Science peut aussi permettre de mieux saisir leur relation à la sélection génétique. Les méthodes les plus récentes utilisées en sélection génétique, de par leur forte technicité, rapprochent le travail génétique du milieu scientifique (en tant qu'institution).

Plusieurs individus « réfractaires » à l'utilisation des NTG ont exprimé une méfiance vis-à-vis de la science ou de l'activité scientifique (E30, E28, E3). Ainsi, l'enquêté 30, opposé à l'utilisation des NTG en élevage, exprime de gros doutes sur la suffisance de nos connaissances actuelles du génome et de son fonctionnement. Il réfléchit beaucoup aux paradigmes scientifiques présents dans le discours des scientifiques et critique la tendance de la « science moderne » à tout « saucissonner ». Cette tendance se retrouve selon lui dans une génétique parfois trop « mécaniste », qui met souvent de côté les interactions entre les gènes et l'environnement.

*« Imaginez un texte chinois. Vous pouvez avec précision changer deux idéogrammes. Et vous en mettez deux autres. Oui, mais vous ne comprenez toujours pas l'ensemble du message. Et actuellement, c'est ce qu'ils sont en train de faire. Ils arrivent à changer deux idéogrammes, mais l'ensemble du génome, ils ne le comprennent pas. »* (E30, représentant de la société civile, reprend ici une métaphore qui n'est pas de lui)

Un des enquêtés a d'ailleurs quitté le milieu de la recherche puisqu'il « ne faisait pas de la biologie pour détruire le vivant » (E28, représentant de la société civile). Il critique les orientations de la recherche et notamment « la méthode analytique réductionniste ».

*« Il faut changer notre manière de penser, on est structuré par de l'analytique. La méthode analytique, depuis le début de la science, est très efficace. Mais totalement dissociée à la dynamique des systèmes. Ça ne veut pas dire qu'il faille l'abandonner. Sinon, on est mal. Il faut recadrer l'usage de cette science analytique dans une perspective systémique. Ce qui nous intéresse, c'est que le système soit stable. »* (E28, représentant de la société civile)

« C'est l'industrie des productions animales qui manage la sélection, enfin les orientations scientifiques de toutes ces techniques que vous décrivez, c'est au service des productions animales. » (E39, chercheur)

D'autres acteurs ont une vision critique **des pratiques du milieu scientifique**, public ou privé. Il peut s'agir des pratiques individuels de certains chercheurs, des systèmes d'influence qui s'exercent par le biais du lobbying ou les exigences de résultats transposables aux filières lors des subventions de programmes de recherche.

« Ça, c'est l'histoire de la confiance trop forte des gens qui ne se donnent même pas la peine de vérifier que leur travail est propre. Et ça, ça arrive souvent, surtout quand il y'a des entreprises qui veulent des retours sur investissement très rapides. » (E3, chercheur)

Certains acteurs expriment au contraire leur confiance dans la science ou les technologies pour développer des applications intéressantes et sûres. L'enquêté 5 défend ainsi le recours à la technologie en élevage : pour lui, les éleveurs doivent avoir accès aux mêmes technologies avancées que la société. Il applique ce raisonnement aux biotechnologies : si on les accepte dans le champ de la santé humaine, pourquoi ne pas les utiliser en élevage ?

« Non, moi je suis assez confiante dans la recherche. Si on me dit que telle manip va éliminer tel problème, moi je suis ouverte, pas de problème. » (E9, acteur du secteur agricole)

Une sélection génétique synonyme de système agricole industriel ?

La vision qu'ont les acteurs de la sélection génétique influence leur perception des NTG. Si une partie des acteurs considèrent que la sélection peut être au service de différents types d'élevage, d'autres l'associent à des systèmes plutôt industriels et intensifs.

Si chaque répondant a sa vision de la sélection génétique, la plupart des acteurs affirment que le grand public a une grande méconnaissance de l'échelon sélection génétique, qui est souvent assimilé à des OGM ou alors aux animaux présentés au Salon de l'Agriculture :

*« Bah, dans le grand public, il y'a une confusion entre sélection et OGM. Nous, ce sont des choses que l'on appréhende un peu lorsqu'on est au Salon de l'Agriculture. » (E22, chercheur)*

*« C'est soit une espèce de nostalgie folklore, qui n'a jamais existé d'ailleurs, d'un ancien temps idyllique, soit les méchants scientifiques savants cosinus dans leurs labos. » (E6, représentant des pouvoirs publics)*

Lorsque les répondants associent la sélection génétique à des systèmes d'élevage intensifs, cela a des répercussions sur les finalités recherchées qu'ils envisagent. Ils tendent alors à être plus sceptiques quant à la possibilité de développer des utilisations des NTG respectueuses de l'environnement et de l'animal. Cela diminue aussi l'intérêt des NTG, qui leur apparaissent comme un outil accessoire face à l'ampleur de la réflexion à mener.

*« Les sélectionneurs, ils travaillent essentiellement pour des systèmes intensifs. [...] pour le moment, leur marché principal c'est l'agriculture intensive, donc eux, ils veulent que cette biotechnologie réponde à leur problème. Donc, il n'y a pas vraiment de remise en question des systèmes de production des animaux. » (E11, chercheur)*

*« Effectivement, c'est ce qu'on essayait de dire en introduction, de ne pas résumer la question de l'outil génétique, la composante génétique, aux nouvelles techniques génétiques. Les questions se sont déjà posées, il y'a actuellement une prise en considération, de trouver d'autres caractères pour les schémas de sélection, qui intègrent en fait une approche, on ne va pas dire plus systémique, mais plus globale des animaux. » (E17, chercheur)*

Plutôt qu'à une réflexion sur la modification ciblée du génome en tant que telle, c'est à une réflexion plus générale sur les orientations de la sélection génétique dans son ensemble qu'invite une partie des acteurs.

*« C'est-à-dire, que je pense que la génétique ne doit pas exister pour elle-même, il faut toujours la mettre en rapport avec le modèle de production qu'on souhaite développer. » (E6)*

*« La génomique permet de sélectionner sur des gènes. Les NTG risquent d'aggraver la fuite en avant vers la sélection des gènes élites. » (E8)*

Ces interrogations sur la sélection génétique en tant que discipline ne sont pas nouvelles (Altan, 1999). Elles vont de pair avec des interrogations sur l'orientation des schémas de sélection et des choix de caractères. Les orientations productivistes fixées dans le contexte de l'après-guerre ont été mises en question depuis plusieurs décennies. Au-delà d'un questionnement sur la génétique, c'est le système agricole industriel et intensif dans son ensemble que certains acteurs condamnent. Les réflexions qu'ils appliquent aux NTG et à la sélection génétique sont une transposition des critiques qu'ils expriment à l'encontre de ce système agricole.

Au cœur des discours : le débat autour des systèmes d'élevage

La question du système d'élevage dans lequel s'insèrent ces techniques est une question centrale pour de nombreux acteurs.

1. La modification ciblée du génome, une technique aux finalités multiples

Pour certains acteurs, **ce sont les applications développées qui rendent les NTG compatibles ou incompatibles avec certains systèmes d'élevage**, comme l'exprime cet enquêté, dont l'avis a évolué une fois que le projet des vaches sans cornes Recombinetics lui ait été présenté :

*« Au début de l'entretien, j'imaginai que ça pouvait plutôt s'inscrire dans les types d'élevages les plus...enfin commencer dans les élevages les plus "rationalisés", porcs et volailles et puis que les herbivores étaient beaucoup moins concernés, mais quand on a parlé du gène sans cornes, qui peut être diffusé par le taureau, je me dis que dans ces cas-là, si on peut agir sur le taureau et continuer*

*la monte naturelle, là ça pourrait concerner tout type d'élevage. » (E10, acteur du secteur agricole hors sélection génétique).*

Les acteurs qui n'ont pas d'opposition vis-à-vis de la technique considèrent souvent que les NTG sont en théorie compatibles avec tous les types d'élevages.

2. La modification ciblée du génome, une technique intrinsèquement liée à un système intensif

Pour certains acteurs, **c'est la technique en tant que telle qui est assimilée à un système spécifique, en l'occurrence un système industrialisé :**

*« Crispr, ce n'est pas un truc qu'on peut faire dans son arrière-cuisine, donc c'est quand même plutôt lié à une production industrialisée, on va dire. » (E6, représentant des pouvoirs publics).*

Pour l'enquête 6, il s'agit d'un constat et non d'une critique. Il considère d'ailleurs que c'est en utilisant ces techniques au sein d'un système industrialisé, et donc à grande échelle, que les NTG pourront avoir un véritable impact. L'association des NTG avec un système industrialisé est négative pour d'autres acteurs, qui les voient comme des techniques interventionnistes ou conduisant à une dépossession des éleveurs (E11), qualités qui les rendent peu compatibles avec leur vision d'un système agroécologique. Un acteur explique comment cette association des biotechnologies avec un système industriel et intensif est une « *projection de ce qui s'est passé avec les OGM.* » (E8).

*« Les sélectionneurs, ils travaillent essentiellement pour des systèmes intensifs. [...] pour le moment leur marché principal, c'est l'agriculture intensive, donc eux, ils veulent que cette biotechnologie réponde à leur problème. Donc il n'y a pas vraiment de remise en question des systèmes de production des animaux. » (E11, chercheur)*

D'autres acteurs ne sont pas toujours en mesure d'expliquer pourquoi ils associent les NTG à un système industrialisé et/ou intensif. Certains trouvent que ces techniques sont « antinomiques » avec un système agroécologique (E24) :

*« Et je ne sais pas si ça serait trop accepté, c'est un peu trop je trouve, contradictoire avec le...de se dire c'est un mode de production, d'élevage voilà simple, naturel, voilà et en même temps du coup on l'a obtenu par...enfin ça ne me paraît pas très cohérent dans la démarche et je ne sais pas si ça serait accepté. »*  
(E4, acteur de la société civile)

Cette discordance entre un système agroécologique se retrouve aussi chez un acteur très favorable à leur utilisation, qui, s'il perçoit cette tendance, souhaite venir l'interroger :

*« Justement, je voulais créer en quelque sorte un paradoxe, on aurait pu avoir un animal présentant une hyper-muscularité et qui mangerait moins en quelque sorte, qui transformerait mieux l'alimentation pour faire du muscle plutôt que de la graisse. Donc là encore on avait à faire à un [animal, certes génome édité, mais qui aurait pu présenter un intérêt agroécologique, dans la mesure où il aurait mangé moins pour avoir une musculature plus développée. »* (E34-2, chercheur)

Derrière ces différentes perceptions de l'adéquation des NTG avec tel ou tel système d'élevage se cachent des conceptions très diverses de ce qu'est un système industriel, intensif ou agroécologique. Ainsi, pour l'enquête 34-2, c'est une utilisation plus efficiente des ressources alimentaires. Pour d'autres acteurs, des critères comme le degré d'intervention de l'humain sur le vivant doivent être pris en compte.

### 3. Une fréquente requalification des débats autour des systèmes d'élevage

Pour les acteurs qui souhaitent voir évoluer les systèmes d'élevage, ces technologies ne doivent pas être utilisées pour résoudre les problèmes rencontrés par l'élevage (diminution de l'impact environnemental, amélioration du bien-être animal...) :

*« Le changement climatique, on va nous sortir encore que le porc, grâce à une édition du génome, va mieux consommer le phosphore ou je ne sais quoi, et que la vache va émettre un peu moins de méthane, mais fondamentalement, c'est le système de production qui est à changer. » (E3, chercheur).*

Pour ces personnes, l'enjeu est de recadrer le débat autour de l'élevage et ses pratiques. Ils ont le sentiment que les promoteurs des NTG cherchent à faire perdurer un système qu'ils considèrent à bout de souffle : *« C'est masquer le symptôme et ne pas travailler sur les causes. »* (E29, représentant du secteur associatif).

*« Quelque part, ces technologies-là soit arrivent en guérison et donc peut-être empêchent de se poser des questions en termes de prévention, et d'une façon plus générale peut-être aussi empêchent ou dévient aussi les réflexions sur les systèmes, les façons de faire. [...] Ça vient optimiser des systèmes dont la durabilité peut être questionnée, et donc c'est un peu ça pour moi le biais que je pourrais voir avec ce genre de technologies-là, même si effectivement il y'a des applications qui peuvent être très séduisantes. »* (E20-2, représentant de la société civile)

Même si ces discours sont beaucoup plus présents chez les personnes réfractaires ou sceptiques quant à l'utilisation de ces techniques, certains acteurs favorables à leur utilisation précisent qu'il est nécessaire d'échanger en amont sur les systèmes d'élevage que l'on souhaite développer, comme le montre ces deux extraits, issus d'échanges avec deux acteurs aux positions diamétralement opposés (l'un favorable à l'utilisation des NTG et l'autre opposé) :

« *Pour moi, la question essentielle c'est quelle agriculture veut-on ?* » (E30, représentant de la société civile)

« *La question c'est donc : quel système d'élevage veut-on ?* » (E38, chercheur)

Ces débats ouvrent sur une controverse plus large autour de l'élevage. Plusieurs acteurs se sont d'ailleurs explicitement repositionnés au sein de cette controverse, parfois pour se défendre de critiques qu'ils reçoivent dans la sphère publique. Ainsi, des représentants du secteur associatif ont tenu à préciser qu'ils n'étaient pas abolitionnistes (E36 ; E37) : « *Moi, je fais pas du tout partie de cette catégorie, je suis pour l'élevage* » (E36, représentant de la société civile).

## Conclusion

Ce travail a cherché à identifier les principales incertitudes liées à l'utilisation potentielle des modifications ciblées du génome sur les animaux d'élevage : incertitudes technologiques, incertitudes concernant l'environnement, la (bio)diversité, les animaux, incertitudes socioéconomiques et, dans un second temps, les incertitudes sanitaires. La plupart ne sont pas nouvelles : les interrogations soulevées lors du débat autour des OGM sont de nouveau mobilisées par une partie des acteurs. À cela s'ajoutent les nombreuses problématiques que soulève l'élevage aujourd'hui, faisant l'objet d'âpres discussions. Le contexte controversé autour de l'élevage peut expliquer que les positionnements soient plus prudents chez les acteurs de l'élevage que chez ceux du secteur végétal.

L'éventail des positions s'est révélé varié, d'une poignée d'acteurs engagés sur le sujet, que ce soit pour ou contre l'utilisation de ces techniques, à une majorité plus incertaine, composée d'acteurs enthousiastes quant aux opportunités offertes par ces techniques, de personnes sceptiques sur leur intérêt ou sur l'usage qui en sera fait et, pour terminer, d'acteurs prudents. Le sujet étant pour l'instant confiné à des sphères spécialisées, ces positions sont à même d'évoluer. D'une part, les acteurs ayant découvert le sujet ont exprimé des avis moins assurés et formés sur le vif, qui seront probablement amenés à évoluer. D'autre part, les entretiens anonymes laissent plus de place à l'expression de doutes ou de positions nuancées

que l'arène publique, où les acteurs sont tenus de suivre la parole de leur structure et sont soumis à des jeux d'alliance entre acteurs.

Pour justifier leurs positions, les acteurs mobilisent de nombreuses ressources argumentatives. L'une d'elle consiste à se référer à la controverse autour des OGM. En assimilant les NTG aux OGM, certains acteurs cherchent à les insérer dans un cadre sociojuridique déjà en installé. D'autres acteurs laissent de côté les OGM pour resituer les NTG dans l'histoire de la sélection génétique, soit comme une véritable rupture avec tout ce qui lui préexistait, soit au contraire comme une simple continuité du travail génétique de routine, en les présentant parfois comme une simple réplique de ce qui se fait « naturellement ». Ces stratégies argumentatives ont des conséquences qui peuvent être aussi bien symboliques (la perception qu'ont les acteurs de ces techniques) que juridiques (application ou nom de la directive 2001/18/CE).

Derrière ces différentes mises en récit se trouvent des divergences plus profondes qui traduisent plusieurs visions du monde. L'une d'elle est la relation des acteurs au milieu scientifique et à la science en général. Les acteurs très critiques de la science et de l'activité scientifique étaient souvent opposés à ces technologies et n'envisageaient pas que la science puisse résoudre, ne serait-ce qu'en partie, les incertitudes liées aux NTG. L'autre aspect nécessaire à la compréhension de la position des acteurs est le type d'élevage qu'ils défendent. De nombreux répondants ont recentré le débat autour des systèmes d'élevage à promouvoir. Ces deux rapports à la science et à l'élevage influencent grandement l'avis des acteurs, qui parfois associent l'activité scientifique au modèle agricole industriel et intensif.

Cette étude a un caractère prospectif, les acteurs engagés sur le sujet étant à ce jour restreints à des sphères spécialisées et les animaux « édités » n'étant pas sortis des laboratoires. Cependant, depuis le début de ce travail, le contexte évolue rapidement : multiplication des projets de recherche, projets approchant la commercialisation, travaux des gouvernements et des instances juridiques pour repenser les cadres législatifs... Ainsi, le porc résistant au SDRP de l'entreprise Genus PIC est en phase de pré-commercialisation, l'entreprise ayant fait savoir qu'elle échangeait actuellement avec la FDA en prévision d'une évaluation. En décembre 2020, un deuxième animal modifié par modification ciblée du génome a été approuvé par la FDA en vue d'une mise sur le marché alimentaire, ainsi que pour un usage thérapeutique (FDA, 2020). Il s'agit du porc GalSafe, qui n'exprime pas de sucre alphasial, qui déclenche des allergies chez certains individus. L'inscription de cet animal à la fois dans les champs alimentaire et médical, pourrait conduire à des échanges d'arguments nouveaux ainsi qu'à mieux cerner la spécificité

des relations des consommateurs avec l'animal-aliment et l'animal-médicament. En septembre 2021, c'est une daurade génétiquement modifiée pour une croissance plus rapide qui a fait l'objet de ventes tests au Japon.

L'utilisation des techniques de modification ciblée du génome sur les animaux d'élevage pourrait très vite quitter la sphère des « spécialistes » et devenir publique. De nouveaux questionnements liés à l'avancée de la recherche ou à la publicisation du sujet pour voir le jour. Par exemple, la modification ciblée de l'épigénome ou du microbiote, thématiques de recherches émergentes, n'ont pas été abordées avec les enquêtés. Des études plus ciblées sur des types de modification ou un nombre restreint d'applications permettraient d'approfondir le sujet.

## Bibliographie

Atlan Henri (1999). *La fin du « tout génétique » ? Vers de nouveaux paradigmes en biologie*. INRAE, « Sciences en questions », Paris.

Barbier Marc (2003). « Une interprétation de la constitution de l'ESB comme problème public européen ». *Revue internationale de politique comparée* 10, no 2 : 233.  
<https://doi.org/10.3917/ripc.102.0233>.

Barrey Sandrine (2015). « Le « Frankenfish » nage-t-il vers le marché ? La fabrique contestée du marché de l'AquAdvantage® Salmon ». In *Marchés contestés : quand le marché rencontre la morale*, par Marie Trespeuch et Philippe Steiner, 63-90, PUM.

Beardsworth Alan (1995). "The Management of Food Ambivalence: Erosion and Reconstruction?" pp. 117-142, in Maurer and Sobal, *Eating Agendas: Food and Nutrition As Social Problems*, Transaction Publishers, 1995, 345p.

Beck Ulrich (1986). *La société du risque : Sur la voie d'une autre modernité*, s.l., Flammarion (coll. « Champs Essais »), 521 p.

Bérard Laurence (1998). « Le poisson : une denrée périssable ». In: *Études rurales*, n°147-148. Mort et mise à mort des animaux. pp. 129-138

Bernard de Raymond Antoine (2010). « Les mobilisations autour des OGM en France, une histoire politique (1987-2008) ». In *Les mondes agricoles en politique : de la fin des paysans au retour de la question agricole*, par Bertrand Hervieu. Fait politique. Paris : Presses de la Fondation nationale des sciences politiques.

Boltanski Luc (1991). *De la justification : les économies de la grandeur*, Gallimard.

Bourdon, Jean-Paul (2003), « Recherche agronomique et bien-être des animaux d'élevage : Histoire d'une demande sociale ». *Histoire & Sociétés Rurales* 19, n° 1 : 221.

Bratlie Sigrid, Mellegård Hilde (2020). « Norwegian consumers' attitudes toward gene editing in Norwegian agriculture and aquaculture », <https://www.biotechnologiradet.no/filarkiv/2020/04/Report-consumer-attitudes-to-gene->

[editing-agri-and-aqua-FINAL.pdf](#). Callon Michel (1981). « Pour une sociologie des controverses technologiques », *Fundamenta Scientiae*, vol. 2, 3/4, p. 381-399.

Callon Michel, Lascousme Pierre et Barthe Yannick (2001). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, s.l., Points (coll. « Essais »), 437 p.

Carlson Daniel F., Lancto , Zang Bin, Kim Eui-Soo, Walton Mark, Oldeschulte David, Seabury Christopher, Sonstegard Tad S., Fahrenkrug Scott C (2016). « Production of Hornless Dairy Cattle from Genome-Edited Cell Lines ». *Nature Biotechnology* 34, n° 5: 479-81. <https://doi.org/10.1038/nbt.3560>.

Chateauraynaud Francis (2011). « Sociologie argumentative et dynamique des controverses : l'exemple de l'argument climatique dans la relance de l'énergie nucléaire en Europe ». *A contrario* n° 16, n° 2 : 131. <https://doi.org/10.3917/aco.112.0131>.

Debucquet Gervaise, Baron Régis, Cardinal Mireille (2020). « Lay and Scientific Categorizations of New Breeding Techniques: Implications for Food Policy and Genetically Modified Organism Legislation ». *Public Understanding of Science* 29, n° 5 : 524-43. <https://doi.org/10.1177/0963662520929668>.

Delanoue Elsa (2018). *Débats et mobilisations autour de l'élevage : analyse d'une controverse*. Sociologie. Université Rennes 2.

FDA, 14 décembre 2020. « FDA Approves First-of-its-Kind Intentional Genomic Alteration in Line of Domestic Pigs for Both Human Food, Potential Therapeutic Uses ». *U.S. Food and Drug Administration*, [www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-first-its-kind-intentional-genomic-alteration-line-domestic-pigs-both-human-food](http://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-first-its-kind-intentional-genomic-alteration-line-domestic-pigs-both-human-food)

Hermitte Marie-Angèle, Noille Christine (1993). « La dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement. Une première application du principe de prudence ». *Revue juridique de l'Environnement* 18, no 3 : 391-417.

Hyun Insoo, Wilkerson Amy, Johnston Josephine (2016). « Embryology policy : Revisit the 14-day rule ». *Nature*, vol. 533, n° 7602, p. 169-71. *Crossref*, doi:10.1038/533169a.

Ipsos MORI (2021) « Consumer Perceptions of Genome Edited Food ». Food Standards Agency, <https://doi.org/10.46756/sci.fsa.aya629>.

Thévenot, L., Moody, M., & Lafaye, C. (2000). Forms of valuing nature: Arguments and modes of justification in French and American environmental disputes. In M. Lamont & L. Thévenot (Eds.), *Rethinking Comparative Cultural Sociology: Repertoires of Evaluation in France and the United States* (Cambridge Cultural Social Studies, pp. 229-272). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511628108.009

Larrere Catherine, Larrere Raphaël (1997). « Le contrat domestique ». *Courrier de l'Environnement de l'INRA* N°30.

Lemieux Cyril (2007). « À quoi sert l'analyse des controverses ? » *Mil neuf cent. Revue d'histoire intellectuelle* n° 25, no 1 : 191-212.

Lévi-Strauss Claude (2001). « La leçon de sagesse des vaches folles ». *Études rurales*, n° 157-158 (1 janvier 2001): 9-14. <https://doi.org/10.4000/etudesrurales.27>.

Lesage M., Bidaud F., Claquin P., 2016, Le rapport. Homme-Animal : évolutions passées et enjeux d'avenir. Analyse n° 94, Centre d'études et de prospective.

Marris Claire, Wynne Brian, Simmons Peter, Weldon Sue (2001). *Final Report of the PABE*, (FAIR CT98-3844), p49.

Masson Estelle, Fischler Claude, Laurens Stéphane, Raude Jocelyn (2003). « La crise de la vache folle : « psychose », contestation, mémoire et amnésie ». *Connexions* 80, no 2 : 93. <https://doi.org/10.3917/cnx.080.0093>.

Micoud André (2010). « Sauvage ou domestique, des catégories obsolètes ? », *Sociétés*, 108, N° 2, p. 99.

Middelveld Senna, Macnaghten Phil (2021). 'Gene editing of livestock: Sociotechnical imaginaries of scientists and breeding companies in the Netherlands', *Elementa: The Science of the Anthropocene* 9: 1.

Norris Alexis L., Lee Stella S., Greenlees Kevin J., Tadesse Daniel A., Miller Mayumi F., Lombardi Heather (2019). « Template Plasmid Integration in Germline Genome-Edited Cattle ». *BioRxiv*, 715482. <https://doi.org/10.1101/715482>.

Pelosse Valentin (2002). « Entre recherche agronomique et questionnement éthique, l'animal de rente ». *L'Homme* n° 163, no 3: 217-27.

Pestre Dominique (2007). « L'analyse de controverses dans l'étude des sciences depuis trente ans : Entre outil méthodologique, garantie de neutralité axiologique et politique ». *Mil neuf cent* n° 25, no 1 : 29.

Porcher Jocelyne (2013). Ce que les animaux domestiques nous donnent en nature. *Revue du Mauss* n°42 « Ce que donne la nature », pp 49-62

Poulain Jean-Pierre (2005). *Sociologies de l'alimentation*, PUF, édition Quadrige

Poulain Jean-Pierre (2007). « La relation homme/animal à l'épreuve des modèles alimentaires », pp. 7-14, in, Poulain, Jean-Pierre (dir). *L'homme, le mangeur et l'animal. Qui nourrit l'autre ?* Les Cahiers de l'Ocha N°12, Paris.

Ritter Caroline, Shriver Adam, McConnachie Emilie, Robbins Jesse, von Keyserlingk Marina A. G., M. Weary Daniel (2019). « Public Attitudes toward Genetic Modification in Dairy Cattle ». *PLOS ONE* 14, n° 12 (2 décembre 2019): e0225372. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225372>.

Schibler Laurent (2020). « L'édition génomique des bovins : une opportunité, mais pas à n'importe quel prix ». *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* 173, n° 1 : 134-39. <https://doi.org/10.3406/bavf.2020.70901>.

Sellier Pierre, Boichard Didier, Verrier Etienne (2019). « La génétique animale à l'INRA ». *Histoire de la recherche contemporaine*, Tome VIII-n°1: 86-97. <https://doi.org/10.4000/hrc.3222>.

Tan Wenfang, Carlson Daniel R., Lancto Cheryl A., Garbe John R., Webster Dennis A., Hackett Perry B., Fahrenkrug Scott C. (2013). « Efficient nonmeiotic allele introgression in

livestock using custom endonucleases ». Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 110, no 41, 2013, p. 16526-31. Crossref, doi:10.1073/pnas.1310478110.

Vialles Noélie (1987). *Le sang et la chair : les abattoirs des pays de l'Adour*, Paris, Maison des sciences de l'Homme / Mission du Patrimoine ethnologique, 160 p.

Wagner Wolfgang, Kronberger Nicole (2002). « Mémoires Des Mythes Vécus -- Représentations de La Technologie Génétique ». In *La Mémoire Sociale - Identités et Représentations Sociales*, par Laurens, Stéphane ; Roussiau, Nicolas, p.83-93, Presses universitaires de Rennes. Paris, 2002.

Waltz Emily. (2016). Gene-edited CRISPR mushroom escapes US regulation. *Nature*, 532(7599), 293. <https://doi.org/10.1038/nature.2016.19754>

Whelan Agustina I, Lema Martin A. (2015). « Regulatory framework for gene editing and other new breeding techniques (NBTs) in Argentina ». *GM Crops & Food* 6, n° 4, 253-65. <https://doi.org/10.1080/21645698.2015.1114698>.

## Rapports

Directive 2001/18/CE du Parlement européen et du Conseil du 12 mars 2001 relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement et abrogeant la directive 90/220/CEE du Conseil - Déclaration de la Commission, OJ L 106, 17.4.2001, p. 1–39

Directive (UE) 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 Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE. OJ L 68, 13.3.2015, p. 1–8

EFSA (s. d.), « Animaux génétiquement modifiés ». *European Food Safety Authority*, consulté le 22 février 2021, [www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/genetically-modified-animals](http://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/genetically-modified-animals)

European Commission (2012). « Study on the status of new genomic techniques under Union law and in light of the Court of Justice ruling in Case C-528/16 ». European Commission. [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/gmo\\_mod-bio\\_ngt\\_eu-study.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/gmo_mod-bio_ngt_eu-study.pdf).

European Network of GMO Laboratories (ENGL) (26 March 2019). *Detection of food and feed plant products obtained by new mutagenesis techniques*, (JRC116289). <https://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/doc/JRC116289-GE-reportENGL.pdf>

Haut Conseil des Biotechnologies (2016). « *Nouvelles techniques* » - « *New Plant Breeding Techniques* ». URL : [http://www.hautconseildesbiotechnologies.fr/fr/system/files/file\\_fields/2016/03/30/cs\\_1.pdf](http://www.hautconseildesbiotechnologies.fr/fr/system/files/file_fields/2016/03/30/cs_1.pdf)

Le Déaut Jean-Yves, Procaccia, Catherine (2017). *Les enjeux économiques, environnementaux, sanitaires et éthiques des biotechnologies à la lumière des nouvelles pistes de recherche*, <https://www.senat.fr/rap/r16-507-1/r16-507-11.pdf>

Poulain Jean-Pierre (2016). *De la perception des risques à la prise en compte des inquiétudes alimentaires, première analyse de l'étude « Inquiétudes »*, OCHA, Université de Toulouse, CREDOC. URL : <https://www.lemangeur-ocha.com/wp-content/uploads/2016/12/conference-jean-pierre-poulain-ttem-2016.pdf>