

# Modifications génétiques et enjeux éthiques



Faraday  
Papers

John Bryant

*Il existe des raisons de redouter que certaines molécules recombinantes d'ADN puissent être biologiquement dangereuses.*

Paul Berg et al., 1974<sup>1</sup>

## RÉSUMÉ

Le présent article examine les origines et les applications actuelles de la modification génétique chez les plantes, les animaux et les êtres humains. Les préoccupations éthiques émergeant des laïques comme des religieux y sont étudiées. Il sera conclu qu'il a été confié à l'humanité la gestion des ressources de la Terre, et notamment de l'ADN, et que la modification génétique, employée avec sagesse et au profit des autres, est fortement soutenue théologiquement.

## CONTEXTE

En 1972, Paul Berg, de l'Université de Stanford, a présenté la première construction en tube à essai d'un ADN recombinant, c'est-à-dire, d'une molécule d'ADN recombinée à partir de morceaux de molécules d'ADN préexistantes<sup>2</sup>. Très rapidement, la méthodologie a été reprise par un autre scientifique de Stanford, Stanley Cohen, qui, accompagné d'Herbert Boyer (de l'Université de Californie à San Francisco) et de leurs collègues, a démontré que les molécules d'ADN recombinant pouvaient être transférées pour le moins efficacement dans des cellules bactériennes en laboratoire.<sup>3</sup> Ces expériences de modification génétique (MG) impliquaient un transfert d'ADN recombinant dans des cellules d'*Escherichia coli*, une espèce bactérienne largement utilisée comme modèle dans la recherche biochimique et génétique. Non seulement les molécules d'ADN recombinant ont pu se maintenir et se reproduire dans les cellules bactériennes, mais elles y ont également fonctionné normalement.

Peu après l'invention de ces techniques, un développement inattendu a été observé. Plusieurs biologistes de premier plan, y compris ceux qui avaient contribué à la technologie de l'ADN recombinant, ont fait parvenir un courrier à la prestigieuse revue américaine *Science*.<sup>4</sup> Ils y partageaient leurs préoccupations quant aux risques pouvant découler de l'emploi d'une telle technologie, et alertaient leurs lecteurs sur le fait que certains types

<sup>1</sup> Berg, P. "Potential hazards of recombinant DNA molecules", *Science* (1974) 185, 303.

<sup>2</sup> Jackson, D.A., Berg, P. & Symons, R.H. "Biochemical method for inserting new genetic information into DNA of simian virus 40: circular SV40 DNA molecules containing lambda phage genes and lactose operon of *Escherichia coli*", *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* (1972) 69, 2904-2908.

<sup>3</sup> Cohen, S.N., Chang, A.C.Y., Boyer, H.W. & Helling, R.B. 'Construction of biologically functional bacterial plasmids in vitro', *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* (1973) 70, 3240-3244

<sup>4</sup> Berg.

d'expériences ne devraient pas être tentés. Si cette recherche était au départ autoréglementée, en 1975, la communauté scientifique avait elle-même temporairement suspendu les travaux sur l'ADN recombinant et a tenu une conférence à Asilomar, en Californie.<sup>5</sup> Cette conférence a largement été reconnue comme « un marqueur de la responsabilité sociale et de l'autonomie des scientifiques »<sup>6</sup>, instaurant des lignes directrices sur l'évaluation des risques et imposant des codes de pratique fondés sur chaque niveau de risque. Ces mesures de sécurité ont permis de créer un cadre réglementé autour des travaux sur l'ADN recombinant, lequel, bien que quelque peu modifié en raison de l'expérience, est encore en vigueur aujourd'hui.

Grâce aux cadres réglementaires en place, la technologie de l'ADN recombinant/de la MG a rapidement progressé. On peut mentionner son utilisation pour le développement de produits pharmaceutiques tels que l'insuline humaine, l'une des applications commerciales les plus rapides des connaissances biologiques, ne survenant que quelques années entre l'isolement du gène et l'homologation du produit pour la thérapie humaine. Aujourd'hui, l'insuline n'est qu'un exemple parmi d'autres de centaines de réactifs thérapeutiques créés par la MG et utilisés dans l'industrie pharmaceutique pour guérir les maladies animales et humaines. Une fois son efficacité sur les bactéries prouvées, il est rapidement devenu clair que les techniques de la MG étaient applicables à une gamme beaucoup plus large d'organismes : la MG des animaux est apparue pour la première fois en 1976<sup>7</sup> et a été bien établie au début des années 1980<sup>8</sup>; la MG des plantes a été perfectionnée en 1983<sup>9</sup>.

Il est donc désormais manifeste qu'un certain nombre de membres de chacun des grands groupes peut être génétiquement modifié : les bactéries, les champignons (y compris les levures), les invertébrés et les vertébrés, les

plantes unicellulaires comme les multicellulaires. Le séquençage récent des génomes de plus de 250 espèces (principalement des bactéries, mais comprenant des représentants de tous les grands groupes), impliquant la détermination de l'ordre précis des bases (les « lettres génétiques ») de l'ADN contenu dans un organisme individuel, n'a été possible que grâce à l'utilisation de la technologie de la MG. Le Projet génome humain a été une réussite<sup>10</sup>, tout comme l'a été le séquençage de l'ADN d'autres mammifères, notamment des primates<sup>11</sup>. L'identification des mutations de l'ADN engendrant des maladies humaines progresse rapidement. Jusqu'ici, nous disposons de diagnostics fondés sur l'ADN pour 1033 affections différentes (soit une augmentation de près de 600 depuis 2002), et 296 autres sont en cours de recherche et de développement<sup>12</sup>.

### QUESTIONS GÉNÉRALES D'ÉTHIQUE

Aux premiers pas de la technologie de la MG, il n'y avait que peu de débats sur les questions éthiques. Ainsi, l'absence des éthiciens professionnels de la conférence Asilomar a été remarquée par les commentateurs (même si des avocats y avaient assisté). On ne discutait pas de la philosophie morale en tant que telle, et la possibilité d'objections intrinsèques à la MG a été à peine soulevée. La discussion éthique a alors inévitablement eu pour socle le conséquentialisme (« Que se passe-t-il si... ? ») ; autrement dit, la sécurité a été la préoccupation prépondérante. Il était davantage question de savoir de quelle manière cette technologie devait être utilisée que de savoir si elle devrait l'être tout court.

D'aucuns considèrent que la MG rencontre une opposition religieuse unanime. En réalité, ce n'est pas le cas. La situation est bien plus complexe. Pour les religieux, il s'agit moins de remettre en question la validité de l'existence de la MG que définir ce que l'on doit en faire.

<sup>5</sup> Berg, P., Baltimore, D., Brenner, S., Roblin, R.O. & Singer, M.F. 'Summary statement of Asilomar conference on recombinant DNA molecules', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA (1975) 72, 1981-1984.

<sup>6</sup> Barinaga, M. 'Asilomar revisited: lessons for today?' *Science* (2000) 287, 1584-1585.

<sup>7</sup> Jaenisch, R. 'Germ line integration and Mendelian transmission of the exogenous Moloney leukemia virus', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA (1976) 73, 1260-1264.

<sup>8</sup> Voir par exemple Gordon, J.W., Scangos, G.A., Plotkin, D.J., Barbosa, J.A. & Ruddle, F.H. 'Genetic transformation

of mouse embryos by microinjection of purified DNA', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA, (1980) 77, 7380-7384.

<sup>9</sup> Herrera-Estrella, L., Depicker, A., van Montagu, M. & Schell, J. 'Expression of chimaeric genes transferred into plant cells using a Ti-plasmid-derived vector', *Nature* (1983) 303, 209-213.

<sup>10</sup> Voir par exemple <http://genome.wellcome.ac.uk/node30075.html> (dernier accès le 22/11/2006).

<sup>11</sup> Dennis, C. 'Chimp genome: branching out', *Nature* (2005), 437, 17-19.

<sup>12</sup> <http://www.genetests.org> (dernier accès le 23/11/2006).

En effet, certaines applications spécifiques de MG ont reçu un vif soutien de la part des religieux, en particulier ceux de tradition judéo-chrétienne, puisqu'ils la considèrent comme une utilisation positive des talents donnés par Dieu à l'humanité pour le bien-être des autres. La MG est donc un très bon exemple de l'interaction entre la science, la technologie et la religion dans une arène dans laquelle les écritures pertinentes (par ex. l'Ancien Testament de la Bible dans la tradition judéo-chrétienne et le Nouveau Testament dans la religion chrétienne) n'ont rien de *spécifique* à dire.

En dépit de l'acceptation générale de la technologie de la MG, des voix d'opposition se font entendre. Certains, venant du paganisme ou du néopaganisme, s'opposent à l'idée même de toucher aux gènes. Se fondant sur Aristote, ils soutiennent que les gènes d'un organisme font partie de sa nature essentielle, son *telos*<sup>13</sup>, et que la modification génétique déforme cette nature. Pour d'autres, considérer la nature comme un ensemble de gènes qui seraient des entités mobiles est une vision bien trop réductionniste ; si l'on suit cette idée, tout gène fait partie d'un réseau complexe de vie, et le déplacer dans un autre organisme pourrait troubler ce réseau et ainsi perturber « l'équilibre de la nature. »<sup>14</sup> Enfin, certains considèrent simplement ces pratiques comme « interdites » à l'humanité, un point de vue généralement fondé sur une certaine vision de la relation entre les humains et le monde naturel.

Pour une minorité de chrétiens, déplacer des gènes d'un organisme à un autre offense le concept de la création des « genres » de Dieu (Genèse 1). Pour l'auteur du présent article, cette idée est indéfendable. La découverte des micro-organismes et des gènes a eu lieu des siècles après l'écriture du Nouveau Testament, sans parler de l'Ancien ; ces questionnements se placent au-delà de la connaissance des écrivains bibliques. S'il ne fait aucun doute que l'auteur de la Genèse avait une bonne connaissance des plantes et des animaux, elle ne saurait en rien être comparée avec notre compréhension actuelle des espèces. Les espèces ne sont pas figées, et notre compréhension de certaines d'entre elles reste relativement floue ; certains biologistes peinent même à établir une définition indiscutable d'un tel mot. C'est particulièrement vrai en ce qui concerne les

bactéries, lesquelles se livrent à l'échange de gènes, ce qui entraîne une évolution génétique rapide.

L'absence d'interdictions spécifiques dans les Écritures ne signifie pas pour autant que tout est permis. Dans de telles situations, il est important d'appliquer des principes généraux. Dans l'Ancien et dans le Nouveau Testament, ainsi que dans le Coran, on trouve le thème récurrent de Dieu, qui crée et maintient l'univers ; le monde naturel est sien. De plus, il y donne aux hommes un rôle tout particulier ; nous avons les capacités d'utiliser le monde naturel, la curiosité d'en découvrir davantage à son sujet ; l'ingéniosité et l'inventivité de mettre nos connaissances en pratique. Nous devons cependant faire entrer ces dons dans notre rôle d'intendants du monde de Dieu. Ce rôle implique d'avoir la bonne attitude envers les hommes et femmes qui nous entourent, d'aimer notre prochain comme nous-mêmes. Ainsi, comme nous l'avons déjà mentionné, la sécurité et la prise de risques doivent être les premières préoccupations des scientifiques juifs et chrétiens comme des non-religieux. Un groupe de confession juive et chrétienne en serait-il arrivé à des conclusions différentes de celles des scientifiques non religieux lors de la conférence d'Asilomar ? Une telle chose est peu probable. Il est cependant possible qu'il existe des inquiétudes spécifiquement religieuses aux applications de la technologie de MG, et c'est ce que nous allons aborder à présent.

## MODIFICATION GÉNÉTIQUE DES PLANTES

Comme mentionné ci-dessus, ce n'est que dix ans après le rapport sur la modification génétique des bactéries que la communauté scientifique a réussi sa première expérience de MG des plantes. La beauté de la technique des phyto-logues résidait dans le fait que, à l'instar des techniques précédemment développées pour les bactéries, elle reposait sur un processus naturel dans lequel une bactérie apporte de l'ADN dans les chromosomes d'une plante hôte. De plus, pour les sélectionneurs de plantes, la technique permettait d'introduire des gènes spécifiques dans des souches de qualité préexistantes. (Le lecteur intéressé pourra consulter Hughes et Bryant (2002) pour de

<sup>13</sup> Comme évoqué par Hauskeller, M. *Telos: 'The revival of an Aristotelian concept in present day ethics', Inquiry* (2005) 48, 62–75.

<sup>14</sup> Voir par exemple <http://www.i-sis.org.uk/gaia.php> (dernier accès le 24/11/2006)

plus amples détails techniques à ce sujet)<sup>15</sup>. En 1985, des essais sur de petits champs d'OGM étaient déjà en cours dans plusieurs pays et très tôt, on a constaté des réussites dans la réglementation de l'expression des gènes « étrangers ». Cependant, il a fallu attendre encore dix ans avant que la première culture génétiquement modifiée, la tomate plus résistante au pourrissement (ayant également permis d'obtenir le concentré de tomate) ne soit mise sur le marché.

Aujourd'hui, l'utilisation des cultures génétiquement modifiées varie considérablement à travers le monde. Bien que seuls six pays de l'Union européenne les aient adoptées, leur utilisation dans le reste du monde augmente chaque année. En 1996, elles atteignaient moins de 2 millions d'hectares, presque tous aux États-Unis, où 1,7 million d'hectares étaient consacrés à la principale culture génétiquement modifiée, le soja tolérant aux herbicides. En 2006, les cultures génétiquement modifiées s'étendaient sur 102 millions d'hectares dans 22 pays différents<sup>16</sup>. Par ordre décroissant de surface, les principaux cultivateurs sont les États-Unis, l'Argentine, le Brésil, le Canada, l'Inde, la Chine, le Paraguay et l'Afrique du Sud ; les plus grandes cultures étant le soja (sur 58,6 millions d'hectares), le maïs, le coton et le colza oléagineux (canola). Environ 90 % (9,3 millions) des producteurs de cultures génétiquement modifiées sont des agriculteurs pauvres en ressources qui travaillent dans de petites fermes, dont 6,8 millions se trouvent en Chine, et un nombre important en Inde et en Afrique du Sud. La première production commerciale de riz génétiquement modifié a eu lieu en 2005 en Iran, et de vastes champs sont en cours d'essais en Chine. Leur approbation devrait bientôt permettre une croissance commerciale à grande échelle. L'importance du riz dans l'économie alimentaire mondiale est telle qu'il est probable que la superficie consacrée aux variétés modifiées génétiquement augmente rapidement.

### *Les premiers débats éthiques sur les plantes*

Le public ne s'intéressait que bien peu à la modification génétique, à ses débuts en 1983 ; une situation qui changera rapidement. C'est au milieu des années 1990 que l'application de la MG à la culture commerciale des plantes a commencé à alerter, jusqu'à remettre en question la nécessité même des techniques de MG, quand bien même celles-ci étaient déjà en usage dans d'autres contextes depuis le milieu des années 1970 ; un débat éthique vigoureux se poursuit alors. Si le Royaume-Uni et d'autres pays de l'UE présentent des conclusions plutôt hostiles aux cultures d'OGM, la réaction de nombreuses autres parties du monde est plus favorable, tel que le montrent les statistiques citées ci-dessus. Pourquoi une telle différence en Europe ? Les raisons en sont complexes<sup>17</sup>, mais incluent l'idée que la production génétiquement modifiée n'est pas nécessaire quand la production de nourriture est déjà trop conséquente ; elles incluent également une certaine défiance vis-à-vis de la science, une remise en question prenant racine dans le post-modernisme. Les États-Unis, plus pragmatiques et plus positifs à l'introduction de nouvelles technologies, ne sont pas aussi inquiets.

### *Éthique, risques et sécurité*

On ne constatait que peu, comme nous l'avons déjà mentionné, d'objections intrinsèques à la technique de la MG, c'est-à-dire à l'idée que cette pratique soit mauvaise en soi (bien que certains opposants à son utilisation dans l'agriculture l'aient exprimé). Les principales objections sont généralement tombées dans deux autres catégories. La première a trait aux risques et la sécurité, et la deuxième, aux questions qui ne concernent pas la technologie elle-même, mais la manière dont elle est commercialisée. On entend par-là le brevetage des gènes, la propriété intellectuelle de la technologie et ses conséquences dans un certain nombre d'organisations commerciales, la possible exploitation de pays moins développés et la relation entre les économiquement forts et les économiquement faibles. Tous ces aspects sont d'une importance considérable, et

<sup>15</sup> Hughes, S. & Bryant, J. 'GM crops and food: a scientific perspective', dans Bryant, J., Baggott la Velle, L. & Searle, J. (eds.) *Bioethics for Scientists*, John Wiley & Sons (2002), pp. 115-140.

<sup>16</sup> ISAAA, 'Global status of commercialised biotech/GM crops, 2006', *ISAAA Briefs* (2006), 35. Available at [www.isaaa.org/](http://www.isaaa.org/) (dernier accès le 07/03/2007)

<sup>17</sup> Voir Barnes, B. 'The public evaluation of science and technology', dans Bryant, J., Baggott la Velle, L. & Searle, J. (eds.), *Bioethics for Scientists*, John Wiley and Sons (2002), p. 19-36.

méritent une analyse éthique approfondie, mais nous n'avons pas le temps de les aborder ici.

Concentrons-nous donc sur les risques et la sécurité. C'est une question d'importance majeure chez les opposants à la commercialisation des cultures génétiquement modifiées. Trois thèmes peuvent être distingués. Le premier, c'est que l'incorporation d'un gène étranger est intrinsèquement dangereuse, car on ignore quels peuvent être ses effets à long terme. Ensuite, la modification du métabolisme d'une plante peut être dangereuse pour le consommateur. Enfin, les cultures génétiquement modifiées peuvent présenter des risques environnementaux, soit en engendrant de « super mauvaises herbes », soit en se croisant avec des espèces sauvages apparentées, lesquelles deviennent ensuite de « super mauvaises herbes », soit en affectant la biodiversité d'une autre manière.

Les défenseurs de cette technologie soutiennent que ces préoccupations sont sans fondement. Premièrement, les génomes végétaux ne sont pas déstabilisés par l'ajout de gènes exogènes ; en effet, l'absorption de matériel génétique étranger a depuis longtemps fait partie, et fait encore vraisemblablement partie de l'évolution des plantes. En outre, aucun problème n'a été identifié dans les cultures dans lesquelles des gènes étrangers ont été introduits par des méthodes « conventionnelles » de croisement. Deuxièmement, l'introduction d'un gène étranger, à moins qu'il ne soit spécifiquement sélectionné pour avoir un effet sur la biochimie, ne conduit pas en soi à des modifications métaboliques. En effet, on sait que l'hybridation de deux souches, même issues de la même culture, est tout aussi susceptible de perturber le métabolisme que la MG. De plus, les défenseurs de la MG soulignent que toute entreprise qui chercherait à commercialiser un produit à la sûreté douteuse s'exposerait à un désastre commercial. Troisièmement, les variétés créées par les techniques de MG ne sont pas plus ou moins susceptibles que les cultures conventionnelles de devenir de super mauvaises herbes, de se croiser avec des espèces sauvages apparentées, ou d'avoir d'autres effets sur l'environnement. Cela s'est vu sur les évaluations menées dans de nombreuses fermes au Royaume-Uni visant à examiner les

effets des cultures génétiquement modifiées sur la biodiversité ; ces évaluations ont finalement révélé de quelle manière une récolte porteuse du caractère spécifique de la tolérance aux herbicides influence la biodiversité<sup>18</sup>. Bien entendu, dans ces essais, ce trait a été introduit par des techniques de MG, mais la méthode de sélection n'a pas été elle-même évaluée. Nous ignorons si un croisement conventionnel aurait donné le même trait et de fait, obtenu les mêmes résultats, c'est-à-dire, une réduction de la biodiversité.

#### *Conclusion du débat*

Il convient également de préciser que l'argumentation de chacune des parties de ce débat polarisé est malheureuse. Chacune a été l'auteur de propagande trompeuse, voire même de désinformation,<sup>19</sup> en dénaturant les arguments de ses opposants, transformant un honnête débat en une épineuse polémique.<sup>20</sup> On constate cependant qu'au Royaume-Uni, pour une grande majorité, l'introduction de la culture OGM rencontre toujours une forte opposition, et il est presque devenu « politiquement correct » pour les libéraux de s'y opposer ainsi.

#### *Attitudes religieuses envers les cultures génétiquement modifiées*

En l'absence d'instructions scripturaires spécifiques, il faut se fonder, pour les fois abrahamiques, sur des principes plus généraux. Il est intéressant de noter qu'un État islamique comme l'Iran a adopté l'utilisation de riz génétiquement modifié, et que le Conseil musulman d'Indonésie, la nation islamique la plus peuplée du monde, a lui aussi autorisé la consommation de cultures génétiquement modifiées ainsi que leurs dérivés. Les musulmans britanniques, cependant, ont été dans l'ensemble plus prudents, reflétant sans doute le point de vue du public. Du côté du judaïsme, l'enseignement rabbinique actuel indique que la technologie de MG est une utilisation acceptable des dons de Dieu à l'humanité, et que les cultures OGM sont compatibles avec les lois sur les aliments casher.

Chez les chrétiens, les points de vue sont mitigés. Plusieurs auteurs chrétiens ont conclu que la modification génétique des cultures est un ensemble acceptable de technologies pourvu

<sup>18</sup> Évoqué dans Bryant, J., Baggott la Velle, L. & Searle, J. *Introduction to Bioethics*, John Wiley and Sons (2005), p. 93-98.

<sup>19</sup> Bryant et al.

<sup>20</sup> Bryant, J. & Searle, J. *Life in Our Hands*, Leicester: InterVarsity Press (2004) pp. 82-86.

qu'il soit utilisé avec prudence<sup>21</sup>; d'autres ont été plus neutres<sup>22</sup> tandis que les derniers s'y sont farouchement opposés<sup>23</sup>. Cependant, ce que tous ces écrivains ont en commun, de concert avec les écrivains musulmans et juifs, c'est leurs préoccupations quant à la commercialisation des cultures génétiquement modifiées, reflétant les paroles du prophète juif Michée : « On t'a fait connaître, ô homme, ce qui est bien; et ce que l'Éternel demande de toi, c'est que tu pratiques le droit, que tu aimes la loyauté, et que tu marches humblement avec ton Dieu » (Michée 6.8). La plus essentielle des questions est donc la suivante : « Cette nouvelle technologie profitera-t-elle vraiment aux pauvres et à ceux qui sont dans le besoin ? Ou bien sera-t-elle une nouvelle arme d'oppression entre les mains des plus riches ? » C'est une question à trancher au cas par cas, mais c'est le point biblique central, qui est tout aussi important pour la MG que pour toute autre nouvelle technologie.

## MODIFICATION GÉNÉTIQUE CHEZ LES ANIMAUX

La modification génétique des mammifères est désormais considérée comme une procédure de routine, bien que les taux de réussite soient relativement faibles. Il existe deux méthodes de base permettant de procéder à la modification génétique des mammifères non humains.<sup>24</sup> La procédure la plus largement utilisée est l'introduction d'ADN étranger dans un œuf nouvellement fertilisé<sup>25</sup> (après fécondation in vitro, FIV). L'embryon, désormais porteur de gènes « étrangers » (exogènes) intégrés de façon aléatoire dans son ADN, est introduit dans l'utérus d'une potentielle mère. Si la grossesse est établie avec succès (et il convient de noter que le taux de réussite est considérablement moins élevé pour les embryons non génétiquement modifiés), un mammifère transgénique (génétiquement modifié) finira par naître ; en outre, il transmettra le nouveau gène aux générations suivantes. La deuxième approche principale, plus souvent utilisée pour perturber un gène existant chez la souris dans le cadre de la recherche, est d'insérer le gène dans les cellules souches (générées à

partir d'un embryon normal) par un processus connu sous le nom de recombinaison homologue. Les cellules modifiées sont remplacées dans l'embryon qui est ensuite introduit dans l'utérus et mené à terme. Le gène étranger est transmis à la prochaine génération grâce à la lignée germinale. Bien que cela ne soit pas applicable à de plus gros animaux tels que les moutons ou les bovins, c'est une procédure alternative utile pour les animaux de génération courte, comme les souris.

En outre, les gènes étrangers introduits chez les mammifères peuvent être réglementés afin de limiter l'expression du gène à des cellules ou des tissus particuliers, ou à des phases particulières de croissance et de développement. Cependant, on rencontre toujours quelques soucis avec le niveau d'expression du gène étranger (c.-à-d. la manière dont fonctionne le gène étranger) et ces soucis demeureront insurmontables jusqu'à ce qu'il soit possible d'insérer le ou les gènes à des endroits spécifiques des chromosomes d'un animal. Néanmoins, les rongeurs transgéniques porteurs de gènes humains mutants causant des maladies telles que la mucoviscidose, ou des gènes qui lorsqu'ils sont activés causent des cancers (des oncogènes) sont couramment utilisés dans la recherche médicale. Selon les chiffres du Home Office (qui réglemente les recherches au Royaume-Uni), on comptait en 2005 957 000 procédures réglementées d'animaux génétiquement modifiés, dont 96 % étaient des souris. Seul un tiers des procédures comportaient des essais expérimentaux directs, la majorité d'entre eux étant liée à l'élevage des animaux. Les autres applications de ces procédures concernaient la modification des moutons afin qu'ils produisent des protéines pharmaceutiques dans leur lait, et la recherche active sur la modification génétique des porcs avait pour but de modifier leur composition immunologique afin que leurs organes puissent être utilisés pour la transplantation chez les humains. Les tentatives d'augmentation du rendement des gros animaux de ferme ont échoué à cause d'anomalies de croissance et d'aberrations squelettiques, lesquelles étaient

<sup>21</sup> Par ex. Perry, J.N. 'Genetically modified crops', *Science and Christian Belief* (2003) 15, 141-163. and pp. 78-107.

<sup>22</sup> Par ex. Deane-Drummond, C.E. *Biology and Theology Today*, London: SCM (2001).

<sup>23</sup> Par ex. Christian Ecology Link: GM crops briefing paper (2003). Disponible sur <http://www.christian-ecology.org.uk> (dernier accès le 23/11/2006)

<sup>24</sup> Maclean, N. (ed.) *Animals with Novel Genes*, Cambridge University Press (1994), p. 4-7.

<sup>25</sup> C'est ce que l'on appelle souvent la micro-injection. À ce stade, le matériel génétique du sperme et de l'ovule ne se sont pas encore mélangé, mais se trouvent encore dans des structures individuelles des cellules ovulaires, appelées pronucléi. L'ADN « étranger » est alors injecté dans ces pronucléi.

des effets secondaires d'une modification génétique particulière.

### *MG et bien-être animal*

Il ne fait aucun doute que la création et l'utilisation qui en découlent à partir d'animaux génétiquement modifiés, qu'il s'agisse de la recherche médicale ou de la production de produits pharmaceutiques, sont fondées sur une vision instrumentale des animaux : ils sont là pour répondre aux besoins de l'humanité. À cet égard, la MG des animaux ne soulève aucune question qui n'est pas déjà soulevée par notre utilisation des animaux dans d'autres contextes. De manière générale, les réponses éthiques à la MG des animaux varient considérablement, tant chez les personnes de foi que chez celles d'aucune foi, allant de l'opposition totale, telle qu'exprimée par le théologien britannique Andrew Linzey<sup>26</sup>, à l'acceptation générale, bien que souvent mesurée. Pour les chrétiens, les juifs et les musulmans, il n'existe pas d'interdiction scripturaire de l'utilisation des animaux. Jésus lui-même a utilisé un âne comme une bête pour transporter des charges, et il a aussi mangé de la viande. Cependant, cette utilisation des animaux doit être faite selon le respect des animaux domestiques, tel qu'incarné dans la loi juive et le concept général biblique selon lequel Dieu prend soin de la création, des animaux sauvages et des oiseaux. Des idées similaires apparaissent dans le Coran. Cela signifie que même si les animaux sont utilisés de manière instrumentale, l'utilisation que nous en faisons doit être aussi respectueuse de leur bien-être que possible. Au Royaume-Uni, ce bien-être est strictement observé par le règlement du Home Office, qui régit l'utilisation de tous les animaux dans la recherche, y compris la recherche impliquant la MG.

### **MG CHEZ LES ÊTRES HUMAINS**

On compte, au Royaume-Uni, près de trente ans d'expérience de travail avec des embryons humains *in vitro*, grâce à la FIV. La sélection génétique d'embryons pour les couples risquant d'avoir un enfant atteint d'une maladie

génétique grave est disponible depuis plusieurs années. Au reste, si les difficultés techniques sont surmontées, existe-t-il des raisons de ne pas aller plus loin, vers la MG humaine, autrement dit, modifier la composition génétique d'un futur être humain de manière à ce que le changement soit héréditaire ? La loi de 1990 sur la fécondation humaine et l'embryologie, bien que permettant l'expérimentation génétique sur les embryons précoces, interdit l'utilisation d'embryons génétiquement modifiés pour l'établissement d'une grossesse. Toutefois, comme pour la recherche sur les cellules souches, la loi peut être modifiée avec l'accord du Parlement. En outre, l'éthicien chrétien Robin Gill<sup>27</sup> n'est pas le seul à suggérer que la MG est acceptable pourvu qu'elle vise à corriger une maladie ; processus connu sous le nom de *thérapie génique germinale*. À contrario, certains sont prêts à aller plus loin. Le philosophe athée John Harris compare l'amélioration génétique au paiement des frais d'une école de musique ou de ballet<sup>28</sup>, tandis que Gregory Stock, directeur du programme de Médecine, de Technologie et de Société de l'Université de Californie (UCLA), se disant selon ses propres termes « relativement permissif quant à ces technologies », affirme que tout cela n'est qu'une question de temps et d'argent : le marché en décidera<sup>29</sup>. À la lumière de ces points de vue, et au vu du développement technique en cours, il n'est guère étonnant que le médecin chrétien Gareth Jones soutienne que la MG humaine est inévitable<sup>30</sup>. Pour évaluer ces questions, il faut tenir compte de certains points. Premièrement, il ne faut pas exagérer le pouvoir des gènes. Les êtres humains sont beaucoup plus que leurs gènes, même s'il est largement reconnu que les gènes ont une certaine influence sur beaucoup de nos comportements.<sup>31</sup> Deuxièmement, même en cas d'approbation de la thérapie génique, la distinction entre la thérapie et l'amélioration est difficile. Troisièmement, notre vaste expérience avec la FIV nous permet d'affirmer qu'il est peu probable que la MG humaine devienne une technologie de masse à court ou moyen terme. La FIV n'est ni plaisante ni facile pour les femmes.

<sup>26</sup> Linzey, A. *Animal Theology*, SCM, 1994, p.143; voir aussi *Compassion in World Farming*: [www.ciwf.org.uk/campaigns/other\\_campaigns/genetic.html](http://www.ciwf.org.uk/campaigns/other_campaigns/genetic.html) (dernier accès le 23/11/2006)

<sup>27</sup> Gill, R. *Moral Communities: The 1992 Bishop John Prideaux Lectures*, Exeter University Press, 1992.

<sup>28</sup> Harris, J. *Clones, Genes and Immortality*, Oxford University Press, 1998, p.194

<sup>29</sup> Stock, G. *Redesigning Humans: Choosing our Children's Genes*, Profile Books (2002) et 'Unnatural birth', *RSA Journal* (2003) Avril, 34-37.

<sup>30</sup> Jones, D.G. *Designers of the Future*, Oxford: Monarch Books (2005).

<sup>31</sup> Nuffield Council on Bioethics, *Genetics and Human Behaviour*, Nuffield Council on Bioethics (2002).

Les couples choisissant d'avoir recours à la modification génétique ont des motivations très précises. Quatrièmement, l'avènement du diagnostic préimplantatoire, qui comprend la FIV et le dépistage des maladies génétiques chez les embryons au stade très précoce de 8 cellules, et l'implantation des seuls embryons « sains » de la mère, rendent la modification germinale visant à corriger des troubles génétiques inutile. Cinquièmement, bien qu'il soit possible d'envisager que la thérapie génique germinale puisse être disponible par l'intermédiaire d'une assurance-maladie publique ou privée (comme c'est à présent le cas pour la thérapie génique des cellules somatiques), toute manipulation impliquant la génétique est susceptible de devenir une activité commerciale. Si cela fait naître la possibilité d'un petit nombre de plus aisés achetant des améliorations génétiques pour leurs enfants, il faut cependant se rendre compte de ce qui est possible et de ce qui ne l'est pas. Certains talents ou aptitudes sportives sont d'une complexité telle qu'ils sont inadaptés à la modification génétique, dans un avenir proche en tout cas.

#### CONCLUSION

Dieu a donné à l'humanité la responsabilité de prendre soin de la terre et de ses ressources, en les utilisant, dans la mesure du possible, pour



#### À Propos de l'auteur

Le Pr John Bryant est professeur émérite de biologie cellulaire et moléculaire à l'Université d'Exeter ; professeur invité de biologie moléculaire à la West Virginia State University (USA) ; maître de conférences de Christians in Science (communauté scientifique encourageant le dialogue entre science et christianisme) et ancien président de la Society for Experimental Biology (Société pour la Biologie expérimentale). Le Pr Bryant a été le premier à présenter des cours de bioéthique à destination d'étudiants en biologie au Royaume-Uni, et il est co-auteur de *Life in Our Hands*, (InterVarsity Press, 2004).

le bien des autres. Cette intendance concerne l'ADN autant que n'importe quelle autre ressource. L'utilisation positive et sage de la MG est donc théologiquement pertinente. La théologie sert cependant à définir les limites éthiques de ce qui est acceptable ou non, et nous propose un filtre réaliste permettant de contrer les visions exagérées de la MG pour l'humanité.

#### Les « Faraday Papers »

Les « Faraday Papers » (articles Faraday) sont publiés par The Faraday Institute for Science and Religion (l'Institut Faraday de Science et Religion), Cambridge, UK, une organisation caritative pour l'enseignement et la recherche ([www.faraday.cam.ac.uk](http://www.faraday.cam.ac.uk)). Cet article a été traduit en français par Élodie Meribault pour [www.scienceetfoi.com](http://www.scienceetfoi.com). Les « Faraday Papers » abordent un large éventail de sujets relatifs aux interactions entre science et religion. Une liste complète de ces articles est disponible sur le site [www.faraday.cam.ac.uk](http://www.faraday.cam.ac.uk) depuis lequel on peut télécharger gratuitement des copies au format PDF. Date de publication : novembre 2021. © The Faraday Institute for Science and Religion.