

LES TECHNIQUES DE LA TRANSGÈNESE EN AGRICULTURE : DE LA SCIENCE AU POLITIQUE

MARIE-ANGÈLE HERMITTE

En raison de la façon dont il a été conçu, le rapport que l'Académie des Sciences a publié sur les applications des techniques de la transgénèse aux animaux et aux végétaux offre l'occasion d'une mise au point sur la façon d'intégrer les dimensions sociétales dans l'évaluation et l'expertise scientifiques.

Le rapport de l'Académie des Sciences et de son Comité des Applications sur la transgénèse en agriculture¹ marque sans doute une rupture dans la tradition de l'Académie. Il est en effet divisé en deux parties. La première, consacrée à l'exposé de l'état de l'art montre fidèlement les réalisations et les limites actuelles de la technique. Elle est classique, réalisée d'une plume homogène, et convaincante. La seconde, relève plutôt de considérations sociales et politiques, ce qui fait la preuve de la volonté de l'Académie de sortir de sa "tour d'ivoire". Ce choix, effectué en cours de réalisation du rapport, est clairement expliqué : le groupe de travail pensait en effet que le développement et l'exploitation des organismes transgénétiques dépendait au moins autant, sinon plus, de leur acceptabilité sociale que du dépassement de certains obstacles techniques.

Ce constat peut être partagé par tous, mais il n'est pas propre à la transgénèse : toutes les questions scientifiques et techniques abordées par l'Académie des Sciences ont sans doute une résonance socio-politique et mériteraient, à ce titre, une étude intégrée. Si une telle approche devait être confirmée, elle constituerait une petite révolution qui viendrait officialiser le rôle social et politique des sciences et des techniques. Mais la question se poserait alors, de savoir comment l'Académie des Sciences pourrait s'organiser pour disposer des compétences nécessaires ; car, à l'inverse de la partie technique du rapport, l'étude politique n'est pas satisfaisante et ne répond pas aux critères que l'on exige des sciences sociales pour qu'elles puissent pré-

tendre à être scientifiques. Les défauts viennent sans doute au premier chef de la composition du groupe d'experts, marqué par les biologistes moléculaires et la présence d'industriels directement impliqués dans les débats en cours. En somme, l'Académie d'Agriculture et l'Académie des Sciences morales et politiques firent cruellement défaut pour équilibrer le projet.

À cela François Gros répond que ce rapport est une manière de pointer les problèmes ; s'il connaît un certain écho, il se montrerait favorable à la reprise des différents chapitres, qui pourraient être envisagés comme autant de rapports séparés. De manière plus générale, il se montre très favorable à la coopération entre les différentes Académies composant l'Institut et signale qu'il a d'ores et déjà entamé des rapprochements.

LES ASPECTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

On s'étonne, d'emblée, que l'Académie ait limité son intérêt à la seule transgénèse, alors que l'agronomie cherche à utiliser l'ensemble des biotechnologies, dont le transfert de gène n'est qu'un aspect. Selon François Gros, ce choix vient tout d'abord des finalités poursuivies par l'Académie des Sciences, dont le but n'est pas de faire des études systématiques et générales, mais de retenir des thèmes pointus, destinés à répondre à des attentes de scientifiques ou d'industriels. Mais on ne peut s'empêcher de penser que l'Académie d'Agriculture, qui n'a pas été associée à sa préparation, aurait réinséré la technique dans

des modèles agronomiques plus larges. C'est, sur le plan technique, probablement la seule faiblesse du rapport : on a souvent le sentiment d'une dérive commandée par une vision réductrice des possibilités d'application de la transgénèse, limitées volontairement aux secteurs les plus proches de l'industrie.

François Gros justifie ce choix par l'histoire du rapport ; le sujet fut proposé par Jean Hamburger, qui souhaitait répondre aux interrogations du CADAS, sorte "d'Académie des Sciences des ingénieurs" : qu'en est-il aujourd'hui de la transgénèse, que penser d'une technique qui « ouvre beaucoup de perspectives mais fait assez peur », comment se fait-il que beaucoup de végétaux transgénétiques aient déjà reçu leur "label de reconnaissance" et que l'on n'en trouve qu'un ou deux sur le marché ? Pour les professionnels de l'industrie des semences ou des industries agro-alimentaires, il était important de savoir si les choses sont au point, si les règles relatives à la sécurité sont, ou non, trop strictes, si les consommateurs ont peur de ces produits, etc. Le souci lié à l'acceptabilité par le public est à l'origine, pour partie au moins, de l'importance accordée par le rapport aux phénomènes socio-politiques qui caractérisent l'univers technique des biotechnologies.

Le chapitre 1 donne une vue d'ensemble des techniques utilisées pour réaliser la transgénèse, définie comme le transfert artificiel chez un animal ou dans une plante, d'un gène en provenance d'un animal ou d'une plante appartenant à une espèce différente ou à un genre différent, de telle façon que le caractère nouveau se perpétue de manière

stable dans la descendance. Il est d'emblée affirmé que c'est, comme la sélection dite traditionnelle, un moyen d'augmenter la diversité du monde vivant (p. 5).

Cette affirmation méritait explication, car elle va à l'encontre des idées – reçues ? – en ce domaine. Par ses diverses tentatives, le sélectionneur, quelle que soit la technique qu'il utilise, crée des formes de vie qui n'existaient pas auparavant : il crée de la diversité. Mais, lorsqu'il réussit son opération, les quelques variétés qui ont du succès occupent une place plus ou moins importante sur le marché : il y a, dans ce deuxième temps, réduction de la diversité, dans les champs, même si un effort de conservation vient limiter le phénomène. Sans nier cette analyse qui rend difficile un bilan comparatif de la diversité selon les techniques de sélection et de culture, François Gros fut donc amené à préciser qu'il pensait, non pas à la diversité en soi, mais seulement à l'augmentation de la diversité artificielle. Ainsi limitée, cette conviction peut être partagée puisque le génie génétique donne accès aux gènes de l'ensemble du monde vivant qui peuvent être transférés dans n'importe quel individu, sans que l'on ait à se préoccuper des contraintes biologiques de la reproduction naturelle. Encore ce raisonnement ne prend-il pas en compte les contraintes économiques qui réduisent de manière drastique l'intérêt des combinaisons : pourquoi transférer un gène si la modification n'est pas rentable ? L'accès techniquement illimité aux gènes de l'ensemble du vivant, se réduit donc aux

gènes rentables, qui se révèlent plus rares qu'on ne l'imaginait !

Le rapport présente ensuite dix techniques utilisées pour réaliser la transgénèse, c'est-à-dire insérer le gène choisi à l'intérieur du génome de l'individu dans lequel on veut qu'il s'exprime ; le transfert du gène peut être réalisé aussi bien par des moyens physiques – projection d'une bille de métal enrobée d'ADN –, que par des moyens biologiques – utilisation d'un fragment de virus débarrassé de la partie qui lui confère le pouvoir pathogène, le fragment servant de vecteur pour pénétrer dans le génome récepteur. On peut encore mettre en contact l'ADN et la cellule que l'on veut modifier, les réarrangements se produisant spontanément.

Après ce chapitre introductif sur les techniques, dont le degré de maturité est décrit avec précision, le rapport développe son projet en deux temps, l'application aux animaux et l'application aux plantes.

Pour ce qui concerne les animaux, il faut dire d'emblée que la transgénèse est devenue une routine dans une seule espèce où elle donne des résultats bien maîtrisés, la souris. La "fabrication" d'animaux de laboratoire ayant de manière héréditaire la maladie que l'on souhaite étudier, est donc en plein développement. François Gros a précisé lors de l'entretien, que les biologistes européens soutenaient un projet de création d'un laboratoire européen de souches de souris modifiées. Les chercheurs pourraient ainsi avoir accès à toutes les souches dont ils ont besoin, et surtout les faire fabriquer lorsque la souche correspondant

1. Rapport commun n°2 de l'Académie des Sciences et du Comité des Applications (CADAS), octobre 1993, 154 p. Le compte rendu ici présenté est un travail réalisé à partir de la lecture du rapport et d'un entretien avec le Professeur François Gros, animateur du groupe de travail qui a réalisé le rapport FINNOTE.

à la maladie étudiée n'existe pas. Ce projet a pour objectif d'échapper à la production américaine, protégée par des droits de propriété intellectuelle et un appareil contractuel très contraignant.

Des projets plus futuristes concernent les animaux qui seraient "humanisés" aux fins de greffes. Autrement dit, en insérant des gènes humains, il serait possible d'obtenir des organes transplantables connaissant un minimum de problèmes de rejet. Il est question de cette opportunité ici, mais elle doit être développée dans un prochain rapport.

La liaison entre la médecine et le monde animal pourrait se révéler encore plus prometteuse si l'on arrivait à vaincre les derniers obstacles permettant de fabriquer des animaux produisant des "médicaments" dans leur lait ou dans leur sang, tel le facteur VIII qui manque aux hémophiles. Le projet est à première vue séduisant, mais ses impacts sont encore très aléatoires : quels sont les risques de contagion mal perçus aujourd'hui, les risques immunitaires, quel est l'avenir économique d'une production de facteur IX de coagulation, sachant que dix brebis transgéniques devraient satisfaire les besoins mondiaux (p. 28) ? Cela pourrait être intéressant pour l'inventeur de l'animal, mais ne constituerait pas une solution pour l'agriculture. D'autres produits pourraient peut-être impliquer des troupeaux plus importants.

L'application de ces techniques aux animaux de rente est loin de donner d'aussi bons résultats, en l'état actuel des choses. Le rapport fait valoir deux types de limites, les limites techniques et les limites économiques. Pour le moment, l'insertion du gène et la reconstitution d'un animal à partir de l'embryon transformé restent rares, ce qui limite la rentabilité de l'opération ; enfin, et surtout, l'animal modifié souffre de handicaps divers prouvant que la recombinaison a affecté des caractères qui n'auraient pas dû être transformés : stérilité, apathie, rhumatismes, diabète... On ne contrôle pas le lieu de l'insertion du gène dans le génome ; des progrès techniques importants restent donc à faire. Mais le rapport n'évoque pas la possibilité de limites théoriques.

Se pose aussi le problème économique de la détermination des "gènes candidats". Quels objectifs fixer à la transgénèse pour que les recherches coûteuses qu'elle implique puissent être rentabilisées ? Des marchés peu contestables économiquement sont visés, comme la modification de la composition du lait. On pourra sans doute faire produire à des bovins un lait très proche de la composition du lait humain, en utilisant des gènes humains de lactation ; mais on travaille aussi la diminution de la teneur en lactose, substance qui est à l'origine de nombreuses intolérances au lait. On a également avancé dans la connaissance des facteurs génétiques qui commandent la production de laine chez les moutons, ce qui permettrait de réduire le nombre de bêtes impliquées, et pourrait, dans les pays producteurs de laine (ce qui n'est pas le cas de la France) être à l'origine de la même révolution que l'augmentation de la production laitière dans les trente dernières années.

Lorsque l'on sort de ces quelques projets, on rencontre des objectifs de sélection plus classiques en agriculture, comme l'augmentation du taux de maigre d'une viande (p. 23). Quelques réussites ont été observées, que les animaux payent d'un assez grand nombre de problèmes de santé. Ce que le rapport ne dit sans doute pas assez clairement, c'est que la sélection classique est déjà arrivée dans le secteur porcin à des limites en dessous desquelles on ne peut descendre, que ce soit au regard de la santé de l'animal ou de la qualité de la viande. On ne voit donc pas bien la viabilité économique d'un tel projet.

Il serait plus intéressant pour l'élevage d'insérer des gènes de résistance à des agents infectieux ou des facteurs de milieu (p. 26) ; mais on est dans ce domaine encore très loin du compte.

Le rapport tente ensuite d'indiquer clairement les obstacles auxquels se heurte aujourd'hui la transgénèse animale. Il en dénombre quatre, la fécondation *in vitro* nécessaire pour obtenir les embryons que l'on va manipuler, la manipulation *in vitro* des embryons et de leur milieu de culture, l'intro-

duction des séquences d'ADN dans l'embryon, enfin l'expression des séquences transférées. Autrement dit, tous les stades de l'opération sont encore problématiques. On ne dispose pas en effet, chez les animaux de rente, de l'équivalent des cellules dites ES qui permettent une bonne maîtrise des choses chez la souris (ce sont des cellules isolées à partir du bouton embryonnaire, et qui sont capables de coloniser un autre embryon du même âge après y avoir été introduites mécaniquement, ce qui conduit à la naissance d'un animal chimère dont les caractères sont bien maîtrisés).

On voit que les problèmes techniques sont encore nombreux ; mais le rapport ne semble pas considérer qu'ils puissent être dirimants. À l'inverse, le rapport semble considérer qu'un obstacle préoccupant pour le développement de ces recherches pourrait être "l'attitude du public" : « pour peu que l'on accumule les interdits concernant tel ou tel type d'expérience (en particulier à cause des extrapolations à l'homme), et qu'on refuse l'autorisation de vente pour la consommation des animaux chez qui la transgénèse a échoué, les stratégies de recherche risquent de devenir difficiles à concevoir, et leur prix d'être prohibitif » (p. 34). Il n'est, pour autant, proposé aucune grille d'analyse qui permettrait de distinguer entre les projets acceptables (animaux d'expérimentation, malgré l'opposition de certaines associations de protection des animaux) et les projets plus contestables par le consommateur, poulets sans ailes ni cou, etc.

Pour les plantes, décrites dans le chapitre III, les techniques sont plus efficaces. Le rapport dit clairement que les années quatre-vingt ont été dans ce domaine la décennie du laboratoire, les années quatre-vingt-dix devant permettre d'espérer la sortie dans les champs des premières plantes transgéniques rentables (p. 53).

Si le transfert du gène est en lui-même plus difficile que chez les animaux, la totipotence des cellules végétales, c'est-à-dire leur capacité à régénérer une plante transformée à partir d'une simple cellule, facilite les choses. Le transfert est très souvent permis par l'uti-

lisation d'une bactérie pathogène dont la partie pathogène a été éliminée, mais le maïs, le blé et le riz y sont rebelles (p. 36). On peut utiliser aussi la transformation par chocs électriques des protoplastes, cellules débarrassées de leur paroi, ou encore le "canon à particules" qui injecte directement l'ADN. Autrement dit, c'est en variant les techniques d'insertion en fonction de l'espèce que l'on peut espérer obtenir de bons résultats dans toutes les espèces.

À la différence de ce que l'on a constaté dans le secteur animal, les réalisations dans le secteur végétal existent déjà, et les projets abondent : les plus importants pourraient concerner le contrôle de l'expression des gènes, ce qui conduirait à pouvoir intensifier l'expression de gènes intéressants déjà connus, et la recherche de promoteurs de gènes spécifiques d'un tissu déterminé et sa stabilité, ce qui permettrait de mieux contrôler la localisation de l'effet que l'on souhaite obtenir.

Au chapitre des réalisations, l'essentiel concerne aujourd'hui des facteurs monogéniques de résistance, aux herbicides en toute première place, puis aux insectes, virus ou tout autre agent destructeur. Le rapport signale clairement que les résistances aux facteurs de milieu comme le froid n'ont pas encore produit de résultat tangible.

Mais le rapport manifeste plus d'espoir lorsqu'il parle de l'adaptation des végétaux aux besoins spécifiques de certains marchés industriels. Il en sera sans doute ainsi des huiles végétales, pour ne prendre qu'un exemple ; le rapport montre la possibilité de façonner des colzas (maïs c'est vrai dans d'autres domaines pour les tabacs et pommes de terre) qui donneraient des acides rares. À terme, on débouche sur le projet de *molecular farming*, qui consisterait à faire produire par l'agriculture une partie des produits chimiques produits jusqu'ici dans des processus industriels : albumine, interféron, polyesters... Les plantes sont facilement transformables, mais il faut améliorer considérablement le niveau d'expression et résoudre les problèmes d'extraction et purification.

Suit un chapitre de transition, qui tente de proposer un scénario que François Gros estime encore très futuriste, décrivant les besoins des années à venir que la transgénèse pourrait aider à satisfaire. Une telle prospective était utile ; mais on regrettera qu'elle constitue la seule analyse économique du phénomène alors qu'une analyse plus "rapprochée" des possibilités et des limites de réception de ces techniques aujourd'hui aurait été très novatrice.

LA PROSPECTIVE ÉCONOMIQUE

Le scénario part de la définition de besoins nouveaux, qui seraient au nombre de trois :

- la production de matières premières renouvelables face à la diminution des réserves fossiles : la contrainte de renouvelabilité rendrait à l'agriculture un rôle prépondérant ;
- l'utilisation de procédés moins consommateurs d'énergie, qui pourraient être trouvés dans les molécules d'origine agricole facilement transformables par biocatalyseurs avec un abaissement important des barrières d'énergie d'activation ;
- une diminution de la pollution, qui deviendrait moins importante et surtout plus réversible grâce aux biotechnologies.

Le scénario annonce très clairement, d'autre part, qu'il ne se situe pas dans une optique où l'agriculture serait analysée sous l'angle social, mais au contraire dans une perspective où elle n'est envisagée que comme un secteur économique essentiel (p. 56). On retrouve ici la vision très industrielle de l'agriculture qui a inspiré l'Académie des Sciences. On notera que les économistes de l'INRA n'ont pas participé à ce travail, ce qui l'isole de manière contestable d'une base d'agronomie générale. Dans le même ordre d'idées, le rapport reste trop discret sur les applications à la production agricole traditionnelle : il n'explique pas pourquoi, par exemple, l'efficacité de la transgénèse serait plus grande que celle de la sélection classique dans la recherche de plantes résistantes aux pathogènes.

Les auteurs du rapport s'intéressent en fait davantage aux liens nouveaux qui pourraient apparaître entre l'agriculture et l'industrie qu'à l'amélioration de l'agriculture classique. Ces liens sont de deux ordres : il s'agit en premier lieu de mieux adapter les plantes aux modes de consommation actuels, impliquant transport, préparation industrielle et longue conservation. On cherche donc des gènes bloquant le pourrissement, empêchant le brunissement, facilitant la digestion humaine ou animale, facilitant le "génie enzymatique endogène", c'est-à-dire l'auto-transformation du produit, comme dans le cas de la moutarde qui, naturellement élabore ses arômes lors de la catalyse qui résulte du broyage des graines. Des applications semblent relativement proches dans le cas des ligneux, pour améliorer le rouissement du lin en bioréacteurs par exemple.

Il s'agit ensuite de produire directement pour l'industrie par le *molecular farming*, comme on l'a précisé plus haut.

Dans les deux cas, l'idée dominante est de diminuer le nombre des plantes "indifférenciées" (au sens où elles sont utilisables de plusieurs manières), et de les adapter à une utilisation précise pour laquelle le rendement économique est meilleur, permettant une plus grande valeur ajoutée (p. 59 et 61). D'après le rapport, cette recherche de rendement par la mono-adaptation constituerait le moyen pour l'agriculture de s'affranchir de la "course au rendement pur". L'expression reste mystérieuse : quelle différence faire entre la course au rendement spécifique et la course au rendement global ? Mono-adaptation ne signifierait-elle pas réduction de la souplesse d'utilisation ? Socialement, elle impliquerait une plus grande intégration des filières, l'augmentation des valeurs ajoutées sans accroissement des surfaces et des rendements quantitatifs ; le rapport, sans se prononcer sur l'intérêt d'une telle évolution admet que la valeur ajoutée nouvelle ne reviendra pas spontanément à l'agriculteur.

Pour François Gros, il est important de réaliser que, dans les pays développés au moins, l'avenir est aux stratégies multiples, poulet

fermier d'un côté, plantes destinées à l'industrie et adaptées à la consommation de masse de l'autre. Si l'on peut être d'accord avec ce diagnostic, il faut noter que le rapport ne fait état d'aucun projet de transgénèse qui serait spécialement destiné à l'agriculture extensive ou l'agriculture biologique. L'intérêt pour une agriculture extensive est d'ailleurs présenté (p. 81) comme une "critique", "d'ordre écologique, voire politique", défendue par les "mouvements d'opposition", ce qui est réducteur. En fait, pour le moment au moins, l'importance des investissements qu'il faut consentir pour réaliser une plante transgénétique, semble les réserver à l'agriculture intensive des pays développés. Mais curieusement, le rapport semble considérer cette donnée comme un invariant, alors qu'elle pourrait fort bien n'être que transitoire. Dès lors, une utilisation plus diversifiée de la transgénèse serait envisageable.

LES ASPECTS SOCIO-POLITIQUES

Je range sous cette expression les quatre derniers chapitres qui concernent, dans l'ordre, la protection de la propriété industrielle, la maîtrise du risque, la diversité biologique, la protection de l'environnement et les considérations éthiques. Cette énumération peut paraître étonnante car, si les rapports entre la transgénèse et la maîtrise du risque, la diversité biologique et la protection de l'environnement comportent certes, des aspects socio-politiques, ceux-ci dépendent pour partie de données scientifiques que l'on s'attendrait à trouver prépondérantes dans un rapport de l'Académie des Sciences ; l'état des connaissances et des incertitudes ne serait pas moins utile ici que dans la première partie. Or, on constatera que la part scientifique est totalement absente, l'étude portant uniquement sur les aspects juridiques et politiques, avec un résultat qui paraîtra décevant et même souvent contestable aux spécialistes des sciences sociales. On sera amené à mettre en cause la composition trop réduite ou plutôt, fermée, du groupe, et l'absence d'appel à l'expertise extérieure pour compléter les compétences.

LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

Il était contestable, en soi, d'insérer un chapitre de quatre pages sur la protection de la propriété industrielle dans le domaine des biotechnologies, quand on constate que les rapports ou livres qui permettent de se faire une idée sérieuse quoique paradoxale du problème, ne comportent pas moins de 300 pages chacun. La question est en effet extrêmement complexe car elle comporte quatre rameaux bien distincts : les micro-organismes ; les végétaux, les animaux et les humains. Or, tant sur le plan de la technique juridique, que sur le plan de l'opportunité en termes de stratégie d'innovation, ou encore sur le plan éthique, les quatre secteurs impliquent des études pour partie séparées et requièrent, à mon avis, des solutions diversifiées. L'agriculture se trouve concernée par les quatre secteurs, puisque l'on y utiliserait même des gènes humains.

Il faudrait en premier lieu arriver à poser clairement les enjeux techniques des différents modèles de propriété intellectuelle qui sont proposés, pour savoir si l'on choisit une adaptation du droit de brevet, ou si l'on maintient ou construit des droits intellectuels différents, droit d'obtention végétale, droit d'obtention animale. Or, la grande différence entre les deux modèles, qui tient au régime juridique des ressources génétiques nécessaires à l'innovation, n'est même pas évoquée ici (cf. en revanche, p. 89 ; les deux passages n'ont pas dû être écrits par la même personne). Il faudrait en second lieu expliquer s'il est, ou non, nécessaire de soumettre la propriété intellectuelle, qui est une branche du droit en principe assez autonome, aux principes généraux du droit. L'enjeu symbolique est important : rester dans le cadre des droits intellectuels conduit à n'envisager les organismes vivants ainsi créés comme de pures inventions, purs objets techniques ; intégrer ces droits dans l'ensemble de l'ordre juridique conduit à leur conférer une double identité, invention et être vivant en même temps. Le problème est évoqué dans le rapport, mais de manière si plate que l'on ne peut même pas imaginer les passions qu'il soulève, au Parlement européen par exemple.

La question se pose, alors, de savoir si une étude de sciences sociales doit intégrer les éléments passionnels d'un débat de cette nature. Contrairement à beaucoup de chercheurs qui pensent que l'objectivité, effectivement nécessaire, exclut la prise en compte de la passion, je pense que les éléments passionnels sont l'un des éléments du débat, au même titre que les contraintes techniques ou économiques, bien qu'ils soient de nature subjective et non objective. La passion est un donné qui ne doit pas être évacué, mais doit être examiné, comme les autres faits qu'il convient de traiter, avec la distance qu'impose l'analyse académique.

Ceci dit, l'insatisfaction laissée par cette partie du rapport s'explique ; les deux seuls membres du groupe à connaître à leur manière les problèmes de propriété industrielle, se trouvaient être l'un, conseiller scientifique de Rhône Poulenc, l'autre, directeur scientifique de l'entreprise semencière Limagrain, tous deux acteurs des compromis réalisés sur ces questions au sein de l'association Organibio qui regroupe les professionnels des biotechnologies. On ne pouvait guère leur demander autre chose que de rendre compte de manière honnête du compromis qu'ils avaient élaboré pour les besoins de la négociation à Bruxelles ; cela fut complété, pour ce qui concerne les gènes humains par des positions (hâtives) du ministère de la Recherche et du Comité national d'éthique. Dans cette partie, on change donc de registre puisque l'on quitte le terrain scientifique de la première partie pour celui du compromis professionnel qui n'est que l'un des éléments du débat.

LA MAÎTRISE DU RISQUE

Voilà un chapitre qui me semble irréaliste. On s'attendrait en effet, sous ce titre, à une synthèse de la réflexion scientifique sur le risque, alors que l'on trouve un exposé de la réglementation chargée d'en assurer la prévention. Un exposé des connaissances acquises au sein de la Commission de génie génétique

et de la Commission de génie biomoléculaire, respectivement en charge des avis sur l'utilisation confinée et la dissémination des organismes génétiquement modifiés dans l'environnement aurait été passionnant. C'était d'autant plus facile que J.-P. Zalta, président de la CGG et Axel Kahn, président de la CGBM étaient tous deux membres du groupe de travail qui est à l'origine du rapport sur la transgénèse ; de même pour A. Deshayes et Louis-Marie Houdebine, auteurs d'expertises sur les risques de dissémination pour l'Office Parlementaire des choix technologiques, et membres du groupe de travail... Or si l'on trouve bien quelques mots sur les risques d'exposition des travailleurs aux agents pathogènes, le chapitre ne dira rien du contenu des risques que l'on suspecte d'être liés à la dissémination des OGM dans l'environnement.

Pourtant la CGBM, pour ne parler que d'elle, a déjà un certain recul qui lui permet d'étayer des suppositions et de présenter des fragments de connaissances : elle travaille à la fois sur la dangerosité des constructions génétiques (quand on utilise un fragment viral comme vecteur du transfert génétique par exemple), sur la spécificité du risque dans telle ou telle espèce du fait de la biologie de la reproduction de cette espèce, et sur les échanges génétiques qui se produiront entre la plante cultivée et ses parents sauvages ou ses adventices. Plusieurs équipes de recherche travaillent sur ce type de risques, et les travaux d'une équipe de recherche de Bures-sur-Yvette sur l'impact des plantes transgéniques sur le comportement des insectes pollinisateurs vient d'avoir les honneurs d'un grand article de Catherine Vincent dans le journal *Le Monde* (30 mars 1994).

On comprend donc l'importance qu'aurait pu avoir la présence dans le groupe de travail, d'un malherbologue puisque les premières plantes transgéniques qui seront présentes sur le marché seront des plantes résistantes aux herbicides et que l'on sait que ces gènes de résistance se transmettent aux adventices qui entravent le développement de la plante cultivée. De la même manière, on

notera l'absence de tout écologue, qui aurait pu pourtant entamer une réflexion sur les risques en termes d'invasion par une plante plus compétitive que les autres, par exemple.

Or rien de tout cela n'est traité, car le chapitre, qui comporte 6 pages, est entièrement occupé par la description de la réglementation, normes et guides de bonne pratique. Sans être dénuées de tout intérêt, ces informations ne sont accompagnées d'aucune réflexion juridique, et pour cause, alors que leur intérêt au regard du droit de l'environnement est très grand. Ici encore, on note un manque d'expertise extérieure. C'est cette inexistence de l'analyse scientifique, réduite à quelques lignes en conclusion du rapport, l'accent étant mis sur la réglementation qui me paraît irrationnel, dans un document de l'Académie des Sciences, en tout cas.

François Gros est convenu de cette lacune, et trouve que cette critique devrait encourager à poursuivre le travail par d'autres rapports plus ponctuels. Il pense qu'il faudrait davantage d'études fines et modernes de toxicité des organismes obtenus (faire par exemple un bilan métabolique), et signale qu'il existe quelques études sur l'utilisation d'écosystèmes artificiels destinés à rechercher en milieu contrôlé les mécanismes de la dissémination génique.

LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE, L'ENVIRONNEMENT

On ne pourra que dire la même chose des chapitres 7 et 8. Ces deux thèmes méritaient une approche scientifique, totalement absente ici. En effet, la diversité biologique est limitée à l'énoncé de son "caractère essentiel", et la page qui lui est consacrée se contente de signaler le rapport que le député Daniel Chevallier avait fait en 1992 pour l'Office Parlementaire des choix technologiques, et la signature de la convention de Rio sur la diversité biologique, dont il est dit quelques mots. Sur ce premier point, la rédaction d'un rapport spécifique est annoncée qui sera établi sous l'autorité du professeur Cauderon.

Quant au chapitre "Transgénèse et environnement", il est limité, comme il est indiqué dans le titre même du chapitre à une courte étude des "mouvements d'opposition", faisant l'impasse sur l'étude scientifique des impacts que la transgénèse serait susceptible d'avoir sur l'environnement. Si l'on reprend le cas des plantes résistantes à un herbicide, il est bien évident que la généralisation de ces résistances pose le problème de l'impact de ces herbicides sur l'environnement et des transferts possibles de résistances. Or aucun problème de ce type n'est même envisagé. Interrogé à cet égard, François Gros pense qu'une telle vision de l'environnement est sans doute trop large ; le risque propre à la transgénèse serait réduit au risque de transfert génétique, la question de l'herbicide restant attachée à l'industrie chimique, même s'il reconnaît qu'il existe un lien économique entre les deux. Dans une réflexion libre, François Gros fut amené à penser qu'en fait, il n'avait pas connaissance d'études scientifiques abordant ce type de questions, alors que des plantes transgéniques conçues pour résister à de nouveaux environnements, pourraient amener la disparition de cultures traditionnelles d'une région pour les remplacer par une autre (l'extension de la zone de culture de la tomate par exemple). On sait déjà que l'extension d'une zone de culture impliquant l'irrigation peut poser, à terme, d'importants problèmes d'environnement.

On pourra noter aussi une vision un peu floue et réductrice de ceux qui sont appelés les "tenants de l'environnementalisme" (p. 78). Quatre problèmes sont évoqués au titre des mouvements d'opposition, l'éco-terrorisme, la perception que le public a des biotechnologies, la critique tiers-mondiste des biotechnologies et la revendication d'une agriculture plus extensive. On regrettera qu'ils ne fassent l'objet d'aucune analyse.

Fallait-il accorder tant d'importance à l'éco-terrorisme, qui a effectivement frappé quelques essais, en Hollande surtout. Oui, si on l'entendait comme la face visible d'une profonde résistance du public aux biotechnologies ; non si on le comprenait comme la cible momentanée de groupes à vocation terroriste,

dont l'intérêt se portait de manière conjoncturelle sur les biotechnologies. Depuis mai 1993 déjà, il apparaît que la seconde analyse était la bonne : ils ont officiellement annoncé qu'ils abandonnaient les biotechnologies, sur lesquelles ils ne se sentaient pas suivis, et qu'ils allaient s'investir sur la politique agricole commune et le GATT (*Libération* du 3 janvier 1994). À l'inverse, il est certain que les Verts, en tant que groupe politique cherchant à organiser un débat démocratique sur ces questions, continuera à exercer une sorte de veille scientifique et politique sur les biotechnologies. Ils pourront alors s'investir, démocratiquement, sur tel ou tel dossier, celui des résistances aux herbicides par exemple (campagnes de sensibilisation, recours en justice, contre-expertises scientifiques, etc.). À ce titre, les Verts sont plus importants que les éco-terroristes.

La critique tiers-mondiste des biotechnologies, très virulente, relève sans doute de la même analyse : nul ne peut dire aujourd'hui quels seront les avantages ou les inconvénients de cette technologie pour le tiers-monde, et son exaltation comme sa critique sont également prophétiques. La critique est donc une critique plus large des rapports Nord-Sud, qui n'est pas spécifique aux biotechnologies.

Il est fait ensuite une courte allusion aux résultats du sondage Eurobaromètre qui a tenté de faire le point sur la perception des biotechnologies par le public. Mais ce sondage mériterait une analyse fine qui n'a apparemment pas été faite en France. Le rapport insiste sur un seul résultat, d'ailleurs étonnant, portant sur le degré de fiabilité des sources d'information. Le public ferait beaucoup plus confiance aux organisations écologiques (64 %), associations de consommateurs (53 %) et organisations de défense des animaux (32 %) qu'à l'école ou l'université (à elles deux 31 %), les partis politiques venant en queue de peloton. Interrogé sur sa réaction et les raisons pour lesquelles cette partie du sondage avait été mise en évidence, François Gros a estimé d'abord avec humour que 31 % de capital de confiance pour les scientifiques, n'était déjà pas un si mauvais résultat. Il pense

que c'est précisément en raison de cette confiance entamée que l'Académie des Sciences se devait de faire les efforts nécessaires pour divulguer une information exacte comme elle l'a tenté de faire dans ce rapport. Ce faisant, François Gros a constaté avec une certaine nostalgie que, si le public ne comptait plus sur la science pour lui apporter le bonheur, les scientifiques n'en restaient pas moins tenus à la rigueur dans le travail et l'information.

C'est enfin dans ce chapitre sur les mouvements d'opposition, qu'est signalée la "critique" de l'agriculture intensive, que les biotechnologies viendraient conforter, en liant les plantes et les animaux à des marchés divers de produits chimiques. C'est largement vrai en l'état actuel des projets, mais la transgénèse peut servir tous les objectifs qu'on lui propose : elle changera simplement de gènes-candidats, et tel est peut-être l'un des rôles de la recherche publique, que de préparer dès maintenant une possibilité de relève.

CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES SUR LA TRANSGENÈSE

À tort ou à raison, ce chapitre m'est apparu comme une sorte de modèle désolant de la mauvaise qualité de la fausse discipline appelée "bioéthique" : fausses questions, questions mal posées, confusion des genres dans les réponses, les deux pages se terminent par ce qui est probablement l'objectif poursuivi, une sorte d'exhortation lancée au droit de s'adapter au progrès technique (p. 84). Essayons de suivre quelques-unes des pistes proposées.

Les techniques de la transgénèse appliquées à l'agriculture posent, « comme souvent maintenant en matière de progrès scientifiques, des problèmes ou au moins des interrogations d'ordre éthique ». Pourquoi, qu'y a-t-il de changé, dans la science ? ou dans la société ? Est-ce une réalité ou une impression ? Question trop complexe pour être posée sans que l'on tente d'y apporter une réponse ; l'exercice ne se prêtant pas à une réflexion aussi difficile, il eut mieux valu n'en rien dire.

Le rapport consacre ensuite un paragraphe à la légitimité éthique de la transgénèse en tant que telle. Le raisonnement suivi est que, pour la première fois dans l'histoire des techniques, on ne se contente plus de diriger les processus naturels vers des objectifs humains, on ne fait plus une nouveauté dans la nature, mais de la nature : pour la première fois on crée. Cette affirmation qui pourrait être discutée sur le plan épistémologique, est analysée « sur les plans religieux ou philosophique » – curieuse manière de rabattre la philosophie sur la religion quand tout l'effort philosophique fut de penser hors de la religion – : il y aurait là "concurrence au créateur", ou à la création, sacrilège par démesure des droits que l'homme s'arrogerait ainsi. Quelle confusion de la pensée permet d'en arriver aux termes de concurrence au créateur, par une sorte d'alchimie économique-théologique ! La question posée, qui pourrait avoir un sens dans des sociétés où le droit serait fondé sur des impératifs religieux et une vision fixiste de la création, ne mérite sans doute même pas d'être posée dans des sociétés qui reposent sur la laïcité.

Ceci dit, le plus extraordinaire est sans doute la réponse apportée à la question du sacrilège. Le rapport signale qu'une « réponse affirmative entraînerait une condamnation dépourvue de nuance qu'il ne faudrait pas prononcer sans mesurer corrélativement le manque à gagner au regard d'éventuels bénéfices pour l'homme et la société »... le bilan coût-avantage, appliqué à la question du sacrilège !

On entre ensuite dans des eaux plus tranquilles, où le rapport n'entretient pas moins des confusions fâcheuses. Il part pourtant d'une distinction de bon sens entre les plantes et les animaux : les problèmes dits "éthiques" ne sont pas les mêmes. Mais on ne trouvera aucune tentative de légitimation de cette distinction, alors que l'entreprise n'est pas toujours simple. Les biotechnologies obligent en effet à renouveler la réflexion sur un certain nombre de concepts et hiérarchies qui sont brouillées. Il en est ainsi de la distinction vivant-inerte : que sont les virus,

rétro-virus, prions, fragments d'ADN qui sont de simples molécules chimiques, mais constituent le principe de construction et d'évolution de la vie, et donc quel régime juridique leur affecter pour ne pas méconnaître leurs fonctions ? Il en est ainsi des différents règnes du vivant : qu'est-ce qu'une bactérie modifiée avec un gène humain, que seront les animaux "humanisés" dont on utilisera les organes si le projet est poussé à son terme ?

Dans ce contexte, existe-t-il une question éthique au regard du monde des plantes ? Le rapport semble l'admettre, alors que ce n'est pas évident. Mais il rabat la question sur celle des risques, qui n'a rien à voir avec l'éthique.

Concernant l'animal, on n'est guère plus satisfait ; le rapport évoque à nouveau des risques de toxicité qui n'ont rien à voir dans ce chapitre, puis passe à la question de la création d'un « monde nouveau où aurait été progressivement oublié le souci du bien-être de l'humanité au profit de la réalisation de quelques périlleux fantasmes ». On ne voit là rien de particulier à la transgénèse. Ce qui serait par contre spécifique, mais n'est pas évoqué ici, est la question de la création d'animaux totalement nouveaux. Y aurait-il des limites éthiques à l'imagination créatrice ? On connaît déjà quelques limites posées par le droit de l'expérimentation animale et l'évolution des législations sur le bien-être animal : c'est probablement dans ces cadres que sera régulée au cas par cas la transgénèse animale. Sera-t-on alors dans un ordre de pensée éthique, ou dans une casuistique en termes d'acceptabilité sociale ? Je penche personnellement pour la seconde hypothèse : on se réjouira de la confection d'un bel animal mythologique, on risque de rejeter la super poule sans cou, ni ailes, ni pattes, ni plumes, réduite à la production d'œufs en série.

Une vraie question éthique, ou du moins d'éthique de la recherche, est pourtant posée : comment réguler, et faut-il le faire, les recherches sur l'animal, au motif que leur transposition à l'homme aboutirait à des résultats que l'on souhaite éviter. Personne

n'a jamais apporté ni réponse, ni même éléments de réflexion. Pendant des millénaires, on a sélectionné plantes et animaux, ce qui impliquait déjà une possible application à l'homme, sans le faire, comme s'il y avait là un choix intériorisé que Galton et Spencer seront apparemment les premiers à remettre sérieusement en cause. Il y a donc, dans la société, quelque chose qui a changé puisque les techniques paraissent aujourd'hui beaucoup plus mobiles. L'expération du désir individuel, de ce que les juristes appellent le droit subjectif – droit à l'enfant et à toutes les techniques permettant de l'obtenir –, l'habitude de se saisir aussitôt de toutes les techniques existantes, l'habitude aussi de raisonner en termes de marché à satisfaire semblent avoir changé quelque chose. Le rapport signale à juste titre ce qui paraît bien, cette fois, être un problème éthique majeur, le fait que nous mettons au point une transgénèse animale qui est le prérequis nécessaire pour faire les thérapies germinales dans l'espèce humaine, c'est-à-dire une modification génétique transmissible dans une lignée, ce que l'on prétend vouloir interdire, de manière absolue dans certains documents juridiques, de manière plus ambiguë dans l'ordre juridique français par exemple.

Le rapport évoque le problème de la responsabilité du scientifique : il affirme qu'au fil des progrès, la responsabilité du chercheur s'accroît car « l'application ne saurait plus être, dans nombre de circonstances, innocente » et pose la question de savoir si l'on est encore « en droit de se désintéresser de pareille ambivalence ». En évitant la phrase consacrée selon laquelle la « technique est neutre, seule son utilisation par la société pouvant être dévoyée », le rapport va plus loin que la plupart des réflexions officielles du monde scientifique sur cette question, puisqu'il semble admettre, à côté de l'ambivalence de la société, celle de la technique elle-même. Mais il s'arrête là, ne posant pas la question de savoir s'il existe des recherches dangereuses en elles-mêmes car la connaissance acquise ne pourrait être maîtrisée par la société telle qu'elle est.

Disons un mot de la conclusion de ce chapitre, qui concerne les rapports de la science et du droit. Une mise en garde est adressée au législateur qui, mis en position d'intervenir de manière "nécessaire" est en même temps sommé de ne pas « bloquer la recherche », ni « mettre un frein abusif à une évolution », le mot étant mystérieux. S'agirait-il de ne pas bloquer l'évolution des mentalités que permettraient les avancées scientifiques ? Il y aurait alors un engrenage progrès technique – progrès des mentalités qui conduit à la solution proposée : prévoir une révision périodique des textes pour respecter ces évolutions conjuguées des sciences et des mentalités. Le conseil est imprudent car il ne distingue pas entre les réglementations techniques qui doivent changer rapidement (mais personne ne s'y oppose), et la loi qui doit au contraire, dans une certaine pérennité, exprimer des valeurs largement indépendantes des sciences et des techniques. L'interdit des thérapies germinales dont « jusqu'à présent on se défie pour l'homme » (p. 83), relèverait sans doute pour la plupart des juristes de la seconde catégorie, tandis que le rapport (qui reflète ici l'avis d'un nombre croissant de scientifiques) semblerait la ranger dans la première. Faire de la loi, pour les besoins présumés de la science, un dispositif normatif fragile est dangereux et inutile, puisque le législateur peut modifier une loi dès qu'il le souhaite ; point n'est besoin de législations à révision obligatoire.

CONCLUSION

Le rapport présente donc, finalement, deux intérêts bien distincts. Le premier est celui d'une information fiable sur la transgénèse ; c'est précieux mais éminemment transitoire, car les techniques évoluent très vite. Le second est celui d'une incursion inhabituelle dans le domaine des sciences sociales. Il pourrait s'agir d'une tendance lourde, qui viendrait marquer la reconnaissance des effets sociaux des sciences et des techniques. Ce serait un acquis important, même si cette incursion-là, apparaîtra à nombre de spécialistes des sciences sociales comme un échec. Les lecteurs

de cette revue, tous praticiens des interfaces, s'attacheront sans doute principalement à cette tentative, maladroite et néanmoins passionnante, pour sortir du pré carré de la science neutre, ce qui n'est pas facile. La question est de savoir comment un organisme tel que l'Académie des Sciences qui n'a pas en son sein les compétences nécessaires pour faire, en sciences sociales, le travail scientifique qu'elle fait sur la biologie par exemple, peut s'organiser pour produire un document pluridisciplinaire à la hauteur de son ambition nouvelle. Comment composer les groupes d'experts ? Peut-on ou doit-on éviter, sur un tel sujet, les représentants déjà impliqués dans des instances professionnelles ou au Comité national d'éthique ? Quelles coopérations établir ? Quelles inerties institutionnelles et idéologiques faut-il vaincre ? L'affaire est à suivre. ■

POUR EN SAVOIR PLUS

L'une des meilleures sources reste le travail que Daniel Chevallier, député des Hautes-Alpes, a réalisé pour l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, car il s'appuie sur des expertises, publiées sous forme d'annexes, qui présentent des points de vue divers, voire opposés, et souvent argumentés ; on y trouvera aussi bien des analyses économiques, qu'une partie du débat sur la propriété industrielle, la question des risques liés à la dissémination des OGM, etc. :

■ *Rapport sur les applications des biotechnologies à l'agriculture et à l'industrie agro-alimentaire*, première session ordinaire de 1990-1991, n° 1827 et n° 148, tomes I et II.

■ *Rapport sur la biodiversité et la préservation du patrimoine génétique*, session de 1991-1992.

Numéro spécial de la *Revue juridique de l'environnement* sur l'utilisation des organismes génétiquement modifiés (n° 3-1993).

Notons que, sur la question des risques, le directeur du programme sur l'agriculture et la biotechnologie de l'*Union of Concerned Scientists* vient de sortir un rapport qui semble assez complet intitulé *Perils Amidst the Promise : Ecological Risks of transgenic crops in a Global Market*.