

# **l'appropriation du vivant : de la biologie au débat social**

**par Bernard Chevassus-au-Louis**

INRA, Génétique des poissons, domaine de Vilvert, 78352 Jouy-en-Josas  
*bchevass @jouy.inra.fr*

## **Introduction**

Le fait de posséder des êtres vivants, animaux ou végétaux, a toujours été considéré comme un droit limité : ce droit de propriété ne s'applique strictement qu'aux individus eux-mêmes, peut être supprimé dans certains cas<sup>1</sup>, et l'extension à leur descendance n'est que conditionnelle. Ainsi, en cas de divagation d'un animal domestique de sexe mâle, la propriété des descendants obtenus ne peut être revendiquée par le propriétaire de l'animal.

La volonté de revendiquer un droit de propriété plus globale du vivant, s'étendant à un ensemble indéfini d'individus et à leur progéniture, n'est apparue qu'au XX<sup>e</sup> siècle et s'est particulièrement affirmée avec l'essor des biotechnologies. L'émergence de cette revendication résulte en effet d'une conjonction entre des possibilités techniques nouvelles et des enjeux économiques devenus planétaires.

---

<sup>1</sup> Ainsi, si des pigeons ou des poissons viennent à quitter leur colombier ou leur plan d'eau, ils deviennent la propriété du propriétaire du nouveau lieu où ils auront « élu domicile » (article 564 du Code Civil).

Nous examinerons dans un premier temps la genèse scientifique et technique de cette « maîtrise de la génération », en montrant que des procédés sur lesquels la société s'interroge aujourd'hui - transgénèse, clonage, gène « Terminator » - sont l'aboutissement d'une longue quête pour comprendre et maîtriser les processus de la transmission de la vie. Ces travaux ont rendu possible l'« appropriation » du vivant dans les deux sens de ce terme, à savoir en maîtriser la diffusion, d'une part, et lui conférer des caractéristiques « appropriées », d'autre part. Dans un deuxième temps, nous présenterons les différentes facettes du débat social qui s'engage sur les applications concrètes de cette maîtrise, qu'il s'agisse des aspects juridiques, économiques, politiques ou éthiques.

Nos exemples seront principalement issus des espèces animales et végétales utilisées pour l'agriculture, les questions plus particulièrement liées à l'être humain étant abordées par d'autres conférences.

## 1. La longue marche vers la « maîtrise de la génération »

Par rapport à des objets inertes, les êtres vivants se définissent par deux propriétés qui peuvent apparaître contradictoires : d'une part, ils sont autoreproductibles, c'est-à-dire qu'ils sont capables de générer sans intervention humaine de nouveaux individus semblables et, d'autre part, à quelques exceptions près, ils ne se reproduisent pas de manière conforme, autrement dit aucun individu n'est strictement identique à l'un ou l'autre de ses parents ou apparentés proches.

Jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle, ces deux propriétés constituaient un défi pour quiconque prétendait s'approprier le vivant, c'est-à-dire en maîtriser la descendance, en prédire les caractéristiques et en tirer avantage. Plus d'un siècle de recherches a fourni les clés permettant de réaliser cette ambition. Nous évoquerons plus particulièrement trois aspects de cette longue marche :

- la définition des lois de la transmission des caractères, conduisant à la découverte progressive et à la manipulation des supports de l'hérédité ;
- la compréhension des lois de la recombinaison des caractères et l'obtention d'une reproduction à l'identique ;
- le contrôle de la reproduction, pour aboutir à des êtres vivants « non reproductibles ».

### 1.1. D'Aristote à la transgénèse : une brève histoire du gène

L'étude des similitudes et des différences entre parents et enfants est sans doute, parmi les activités humaines, l'une des plus anciennes et des plus pratiquées. Cependant, en dépit de cette attention, la transmission des caractères semble avoir résisté longtemps à la formulation de lois générales rendant véritablement compte de sa complexité. L'existence même d'une contribution des deux sexes au patrimoine génétique de leur descendance fut longtemps mise en doute. A la suite d'Aristote, certains ne voyaient dans la mère qu'un support nourricier, fournissant la « matière », le mâle apportant à lui seul la « forme », qui détermine les caractères de sa descendance : « Comme principe de la génération, on pourrait poser à juste titre le mâle et la femelle, le mâle possédant le principe moteur et générateur, la femelle le principe matériel »<sup>2</sup>. Nous reviendrons ultérieurement sur l'importance de cette distinction entre « forme » (que l'on peut assimiler, en termes modernes, à une « information ») et matière.

---

<sup>2</sup> Aristote, *De la génération des animaux*, cité dans André Pichot, *Histoire de la notion de vie*. Gallimard, 1993. Voir en particulier pp. 106-116.

D'autres considéraient au contraire que le sperme n'était qu'un « fluide vital », qui stimulait le développement de l'œuf, au sein duquel un embryon était « préformé ». C'était, par exemple, l'opinion du naturaliste suisse Charles Bonnet, qui s'appuyait sur ses observations minutieuses de la reproduction des pucerons du sureau, réalisées en 1745. Ayant isolé des pucerons dès leur naissance, il observait que ces animaux pouvaient accoucher de nouveaux pucerons, preuve que l'intervention d'un mâle ne jouait pas de rôle crucial et pouvait être remplacée chez ces espèces par « une liqueur spéciale tirée de leur propre sang »<sup>3</sup>.

Les premières observations de spermatozoïdes au microscope, à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, donnèrent lieu à des interprétations contradictoires : le naturaliste hollandais Anton Van Leeuwenhoek les considéra d'abord comme des « animaux parasites » vivant dans la semence. À l'inverse, son collègue Nicolas Hartsoeker crut y distinguer un petit homme en miniature et publia en 1694 un dessin de cet *homonculus* qui allait populariser sa théorie. Il fallut attendre 1876 pour que des observations minutieuses de la fécondation chez l'oursin par Hertwig et Fol établissent clairement que les noyaux du spermatozoïde et de l'ovule fusionnaient pour donner un nouvel individu.

Autre aspect de cette incertitude sur la génération, l'existence possible d'une génération spontanée pour de nombreux êtres vivants - rongeurs, batraciens, poissons, insectes - fut considérée jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle comme avérée. Cantonnée progressivement à la genèse d'êtres primitifs par des expérimentateurs comme l'Italien Spallanzani, cette théorie ne fut réfutée définitivement pour les micro-organismes qu'en 1865 par Pasteur, à l'issue de joutes expérimentales et oratoires fameuses avec plusieurs éminents savants de l'époque, comme Pouchet.

Enfin, la possibilité d'une influence durable du premier mâle sur les caractéristiques ultérieures des descendants d'une femelle, même issus d'autres mâles, est également restée longtemps considérée comme une vérité d'expérience, en particulier dans l'espèce chevaline. Dénommée télégonie, cette « hérédité par imprégnation » conduisait, par exemple, à affirmer que des juments croisées avec un âne produiraient ultérieurement systématiquement des poulains ayant des caractéristiques de mulets, même si la fécondation était l'œuvre de chevaux. Même dans l'espèce humaine, cette théorie a parfois été appelée à la rescousse pour expliquer des caractéristiques inattendues de certaines progénitures !

C'est donc dans un contexte où s'affrontaient encore de multiples théories de la génération que s'est opéré, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, un tournant majeur, avec l'apparition de deux approches visant à quantifier les lois de l'hérédité<sup>4</sup>. Bien que purement formelles (on ignorait à l'époque la nature du support matériel de l'hérédité), ces deux approches se sont révélées opératoires et continuent aujourd'hui à inspirer la création de nouvelles variétés animales et végétales.

La première est due au mathématicien anglais Sir Francis Galton, qui s'interrogeait sur le fait que les descendants de parents « extrêmes » pour un caractère comme la taille ou le poids semblaient n'hériter que d'une partie de cette différence et se rapprochaient donc de la moyenne de la population. Pour décrire ce phénomène, il proposa donc en 1889 sa « loi de la régression universelle » et jeta les bases, encore utilisées, du calcul de coefficients de régression permettant de prédire statistiquement les performances de la descendance d'un couple donné. Si cette notion de régression a conduit Galton à développer de fâcheuses théories eugéniques (il désignait également sa loi comme la « loi de régression vers la médiocrité »), elle a également permis de fonder l'amélioration de nombreux caractères d'intérêt agronomique, comme la fertilité, la croissance, dont le déterminisme demeure encore aujourd'hui très mal compris. En outre, Galton tenta de formaliser l'influence des ancêtres éloignés dans une « loi de l'hérédité ancestrale » qui supposait implicitement à la fois le mélange progressif des influences génétiques de ces différents ancêtres et la persistance de ces influences chez un individu donné. Il considérait en effet qu'un individu transmettait à sa progéniture une contribution

<sup>3</sup> Sur les travaux de Bonnet et l'ovisme, voir André Pichot, *ibid.*, pp. 409-414.

<sup>4</sup> Sur la genèse des idées de Mendel et Galton, on pourra consulter dans *La Recherche* les articles de Marcel Blanc (1984, n° 151, pp. 46-59) et de Jean-Louis Serre (1984, n°155, p. 1072-1081)

génétique  $H = 1/4 p + 1/8 pp + 1/16 ppp + \dots$ , (p, pp, ppp... désignant la contribution génétique totale des parents, grands-parents, arrière-grands-parents... de l'individu). Bien que fautive dans son modèle génétique sous-jacent, cette loi présente encore aujourd'hui un certain pouvoir prédictif au niveau d'une population.

La seconde approche, plus connue aujourd'hui mais qui passa inaperçue à l'époque, fut celle du moine austro-hongrois Gregor Mendel, qui s'attacha de 1854 à 1868 à rechercher, en utilisant le petit pois, les « lois de l'hybridation ». Sous ce terme général s'exprimaient deux questions qui ne semblaient pas avoir reçu jusqu'alors de réponse satisfaisante : la première était celle de l'apparition et de la disparition de certains caractères au fil des générations, décrite mais non expliquée par le terme d'« atavisme ». La seconde était la capacité de certains caractères à s'associer chez un individu puis à se dissocier dans sa descendance. Dans un mémoire publié en 1866, il affirme tout d'abord que le pollen et l'ovule d'une plante contribuent également aux caractères de la descendance (question qui, on l'a vu, était encore controversée). Il soutient ensuite que cette descendance, même si elle n'exprime que les caractères d'un des parents, conservera les caractères apportés par les deux parents mâles et femelles, et les dissociera dans sa descendance de manière indépendante. Ces principes conduisaient à des proportions simples et vérifiables ( $3/4-1/4$  pour un caractère ;  $9/16-3/16-3/16-1/16$  pour deux caractères) pour les différents types d'individus dans la descendance.

Cette conception d'« unités héréditaires », se conservant et se transmettant de manière intangible et indépendante, était à l'opposé des conceptions prédominantes à l'époque de l'hérédité par mélange. Elle excluait notamment toute influence résiduelle d'un ancêtre éloigné dès lors qu'il n'avait pas transmis ses caractères à un parent direct d'un individu.

C'est sans doute pourquoi on a considéré longtemps qu'elle ne s'appliquait qu'à des caractères particuliers<sup>5</sup>. Cependant, cette vision du patrimoine génétique comme une mosaïque de caractères autonomes ouvrait à l'évidence la voie vers la recherche du support matériel de l'hérédité, même s'il fallut attendre les travaux de l'école de l'Américain Morgan en 1910 pour attribuer aux chromosomes ce rôle de support de ces unités héréditaires, les gènes, puis les années 1940 (travaux d'Ephrussi, d'Avery...) pour identifier l'ADN comme la molécule porteuse de l'information génétique.

La suite est connue : elle correspond à l'immense essor de la biologie moléculaire et je n'en rappellerai que deux conséquences importantes. D'une part, une fois identifiée la nature chimique des gènes et leurs lois de transmission, il devenait possible de repérer la présence de certains d'entre eux chez un individu et de pronostiquer, voire de modifier leur devenir : c'est tout le domaine du diagnostic génétique, d'abord limité à la détection des anomalies génétiques récessives chez l'homme (hémophilies, myopathies...) mais maintenant étendu aux animaux domestiques de valeur (taureaux d'insémination, étalons...). D'autre part, grâce aux progrès du génie génétique, il est apparu envisageable d'isoler un gène et de l'introduire dans un individu de la même espèce ou d'une autre espèce, compte tenu de l'universalité du système de codage et de lecture de l'information génétique. C'est l'immense domaine de la transgénèse, ouvert par les travaux de Chang et Cohen en 1973 chez une bactérie et maintenant possible chez la quasi-totalité des espèces vivantes.

*D'un concept purement formel, le gène est donc devenu en un siècle un véritable objet autonome que l'on peut conserver, multiplier, modifier, voire synthétiser indépendamment de l'organisme dont il provient : la première clé de l'appropriation du vivant, la maîtrise de ses « particules élémentaires », est donc désormais disponible.*

---

<sup>5</sup> Caractères présentant un nombre fini de variants, que l'on appelait caractères « mendéliens ». Les autres caractères, à variation continue, étaient supposés régis par l'hérédité par mélange. Ce fut l'Anglais Fisher qui, en 1918, montra que la variation continue s'interprétait également selon les lois de Mendel.

## 1.2. La recombinaison : le mythe de Sisyphe de l'améliorateur

Si les travaux de Mendel ouvrirent la voie à l'identification et à la manipulation des gènes, ils soulignèrent également le caractère inévitable de leur recombinaison. Si deux caractères sont gouvernés par deux gènes différents ayant chacun un certain nombre de variants - ou « allèles » - par exemple pour la couleur et la forme d'une fleur, cette recombinaison permettra au sélectionneur de conduire de manière rationnelle la création de types nouveaux associant les allèles souhaités des deux caractères. À l'inverse, si un caractère donné est gouverné par un nombre important de gènes présentant chacun de nombreux allèles, chaque couple de reproducteurs donnera naissance à des individus tous différents. À titre d'exemple, pour un caractère gouverné par une vingtaine de gènes pour lesquels les deux parents possèdent des allèles différents, on peut obtenir environ 1 000 milliards ( $4^{20}$ ) d'individus tous génétiquement différents pour ce caractère. Or, nous l'avons vu, de nombreux caractères d'intérêt agronomique ne sont pas déterminés par un, mais par un nombre sans doute important de gènes : la descendance d'un individu particulièrement performant obéira donc statistiquement à la dure loi de la régression de Galton et sera en outre très hétérogène, obligeant le sélectionneur à réitérer son travail de génération en génération (des progrès de l'ordre de 3 à 5% par génération pour un caractère donné sont considérés comme importants). C'est pourquoi la possibilité d'obtenir la reproduction conforme (c'est-à-dire reproduisant strictement le patrimoine génétique) d'un individu d'exception est depuis longtemps le vœu le plus cher des sélectionneurs.

Cependant, sur un plan biologique, le phénomène à l'origine de cette recombinaison, la méiose (division particulière à l'origine des cellules sexuelles, spermatozoïdes et ovules), préside à la reproduction de la quasi-totalité des espèces et ne conduit à une reproduction conforme que dans des cas particuliers, dont le plus connu est celui des plantes se reproduisant par autofécondation (plantes dites « autogames » comme le blé, le petit pois, la pomme de terre...). Dans ce cas, ce mode de reproduction, lorsqu'il est strict, a conduit au fil du temps à des individus ne présentant plus de diversité d'allèles : on dit qu'ils sont « homozygotes ». Ils donneront donc une descendance constituée d'individus génétiquement identiques entre eux et à leur parent. On parle alors de « lignée pure », et c'est sous cette forme que se diffusent la plupart des variétés actuelles d'une espèce comme le blé.

Il était bien sûr tentant d'essayer d'élargir cette approche, en évitant les fécondations croisées chez les plantes hermaphrodites<sup>6</sup> disséminant leur pollen, comme le maïs ou le colza.

Cela est relativement aisé dans la plupart des cas, mais, comme de telles plantes présentent généralement une assez grande diversité d'allèles, cette autofécondation doit être répétée pendant de nombreuses générations pour obtenir une lignée pure. En outre, cette lignée est souvent moins performante que la population de départ : c'est la fameuse « dépression de consanguinité », qui accompagne l'augmentation progressive de l'homozygotie et constitue un obstacle de taille à l'utilisation de cette méthode. Par contre, une fois obtenues de telles lignées, il est possible de les croiser entre elles et d'obtenir des lignées « hybrides » homogènes, car constituées d'individus tous identiques, et parfois plus performantes que la population de départ : c'est l'effet d'« hétérosis », qui s'est illustré de manière spectaculaire aux USA puis en Europe chez le maïs après la dernière guerre, et dont l'application se développe maintenant chez diverses espèces de plantes de grande culture (riz, colza) ou de légumes (chou, tomate...).

Cependant, ces approches basées sur des lignées pures ou leur croisement sont longues, coûteuses (même si des méthodes utilisant la culture d'organes végétaux permettent aujourd'hui de raccourcir la durée-d'obtention de lignées pures) et ne peuvent être utilisées que chez les plantes . D'où l'intérêt pour

<sup>6</sup> Possédant sur la même plante des organes sexuels mâles et femelles, ce qui est le cas le plus fréquent.

<sup>7</sup> Chez les animaux, des phénomènes de reproduction conforme par autofécondation systématique ou parthénogenèse (développement de l'ovule sans contribution génétique d'un spermatozoïde) sont connus chez les invertébrés et quelques vertébrés inférieurs, mais ne concernent aucune des espèces élevées par l'homme.

les méthodes de clonage direct (on appelle clone un ensemble d'individus génétiquement identiques entre eux), permettant d'obtenir un individu identique à un individu quelconque en une seule opération.

Une première approche, également limitée aux plantes, est celle de la reproduction « végétative » à partir d'un fragment d'organe végétal, tige, racine, feuille... Connue depuis longtemps des jardiniers, cette pratique a pris un essor considérable avec la mise au point, dans les années quarante, des méthodes de culture des tissus végétaux, due en particulier aux travaux des botanistes français Roger Gautheret et Georges Morel. À partir de ces cultures, il est possible d'induire la régénération de plantules et d'obtenir ainsi la multiplication rapide et conforme d'une nouvelle variété de plante intéressante : rosiers, orchidées, palmiers, arbres fruitiers et forestiers peuvent désormais bénéficier de cette méthode de clonage dite « horizontale », car les individus obtenus sont de la même génération (en terme de reproduction sexuée) que l'individu donneur du tissu.

En revanche, chez les animaux, un tel clonage horizontal n'était connu que chez des formes très simples d'invertébrés, dont l'hydre d'eau douce constitue le symbole le plus connu. Bien que la culture indéfinie de tissus animaux soit possible depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, avec notamment les travaux d'Alexis Carrel en 1912, il n'a jamais été possible de régénérer un être vivant à partir de ces cultures. C'est pourquoi la naissance en Ecosse, en juillet 1996, de la brebis Dolly, obtenue par l'équipe de Ian Wilmut à partir du transfert dans un ovocyte énucléé d'une cellule issue d'une culture de tissu de glande mammaire, a eu un tel retentissement médiatique. Il s'agit dans ce cas d'un clonage « vertical », car les individus obtenus peuvent être considérés comme des enfants de leur mère. Un tel clonage avait été obtenu chez les batraciens dès 1952 (travaux de Briggs et King) puis chez divers mammifères (mouton, vache, chèvre, lapin...) dans les années 1980, mais en utilisant des noyaux de cellules d'embryons au début de son développement, considérées comme encore capables de régénérer un individu entier. Les cellules embryonnaires étant peu nombreuses et d'obtention délicate, la création de clones par cette méthode demeurait essentiellement un outil de recherche.

*L'utilisation de cellules issues de tissu différencié, outre qu'elles sont disponibles en grand nombre et permettent donc d'envisager des productions à grande échelle, ouvrirait la porte à la reproduction conforme d'individus adultes, dont on aurait préalablement examiné les caractéristiques. La deuxième clé de la maîtrise de la génération, la possibilité de reproduire au sens strict un individu performant, apparaît donc désormais potentiellement disponible pour l'ensemble des êtres vivants.*

### **1.3. Inhiber la reproduction : avatar ou finalité ?**

L'observation d'êtres vivants incapables d'engendrer une descendance et des diverses conséquences de cette stérilité est sans doute très ancienne et a débouché sur les pratiques de castration de nombreuses espèces animales domestiques (porcins, bovins, chevaux, volailles), l'objectif visé étant beaucoup plus l'amélioration des qualités gustatives ou de la docilité que l'inhibition de la reproduction en tant que telle.

Ces méthodes traditionnelles ne pouvaient être pratiquement appliquées qu'à de gros animaux<sup>8</sup> et l'opération devait en outre être réalisée sur chacun d'eux, lui conservant donc un caractère « artisanal ». L'idée de faire naître facilement et en grand nombre des individus stériles a sans doute germé depuis longtemps dans la tête de nombreux agriculteurs et éleveurs, même si elle n'a trouvé les moyens de se réaliser que depuis moins d'un siècle.

La première piste largement explorée est celle de l'hybridation entre espèces, aussi bien chez les animaux que chez les végétaux. Cette idée de croiser des espèces différentes, en les faisant cohabiter ou en intervenant plus directement sur leur accouplement, a conduit à une myriade de tentatives,

---

<sup>8</sup> Dans le cas des végétaux, la pratique de la castration manuelle n'a que des applications limitées, comme par exemple l'élimination des épis mâles chez le maïs pour produire des semences hybrides.

parfois étonnantes : l'abbé italien Lazaro Spallanzani, célèbre pour ses travaux sur la reproduction, aurait ainsi, vers 1780, tenté de croiser le chien et le chat ! En dépit de cet engouement, le bilan demeure anecdotique dans le règne animal pour les espèces domestiques : le mulot, le canard mulard<sup>9</sup> et quelques faisans d'ornement constituent les principaux exemples d'hybrides suffisamment viables pour avoir trouvé une utilisation pratique, leur stérilité<sup>10</sup> étant d'un intérêt secondaire par rapport à la combinaison jugée intéressante des espèces parentales. Il en est tout autrement dans le règne végétal : l'hybridation entre espèces a constitué et demeure l'un des outils principaux de la création variétale, aussi bien pour des plantes ornementales (rosiers, rhododendrons...) qu'alimentaires (céréales comme le riz ou le triticale, hybride du blé et du seigle, agrumes, café). Dans ce cas, la stérilité n'est pas systématique et ne constitue pas non plus l'objectif majeur des améliorateurs.

Par contre, dans le cas d'hybrides fertiles, leur descendance apparaît extrêmement variée et ne reproduit donc pas les caractéristiques du parent : ils sont donc « pratiquement » non reproductibles et c'est cette propriété de ségrégation importante des caractères parentaux qui a ensuite été exploitée, au sein même d'espèces comme le maïs, pour créer des hybrides entre lignées pures différenciées : ces hybrides, bien que produisant des graines en abondance, ne peuvent être reproduits à partir de ces graines, ce qui impose à l'agriculteur d'acheter chaque année de nouvelles semences. Cette dépendance vis-à-vis du sélectionneur ne pouvait être acceptée par l'agriculteur que si l'amélioration était manifeste<sup>11</sup> en termes de rendement ou d'homogénéité, ce qui explique sans doute que le maïs est resté longtemps un exemple relativement isolé de réussite incontestable dans ce domaine. En particulier, les essais tentés pour transposer cette approche chez de petites espèces animales domestiques (volailles, poissons) n'ont pas conduit à des résultats concurrençant l'efficacité de la sélection classique.

La seconde piste, explorée surtout chez les végétaux, a été celle de la multiplication du nombre de chromosomes, ou polyploïdisation. Cette méthode, utilisant généralement des substances d'origine végétale bloquant la division cellulaire comme la colchicine, permet le plus souvent un doublement du nombre de chromosomes. On passe donc de l'état diploïde classique<sup>12</sup>, où tous les chromosomes existent en deux exemplaires, à un état tétraploïde (quatre exemplaires de chaque chromosome), voire hexa- ou octoploïde si l'opération est répétée. Cette modification se traduit par une augmentation de la vigueur des plantes et de la taille des organes et a donc trouvé de nombreuses applications chez les plantes ornementales mais aussi alimentaires (céréales, tomates, aubergines...)- Ces plantes tétraploïdes, possédant un nombre pair de chromosomes, ne sont généralement pas stériles : elles permettent, par croisement avec des diploïdes, de produire des individus triploïdes, possédant chaque chromosome en trois exemplaires : une telle situation perturbe fortement la formation des cellules sexuelles et conduit donc à une réduction considérable de la fertilité, les graines étant peu nombreuses et souvent abortives : l'absence de pépins chez la banane ou certaines variétés de pastèques illustre cet intérêt des triploïdes.

Chez les animaux, de nombreux essais ont eu lieu dès le début des années trente pour transposer cette approche, à partir des travaux pionniers du Français Jean Rostand. Des méthodes physiques simples (traitements brefs des oeufs par des températures basses ou élevées ou de hautes pressions peu après la fécondation) ont été mises au point pour produire des tri- et tétraploïdes, mais il est apparu que seuls les invertébrés et les vertébrés inférieurs (poissons, amphibiens) pouvaient donner des individus polyploïdes viables. Parmi les applications concrètes actuelles de la triploïdie pour produire des animaux stériles, on peut citer les truites et les huîtres, chez lesquelles l'inhibition de la maturation

<sup>9</sup> Croisement d'une canne ordinaire et du canard de barbarie, utilisé pour la production de foie gras.

<sup>10</sup> Qui n'est d'ailleurs pas systématique dans le cas de la mule. Dans le cas d'un accouplement avec un cheval, les descendants des mules fertiles seraient très semblables à des chevaux.

<sup>11</sup> Du moins tant que l'agriculteur disposait du choix entre des variétés classiques, qu'il pouvait ressemer, et des hybrides. En outre, d'autres aspects (garanties sur les qualités sanitaires et le taux de germination, traitement des semences contre des ravageurs...) motivent souvent les agriculteurs pour racheter des semences, même d'espèces pouvant être ressemées.

<sup>12</sup> La plupart des espèces animales et végétales sont dans ce cas, même s'il existe quelques espèces naturellement polyploïdes, en particulier chez les végétaux.

sexuelle évite l'affaiblissement des animaux et la dégradation de leurs qualités gustatives accompagnant la période de reproduction.

Hybridation et polyploïdie apparaissent donc comme des méthodes au champ d'application limité et ayant une efficacité souvent partielle pour inhiber la reproduction. En outre, comme nous l'avons vu, leur utilisation vise le plus souvent d'autres buts que de contrôler la multiplication d'une variété originale : on peut dire que, jusqu'à une époque récente, la stérilité apparaissait beaucoup plus comme un moyen que comme une fin en soi<sup>13</sup>.

L'avènement de la biologie moléculaire a permis d'envisager le développement de méthodes de portée beaucoup plus générale, dans lesquelles l'expression de la fertilité pouvait être rendue étroitement dépendante de traitements par des molécules externes spécifiques, activant ou inhibant l'expression de certains gènes. L'exemple le plus connu est la technologie baptisée « Terminator » par ses détracteurs, mise au point aux États-Unis dans le cadre d'une coopération entre une entreprise semencière et le ministère de l'Agriculture (USDA). Il s'agit d'une construction génétique associant trois gènes. En l'absence de traitement, les plantes sont normalement fertiles et la construction est silencieuse. Par contre, le traitement des semences par un antibiotique déclenche une réorganisation de la construction, qui permet désormais l'expression d'un gène sécrétant une substance inhibant la formation de l'embryon. Les semences ainsi traitées produiront donc des plantes normales, ayant une production de graines normale, mais ces graines ne contiendront pas d'embryon et seront donc stériles.

Même si l'utilisation de la technologie Terminator ne semble plus actuellement envisagée, bien d'autres options sont actuellement possibles et sans doute en cours de développement. Retenons donc l'information essentielle : *la troisième clé technique de l'appropriation du vivant, celle permettant de contrôler à volonté la production d'une descendance, est désormais potentiellement disponible pour de nombreuses espèces animales ou végétales.*

## **2. Le développement du débat social : fatalité à subir ou occasion à saisir ?**

Si la mise en place des outils permettant la maîtrise de la génération s'est étalée sur une longue période, l'interrogation sur le bien-fondé de leur utilisation n'est apparue que récemment et s'est essentiellement limitée dans un premier temps à notre propre espèce. La production d'hybrides et de polyploïdes, le développement des cultures cellulaires et de la multiplication végétale *in vitro*, les premières réussites de la transgénèse ne semblent pas avoir suscité de débats, et la conférence d'Asilomar, décidée en 1975 par les pionniers des biotechnologies pour discuter d'un moratoire éventuel sur certaines manipulations, fut une initiative endogène à la communauté scientifique<sup>14</sup> et qui se concentra essentiellement sur l'évaluation « technique des risques ».

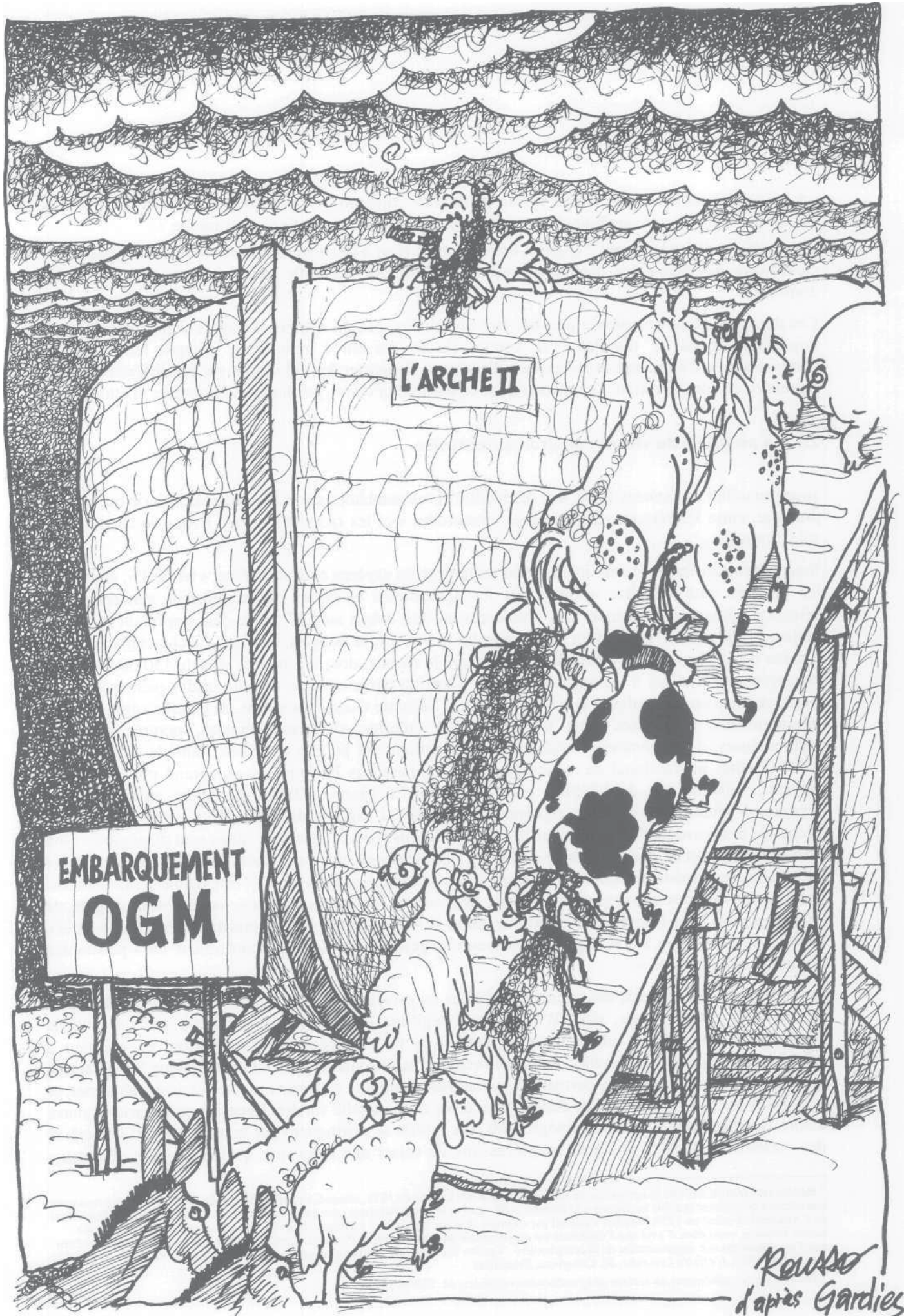
La prise de conscience des enjeux collectifs de la maîtrise de la génération semble s'être dessinée progressivement autour de deux questions centrales qui, purement spéculatives il y a cinquante ans, sont devenues peu à peu très concrètes :

---

<sup>13</sup> Le cas le plus discuté est celui du maïs, pour lequel l'appropriation permise par les variétés hybrides auraient été, selon certains, la raison majeure du choix de cette méthode par les sélectionneurs privés (r/Jean-Pierre Berlan : Quelle politique « semencière » ? Dossier Génétique et Sélection. *OCLE*, 6(2), mars/avril 1999). Cependant, il semble que les organismes ayant poursuivi longtemps l'amélioration du maïs par sélection classique (comme le CIMMYT, Centre international pour l'amélioration du maïs et du blé, basé à Mexico) se soient finalement ralliés à l'amélioration par création d'hybrides. L'hétérosis du maïs, même s'il demeure un phénomène biologique mal compris, n'est pas un simple mirage à usage commercial !

<sup>14</sup> À titre d'anecdote, l'article relatant cette conférence n'est pas référencé sous la rubrique « Science et politique » de l'index 1975 de la revue *La Recherche* mais uniquement sous la rubrique « Biologie, médecine ».





Reusso  
d'après Gardies

- à qui appartient le vivant ? S'agit-il d'un patrimoine commun et inaliénable de l'humanité ou peut-on laisser des individus revendiquer la propriété exclusive d'une partie de ce patrimoine ?

- jusqu'où modifier le vivant ? Quelles limites faut-il fixer à la création d'êtres vivants « impossibles », c'est-à-dire possédant des caractéristiques que l'évolution naturelle n'avait aucune chance de leur conférer ?

Ces deux questions complexes peuvent être examinées sous de nombreux angles et il n'appartient pas aux scientifiques de trancher. Par contre, ils se doivent à mon avis, compte tenu de leurs connaissances, d'alimenter la réflexion collective et d'apporter des éclairages sur les différents aspects à prendre en considération. J'en distinguerai en particulier trois : juridique, économique et éthique.

## 2.1. La propriété du vivant : un droit à construire

Jusqu'au début des années 1990, une distinction claire semblait exister, tant dans la théorie que dans la pratique, entre les ressources génétiques « naturelles » et les races et variétés issues de l'activité des sélectionneurs.

Sous le premier terme étaient incluses non seulement les espèces existant à l'état « naturel », mais aussi les variétés traditionnelles utilisées par les agriculteurs et issues de nombreuses générations de sélection collective empirique. Ces ressources ont fait l'objet au XX<sup>e</sup> siècle d'un important travail de collecte et de conservation, dont le pionnier fut le Soviétique Nicolas Vavilov. Ce chercheur entreprit à partir de 1925 une série d'expéditions à travers le monde, dont il rapporta plus de 150 000 variétés, conservées et étudiées à Leningrad dans son « Institut pansoviétique de culture des plantes »<sup>15</sup>. À sa suite, et grâce en particulier à la création après la Seconde Guerre mondiale, de centres agronomiques internationaux spécialisés dans les principales cultures vivrières (céréales, pomme de terre, légumineuses...), un nombre considérable d'échantillons ont pu être collectés : ainsi la collection de l'IIRI (Institut international de recherche sur le riz, basé aux Philippines) comprend plus de 20 000 variétés, celle du blé de L'USDA plus de 3 000. En France, l'INRA maintient environ 93 000 ressources génétiques végétales, représentant au total 71 espèces différentes<sup>16</sup>. La règle présidant à l'échange des ressources détenues par les centres internationaux est claire : elles sont disponibles pour tout demandeur et de manière gracieuse (dans la limite des stocks et des coûts d'envoi éventuels) et ces centres ne se considèrent que dépositaires de ces ressources. En 1983, l'« Engagement international pour les ressources phytogénétiques pour l'agriculture et l'alimentation », conclu sous l'égide de l'Organisation pour l'agriculture et l'alimentation (FAO, rattachée à l'Organisation des nations unies), réaffirme le principe selon lequel les ressources génétiques végétales constituent un « patrimoine commun de l'humanité ».

À partir de ces ressources, des opérateurs publics ou privés ont développé par sélection et croisement des variétés « modernes », dont il est apparu légitime de protéger la diffusion par un système approprié. L'objectif de cette protection était à la fois d'encourager l'innovation, en assurant à l'obtenteur une juste rémunération de ses efforts *via* l'exclusivité de la commercialisation de sa variété, et de favoriser l'émulation, en permettant aux autres obtenteurs de repartir de ces variétés modernes, et non des ressources génétiques de départ, pour créer une nouvelle variété. Cette nouvelle variété pourra à son tour être homologuée et protégée, dès lors qu'elle se distinguera par un ou plusieurs caractères des variétés existantes, sans qu'il soit nécessaire de verser une redevance quelconque aux obtenteurs

<sup>15</sup> Bénéficiant initialement de la sympathie de Lénine, Vavilov fut, à partir de 1931, attaqué, en particulier par Lyssenko, comme propageant une science bourgeoise (en fait les théories de Mendel et Morgan et le néodarwinisme) contraire au marxisme. Dans un débat au Praesidium de l'Académie Lénine en 1939, Vavilov s'entend par exemple dire par Lyssenko : « J'avais compris ...que, d'accord en cela avec votre maître Bateson, vous étiez d'avis que l'évolution est un processus de simplification. Pourtant, il est dit au chapitre IV de l'histoire du Parti que l'évolution est une augmentation de la complexité ». Vavilov fut arrêté en 1940 et mourut en prison en 1943 (voir en particulier Joël et dan Kotek, 1986, *L'affaire Lyssenko*, éd. Complexe, Bruxelles).

<sup>16</sup> *Les ressources génétiques au secteur des productions végétales*, éd. INRA, 1993.

des variétés de départ<sup>17</sup>. Ces règles originales régissant le COV (certificat d'obtention végétale), beaucoup plus ouvertes que celles des brevets<sup>18</sup>, ont été formalisées en 1961 par la Convention de Paris, créant l'Union pour la protection des variétés végétales (UPOV), qui rassemble actuellement une quarantaine de pays. En outre, au terme de cette convention, si l'obteneur conserve l'exclusivité de la commercialisation de sa variété, l'agriculteur qui achète des semences peut librement ressemer les produits de sa récolte, et donc multiplier la variété pour son propre usage (lorsqu'elle se reproduit de manière conforme - voir ci-dessus), sans devoir acquitter un quelconque droit.

Dans le cas des races animales, la situation est même beaucoup plus ouverte. Si la création en Angleterre au siècle dernier des « Herd Books » pour les principales espèces domestiques a permis aux sélectionneurs de faire reconnaître leur meilleurs reproducteurs, cette reconnaissance ne conférait aucun monopole sur la diffusion de la race. En France, la loi sur l'élevage de 1966 a seulement rendu obligatoire, pour les grandes espèces et pour la pratique de l'insémination artificielle, l'utilisation de reproducteurs reconnus par une UPRA (unité de promotion de race), organisation collective gérant l'amélioration génétique d'une race donnée. Mais ces organisations ne possèdent pas d'exclusivité sur cette race : la vente de mâles pour la monte naturelle ou de femelles reste possible pour tout éleveur.

La décennie 1990 a marqué un tournant par rapport à cette vision très ouverte de la propriété du vivant. Le premier coup de semonce est venu des États-Unis : en 1980, la Cour suprême bouleverse près d'un siècle de jurisprudence sur la non-applicabilité du droit des brevets aux êtres vivants. Alors que l'Office américain des brevets avait rejeté en 1972, sur la base du principe précédent, une demande relative à une bactérie dégradant des hydrocarbures, la Cour suprême a donné raison à l'inventeur et affirmé (par 5 voix contre 4) que le seul fait qu'une matière était vivante ne devait pas l'exclure de la brevetabilité. Plusieurs brevets concernant des micro-organismes, puis des plantes transgéniques, puis une huître triploïde en 1987, puis enfin, en 1988, une souris de laboratoire transgénique ont ensuite confirmé cette nouvelle approche du vivant, désormais considéré, au moins partiellement, comme une véritable « invention » humaine<sup>19</sup>. Après de nombreux débats et le rejet d'un premier projet de directive en 1995, l'Union européenne a également adopté en 1998 une directive sur la brevetabilité des « inventions biotechnologiques ». Contrairement à la situation américaine, les variétés végétales et les races animales issues de méthodes classiques demeurent exclues du champ d'application, mais on imagine à l'avenir la complexité du statut juridique d'une plante combinant, d'une part, différents gènes brevetés apportés par transgénèse et, d'autre part, des caractères améliorés par sélection et protégés par le système des obtentions végétales. Autre différence par rapport aux USA, les agriculteurs seront autorisés à ressemer les semences transgéniques pour leur propre usage<sup>20</sup>, alors que cette pratique n'est pas tolérée outre-Atlantique pour des plantes brevetées et fait l'objet d'une surveillance active de la part des firmes de biotechnologie<sup>21</sup>.

Le deuxième événement déstabilisateur a concerné les ressources génétiques elles-mêmes : en 1991, le gouvernement du Costa Rica a concédé pour un million de dollars à la société Merck-Inbio l'exclusivité de l'exploration et de la collecte d'échantillons de microorganismes, d'insectes ou de plantes. Cette « nationalisation » du patrimoine commun de l'humanité a été entérinée en 1992 par la convention de Rio sur la diversité biologique, signée à ce jour par 174 États, qui reconnaît la souveraineté des États sur les ressources vivantes de leur territoire. Conséquence rétroactive de cette décision, de nombreux États revendiquent aujourd'hui un droit de propriété sur les ressources

<sup>17</sup> Ce système apparaît similaire à celui des œuvres artistiques, pour lesquelles la copie et le plagiat sont interdits mais où de nouvelles œuvres s'inspirent implicitement ou explicitement d'œuvres existantes sont au contraire reconnues comme originales.

<sup>18</sup> Dans le cas des brevets, quelqu'un qui perfectionne un procédé ou un outil breveté peut breveter à son tour son perfectionnement mais l'utilisateur de ce brevet « dérivé » devra payer des redevances au détenteur du brevet initial.

<sup>19</sup> Sur cette évolution progressive du droit vis-à-vis du vivant, voir l'article de Bernard Edelman « Le droit et le vivant », *La Recherche*, 1989, n°212, pp. 966-976.

<sup>20</sup> Cette possibilité n'étant pas affirmée comme un droit mais seulement présenté (art. 10) comme une « dérogation ».

<sup>21</sup> La firme Monsanto a ainsi mis en place une ligne téléphonique permettant aux agriculteurs de dénoncer leur voisin fraudeur (*The Washington Post*, 3 février 1999).

collectées et conservées par les centres agronomiques internationaux, en considérant que ces ressources ont souvent contribué au succès de l'agriculture des pays du Nord<sup>22</sup> sans qu'une contrepartie ne soit versée au pays d'origine. Cette revendication, toujours en discussion dans les instances internationales, souligne en particulier la contribution importante des agriculteurs des pays du Sud à la domestication de certaines espèces. Dans le concept global de ressources génétiques, il conviendrait donc d'opérer une distinction entre, d'une part, les ressources constituées par des plantes existant à l'état sauvage, qui sont l'œuvre de la nature, et, d'autre part, les variétés cultivées traditionnelles, qui représentent plusieurs centaines d'années de domestication empirique et constituent donc un investissement collectif qu'il serait légitime de reconnaître et de rémunérer. Le débat est d'autant plus vif que l'introduction dans ces pays de variétés modernes protégées par des brevets conduirait les agriculteurs à ne plus pouvoir ressemer librement des plantes dont ils auraient contribué à façonner les caractéristiques majeures.

Pendant que les débats se poursuivent, la protection par brevet de la « matière vivante » gagne du terrain. Ainsi, les accords de Marrakech de 1994 obligent les 132 États membres de l'OMC (Organisation mondiale du commerce) à protéger la propriété intellectuelle sur leur territoire. À ce titre, les variétés végétales doivent être protégées par des brevets ou par un système *sui generis*, comme, par exemple, le certificat d'obtention végétale défini dans le cadre de l'UPOV. Cinq ans après, aucun pays n'a pu mettre en place un tel système spécifique adapté aux êtres vivants et des pays importants comme l'Inde et la Thaïlande semblent s'orienter vers une protection par brevet.

Sur le plan sémantique, on remarquera que l'introduction progressive du terme « matière vivante » pour désigner des composantes du vivant, voire des êtres vivants, est significatif et se réfère peut-être à la distinction aristotélicienne entre la « forme » et la « matière ». La difficulté, que ne pouvait pressentir Aristote, est que l'on sait maintenant que, contrairement à la matière inerte qui ne prendra forme que par une action externe (l'exemple classique du marbre et du sculpteur), la matière vivante contient en fait les éléments nécessaires à la réalisation de sa forme. Il semble donc qu'il s'agisse plutôt d'un euphémisme à usage social que d'une référence philosophique pertinente.

*En l'espace de cinquante ans, le statut de la matière vivante est donc passé d'une conception d'objet naturel, dont on pouvait certes découvrir mais non s'approprier les composantes, à celui d'une invention issue de l'industrie humaine, pouvant être aussi strictement protégée que toute autre création humaine originale. Il serait réducteur de dénoncer une simple dérive du droit, alors que celui-ci ne fait que refléter une évolution de notre conception même du rôle respectif de la nature et des hommes, et également du rôle respectif des différents hommes qui, au fil du temps, ont contribué à modeler les êtres vivants d'aujourd'hui. Exemple emblématique, le margousier, arbre indien exploité depuis des millénaires pour de multiples vertus médicinales, est désormais « protégé » par 65 brevets sur ses principes actifs. Le guérisseur traditionnel qui ferait commerce de ses extraits s'expose donc à de possibles poursuites. Par bonheur, la tradition veut souvent que les guérisseurs s'obligent à ne tirer aucun profit de leurs connaissances !*

## **2.2. Une vision économique : comment favoriser au mieux l'évolution ?**

Si l'on examine maintenant la création de nouvelles variétés animales et végétales sous un angle global d'économie publique, on peut formuler le débat de la manière suivante : quelle rémunération (sous forme directe ou sous forme de droit préférentiel à commercialiser) faut-il accorder à un opérateur quelconque, agriculteur, sélectionneur, multiplicateur, pour favoriser la poursuite de la création et de la diffusion de variétés adaptées à une agriculture en perpétuelle évolution ?

---

<sup>22</sup> Rappelons en effet que de nombreuses cultures du Nord — maïs, riz, tomate, pomme de terre - ont leur origine au Sud.

Une telle question suppose bien sûr que l'on considère, aussi bien au Nord qu'au Sud, que cette création permanente, qu'elle soit faite de manière empirique ou rationnelle, collective ou privée, demeure un enjeu majeur pour permettre à l'agriculture de poursuivre sa mission de production alimentaire. Nous considérons ce point comme admis, de nombreux exemples montrant que les variétés doivent sans cesse s'adapter pour faire face à l'évolution des pathogènes, ravageurs et des conditions environnementales. C'est en effet un tel point de vue qui justifie que l'on considère la création variétale comme un bien public nécessitant donc une certaine régulation collective - et non une simple activité privée.

Il est relativement facile d'examiner les deux options extrêmes et de conclure à leur caractère non optimal : n'assurer aucune protection à un individu (ou à un groupe d'individus) ayant réellement développé une activité créatrice n'est pas de nature, au moins dans une économie marchande, à stimuler la création. En outre, l'absence de protection peut conduire à réduire fortement la diffusion de l'innovation, qui ne sera exploitée que dans le cadre de systèmes très fermés. Cette faible diffusion peut elle-même conduire à ne pas faire bénéficier le consommateur des baisses de prix éventuelles liées à l'innovation. À l'inverse, des systèmes de protection excessives, dans leur durée ou leurs modalités, créeront des rentes de situation, freineront l'application de la technologie à d'autres situations et pourront contribuer à la formation d'oligopoles décourageant l'implication de nouveaux opérateurs. Il en résultera un risque d'appropriation du bénéfice par le seul innovateur, au détriment des utilisateurs intermédiaires (agriculteurs) et des consommateurs.

C'est donc dans cette optique globale et à long terme<sup>23</sup> qu'un examen comparatif des systèmes existants (UPOV, différentes formes de brevets...) devrait être conduit, afin de choisir ou d'élaborer dans chaque cas le système adéquat, et ceci en prenant en considération la situation existante. En effet, dans la plupart des pays du Nord, les agriculteurs ne sont plus impliqués dans la création variétale, dévolue à des entreprises ou à des organismes spécialisés<sup>24</sup>. À l'inverse, dans beaucoup de pays du Sud, ce sont les agriculteurs eux-mêmes, à travers diverses pratiques collectives, qui demeurent les opérateurs principaux de la conservation et de l'adaptation des espèces animales et végétales. Considérer, aussi bien au Nord qu'au Sud, que les systèmes existants, produits d'une longue histoire de relations entre de nombreux opérateurs, représentent des organisations qui, sans être forcément optimales, ont fait la preuve d'une certaine efficacité est une attitude de bon sens. En conséquence, les bouleverser par de nouvelles règles du jeu, conduisant par exemple à décourager l'implication des agriculteurs dans l'adaptation des variétés, est un choix qui doit être fortement réfléchi et argumenté et qui ne peut se justifier uniquement par l'augmentation des profits de certains opérateurs.

En corollaire de cette réflexion sur le système économique, deux questions s'expriment actuellement sur le rôle des différents opérateurs impliqués dans la production alimentaire :

- la première concerne le rôle de l'État. Dans de nombreux pays développés ou en développement, l'État a joué depuis cinquante ans un rôle majeur dans l'amélioration génétique animale et végétale, que ce soit en tant qu'organisateur de la création, de l'évaluation ou de la diffusion des races et variétés ou en tant qu'opérateur direct, produisant lui-même des innovations. Ainsi, dans le cas de la France, le rôle de l'INRA dans l'amélioration des grandes espèces animales, *via* un réseau national de contrôle de performances, a été et demeure majeur. Pour de petites espèces comme les volailles, le lapin, les poissons..., l'INRA a lui-même produit et diffusé de nouvelles variétés, dont l'exemple le plus connu est sans doute la poule Vedette, à l'origine d'une partie importante de la production française de poulet de chair. Dans le domaine végétal, de nombreuses espèces de grande culture (blé, maïs, colza...) mais aussi des espèces fruitières et forestières ont fait l'objet de création variétale par cet institut. Depuis

---

<sup>23</sup> Cette question du long terme est particulièrement importante en génétique. Certaines stratégies de sélection peuvent se révéler très efficaces à court terme, et donc tentantes pour les opérateurs privés dans un contexte de concurrence, et plafonner progressivement, pour conduire à long terme à une amélioration plus faible que des stratégies plus prudentes. La question se pose donc de favoriser l'existence de ses stratégies prudentes, moins compétitives à court terme.

<sup>24</sup> Si ce n'est par une participation à l'évaluation de nouvelles variétés, dans le cadre d'essais multilocaux.

une vingtaine d'années, l'émergence progressive d'opérateurs privés performants, en particulier pour les plantes de grande culture, a conduit à un désengagement progressif et délibéré de la recherche publique. Jusqu'où doit aller ce désengagement ? Faut-il considérer, comme dans le machinisme agricole, les engrais ou les produits phytosanitaires et vétérinaires, que ce secteur a vocation à terme à être totalement confié aux opérateurs privés, l'État conservant uniquement le rôle de régulateur et de stimulateur de l'innovation précédemment défini ? Faut-il au contraire maintenir une présence publique dans certains domaines, pour éviter la création de monopoles, répondre à des besoins non satisfaits ou poursuivre des objectifs à plus long terme ? La référence à la situation du médicament humain, où l'innovation est totalement d'origine privée et où émerge maintenant la question des médicaments « orphelins » (molécules nécessaires pour le traitement de certaines maladies mais dont le développement ou la poursuite de la production n'est pas rentable pour un opérateur privé) est sans doute une référence utile pour réfléchir à ce champ légitime et nécessaire d'intervention de l'État dans une économie marchande ;

- la seconde question concerne le partage de la valeur ajoutée : en effet, dans la filière agro-alimentaire, qui représente globalement, des fournisseurs d'amont aux distributeurs d'aval, en passant par les agriculteurs et les industries de transformation, une valeur globale d'environ 1 000 milliards de francs (150 milliards d'euros), l'augmentation de leur part de valeur ajoutée est l'ambition permanente et légitime de chaque opérateur et toute innovation est susceptible de modifier cette répartition. Ainsi, le développement de plantes résistantes à des insectes ravageurs transfèrera de la valeur ajoutée du fabricant d'insecticides vers le fabricant de semences ; le développement de méthodes de lutte biologique réduira les intrants et pourra permettre d'augmenter la part de valeur ajoutée revenant à l'agriculteur, ce gain pouvant lui-même être capté dans un second temps par les distributeurs... On peut considérer en première analyse que ces déplacements de valeur ajoutée entre différents opérateurs économiques sont des processus normaux du marché et que la concentration de la valeur ajoutée vers l'amont ou l'aval de la filière n'est ni plus ni moins souhaitable qu'une reconquête de la valeur ajoutée par les agriculteurs, dès lors que les prix finaux de l'alimentation pour les citoyens ne sont pas affectés. Cependant, cette manière de voir semble de plus en plus contestée ou, du moins, interrogée par la société : dès lors que ces transferts permettent en amont ou en aval, la concentration des activités entre un très petit nombre d'intervenants, regroupant par exemple des activités sanitaires et phytosanitaires, on peut en effet se préoccuper des situations de dépendance pouvant en résulter pour les agriculteurs, et donc pour la sécurité alimentaire du pays. De même, dès lors que de telles évolutions peuvent avoir des conséquences sociales ou environnementales<sup>25</sup> que l'État, et donc les citoyens, devront assumer par ailleurs, il semble difficile de considérer de telles évolutions comme neutres.

*Définir et mettre en place des règles permettant l'appropriation du vivant, c'est donc implicitement faire un choix sur l'organisation économique et sociale future : de technique, le débat devient donc politique, comme l'ont clairement montré les récents débats entourant la conférence de Seattle.*

### **2.3. Le débat éthique : quelles bases pour une bioéthique du « non-humain » ?**

Au sens strict, l'éthique fait référence à la légitimité des comportements de l'homme vis-à-vis de lui-même et de ses semblables. Pour guider les actes de sa vie courante, l'homme dispose de références éthiques nombreuses, fondées sur des courants philosophiques ou religieux anciens, qui s'expriment à travers des principes généraux ou parfois se déclinent en préceptes d'une extrême précision.

La question de l'éthique des relations de l'homme et de la nature, surtout si elle est liée aux nouvelles capacités d'intervention permises par la science, pose plusieurs questions inédites :

<sup>25</sup> C'est, par exemple, dans cette optique environnementale globale qu'il convient de comparer la culture de plantes transgéniques résistantes à des insectes ou tolérantes à des herbicides totaux avec celle de variétés classiques, pour lesquelles les problèmes de lutte contre les ravageurs et le désherbage sont résolus par d'autres méthodes chimiques.

- d'une part, la question des limites de l'intervention de l'homme sur les espèces vivantes ne semble pas avoir été l'objet d'autant de spéculations philosophiques que l'éthique au sens strict, et ce d'autant plus que l'on s'éloigne d'espèces biologiquement ou affectivement proches de l'homme. Ni la Bible ni le Coran ne fixent de limite à la maîtrise de l'homme sur la nature, si ce n'est l'attention à porter aux espèces utiles à l'homme, attention dont la dimension utilitaire est évidente<sup>26</sup>. Même le Nouveau Testament n'exprime aucune mansuétude pour le figuier qui ne porte pas de fruits (Matthieu, 21, 19) ! Si certaines philosophies orientales proposent un respect de la vie sous toutes ses formes, c'est souvent parce que ces formes représentent des avatars possibles de l'espèce humaine et donc que ce respect découle en fait d'une sorte d'éthique « au-delà des apparences » ;

- d'autre part, les comportements possibles vis-à-vis des espèces vivantes sont eux-mêmes inédits et leur dimension éthique n'est pas aisément perceptible. Si chacun perçoit aisément la dimension éthique de la vivisection, la transgénèse entre espèces éloignées, la micro-injection de spermatozoïdes dans un ovule ou la réalisation de xénogreffes<sup>27</sup> apparaissent d'abord comme des actes purement techniques, n'ayant pas plus de dimension éthique que la réparation d'un moteur automobile ou la réalisation d'une synthèse chimique.

Cette situation de quasi-absence de références conduit à une grande diversité d'attitudes individuelles, depuis ceux qui n'identifient aucune dimension éthique dans les possibilités techniques de la biologie moderne - dès lors que ces techniques sont efficaces et sûres - jusqu'à ceux qui considèrent que des transgressions majeures, affectant l'essence même de l'homme, sont en train de s'opérer sans qu'ils aient pu s'y opposer ou, du moins, en débattre. Derrière ces différentes attitudes s'expriment sans doute implicitement différentes représentations de la nature : selon qu'elle sera perçue comme robuste et stable ou au contraire comme un ensemble d'équilibres fragiles, la nature sera considérée ou non comme capable de supporter les actions de l'homme et de s'y adapter.

Dans le domaine de l'appropriation du vivant, rares sont actuellement les textes introduisant une limite liée à une référence éthique, dès lors que le principe de la brevetabilité a été admis. La loi française du 29 juillet 1994 précise bien que ne sont pas brevetables « les inventions dont la publication ou la mise en œuvre seraient contraire à l'ordre public et aux bonnes mœurs » mais ne décline ce principe que pour interdire de breveter « le corps humain, ses éléments et ses produits ». Le brevet européen reprend cette clause de moralité et l'association Greenpeace a tenté de la mettre en avant pour s'opposer en 1995, sans succès, au brevetage d'une plante transgénique, en soulignant que le matériel végétal appartenait à l'héritage commun de l'humanité et que sa détention par un ou plusieurs individus offensait donc la moralité. De même, la directive européenne de 1998 étend aux biotechnologies un certain nombre de réglementations relatives à la souffrance animale, en interdisant de breveter une « modification de l'identité génétique d'animaux d'une manière susceptible de provoquer des souffrances sans apport médical substantiel ». Très limité dans son champ, cet encadrement éthique de l'appropriation du vivant est en outre une spécificité européenne : dans un colloque récent sur la directive européenne<sup>28</sup>, l'américain Todd Dickinson regrettait ces limites (sur l'homme et ses produits, sur la souffrance animale) en déclarant que cette approche « pourrait rendre l'harmonisation entre les pays développés plus difficile [et que] cette exclusion semble fondée sur des considérations éthiques dont nous pensons qu'elles pourraient être réglementées en dehors de la législation des brevets plutôt que par son intermédiaire ».

Pour fonder les bases de cette nouvelle éthique, plusieurs approches ont été proposées :

<sup>26</sup> Le précepte biblique « qui frappe un animal doit donner la compensation : vie pour vie » rappelle cependant que la création entière est œuvre divine et doit, à ce titre, être respectée par l'homme.

<sup>27</sup> Greffe de tissus ou organes entre espèces différentes. Cette pratique est jusqu'à maintenant extrêmement limitée par les problèmes de rejet quasi-immédiat de la greffe par le receveur mais les progrès des biotechnologies, notamment l'obtention de porcs transgéniques dont les tissus seraient rendus compatibles avec ceux de l'homme, permettant d'envisager de pratiquer plus largement de telles greffes.

<sup>28</sup> *Brevetabilité des inventions biotechnologiques : un nouveau départ pour l'Europe*. Actes du colloque organisé par Willy Rothley, député au Parlement européen (octobre 1998), page 103, éd. M & M Conseil, Paris.

- la première, que l'on peut qualifier de classique et humaniste - car elle conserve comme finalité ultime le devenir des hommes - établit le lien entre les impacts sur la nature et les conséquences qui peuvent en résulter, à court ou à plus long terme, pour l'avenir de l'homme lui-même. C'est en particulier l'approche du philosophe allemand Hans Jonas dans son ouvrage de 1979, *Le Principe responsabilité*<sup>29</sup>, principe ainsi énoncé : « agis de façon que les effets de ton action soient compatibles avec la permanence d'une vie authentiquement humaine sur terre [et] de façon que les effets de ton action ne soient pas destructeurs pour la possibilité future d'une telle vie ». Le respect de la nature devient donc, *via* ses conséquences possibles, un respect du devenir de l'homme lui-même, et représente une sorte de généralisation de la maxime de Kant « agis uniquement d'après la maxime qui fait que tu peux vouloir en même temps qu'elle devienne une loi universelle ». C'est également l'approche du japonais Tomonobu Imamichi, qui a défini le concept d'« éco-éthique » comme l'obligation pour la technologie de veiller à créer un « habitat » favorable à l'homme et à son devenir, l'habitat étant défini comme l'environnement aussi bien écologique que social des hommes ;

- en allant plus loin, l'idée que la nature possède des droits propres que l'homme doit respecter, même aux dépens de son propre devenir, est mis en avant par le courant anglo-saxon de la *deep ecology*, qui affirme que l'homme n'a pas plus de droits que les autres espèces vivantes et se doit de s'intégrer sans lui nuire au fonctionnement de la planète terre.

Dans cette vision, la terre est elle-même assimilée à un « super-organisme » vivant : c'est l'« hypothèse Gaïa » (la Terre-mère de la mythologie grecque), développée il y a une vingtaine d'années par le Britannique James Lovelock<sup>31</sup>. De manière plus limitée, l'existence de droits propres de certaines espèces, en particulier les espèces animales domestiques, liées désormais par une « communauté de destin » avec l'homme, est défendue par des philosophes comme Elisabeth de Fontenay<sup>32</sup>. Ce destin commun résulte de la domestication, qui a modifié l'animal pour les besoins de l'homme et crée donc une responsabilité de l'homme pour assurer désormais l'avenir de ces espèces. Cette notion de « droit des animaux » vis-à-vis de l'homme est d'ailleurs implicitement présente dans certains textes<sup>33</sup>. Ainsi, la Convention européenne de 1987 pour la protection des animaux de compagnie interdit d'imposer à un animal sauvage les conditions de vie d'un animal de compagnie. De même, la loi belge de 1986 oblige toute personne qui détient un animal à lui procurer « une alimentation, des soins et un logement qui conviennent [...] à son degré de développement ou de domestication ».

On le comprend aisément, ces différentes conceptions peuvent conduire dans la pratique à des attitudes très différentes vis-à-vis de l'acceptabilité de certaines interventions.

S'il n'appartient pas aux scientifiques d'imposer leur vue dans la définition de cette nouvelle éthique du vivant, il est par contre de leur responsabilité de contribuer à éclairer deux questions :

- mettre en lumière la dimension éthique sous-jacente d'une innovation biotechnologique, qui, comme nous l'avons vu, n'est souvent pas immédiatement perceptible<sup>34</sup>. Pour prendre un exemple, il apparaît que les xénogreffes peuvent conduire à l'expression chez l'homme de nouveaux virus pathogènes, le receveur pouvant alors contaminer ses semblables. Il y a donc un conflit possible entre bénéfice individuel et risque collectif, qui ne se posait pas dans le cas des médicaments traditionnels, pour lesquels les avantages et inconvénients éventuels étaient supportés par le même individu. La dimension éthique, au sens strict du terme, d'un tel conflit devient évidente et mérite débat. De même,

<sup>29</sup> Traduction française en 1990, éd. du Cerf, Paris. Sur l'œuvre de Jonas, voir également l'article de Dominique Bourg dans *La Recherche* 1993, n°256, pp. 886-890.

<sup>30</sup> Présenté et discuté dans l'ouvrage de Jean Ladrière, *L'éthique dans l'univers de la rationalité*, 1997, éd. ARTEL-FIDES, Québec (voir pp. 12,63-64,229-243).

<sup>31</sup> Voir sur ces aspects Robert Barbault, 1994, *Des baleines, des bactéries et des hommes*, éd. O. Jacob, Paris (pp. 209-211).

<sup>32</sup> *Le silence des bêtes*, éd. Fayard, Paris, 1998.

<sup>33</sup> Voir sur ce sujet l'article de Marie-Angèle Hermine, L'animal à l'épreuve du droit des brevets, *Natures, Sciences, Société*, 1993, 1, 47-55.

Et est même occultée par la dimension essentiellement technique de l'approche. Ce caractère réducteur de la démarche scientifique est bien analysé par Jean Ladrière (*ibid.* chap. 3 et 12).



examiner quel pourrait être l'impact des différents régimes d'appropriation du vivant sur la diversité des espèces cultivées, sur la biodiversité des milieux, et donc sur la possibilité d'un développement durable de l'humanité est une question complexe qu'il convient d'éclairer ;

- aider à définir ce qu'est « vraiment » la nature, en termes de sensibilité aux interventions humaines, ou indiquer dans certains cas les limites de la science, lorsqu'il apparaît impossible de prévoir réellement les conséquences d'un phénomène. Le cas de l'impact de certaines plantes transgéniques sur l'environnement constitue un exemple de telles incertitudes : dès lors que le pollen de ces variétés pourra féconder des individus sauvages de la même espèce ou d'espèces voisines, et conduira donc à la diffusion de nouveaux gènes issus d'espèces très différentes dans le patrimoine génétique de ces plantes sauvages, il apparaît très difficile de prédire les conséquences à long terme de la culture à grande échelle de telles variétés transgéniques. Entre la disparition progressive de ces gènes étrangers, l'extinction des espèces recevant ces gènes ou, au contraire, leur transformation en mauvaise herbe envahissante, les scénarios les plus divers ont été proposés et reflètent les limites de notre connaissance. Cela ne signifie pas qu'il faille interdire de telles cultures mais qu'un tel choix ne peut résulter seulement de décisions individuelles et a une dimension collective pour notre avenir dont il convient de débattre.

## En guise de conclusion

Les progrès de la biologie et les capacités d'appropriation du vivant qu'elle a développées ont donc conduit à placer ses progrès et surtout ses applications sous le regard attentif et parfois critique de la société. Certains regretteront le temps où la biologie se développait loin de ce regard, *a fortiori* le temps où ses réussites ne suscitaient qu'admiration.

Pour ma part, je me réjouis de cette attention, qui souligne que l'aventure de la recherche n'est pas seulement une quête individuelle mais aussi une participation à la construction de la société de demain, construction qui ne peut se faire qu'en dialogue avec ceux qui estiment avoir leur mot à dire sur ce qu'elle sera, c'est-à-dire tous les citoyens.

Comme l'a écrit Jean Rostand, « l'homme est devenu trop puissant pour se permettre de jouer avec le mal. L'excès de sa force le condamne à la vertu »<sup>35</sup> •

Bernard Chevassus-au-Louis est directeur de recherches INRA,  
président du conseil d'administration de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments

### Remerciements

Je remercie particulièrement pour leur aide documentaire Philippe Colas, Yvette Dattee, Jean-Stéphane Joly, Hervé Reverbori, François Rodolphe et Xavier Rognon.

---

<sup>35</sup> *Inquiétudes d'un biologiste*, p. 63, 1967, éd. Stock, Paris.