

## Amélioration animale et biotechnologies en élevage des ruminants

Bertrand Vissac, François Vallerand

Les avancées des biotechnologies sont spectaculaires, et il est tentant de les approfondir dans le domaine de l'élevage. Mais on ne doit pas pour autant faire table rase des acquis. Les enseignements que l'on peut en tirer devraient permettre d'éviter des avancées aventureuses vers des applications à des types d'agricultures inaptes à les valoriser sans aliéner leur propre culture. Les progrès des recherches intéressantes les mammifères animaux sont transposés de plus en plus vite chez l'homme : les voies de passage sont multiples à travers les résultats et les activités des chercheurs. De modèle expérimental, l'animal peut devenir un moyen pour expérimenter des méthodologies de thérapie génique, ce qui ouvre des perspectives nouvelles à l'élevage. On se trouve ainsi confronté à des problèmes d'éthique complexes touchant la recherche dans son ensemble et que les instances compétentes de la société se révèlent souvent incapables de résoudre. Il est alors nécessaire que les chercheurs s'imposent un effort de pédagogie et d'esprit critique pour éclairer le débat se référant à l'usage des biotechnologies en élevage, ce que nous tenterons de faire ici à partir d'expériences personnelles de recherche portant sur la sélection animale et sur le développement de l'élevage.

B. Vissac : INRA, Département de recherches sur les systèmes agraires et le développement, 147, rue de l'Université, Paris, 75007, France.

F. Vallerand : Laboratoire de recherches sur le développement de l'élevage, quartier Grossetti, 20250 Corte, France.

### La longue confusion des esprits sur l'amélioration animale

La sélection animale est pratiquée depuis l'Antiquité, bien avant que les hommes connaissent les véhicules biologiques de transmission de l'information génétique et les modes de reproduction de cette information. Sous le terme de génération se combinaient, de façon confuse, des phénomènes qu'on répertorie aujourd'hui dans des disciplines scientifiques produisant des savoirs largement autonomes :

— la ressemblance entre les parents et les enfants pour des caractères particuliers (génétique) ;

— le mode de reproduction des organismes entiers qui se mêlait, dans l'esprit des gens, aux considérations précédentes (embryologie, physiologie) ;

— l'influence du milieu qui se mélangeait à celle des gènes dans l'expression des caractères et conduisait à relier le déterminisme des races à la géographie (écologie des animaux domestiques) ;

— le rôle de l'élevage au sein des sociétés et la proximité homme-animal qui engendrait des croyances anthropomorphiques (sociologie, anthropologie). On considère généralement que les origines de l'élevage et de la sélection animale modernes des ruminants se situent en Angleterre. Robert Bakewell pratiquait déjà le testage sur descendance de ses béliers à travers l'information recueillie chez ses clients dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. Darwin a relié,

dans sa théorie sur la sélection naturelle, ses observations de sa croisière sur le *Beagle* à celles résultant de ses contacts antérieurs avec les *landlords* de son entourage. Pour lui, tout se passe comme si la nature agissait sur les microvariations comme le font les sélectionneurs.

Nicholas Russell [1], dans sa thèse sur les origines de la sélection moderne en Angleterre, se pose à ce sujet la question de l'origine des pratiques et de la doctrine de sélection animale de Bakewell. Il remarque que l'évolution pour un caractère des populations animales domestiquées pour peut avoir trois raisons :

— la pratique continue d'une sélection intentionnelle en faveur d'un caractère ;

— les répercussions indirectes d'une sélection intentionnelle sur un autre caractère ;

— des changements intentionnels du milieu et des pratiques induisant des adaptations naturelles, non recherchées en tant que telles, de certains caractères.

Au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, l'élevage bovin était, en Grande-Bretagne comme ailleurs, une activité à finalités multiples exercée avec des petits troupeaux plurispécifiques. Les bovins Longhorn dominaient le cheptel et des évolutions intéressantes intervenaient dans le Lancashire, au sein de familles et d'exploitations pluriactives, alors que se préparaient les fondements de la révolution industrielle anglaise. Quelques éleveurs qui pratiquaient la traite, disposant de troupeaux plus importants (15 à 20 vaches), essayèrent de regrouper les vèlages à la mise à l'herbe (début avril). Les idées étaient alors favorables à l'utilisation, pour la

reproduction, de vieux mâles, jugés plus experts et aptes à transmettre leurs capacités à leurs descendants. Comme ces mâles s'avéraient trop poussifs pour remplir les nouveaux objectifs, certains éleveurs eurent l'idée de suralimenter le meilleur veau en lui faisant téter successivement, outre sa mère, trois ou quatre « tantes » qui étaient de vieilles vaches de plus de 15 ans trop épuisées pour la traite. Ce régime était prolongé par une bouillie noire d'avoine et de fèves. Ainsi dopé, le jeune taurillon était capable de saillir le troupeau de vaches en trois semaines et il ne faisait pas de doute qu'il transmettrait sa vigueur exceptionnelle à sa descendance.

Le prix de revient de tels géniteurs étant exorbitant, ces innovateurs créèrent un marché pour les vendre très cher, à 2 ans, aux éleveurs du voisinage et, surtout, à ceux des Midlands, férus de méthodes progressistes. C'est apparemment la première mention faisant état d'une valeur économique liée à un potentiel de transmission héréditaire indépendant de la valeur des animaux pour leur production escomptée. Cet exemple illustre l'importance des phénomènes qui ne sont pas directement liés à des choix intentionnels sur la forme ou la production des animaux. Il permet de mieux comprendre les racines de la sélection des bovins anglais pour la précocité sexuelle et corporelle et le rôle du milieu industriel dans lequel elles baignaient : demande en produits laitiers et en suif pour l'éclairage et l'industrie.

## La foi dans le taylorisme en élevage et les principes néodarwiniens en sélection animale

Cette époque précède l'avènement de Bakewell et la spécialisation de l'élevage et des objectifs de sélection des reproducteurs au sein d'organisations socio-techniques qui allaient devenir les livres généalogiques. Elle en porte les prémices derrière les croyances parfois extravagantes des éleveurs.

## Summary

### Ruminants : animal improvement and biotechnology

B. Vissac, F. Vallerand

*More than ever before, developments and expanding horizons in biological research demand answers as to how they can be linked to the real world of actual farming.*

*A study of human development shows that the knowledge used in animal and plant breeding is recent. Up until the 19th century, the only help farmers could expect on selection was merely vague theories.*

*Neodarwinism and progress in physiology have shed light on animal genetics and gene manipulation. Technical understanding of matters such as reproductive physiology and selection has reached a stage allowing for a certain degree of control over improving animal phenotypes. Despite the remarkable progress, there is still the problem of how these methods can be extended to other situations (restrictive natural and social environments, random objectives, etc.) without these characteristics. Do optimum genotypes, as defined by statistical analysis, correspond to the actual phenotypes improved? and to what extent can they be used, and still cause the farming systems neither excessive risk nor total transformation.*

*Biotechnology, by reducing the*

*vagaries of genetic hazard, does indeed open new horizons, but also represents a second leap towards biomolecular engineering. Combining this and comparative research on the effects of genome fractions with either the whole genome or the corresponding phenotypes is becoming more and more necessary and fraught in a context where the objectives are more and more uncertain.*

*This situation suggests another way of looking at selection; that of defining stockbreeding as more than simply churning out offspring. Viewed in this way, as part of a systematic approach, the job of animal improvement thus becomes to re-produce the animals of « sustainable » agricultural systems.*

*Using Corsican sheep farming as an example, the difficulties of extending collective selection programmes lead to implementing approaches more suited to situations of failure. This could result in animal-production research being moved along a path more respectful of farming-organizations and regional differences in culture.*

*Cahiers Agricultures 1993 ; 2 : 211-6.*

La sélection animale moderne résulte d'une synthèse entre Darwin et Mendel et, à travers eux, entre les biométriciens et les généticiens, convergence qui allait produire la génétique des populations. Les premiers cherchaient à quantifier les petites variations qui préoccupaient Darwin et les seconds se contentaient d'observer les macrovariations. C'est vers 1930 seulement qu'une théorie cohérente (néodarwinisme) permit de sélectionner les animaux sur des bases scientifiques.

La question de la « génération » animale que l'on dénommera dès lors « amélioration animale » (sans trop approfondir qui décidait de cette amélioration et à qui elle profitait !) apparaît désormais susceptible d'être résolue à travers la maîtrise de ses éléments analytiques :

— les caractères phénotypiques de production des animaux sont mesurables et leur quantification est transformable en information sous forme d'estimation de la valeur génétique la plus pro-

bable des reproducteurs, avec une précision compatible avec le risque lié à leur utilisation (génétique) ;

— la maîtrise de la production et de l'utilisation des gamètes, d'abord des mâles puis des femelles, est venue progressivement à point nommé pour organiser l'utilisation de plus en plus précise de l'information précédente (physiologie de la reproduction) ;

— l'adaptation du taylorisme à l'élevage, qui vise à ne considérer que la production d'aliments et à segmenter le processus de production en ateliers, a orienté toutes les recherches en zootechnie ;

— les réglementations nationales ou communautaires et le marché sont supposés concourir à l'organisation de la production et de la répartition du profit (progrès génétique) entre les nombreuses parties prenantes aux schémas de sélection nationaux.

On a pu ainsi décomposer et recomposer, dans une perspective d'avenir prévisible, les éléments biologiques, productifs et sociaux qui étaient inclus dans le processus d'amélioration animale.

On sait aujourd'hui que cette vision cartésienne et productiviste qui segmente les éléments du processus d'amélioration souffre de limites qui peuvent la transformer en vision manichéenne :

— la sélection ainsi réalisée ne s'applique en effet qu'à une fraction très limitée du cheptel de la planète et ne concerne que des formes particulières d'élevage, non généralisables. Le postulat qui consiste à penser que d'autres formes d'élevage, moins bien maîtrisées, doivent suivre le même processus de développement est pour le moins discutable. De nombreux faits qui s'accumulent en démontrent la fausseté ;

— une organisation fondée sur le principe selon lequel, les objectifs de production ayant été définis par les politiques, il appartient aux généticiens et sélectionneurs de les transformer en objectifs de sélection, compte tenu des paramètres génétiques de la population (coefficients d'héritabilité et de corrélation génétique). Mais cela suppose que les génotypes optimaux ainsi sélectionnés soient capables de donner des phénotypes acceptables au niveau des éleveurs. Rien n'est moins sûr, car la sélection est souvent limitée à la phase

juvénile de la vie des animaux et elle est généralement réalisée dans des conditions d'élevage particulières (stations et milieux contrôlés). Surtout, elle ne concerne pratiquement pas les caractères de reproduction jugés non héréditaires et qui sont à la base des processus productifs. Ce serait justifié si d'autres techniques d'élevage corrigeaient ces limites. Mais, ne change-t-on pas alors de forme d'agriculture ? Comment, dès lors, imaginer une sélection rationnelle qui prendrait parfaitement en compte les caractères de production dans toute leur finesse et qui ne passerait pas sous silence la reproduction, élément central de l'amélioration qui conditionne tant la production de lait que celle de viande ? On sait que c'est précisément à ce niveau que se situent des limites importantes d'extension des schémas de sélection, notamment dans les milieux difficiles.

Dans cette situation, où les échecs s'accumulent, de nombreux chercheurs s'interrogent et cherchent des solutions parmi leurs références culturelles et paradigmatiques. Les uns pensent trouver, dans les biotechnologies, de nouvelles sources de maîtrise de la production animale. D'autres repartent des finalités des éleveurs et des sociétés pour chercher à comprendre l'évolution des technologies utilisées. A la jonction de ces deux courants, certaines recherches visent explicitement à aider les acteurs professionnels à gérer l'élevage en précisant les conditions techniques, économiques et sociales qui permettent à une société de s'approprier une technologie. Nous allons illustrer maintenant ces diverses attitudes.

## Les biotechnologies porteuses de nouveaux mythes ?

Le rapprochement des physiologistes et des généticiens, dans la maîtrise de l'amélioration de populations soumises à un élevage rationnel, peut conduire à un bond en avant considérable qu'il convient maintenant d'argumenter : l'intégration des biotechnologies.

Ces perspectives, dans le cas de la transgénèse notamment, partent de deux types de postulats :

— le passage de la maîtrise de la pro-

duction et de l'utilisation des gamètes et des embryons à la caractérisation et à la modification de ces derniers au niveau de gènes particuliers ;

— la caractérisation biochimique de gènes particuliers, voire de leurs effets, va permettre des constructions moins aveugles que celles de la sélection néodarwinienne qui opère sur des estimations statistiques des effets « moyens » de combinaisons de gènes au niveau des caractères.

Ces recherches, qui se situent dans le prolongement des acquis de la biologie moléculaire, débouchent sur une nouvelle école de pensée en génétique des populations. Puisque nous avons maintenant la capacité d'analyser la totalité du génome à travers ses séquences de nucléotides, on peut concevoir une théorie de l'évolution fondée sur des adaptations interspécifiques et sur les polymorphismes intraspécifiques de ces séquences sans se préoccuper de l'interférence des expressions phénotypiques du génome. La théorie de Kimura [2] donne une explication parfaitement convergente de ces deux éléments complémentaires de l'évolution des espèces. Pour Kimura, l'évolution correspond à des taux de mutation plus élevés que ceux que considéreraient les néodarwiniens (Haldane) et ces mutations sont neutres, ou presque neutres. Face au « pansélectionnisme », Kimura oppose le poids du hasard. De quoi étonner les adeptes de la sélection partant d'observations phénotypiques !

Voilà donc une deuxième dérive qui risque d'éloigner encore plus les sélectionneurs de l'observation des phénotypes et de la validation phénotypique dans le milieu réel d'utilisation. On objectera, se référant à l'analyse du génome humain et à sa possible transposition sur les animaux, que les dispositifs de mise en relation des combinaisons génétiques avec les caractères productifs sont prévus et que des recherches vont concerner quelques segments privilégiés des chromosomes dont on suspecte des influences sur ces caractères.

On notera néanmoins que la sélection animale ne dispose pas de l'arsenal d'observations dont dispose le milieu médical pour traduire les effets des gènes décelés *via* les phénotypes. La distance entre les caractères de production et des gènes particuliers y est pro-

bablement plus élevée que celle existant entre ces derniers et des pathologies définies.

Par ailleurs, l'arsenal d'observation de la sélection est très dévié vers des formes d'élevage particulières (élevage intensif) et des fragments chromosomiques porteurs d'une information partielle, voire biaisée par rapport au génome pris dans sa globalité.

Si l'analyse du polymorphisme du génome semble rapide et porteuse, celle de l'étude des relations entre le polymorphisme moléculaire et les caractères intéressant les conditions réelles de production risque de se situer en terme de décennies sinon de siècles.

Articuler le temps des chercheurs et celui des acteurs impose alors des contraintes à réexaminer sans cesse, à l'aune de critères qui dépassent la seule dimension scientifique et technologique.

## Et si on parlait à la fois d'amélioration animale et d'élevage ?

Face à l'évolution des connaissances biogénétiques et de leur utilisation, il apparaît important de partir d'un point de vue de gestionnaire et de se placer dans la ligne des « nouvelles sciences » du complexe (systémique, cognitif) dans leurs rapports à l'action.

De ce point de vue, le départ de la réflexion est l'élevage (action d'élever), considéré comme une activité humaine intégrée au sein d'un système agraire. Ce dernier est conçu comme une forme de relation d'une société avec son territoire, en vue de répondre à ses finalités vitales. Ce concept, qui peut avoir une connotation passéiste, conserve tout son intérêt pour analyser les sociétés développées aux prises avec les excès ou les manques de certaines pratiques d'élevage vis-à-vis, notamment, de la pérennité des ressources des territoires sur lesquels elles vivent. En effet, l'élevage européen est particulièrement concerné, sous différentes formes, par les pollutions qu'il engendre ou par ses relations avec la culture (fertilité organique), et par l'utilisation des terres qui, lorsqu'elles ne sont plus ou à peine pâturées, deviennent des friches. La théorie systémique nous fournit un

mode de représentation des systèmes complexes à base d'élevage aux fins de pilotage par les acteurs. Le système de décision de ces derniers s'exprime par des pratiques fondées sur un système de mémorisation-information. Landais [3] illustre l'application de ces principes au niveau de l'éleveur. Ce qui est important, c'est que les décisions en élevage impliquent aussi la collectivité des éleveurs et les divers opérateurs (économiques, techniques, politiques) à travers les fonctions qu'ils assurent dans la filière (type d'élevage et de production, sélection). Cette collectivité produit, reproduit et fait évoluer le système d'élevage vu comme une organisation complexe (Edgar Morin [4]).

Les populations animales, considérées par les généticiens sous l'angle de leur seule information génétique, participent ainsi au système d'information de l'élevage à travers le contenu culturel représenté par les objectifs et pratiques que se sont donnés, ou peuvent se donner, les groupes sociaux qui utilisent ce matériel et qui lui sont associés. Les deux types d'information sont indissociables. Alors que l'on s'inquiète de la pérennité des formes d'agriculture à travers des mots comme « durable », cette réflexion sur l'amélioration animale, rejoignant le contenu initial du terme de « génération », prend tout son sens.

Ce type d'analyse peut être illustré par l'étude des évolutions de la localisation des populations bovines laitières françaises depuis le début du siècle dernier [5]. Des hypothèses sont présentées pour rendre compte de ces changements géographiques qui traduisent la mobilité des gènes sur le territoire et le déplacement des lieux de pouvoir favorisé par l'évolution technologique (SOCiété, RAce et TErritoire : SOCRATE).

Le fait que la population animale, fortement identifiée dans les cultures régionales, puisse être analysée comme une composante du système d'information-mémorisation du système agraire permet de la considérer comme un indicateur du fonctionnement de ce système au même titre que d'autres indicateurs de mémorisation mis en avant, par exemple le paysage. Ces indicateurs sont particulièrement utiles pour le développement car ils sont ancrés dans le sens commun des

acteurs et des responsables locaux de la gestion et de l'aménagement rural. Une telle approche de la globalité et de la complexité des activités humaines sur le territoire peut ainsi conduire à l'élaboration de procédures de négociation entre acteurs dans lesquelles les identités culturelles et génétiques associées seraient prises en compte pour une gestion à la fois productive et durable.

## L'éthique de la recherche par rapport à l'amélioration animale

Comment relier une recherche faisant appliquer ses connaissances biologiques aux gestionnaires de l'élevage et une recherche-action sur la gestion de l'élevage qui intégrerait le processus de génération animale ? Peut-on articuler la recherche des généticiens sélectionneurs qui vise à maximiser le progrès génétique annuel sur un caractère et celle des systémiciens qui vise à accroître, autour de la sélection du matériel animal, la capacité d'organisation d'une société d'éleveurs ? L'opposition entre les deux démarches est-elle si tranchée et des voies médianes sont-elles illusoire ? Nous ne le pensons pas : les progrès des recherches dans les deux approches permettent en effet de créer des ponts que l'urgence des problèmes posés à l'élevage rend essentiels.

Nous prendrons, pour illustrer une telle convergence, l'exemple d'une situation intéressante car elle a été l'occasion d'un débat théorique et pratique sur les limites d'application, tant biologique qu'organisationnelle, des principes néodarwiniens qui ont fondé la loi sur l'élevage. Il s'agit de la sélection des brebis laitières en Corse, dans une situation technique et culturelle révélatrice des problèmes de développement de l'élevage en zones à fortes contraintes.

Sur le plan zootechnique, les schémas de sélection visent à aboutir par étape à l'indexation des béliers sur descendance. Les méthodes et les algorithmes de calcul d'index, comme la rentabilisation des coûts de la sélection collective, conduisent à une sélection des femelles sur leur phase juvénile. Or, dans ces systèmes méditerranéens, à la

fois laitiers et extensifs, la première lactation (au printemps) est complètement atypique ; elle ne révèle pas l'aptitude d'une brebis à faire du lait sous les contraintes du système de conduite habituel (mise bas d'automne). Les éleveurs renâclent logiquement à utiliser les index issus des contrôles laitiers et de la procédure nationale d'indexation.

Par ailleurs, le schéma de sélection amène les éleveurs à bouleverser complètement leur manière de se procurer des béliers. Auparavant, c'était un éleveur qui était choisi et sollicité, par réputation, pour fournir un « bon » reproducteur ; en sélection collective, c'est chaque animal qui est directement qualifié selon des procédures et des intermédiaires exogènes. Si on ajoute à cela les contraintes qui se sont manifestées pour reconnaître officiellement la population ovine corse, qui n'était pas organisée en association de livre généalogique, on a là rassemblé tous les ingrédients d'un conflit culturel parfaitement argumenté !

Les solutions génétiques existent dès lors :

— qu'on accepte de prendre en compte la carrière des femelles pour estimer leur valeur génétique ;

— qu'on intensifie la sélection par la voie femelle, ce que permettent les progrès de la physiologie ;

— et qu'on se préoccupe de vérifier l'absence de dérive phénotypique des animaux sélectionnés par rapport aux pratiques d'élevage acceptables, sans dénaturer le type d'élevage imposé par la milieu naturel, la conjoncture économique et par la culture agraire correspondante. Le lait de brebis est de moins en moins livré aux laiteries et de plus en plus transformé à la ferme, ce qui impose de respecter des critères de régularité de la matière première en quantité et qualité au cours du cycle annuel d'exploitation du troupeau. Leur intégration par les éleveurs corses, pilotes de la sélection, suppose :

— de reconnaître l'identité du matériel animal de l'île comme patrimoine, élément du système d'information culturel (culture technique régionale) auquel participent les dimensions génétiques animales ;

— de regrouper les éleveurs qui ont des pratiques proches et des besoins communs, notamment quant à la recherche de bons béliers de race corse ;

— de connaître et de stimuler les réseaux de relations et de pouvoir, particulièrement importants dans le système d'économie domestique qui régule l'élevage de l'île pour lequel les échanges d'animaux constituent l'acte social le plus important.

Les chercheurs corses qui ont réalisé ce travail [6], avec le soutien des généticiens de Toulouse, ont adapté à leur situation les concepts de l'économie des conventions. Ils ont ainsi montré que le changement de système de qualification des reproducteurs, qui doit passer de règles fondées sur la réputation et la coutume (coordination domestique) à des échanges garantis par des procédures génétiques (coordination industrielle), ouvre obligatoirement une crise sociale. Cette crise ne peut être dépassée — c'est une condition du développement — que par un compromis autour d'un bien supérieur commun aux différents acteurs impliqués. Dans le cas présent, ce dépassement par le haut a été organisé autour de la dimension patrimoniale et culturelle de la race ovine corse (coordination civile).

Cette recherche met particulièrement bien en relief les liens entre l'acceptation d'une innovation par une société et l'incertitude « radicale » engendrée par le changement d'une convention liant les rapports entre opérateurs. La gestion, acceptée ou non, de cette incertitude est la clé du transfert de technologie. L'accroissement du vivier des technologies disponibles n'est qu'une condition nécessaire. Le passage progressif d'une période de certitude sur le développement des productions animales (productivisme) à une situation d'univers incertain pose à la recherche la question de la pluralité des objectifs et des modèles de développement. Les biotechnologies et les sciences de la gestion sauront-elles s'articuler pour parvenir à enrichir progressivement la culture technique et la capacité d'organisation des différentes sociétés ?

## Conclusion

Peut-être définit-on ainsi de nouvelles manières de traiter les relations entre les chercheurs et leurs partenaires dans le domaine de l'amélioration animale qui soient plus respectueuses des cul-

tures respectives. Cela ouvre la voie à des formes de collaborations pluridisciplinaires dans le cadre de projets communs.

Cette tendance est amplifiée quand la proximité entre les mammifères domestiques et l'espèce humaine conduit à une osmose de plus en plus étroite mais aussi, parfois, à un mimétisme facile, déconnectant la recherche appliquée aux animaux des questions vives de ses partenaires (les éleveurs) pour la propulser vers des spéculations hasardeuses et lointaines. On a vu plus haut que cette osmose était d'autant plus dangereuse que les aspects d'éthique de ces recherches n'étaient pas gérés de façon satisfaisante par les instances du corps social qui ont à en connaître. Bref, derrière une conception universaliste de la science et de ses utilisations, le néodarwinisme s'appuie sur une perspective d'univers certain et de généralité des modèles. La question centrale est de savoir comment la recherche peut, en univers incertain, favoriser la maîtrise d'une pluralité de modèles de développement de l'élevage et, accessoirement, quelle est la place des biotechnologies dans la satisfaction de cette gamme d'objectifs ■

## Références

1. Russell N. *Like engend'ring like : heredity and animal breeding in early modern England*. Cambridge : Cambridge University Press, 1986 ; 271 p.
2. Kimura M. *Théorie neutraliste de l'évolution. Nouvelle bibliothèque scientifique*. Paris : Flammarion ; 1990 ; 472 p.
3. Landais E. *Principes de modélisation des systèmes d'élevage. Les Cahiers de la Recherche Développement*. 1992 ; 32 : 82-95.
4. Morin E. *Science avec conscience*. Fayard, Paris ; 1984 ; 328 p.
5. Vissac. *Société, race animale et territoire*. 1993 ; sous presse.
6. Vallerand F, Casabianca F, de Sainte-Marie C, Bouche R. *D'une qualité vers une autre ou conduire le système de qualification des reproducteurs*. In : *La qualité d'un système agraire*. Versailles : INRA Publication, 1993 sous presse.

## Résumé

Les développements des recherches biologiques vers de nouveaux horizons imposent, plus que jamais, de se questionner sur leur raccordement à la réalité de l'élevage.

L'étude de l'évolution humaine montre en effet que les connaissances servant à la sélection des animaux et des plantes sont récentes. Jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle, les agriculteurs ne disposaient en effet pour les aider que de théories confuses sur la génération.

Le néodarwinisme et les progrès de la physiologie ont apporté des clarifications opératoires permettant de séparer et de recombinaison les éléments de la génération animale dans une perspective de maîtrise des techniques (physiologie de la reproduction et sélection) et de certitude des objectifs qu'on a qualifiée d'amélioration animale. Les remarquables progrès obtenus posent néanmoins le problème de la généralisation de ces méthodes à d'autres situations (milieux naturels et sociaux contraignants, objectifs aléatoires) ne présentant pas ces caractéristiques. Les génotypes optimaux, ainsi obtenus par voie statistique, correspondent-ils dans la pratique à des phénotypes améliorés, et jusqu'où peuvent-ils être diffusés sans risques excessifs ni transformation des systèmes d'élevage supports ?

Les biotechnologies, en réduisant le hasard génétique, ouvrent d'autres perspectives mais constituent un deuxième bond en avant vers une ingénierie biomoléculaire. La conjonction de ces recherches et l'étude des effets des fractions de génome, avec le génome entier d'une part, avec les phénotypes correspondants d'autre part, deviennent de plus en plus nécessaires et problématiques dans un contexte d'objectifs de plus en plus incertains.

Cette situation suggère une autre vision de la sélection, qui consisterait d'abord à définir l'élevage (action d'élever) par-delà sa stricte fonction de production quantitative. L'amélioration animale apparaît ainsi, dans le cadre d'une démarche systémique, comme la fonction de reproduction du matériel animal de systèmes agraires « soutenables ».

Les difficultés d'extension des schémas collectifs de sélection, illustrées par l'exemple de l'élevage ovin corse, conduisent à la mise en œuvre d'une telle démarche particulièrement adaptée aux situations d'échec. Il peut en résulter une extension de la dynamique des recherches sur la génération animale, dans une voie plus respectueuse des organisations d'éleveurs et des cultures régionales.

## Brève

### MOBILISATION ET TRANSPORT DE GÈNES CHEZ LES PLANTES

Les transposons sont des éléments génétiques mobiles qui peuvent exister spontanément (transposons endogènes) ou qui peuvent être introduits de l'extérieur et insérés dans un génome (transposons exogènes).

Le premier transposon endogène des végétaux a été découvert chez le maïs par Barbara McClintock. Quant au transposon exogène le plus connu, il s'agit sans doute du T-DNA d'*Agrobacterium tumefaciens*, utilisé pour l'incorporation de gènes étrangers chez les plantes.

Parmi les questions qui sont régulièrement posées en matière de plantes transgéniques, deux aspects sont sou-

vent cités : la mobilisation d'éléments génétiques (transposons) au sein d'un génome et le transport de gènes d'une plante transformée vers une plante normale.

Des chercheurs anglais et américains viennent de montrer que chez une lignée d'*Arabidopsis thaliana* transformée par intégration du transposon mobile AC du maïs via le vecteur *Agrobacterium tumefaciens*, il y avait mobilisation d'un élément génétique jusque là inconnu, avec insertion de cet élément dans d'autres parties du génome végétal et induction corrélative d'une mutation.

Pour ce qui est du transfert de gènes de plante à plante, il y a lieu de considérer notamment le rôle éventuel du pollen et celui des insectes pollinisateurs. Dans une thèse défendue récem-

ment à l'Université de Paris-Sud (Orsay), l'auteur montre que le gène de résistance à un herbicide incorporé dans un colza transgénique n'est pas transféré via le pollen aux plantes de moutarde, mais que, en revanche, il est intégré dans la descendance de deux autres Brassicées sauvages, la roquette bâtarde (*Hirschfeldia incana*) et la ravenelle (*Raphanus raphanistrum*).

Ce type de recherche devrait permettre d'objectiver les risques dans un domaine qui apparaît comme faisant trop souvent l'objet d'un dialogue de sourds entre partisans et adversaires des plantes transgéniques.

Jean Semal

[Science 1993 ; 260 : 342-4 ;  
Bulletin de la Société française de Phytopathologie 1993 ; 1 : 25.]