

ETHNOZOOTECHNIE n° 109

**La formation en génétique animale,
l'organisation de la sélection,
les races animales et la biodiversité**

**Journée d'étude AgroParisTech / SEZ
à l'occasion du cinquantième du CSAGAD
(Cours Supérieur d'Amélioration Génétique des Animaux Domestiques)**

**organisée par Étienne VERRIER et Xavier ROGNON
le 19 novembre 2020
en visio-conférence**

© Société d'Ethnozootechnie 2021

ISSN : 0397-6572

Les opinions librement émises dans Ethnozootechnie n'engagent que leurs auteurs.

Table des matières

Avant-propos <i>E. Verrier, X. Rognon</i>	5
--	---

Articles de la journée d'étude

L'héritage de Jacques Bougler <i>E. Verrier, X. Rognon, S. Patin, P. Del Porto</i>	7
Evolutions et perspectives des formations pour la génétique et la sélection animale <i>X. Rognon, T. Heams, A. Ducos, R. Charpentier, L. Magnol, G. Restoux, J. Rigal, E. Verrier</i>	11
Formation pour les opérateurs de la sélection : évolutions des pratiques et anticipation des besoins <i>S. Mattalia, M. Brochard, T. Burlot</i>	19
Evolutions de la recherche en génétique animale et anticipation des besoins de formation <i>C. Rogel-Gaillard</i>	29
Le rôle des pouvoirs publics à l'heure du règlement zootechnique de l'Union européenne <i>E. Cavaillès</i>	41
Place des éleveurs et des organismes raciaux à l'heure de la génomique et du règlement zootechnique européen <i>B. Bouffartigue, S. Patin</i>	43
Evolution du concept de race et sa pertinence au début du XXI ^e siècle <i>E. Charvolin-Lemaire, D. Laloë</i>	47
Le rôle de la Société Centrale Canine dans la défense des races patrimoniales françaises <i>F.M. Missant, E. Ribaucourt</i>	53
La biodiversité domestique animale mobilisée dans une diversité de dynamiques territoriales <i>L. Callède, A. Lauvie</i>	61
Préserver la biodiversité domestique : des races en péril aux races en devenir <i>B. Denis, P. Quéméré</i>	71

Articles Varia

Les animaux de boucherie et la viande aujourd'hui en France : statuts, représentations, pratiques <i>J.P. Digard</i>	87
Éleveur de chevaux athlètes : le métier et la relation à l'animal <i>J. Cabaret, C. Évrard</i>	97
La flaveur des fromages et le rôle de l'alimentation des animaux <i>R. Rubino</i>	105

Comptes-rendus, notes et analyses

Analyse d'ouvrage : Génétique des animaux d'élevage – Diversité et adaptation dans un monde changeant <i>B. Denis</i>	117
Analyse d'ouvrage : Le taureau, histoire culturelle <i>P. Morand-Fehr</i>	118
Analyse d'ouvrage : L'Anglès : la mystérieuse vache disparue <i>P.J. Dubois</i>	119
Analyse d'ouvrage : Fromages sauvages <i>E. Verrier</i>	119

Avant-propos

Au premier coup d'œil, le thème de ce numéro et de la journée d'étude de novembre 2020 pourra paraître étrangement composite. Le fil rouge en est toutefois constitué par la diversité des populations d'élevage et les moyens de gérer et valoriser cette diversité. Enfin, dans les différents termes de ce titre plutôt long, ceux qui l'ont cotoyé reconnaîtront les principales facettes de l'activité professionnelle de notre ancien maître, Jacques Bougler, à qui ce numéro est dédié.

Pourquoi cette référence ? Car il avait été convenu de coupler une journée d'étude de la SEZ, à la vie de laquelle Jacques Bougler a longtemps contribué, et la célébration du cinquantième anniversaire du CSAGAD, un cours de formation continue qu'il avait créé en 1969, dans le sillage de la Loi sur l'Élevage de 1966, et qu'il a coordonné jusqu'en 2001.

De la même manière qu'il arrive (très rarement) que des trains n'arrivent pas exactement à l'heure annoncée, la célébration de ce cinquantenaire a pris un an de retard. Elle est alors intervenue durant la crise sanitaire qui plombe la vie de notre humanité depuis le début de l'année 2020. En conséquence, première dans les annales de la SEZ, cette journée d'étude s'est tenue en visio-conférence. Bien que n'ayant pas eu la convivialité des journées « en vrai », l'événement s'est déroulé dans de bonnes conditions et plusieurs adhérents ont apprécié de s'épargner un long déplacement pour y participer.

Quoi qu'il en soit, c'est naturellement que nous avons décidé d'aborder lors de cette journée les activités et les thématiques qui ont constitué l'essentiel de la carrière de Jacques Bougler. Si ce numéro démarre par un hommage à son œuvre et à son attachante personnalité, il se veut résolument prospectif.

Ainsi, nous analyserons les évolutions marquantes dans l'enseignement de la génétique animale,

Etienne Verrier
Professeur à AgroParisTech
Président de la Société d'Ethnozootechnie

évolutions récentes ou à venir, en fonction notamment de l'internationalisation du monde académique et des mutations dans les métiers de la sélection animale et de la recherche en génétique.

La « révolution génomique », à partir de la fin des années 2000, et le règlement zootechnique européen qui s'applique à tous les pays de l'Union depuis novembre 2018, ont induit pour longtemps de profonds changements dans les pratiques et l'organisation de la sélection animale. Les points de vue de différents opérateurs sur ces évolutions seront exposés ici. A cette occasion, le concept de race et la place des races dans l'élevage de demain seront revisités à la lumière de ces évolutions.

Enfin, nous aborderons la biodiversité animale domestique en considérant deux axes principaux. D'une part, nous analyserons le lien entre préservation des races locales, préservation des territoires et de l'environnement et développement de systèmes d'élevage associés. D'autre part, nous verrons comment, en l'espace de quatre ou cinq décennies, nous sommes passés d'une approche « races en péril » (un des thèmes identitaires de notre Société) à une approche « races en devenir ».

Ce numéro est complété par trois articles « Varia » sur des sujets très... variés. On y parle de produits animaux et de consommateurs, d'animaux au travail et d'éleveurs : nous sommes bien dans les domaines d'étude de notre Société.

Que les auteurs de tous les articles de ce numéro soient chaleureusement remerciés de leur contribution ! Nous sommes convaincus que leur lecture suscitera de l'intérêt. Nous formulons le vœu que ces textes stimuleront des réflexions à partager lors de futurs échanges « en vrai », dans un contexte plus détendu.

Xavier Rognon
Professeur à AgroParisTech



Vaches de race Nantaise en éco-pâturage sur une prairie présentée au public comme réserve de biodiversité. Parc de Sceaux (Hauts-de-Seine), avril 2021, © E. Verrier.

L'héritage de Jacques Bougler

Étienne VERRIER ⁽¹⁾, Xavier ROGNON ⁽¹⁾, Stéphane PATIN ⁽²⁾, Pierre DEL PORTO ⁽³⁾

(1) Université Paris-Saclay, AgroParisTech, INRAE, UMR GABI, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris 05

Contact : etienne.verrier@agroparistech.fr

(2) Races de France, 149 rue de Bercy, 75595 Paris 12

(3) 15 rue de la Convention, 75015 Paris

Résumé : Cet article retrace la carrière professionnelle de Jacques Bougler (1936-2007), comme brillant enseignant-chercheur à l'Institut National Agronomique, acteur de premier plan du développement de l'élevage, et animateur apprécié d'équipes. Il fait également ressortir différentes facettes de la personnalité de cet homme profondément attachant.

Mots-clés : *génétique animale, formation, organisation de la sélection, biodiversité, engagement.*

Introduction

Jacques Bougler (Figure 1) est né le 1er octobre 1936 et s'est éteint le 22 août 2007. Issu d'une famille d'agriculteurs en Picardie, ayant lui-même activement participé aux travaux de la ferme durant sa jeunesse, son attachement au monde agricole lui restera chevillé au corps tout au long de sa vie. Il fit ses études supérieures à l'Institut National Agronomique (INA) à Paris, dont il sortit major de promotion en 1959, puis à l'ENSAA de Dijon. Il fit toute sa carrière à l'INA, où il fut recruté comme Assistant en 1960 et où il gravit

tous les échelons jusqu'à sa promotion, en 1982, en tant que Professeur (l'équivalent de l'actuel grade de PR1). Parallèlement, il dirigea pendant plus de 30 ans l'UNLG (Union Nationale des Livres Généalogiques, devenue plus tard France UPRA Sélection, aujourd'hui Races de France). A la retraite à partir de 2001, il demeura Professeur Émérite jusqu'en 2005 à l'INA (qui était devenu INA Paris-Grignon en 1971 avant de se muer en AgroParisTech en 2007).



Figure 1. Jacques Bougler (photo D. Bougler).

Le formateur

Jacques Bougler a été recruté à l'INA au sein de la Chaire de Zootechnie (selon la dénomination de l'époque ; Figure 2). Il y a enseigné à de nombreuses générations la génétique quantitative, les méthodes, l'organisation et la réglementation de la sélection animale, ainsi que la zootechnie comparée. Ce dernier

enseignement, créé avec son maître Pierre Charlet, permettait d'apprécier la diversité des populations animales et des systèmes d'élevage à travers le monde et d'analyser les causes de cette diversité et les conditions du maintien de cette diversité.



Figure 2. Quatre enseignants-chercheurs qui ont marqué la Zootechnie à l'Agro (photo prise en 2001 sur la terrasse du bâtiment de la rue Claude Bernard). De gauche à droite : Jean Lossouarn ; Jacques Bougler ; Jacques Delage, qui dirigeait la Chaire de Zootechnie quand Jacques Bougler fut recruté, et a dirigé l'INA P-G pendant 14 ans ; Julien Coléou, qui succéda à Jacques Delage à la tête de la Chaire de Zootechnie qui devint ensuite le Département des Sciences Animales.

Jacques Bougler était un enseignant brillant, qui faisait partager aux étudiants sa grande culture zootechnique, nourrie de ses racines paysannes, de son activité de développement (voir plus loin) et de nombreuses missions à l'étranger. Pour beaucoup d'étudiants qui ont suivi ses enseignements (dont deux des auteurs de cet article), ses cours étaient parmi les mieux structurés et les plus limpides de tous ceux qui étaient donnés à l'Agro. Jacques Bougler avait la plume facile et compréhensible auprès d'une grande diversité de publics. Il nous reste ainsi de nombreux écrits de sa part, dont beaucoup apportent encore d'utiles éléments de réflexion face aux questions compliquées qui se posent au monde de l'élevage en ce début de XXI^e siècle. Enfin, Jacques Bougler faisait preuve d'une grande disponibilité auprès des étudiants, qui pouvaient bénéficier de ses conseils avisés et qui trouvaient toujours ouverte la porte de son bureau.

En tant que formateur, Jacques Bougler était un bâtisseur ! Dans ce domaine, son grand-œuvre fut sans conteste le Cours Supérieur d'Amélioration Génétique des Animaux Domestiques (CSAGAD), qu'il a créé en 1969 et qu'il a coordonné jusqu'à son départ à la retraite en 2001. Ce cours de formation continue, unique en son genre, a touché une majorité des cadres des entreprises et organismes de sélection animale en France et un nombre substantiel d'enseignants des lycées agricoles. Jacques Bougler avait coutume de dire que la formation continue « permet à l'enseignant-chercheur de se prémunir de l'excès d'académisme ». Ses successeurs considèrent que le CSAGAD est un fleuron de son héritage et continuent de faire vivre cette formation (<http://www2.agroparistech.fr/Cours-Superieur-d-Amelioration.html>).

L'acteur du développement

Jacques Bougler fut un acteur majeur de l'organisation de la sélection animale en France et de la mise en œuvre de la Loi sur l'Élevage de 1966. Il fut un véritable créateur de liens, notamment à une époque où les structures chargées de l'interface entre les équipes de recherche et les acteurs de la sélection étaient peu ou pas développées. Il fut un membre assidu de la Commission Nationale d'Amélioration Génétique (CNAG) du Ministère de l'Agriculture, où ses avis pondérés étaient écoutés (Figure 3).

A la tête de leur fédération nationale, Jacques Bougler a très largement œuvré au passage des anciens livres Ethnozootechnie n° 109 – 2021

généalogiques à des structures de type UPRA, devenues Organismes de Sélection à partir de 2006. Ses échanges avec les éleveurs et les responsables d'organismes d'élevage étaient empreints de respect, et révélaient parfois un véritable talent de diplomate. Il savait faire passer les messages essentiels sans avoir besoin d'arguments d'autorité. Il a été très actif dans la promotion des races animales françaises et du savoir-faire français en matière de sélection animale, par une présence régulière au Concours Général Agricole, où il était un expert réputé et demandé, et en accompagnant la SOPEXA ou l'ACTIM dans des missions à l'étranger.



Figure 3. Réunion de la CNAG, vraisemblablement dans les années 1970 ou 1980. Jacques Bougler est en haut tout à droite ; à sa droite, on reconnaît Bertrand Vissac puis Michel Rondeau. Photo Midatest/Bousquet, aimablement transmise par Bernard Coudurier.

Jacques Bougler fit toujours preuve d'éclectisme dans le choix de ses terrains d'étude et dans son activité de développement. Il était à la fois convaincu de la nécessité de doter les « grandes » races d'une organisation solide et de programmes de sélection performants et de la nécessité de préserver les races menacées. Il eut un rôle important dans l'émergence de la notion de ressources génétiques animales et dans les actions pour leur caractérisation et leur conservation. C'est lui qui, en 1985, coordonna le premier inventaire des ressources génétiques animales françaises, qui fut intégré à la base de données de la Fédération Européenne de Zootechnie puis, avec de

nécessaires actualisations, à la base DAD-IS de la FAO.

Jacques Bougler fut aussi un fidèle compagnon de route du Département de Génétique Animale de l'INRA, dont il fut membre du conseil scientifique, et avec qui il joua un rôle de premier plan lors de la création du GIE Labogena. Il prit une part active à la vie de la Société d'Ethnozootecnie, dont il fut longtemps membre du conseil d'administration et pour le compte de laquelle il a organisé une journée d'études sur les races en péril en 1993.

L'animateur d'équipes

Qu'il s'agisse d'une équipe d'enseignants-chercheurs ou d'une équipe d'ingénieurs de développement, Jacques Bougler fut un « patron » apprécié et respecté de ses collaborateurs, et pour tout dire aimé !

Dans un monde professionnel où il n'est pas rare que quelqu'un qui accède à des fonctions de direction demeure « chef de tout, tout le temps », Jacques Bougler a toujours incité ses collaborateurs à prendre des initiatives et à accepter des responsabilités, quand ce n'était pas lui qui les transmettait. Il a toujours fait preuve de bienveillance envers les jeunes recrutés, auxquels il assurait de bonnes conditions d'insertion.

Il n'était pas avare d'encouragements et était toujours disponible pour faire bénéficier de sa riche expérience. D'une grande capacité d'écoute, il savait faire preuve d'une patience infinie pour aplanir les difficultés ou les (rares) tensions qui pouvaient se présenter.

Jusqu'au bout, Jacques Bougler aura conservé un grand sens du collectif. Il aura notamment su organiser et échelonner dans le temps le transfert de ses responsabilités. Après son départ à la retraite, il fut pendant quatre ans un Professeur Émérite aussi disponible pour rendre service que respectueux des orientations prises par ses successeurs (Figure 4).

L'homme

Jacques Bougler était un homme profondément attachant. La modestie était une seconde nature chez lui (peut-être en lien avec ses racines paysannes), ce

qui a sans nul doute contribué à ce qu'il fut l'antithèse d'un mandarin. Il était doté d'un sens de l'humour à son image, discret et distingué.



Figure 4. L'équipe « Génétique, Elevage et Reproduction » de l'Agro en 2017 et deux collaboratrices du Pôle Europe travaillant (entre autres) à l'appui de la coordination d'un programme doctoral européen de génétique animale. De gauche à droite : Adam Koulibaly, secrétaire-gestionnaire ; Clara Berthet, Pôle Europe ; Gwendal Restoux, enseignant-chercheur (EC), aujourd'hui chercheur à l'Inrae ; Thomas Heams, EC ; Xavier Rognon, EC ; Pierre Calvel, EC ; Etienne Verrier, EC ; Isabelle Laissy, Pôle Europe. A l'arrière-plan, la fenêtre éclairée de droite est celle du bureau que Jacques Bougler a occupé depuis les années 1970 jusqu'à sa retraite en 2001.

Le trait de caractère sans doute le plus marquant était son sens de l'engagement ! Engagement auprès des étudiants, des stagiaires de formation continue, des éleveurs, etc. Engagement au service de son établissement et du monde de l'élevage. Pétri d'humanisme, Jacques Bougler était très discret sur ses convictions, y compris religieuses, mais son engagement social était connu. Il n'avait d'ailleurs pas besoin de « prêcher » pour faire partager les principes qui guidaient sa vie : ses actes parlaient pour lui.

Autre trait marquant, qui contrastait avec le calme habituel et l'allure extérieure du personnage : tous ceux qui ont effectué un trajet dans une voiture conduite par Jacques Bougler, même un trajet de courte durée, en gardent un souvenir ému ! Son pilotage était en effet très sportif et n'excluait pas une interprétation toute personnelle de certaines règles du code de la route...

Envoi

Jacques Bougler nous a certes quittés trop tôt, mais nous sommes forts de tout ce qu'il nous a transmis avec tant de générosité. Pour tous ceux qui ont eu le

bonheur de le côtoyer, il laisse le souvenir d'un enseignant de grande classe et d'un scientifique dévoué au développement de l'élevage.

Evolutions et perspectives des formations pour la génétique et la sélection animale

Xavier ROGNON ⁽¹⁾, Thomas HEAMS ⁽¹⁾, Alain Ducos ⁽²⁾, Régis Charpentier ⁽³⁾,
Laetitia MAGNOL ⁽⁴⁾, Gwendal RESTOUX ⁽⁵⁾, Joël RIGAL ⁽⁶⁾, Étienne VERRIER ⁽¹⁾

(1) Université Paris Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris cedex 05
Contact : xavier.rognon@agroparistech.fr

(2) École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 23 Chemin des Capelles, BP 87614, 31076 Toulouse 3

(3) LEGTPA Limoges les Vaseix, 87430 Verneuil-sur-Vienne

(4) Université de Limoges, INRAE, PEIRENE, GAMAA, Limoges

(5) Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR GABI, 78350 Jouy-en-Josas

(6) MAA, DGER inspection de l'enseignement agricole, 78 rue de Varenne 75349 Paris 07 SP

Résumé : La génétique et la sélection animale répondent à des attentes différentes à tous les niveaux des filières, avec des métiers différents, ce qui conduit inexorablement à une segmentation de son enseignement. S'il existe un risque de cloisonnement, celui-ci est atténué par les nouveaux défis qui se présentent à l'élevage : (i) l'internationalisation dont il est l'objet, notamment l'organisation de la sélection des « grandes » races, (ii) sa remise en cause dans la société, tout du moins la manière dont il est conduit et, (iii) l'avènement des nouvelles technologies notamment moléculaires et de la reproduction. Il est donc nécessaire de répondre à cette évolution en incluant dans les enseignements de nouveaux éléments de contexte en lien avec la durabilité et l'éthique mais aussi des aspects techniques. Ces approches transversales ou intégratives sont donc désormais enseignées quelles que soient les formations considérées. En particulier, l'agroécologie semble être particulièrement prégnante dans les questionnements actuels, et il est donc nécessaire de situer l'élevage dans ce contexte afin de mieux répondre aux attentes de la société et par là même répondre un certain manque d'attractivité dont font preuve les métiers des sciences animales actuellement. Les nouveaux outils pédagogiques, notamment numériques et en ligne, constituent pour cela un outil complémentaire et un atout précieux, permettant de diversifier les contenus et les intervenants afin d'aborder ces nouvelles thématiques.

Mots-clés : enseignement, génétique animale, génomique, biodiversité, évolution, agroécologie.

Introduction

La génétique animale est une discipline qui se situe à un carrefour de nouvelles opportunités techniques et de questionnements sociétaux. D'une part, le développement d'outils et méthodes en génomique, post-génomique, ainsi que l'édition du génome offrent de nouvelles approches d'investigation de la variation conduisant à un potentiel renouvellement des méthodes de sélection. D'autre part, la durabilité des élevages, l'atténuation de leurs impacts environnementaux, la préservation de la biodiversité domestique, le bien-être des animaux et les limites de notre droit à transformer le vivant sont l'objet d'une préoccupation croissante des milieux professionnels et du grand public. La disponibilité massive de données génomiques accroît le rôle de la génétique comme levier fondamental pour relever les défis alimentaires et environnementaux qui nous concernent, dans une optique de transition agroécologique. Afin d'assurer la durabilité des élevages de demain, nous devons, en tant que formateurs, donner aux étudiants les éléments pour analyser et comprendre ce contexte et les outils et méthodes qui leur permettront d'y être pleinement acteurs.

Plutôt qu'un exposé « technique » sur l'enseignement de la génétique et de la sélection, nous avons choisi de présenter le résultat de nos réflexions sur les évolutions et les défis rencontrés dans l'exercice de notre métier d'enseignant, en conservant l'esprit d'un exercice similaire antérieur (Verrier *et al.*, 2005), qui méritait bien d'être actualisé.

Nous ne traiterons ici que des formations post-bac dispensées dans les établissements publics, relevant de l'enseignement technique agricole (ETA), de l'enseignement supérieur agricole (ESA) et de l'Université. Nous prendrons en compte une grande diversité d'établissements et de publics, associant la formation initiale (BTSA, Licence Pro, Master, Ingénieur, Vétérinaire) et doctorale, ainsi que la formation continue. Nous aborderons successivement les aspects suivants : (i) l'évolution de l'organisation des cursus (segmentation et internationalisation) ; (ii) les nouveaux fronts de sciences (agroécologie et durabilité ; génomique et biotechnologies) ; (iii) l'attractivité de la formation en génétique ; (iv) les nouveaux outils pédagogiques.

Evolution de l'organisation des cursus

La segmentation

Le paysage actuel montre une grande richesse de l'offre de formation (Figure 1). La segmentation qui en résulte est essentielle afin de répondre aux multiples attentes et besoins des différentes filières animales et

de la société. Elle vise notamment à apporter un niveau de qualification et des savoir-faire adaptés aux différents métiers et à leurs débouchés.

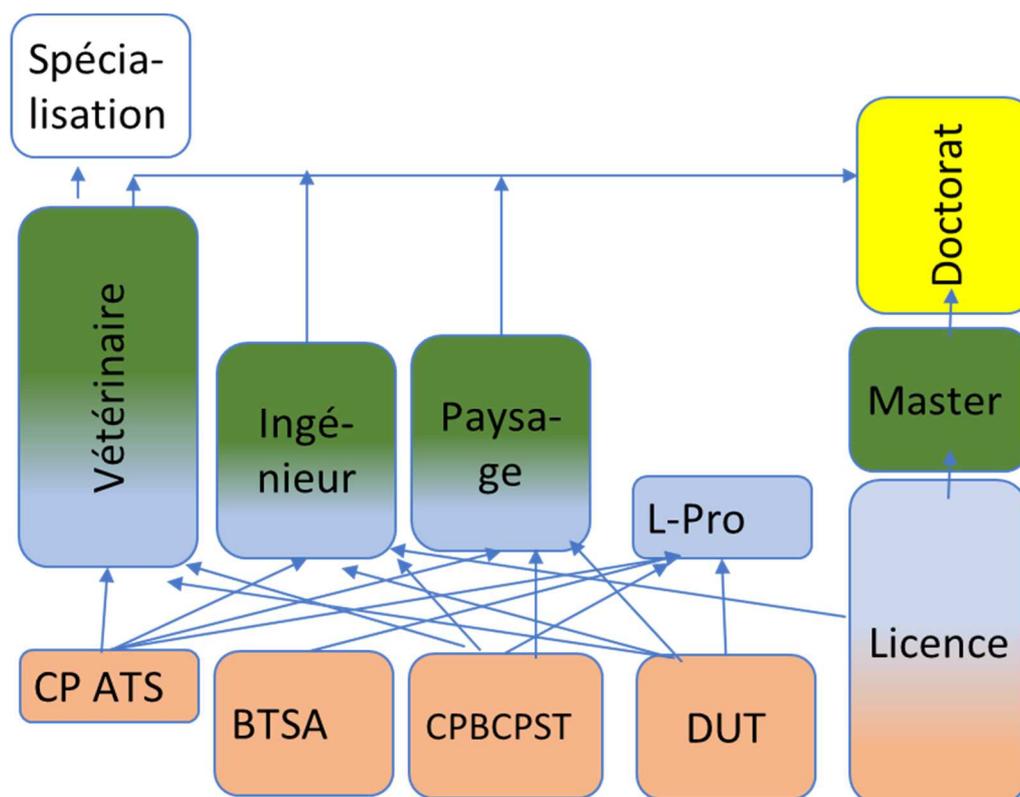


Figure 1. Les différents cursus post-bac dans l'enseignement public agricole, agronomique et vétérinaire. Le nombre d'années d'étude s'accroît de bas en haut. BTSA = Brevet de Technicien Supérieur Agricole ; CP ATS = classes préparatoires Adaptation Technicien Supérieur ; CPBCPST = classes préparatoires Biologie, Chimie, Physique et Sciences de la Terre ; DUT = Diplôme Universitaire de Technologie ; L-Pro = Licence Professionnelle.

L'existence de formations équivalentes dans plusieurs établissements peut donner une image de dispersion à l'heure où la mode est plutôt aux grands rassemblements. Par exemple, alors qu'aux Pays-Bas il n'y a qu'une seule faculté vétérinaire, à Utrecht, et une seule université agronomique (de rang mondial), à Wageningen, en France, nous dénombrons quatre écoles vétérinaires et huit écoles agronomiques publiques. Le dispositif d'enseignement supérieur français présente certes des spécificités liées à son histoire, comme l'existence de « grandes » écoles à concours d'entrée, qui peuvent être vues comme autant de forces d'inertie face au mouvement de la modernité. Voyons-les plutôt, ainsi que le maillage de plusieurs établissements sur le territoire, comme l'opportunité de maintenir une grande diversité d'approches (par les équipes pédagogiques), de savoirs et savoir-faire

(dispensés et acquis) et de profils d'étudiants (entrants et sortants). Cela permet d'apporter des visions variées, répondant aux attentes diverses des employeurs (entreprises, état, collectivités, recherche, ...) et de la société, et ainsi d'éviter la « pensée unique » !

Derrière cette richesse, il y a évidemment un risque de cloisonnement, lié à une diminution des interactions : moins de collaborations entre collègues au sein d'un même établissement, moins de collaborations avec des collègues des autres établissements, et ceci tant au niveau de l'ETA que de l'ESA. Cela peut être dû aux pressions fortes sur les évolutions de carrière des enseignants-chercheurs (ESA) ou bien à la lourdeur administrative de la gestion de groupes de plus en plus importants (ETA).

Ce manque d'interaction est particulièrement flagrant entre l'ETA et l'ESA. Par exemple, six ans après la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt, quel bilan peut-on faire de l'implication de l'ESA dans la formation, initiale ou continue, des enseignants de lycées agricoles ? Pour l'ETA, à partir de l'obligation de détenir un Master (ou équivalent) pour intégrer le corps professoral, la formation initiale est surtout axée sur les attendus des certifications antérieures. La

formation continue, quant à elle, s'est peu à peu déplacée d'une préoccupation d'actualisation disciplinaire vers des visées plus pédagogiques, didactiques, voire touchant aux grandes politiques publiques comme l'agroécologie ou le produire autrement. Cette ouverture vers des thématiques élargies a pu se faire aux dépens du socle théorique sur lequel repose la génétique animale

L'internationalisation

L'internationalisation doit être vue sous deux angles : (i) l'internationalisation de l'enseignement (Verrier et Hems, 2014) et (ii) l'internationalisation des activités de sélection et du secteur d'emploi correspondant (voir l'article de S. Mattalia *et al.* dans le présent volume).

Quel que soit le cadre (ESA, ETA, Université), l'internationalisation dans la formation passe tout d'abord par des stages, des années de césures et, sans doute plus aisément pour l'ESA que l'ETA, des semestres de formation passés à l'étranger. Les étudiants bénéficient de nombreuses opportunités pour ce faire, y compris sous la forme d'un soutien financier (bourses). Parmi les objectifs assignés par les formateurs à ces séjours à l'étranger, comme parmi les bénéfices que les étudiants déclarent en tirer, citons la découverte de nouveaux horizons, l'ouverture à des histoires et des cultures différentes, la confrontation à d'autres modes de vie et de pensée ou d'autres façons d'envisager et d'organiser les formations, et, bien sûr, la pratique régulière d'une langue étrangère.

La construction de formations internationales est principalement le fait de l'ESA, notamment dans le cadre des dispositifs européens *Erasmus-Mundus* puis *Erasmus +*. Dans le domaine de la génétique animale, signalons le *European Master of Animal Breeding and Genetics* (<https://www.emabg.eu>), créé en 2007, coordonné dans un premier temps par l'Université de Wageningen (WUR) évoquée plus haut et aujourd'hui par l'université agronomique de Vienne (BOKU). Depuis sa création, cette formation dispensée entièrement en anglais recrute entre 15 et 30 étudiants issus de pays européens comme non-européens, pour un cursus de deux ans avec un séjour dans deux

établissements différents parmi les six du consortium. Avec un sous-ensemble de ce consortium, AgroParisTech a coordonné de 2010 à 2019 un programme doctoral européen (<http://www.egsabg.eu>) durant lequel 36 doctorants de 23 pays différents ont conduit une thèse en co-tutelle impliquant une mobilité géographique entre deux établissements.

La construction de ces cursus internationaux a été en partie motivée par l'internationalisation croissante des activités de sélection animale. Cela fait des décennies que certaines races « cosmopolites » sont gérées à l'échelle mondiale, comme la race équine Pur-Sang Anglais ou la race bovine Holstein, pour laquelle l'instance d'évaluation internationale *Interbull* (<https://interbull.org>) est un opérateur incontournable. Les entreprises de sélection avicole ou porcine, relativement peu nombreuses aujourd'hui, sont en compétition à l'échelle mondiale. Tous ces opérateurs ont recruté des généticiens issus de pays différents, qui travaillent dans une ambiance multiculturelle et à destination de marchés trans-nationaux.

Cette internationalisation n'est toutefois pas exclusive de l'émergence de demandes, voire de défis, plus territorialisés, comme l'adaptation à des milieux changeants ou la gestion de la diversité génétique en tant que composante de la résilience des systèmes d'élevage (voir par exemple Mandonnet *et al.*, 2020). Il est ainsi nécessaire de concilier une approche internationale dans le sens d'une uniformisation des marchés et des opérateurs avec une internationalisation synonyme de diversités qui se doivent d'être conservées pour répondre à des demandes de plus en plus locales des consommateurs.

Les fronts de science

Agroécologie et durabilité

Le développement de l'agroécologie, de sa conceptualisation à sa mise en œuvre progressive à plus ou moins grande échelle, concerne évidemment la génétique animale et la sélection (voir, par exemple, Tixier-Boichard *et al.*, 2015). C'est ainsi une évolution

de paradigme qu'a connu l'enseignement dans ce domaine, qui peut être résumée par un « slogan » retenu il y a quelque temps par le département de génétique animale de l'INRA (aujourd'hui INRAE) : passer de la recherche d'une « génétique optimale » à

la question de « quelle génétique, dans quel système d'élevage, pour quel produit, dans quel territoire ? ». En ce sens, un vrai travail a été mené dans les enseignements pour passer de « comment atteindre un objectif de sélection simple et focalisé sur la production » à « comment sélectionner sur une pluralité de critères en partie liés à des contraintes externes à la production ».

En effet, l'insertion de l'enseignement de la génétique animale dans le cadre de l'agro-écologie prend en compte une dimension territoriale (échelle locale) et sa déclinaison opérationnelle. Par « opérationnel », nous entendons des éléments localement adaptés (animaux, pratiques), voire adoptés (Couix *et al.*, 2016). A titre d'exemple, les exploitations des établissements agricoles, bien intégrées dans leurs territoires, jouent un rôle opérationnel de premier plan : par le choix des espèces, des races ou des types génétiques, et par leurs pratiques d'élevage et conduites résilientes, elles donnent à voir le rôle que l'ETA peut jouer dans les liens entre des préoccupations locales, territoriales (ou politiques nationales) et des enseignements contextualisés de la génétique.

C'est l'occasion de faire réfléchir les étudiants à une démarche de co-construction d'une génétique adaptée. A la logique du choix du « meilleur animal » (y

compris dans les transferts Nord-Sud), se substitue une action fondée sur la diversité présente que nous devons alors gérer (conservation) et valoriser. En lien avec les cinq principes de l'agroécologie pour les productions animales (Dumont *et al.*, 2014), cela passe par la mise en avant de deux facteurs-clés de la durabilité :

- Le maintien d'une diversité entre populations, qui permet une adaptation à un grand nombre de conditions de milieu et de pratiques différentes.
- Le maintien d'une diversité intra-population et la recherche de complémentarités entre individus pour améliorer la résilience de groupes soumis à des aléas de diverses natures, en gérant une diversité de profils génétiques au sein d'un même système.

Il nous faut, ainsi, insister sur la place et le rôle de la biodiversité animale dans le développement de nouvelles pratiques et de nouveaux systèmes d'élevage et développer les notions de produire différemment, localement et durablement : « penser à nourrir sa population avant (éventuellement) de penser à nourrir le monde ». A titre d'exemple, à partir de l'année 2021-2022, le master européen de génétique animale, et notamment sa composante française « PRIAM » (voir plus haut), comprendront un enseignement spécifique au développement durable tel que défini par l'ONU.

Génomique, biologie et biotechnologies

Le paysage de la génétique est en forte évolution, avec le développement de la génomique et des disciplines associées : biologie moléculaire, bioinformatique, biostatistiques. L'intégration nécessaire de ces disciplines ne doit pas faire oublier que la génétique quantitative et la génétique des populations demeurent un socle incontournable. Permis par la génomique, le développement de méthodes de plus en plus sophistiquées, pour la caractérisation de la diversité ou l'évaluation génétique des animaux, induit des métiers de plus en plus techniques. L'enseignement des savoir-faire doit donc suivre, ce qui est possible notamment grâce à un lien fort avec la recherche. Nos enseignements doivent ouvrir aux conséquences sociales de cette technicisation des métiers, comme par exemple l'évolution de la place des éleveurs dans les dispositifs d'amélioration génétique des animaux.

Au-delà de ces aspects méthodologiques, la génétique demeure une science biologique. Les nouveaux outils d'analyse nous permettent de dévoiler et de comprendre des phénomènes longtemps ignorés, comme l'épigénétique, ainsi que les interactions entre le génome d'un organisme et le génome des très nombreux microorganismes qu'il héberge en son sein (se reporter à l'article de C. Rogel-Gaillard dans le

présent volume). En d'autres mots, nous sommes invités dans notre modélisation des variations observées à faire ressortir certains éléments de la boîte noire dans laquelle nous déversons l'étendue de notre méconnaissance et que nous désignons pudiquement « la résiduelle du modèle ». A tout le moins, il nous incombe d'apporter des connaissances actualisées sur les mécanismes biologiques afin que les étudiants ne perdent pas de vue la dimension réductrice des modèles statistiques face à la complexité du vivant. Nous sommes toujours dans la dialectique ancienne entre plusieurs propriétés recherchées dans un modèle, à savoir sa proximité avec la réalité, sa simplicité opérationnelle, et sa robustesse. Si le curseur s'est sans conteste déplacé vers une plus grande complexité, avec l'intégration de facteurs toujours plus nombreux, il est utile de rappeler que les modèles parcimonieux sont les plus robustes. Ces nouvelles approches sont ainsi complémentaires d'approches plus anciennes et plus réductrices, et leur enseignement doit s'appuyer sur une acquisition préalable des « fondamentaux » de la génétique quantitative et des populations.

La sélection animale est un secteur d'activité qui utilise à l'envi certaines biotechnologies de la reproduction, soit à très large échelle du fait d'une

bonne efficacité et d'un coût modéré, comme l'insémination artificielle, soit lors de certaines étapes stratégiques des programmes, comme le prélèvement d'ovocytes et la fécondation *in vitro*. Depuis les années 1990, le clonage somatique a été mis au point sur une large gamme d'espèces domestiques mais fait l'objet d'un moratoire en Europe pour tout usage en élevage. Plusieurs biotechnologies du génome sont disponibles, tout en étant elles-aussi sous le coup d'un moratoire, depuis la transgénèse des années 1980 jusqu'à la récente « édition du génome » *via* CRISPR-Cas9 (pour une synthèse sur cette technique, voir Ducos 2020). N.B. Nous excluons du champ des biotechnologies la sélection génomique évoquée plus haut car, ici, on ne fait que lire le génome, on ne le manipule pas.

L'usage de ces biotechnologies soulève toute une série de questions, y compris de nature sociale et éthique. Notre rôle d'enseignants est d'abord de présenter les différents termes du débat afin que les étudiants puissent cerner les facteurs qui conditionnent l'application en élevage d'une biotechnologie donnée et qu'ils en fassent leur propre synthèse. Ceci n'exclut pas l'importance de savoir « se mouiller » face à des questions précises. Force est de constater que deux visions sensiblement différentes s'expriment chez les enseignants, enseignants-chercheurs et chercheurs, pour ne pas dire qu'elles s'opposent. Cette controverse peut être résumée ainsi (Verrier, 2020) :

- Une première vision consiste à faire le bilan des résultats escomptés et des risques encourus suite à l'usage d'une biotechnologie donnée : « les organismes qui en sont issus ont-ils des caractéristiques intéressantes en agriculture et pour les filières ? Présentent-ils un risque pour l'environnement (de dissémination par exemple) ? Leurs produits peuvent-ils être consommés sans danger ? En d'autres mots, la fin justifierait tous les moyens possibles. »

- Dans une seconde vision, on considère qu'il faut apprécier à la fois la fin et les moyens. Ces derniers, en effet, « ont des conséquences sociales importantes, notamment dans les jeux d'acteurs. [...] Avec les biotechnologies [de clonage et d'édition du génome] on est en droit de se demander ce que demeurerait la place des éleveurs dans le processus, quel serait le modèle économique sous-jacent, quel droit de regard les citoyens auraient-ils, etc. ».

Pour une présentation plus détaillée des considérations éthiques qui entourent l'usage des nouvelles biotechnologies, le lecteur pourra utilement se reporter à Ducos (2020) et Heams (2020).

Cette opposition entre ces deux manières d'aborder l'usage des biotechnologies n'est pas sans lien avec les questions relatives à l'agroécologie évoquées plus haut. D'un côté, on peut voir une biotechnologie comme une opportunité de donner naissance à des animaux qui se « couleront » dans des conditions d'élevage définies *a priori* et maîtrisées autant que possible. De l'autre côté, on va plus miser sur l'adaptation des animaux aux aléas de l'élevage et sur des pratiques favorisant la résilience des troupeaux. La perception que nous avons des animaux est en définitive sous-jacente à tous ces débats : animaux technicisés ou animaux formant en eux-mêmes un écosystème et faisant partie d'un écosystème plus vaste. Les regards sur les animaux évoluent, et vite, dans nos sociétés, et il s'agit là d'un véritable enjeu pour la formation en génétique animale dans les années à venir. D'une manière plus générale, l'enseignement des sciences animales se doit d'aborder des thématiques et des domaines plus larges qu'auparavant, alors que les volumes horaires impartis vont plutôt dans le sens d'une diminution que d'un accroissement.

L'attractivité des formations

Nous assistons de plus en plus à une cohabitation de publics variés, ce qui est à la fois intéressant et motivant (pour les échanges entre étudiants dans les groupes et avec les enseignants), même si cela peut être potentiellement une source de tension. Souvent, au moins dans les cursus agronomiques et vétérinaires, les étudiants nous interpellent sur notre métier, notre discipline. A tort ou à raison, la génétique est vue comme un des instruments de l'intensification des productions comme du mal-être animal. Cela concerne notamment les formations allant à bac+5 (masters, ingénieurs, vétérinaires). Cela est moins perceptible dans les formations de Licence professionnelle ou de BTS, où les étudiants viennent avec un intérêt fort pour les productions animales. Dans ce contexte, il nous

faut montrer que la génétique est un levier au service d'objectifs diversifiés, tels que le développement de systèmes d'élevage s'inspirant des principes de l'agroécologie et donc plus durables. Il nous semble aussi essentiel d'insister, dans nos formations, sur l'importance et le rôle de la biodiversité domestique. Lorsque l'élevage s'intègre dans un territoire bien défini, y exploitant ses ressources et les races que les hommes y ont façonnées, il peut contribuer à une autonomie alimentaire et assurer un développement durable, économiquement, écologiquement et éthiquement, probablement plus en accord avec les attentes de nos sociétés actuelles, rendant son enseignement plus attractif.

Un autre point de tension réside dans l'évolution des publics d'étudiants : une baisse des candidats pour les masters avec les termes « génétique » ou « génétique animale » dans leurs intitulés. En réaction, certaines formations ont modifié leurs noms en y supprimant notamment le mot génétique. Pourtant, les emplois existent et les besoins de formation sont importants (voir les articles de Mattalia *et al.* et de Rogel-Gaillard

dans le présent volume). Nous ne devons pas lâcher notre ambition de former des jeunes pour un secteur d'activité particulièrement innovant ! Il nous faut sans doute aussi aller vers d'autres horizons et associer, dans l'enseignement, des notions telles que l'agroécologie, la durabilité ou le bien-être animal et de traiter, au côté des animaux d'élevage, les animaux de compagnie ou les animaux sauvages (Encadré 1).

Encadré 1. Trois exemples d'évolutions des formations

Le parcours de Master PRIAM (M2-Predictive and Integrative Animal Biology) a fait évoluer son contenu vers la biologie intégrative. En 2015 en France, il s'agissait sans doute d'une des toutes premières initiatives, à ce niveau d'étude, pour agréger des apports de sciences animales autres que la génétique et la sélection, comme la physiologie et le comportement, dans une perspective de durabilité.

A sa création, la *Licence Professionnelle AGE (Audit et Génétique en élevage)* était centrée sur la génétique. Depuis trois ans, la notion « d'audit en élevage » est

très présente dans cette licence, afin de former les étudiants au conseil aux éleveurs, pour qu'ils soient plus en phase avec l'évolution de leurs métiers, et une mise en avant des aspects liés au bien-être animal.

Depuis quelques années, les formations de *BTS Productions Animales* comportent un fil rouge autour des notions de génétique, conduite d'élevage, santé et alimentation. Les notions d'agroécologie, de bien-être, etc. seront encore plus intégrées dans la réforme des programmes en cours de préparation (application d'ici 2023).

Enfin, la prise en compte de la diversité des espèces et des filières (ruminants, équidés, porcs, volailles, espèces aquacoles, animaux de compagnie, animaux sauvages, ...) est un véritable défi. Les programmes de sélection des bovins laitiers fournissent un grand nombre de nos illustrations dans nos enseignements, notamment car ils permettent d'aborder de façon très renseignée toute une palette de sujets. Les étudiants sont évidemment demandeurs d'un élargissement, qui se heurte parfois au nombre limité d'heures de formation disponibles. Cette difficulté est particulièrement nette dans les formations de tronc commun, dans lesquelles l'accent est mis sur les principes et les méthodes, et qui ne permettent pas, faute de temps, de multiplier les illustrations. Les travaux personnels, travaux de groupes, ainsi que les stages, sont alors un moyen permettant cet élargissement (valable pour tous les cursus).

Toutefois, la réalité des enseignements est souvent plus diversifiée qu'il n'y paraît, ou telle que perçue par les étudiants... C'est un point de vigilance qui demeure, sans doute à des degrés variables selon l'établissement, le cursus et le niveau de spécialisation. Il faut distinguer les enseignements de base d'amélioration génétique, s'appuyant sur un nombre réduit d'exemples très pédagogiques, et les enseignements plus spécialisés qui permettent d'élargir le spectre des espèces et filières étudiées. On notera aussi que l'importance du modèle « bovins laitiers » est potentiellement moins forte dans certaines formations plus techniques (ex. BTSA, licence pro) qui impliquent un lien plus étroit avec les réalités de terrain. Ces formations s'appuient beaucoup, pour les exemples et les applications, sur les filières développées dans le contexte régional.

Les nouveaux outils pédagogiques

Le développement des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) offre des opportunités intéressantes pour faire évoluer nos méthodes pédagogiques (Restoux *et al.*, 2018). Ceci peut prendre plusieurs formes différentes plus ou moins élaborées :

- Mise en ligne de ressources déjà existantes : polycopiés rédigés, diaporamas, exercices, etc.
- Création de pages dédiées offrant un parcours qu'il est possible de suivre à sa guise et à son rythme.

- Création de modules d'enseignement avec inscription, tutorat à distance et évaluation : MOOC (*Massive Open Online Course*), SPOC (*Small Private Online Course*).

Ces outils présentent des intérêts multiples : (i) ils permettent de diversifier les méthodes et les approches pédagogiques ; (ii) ils offrent l'opportunité de mieux associer les collègues chercheurs à nos formations ; ils offrent l'opportunité d'intéressants compléments pour

approfondir, réviser, accueillir des publics n'ayant pas suivi le même cursus, etc. Conjonctuellement (nous espérons !), ils ont constitué une aide précieuse lors des périodes de confinement que nous avons connues en 2020 et 2021. En particulier, l'usage massif de la visioconférence en direct imposé par les circonstances et l'appropriation de cet outil par les enseignants et les apprenants, ont montré qu'il était finalement possible de faire facilement appel à des intervenants extérieurs. Ceci permettra de diversifier les approches et les points de vue à l'avenir

Nous pensons toutefois que ces outils ne doivent être considérées que comme des compléments : en aucun cas ils ne doivent devenir l'alpha et l'oméga de l'enseignement ! Le maintien des interactions entre enseignants et étudiants, les partages d'expériences, les débats et les controverses, les études sur le terrain, la pratique, etc. sont irremplaçables ! L'enseignement « en présentiel » procure également des occasions de moments conviviaux et, eux aussi, sont indispensables.

Conclusion

En définitive, il ressort une grande diversité, tout à la fois, des publics et des attentes (entre et au sein des auditoires), des cursus, des métiers et des besoins, ainsi que des attentes sociétales. Savoir repérer les convergences et savoir gérer les divergences constituent deux défis majeurs du métier d'enseignant. Nous trouvons là également un des attraits, sinon des

beautés, de notre métier : s'efforcer d'atteindre son auditoire dans toute sa diversité, préparer les étudiants à leurs futurs métiers, et contribuer à forger leur capacité individuelle à tenir leur rôle de citoyens, à participer aux débats, et à peser sur les choix de société.

Références

- Coux N., Gaillard C., Lauvie A., Mugnier S., Verrier E. (2016) Des races localement adaptées et aussi adoptées, une condition de la durabilité des activités d'élevage. *Cahiers d'Agriculture* 25, 650009
- Ducos A. (2020) Les nouvelles techniques d'amélioration génétique : l'« édition » des génomes. In E. Verrier, D. Milan, C. Rogel-Gaillard (coord.) *Génétique des animaux d'élevage – Diversité et adaptation dans un monde changeant*, Quae Editions, 205-224.
- Dumont B., González-García E., Thomas M., Fortun-Lamothe L., Ducrot C., Dourmad J.Y., Tichit M. (2014) Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal* 8, 1382-1393.
- Heams T. (2020) Éthique et amélioration génétique animale. In E. Verrier, D. Milan, C. Rogel-Gaillard (coord.) *Génétique des animaux d'élevage – Diversité et adaptation dans un monde changeant*, Quae Editions, 241-256.
- Mandonnet N., Alexandre G., Tixier-Boichard M. (2020) Quelle(s) génétique(s) pour quels systèmes d'élevage face au changement global. In E. Verrier, D. Milan, C. Rogel-Gaillard (coord.) *Génétique des animaux d'élevage – Diversité et adaptation dans un monde changeant*, Quae Editions, 137-151.
- Restoux G., Verrier E., Heams T., Calvel P., Rognon X. (2018) Online training for a diversified audience: some achievements and some lessons learned. *11th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Auckland, February 12-16, 2018.
- Tixier-Boichard M., Verrier E., Rognon X., Zerjal T. (2015) Farm animal genetic and genomic resources from an agroecological perspective. *Frontiers in Genetics* 6, 153.
- Verrier E. (2020) De la domestication à la sélection génomique : une brève histoire de la sélection animale. In E. Verrier, D. Milan, C. Rogel-Gaillard (coord.) *Génétique des animaux d'élevage – Diversité et adaptation dans un monde changeant*, Quae Editions, 29-46.
- Verrier E., Jussiau R., Le Roy P., Gastinel P.L., Ducos A., Journaux L., Lagarrigue S., Mambrini M., Mattalia S., Montméas L., Papet A., Rognon X. (2005) Former pour l'amélioration génétique : questions anciennes et nouveaux défis. *Rencontres Recherches Ruminants* 12, 41-47.
- Verrier E., Heams T. (2014) Interdisciplinarity, internationalisation, interculturality: three challenges for training in animal breeding and genetics in Europe. *10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Vancouver, August 17-22, 2014.



Étudiants de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse en formation pratique sur un chantier de tonte chez un éleveur-sélectionneur en race Tarasconnaise. Les tondeurs sont des professionnels et les étudiants avaient comme mission d'attraper les animaux et de les mettre en position. Fontenilles (Haute-Garonne), avril 2019, © A. Ducos.



Étudiants de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse en visite dans un élevage de vaches laitières par temps de pandémie. Centre de formation de Bernussou (Chambre d'agriculture), Villefranche-de-Rouergue (Aveyron), septembre 2020, © A. Ducos.

Formation pour les opérateurs de la sélection : évolutions des pratiques et anticipation des besoins

Sophie MATTALIA ⁽¹⁾, Mickaël BROCHARD ⁽²⁾, Thierry BURLLOT ⁽³⁾

(1) Institut de l'Élevage, Université Paris Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI Bat 211, 78350 Jouy en Josas

Contact : sophie.mattalia@idele.fr

(2) Groupe UMOTEST, CS 10002, 01250 Ceyzériat (adresse actuelle : Institut de l'Élevage, Paris)

(3) Novogen, 5 rue des Compagnons, 22960 Plédran

Résumé : La formation des opérateurs de la sélection animale joue un rôle primordial pour l'efficacité des dispositifs génétiques. Elle concerne les entreprises et les structures nationales qui les accompagnent, mais aussi en ruminants les éleveurs, qui jouent un rôle actif dans les dispositifs. En bovins laitiers, la sélection génomique illustre son importance pour aider les opérateurs à anticiper les futures ruptures technologiques. Actuellement, la formation est d'autant plus essentielle que l'accès à des informations moléculaires de plus en plus abondantes et diversifiées ouvre de nouvelles perspectives d'applications pour la sélection et que les nouvelles technologies se diffusent de plus en plus rapidement. Les défis à relever pour les opérateurs sont nombreux. En particulier se pose la question de la création d'animaux adaptés à une diversité grandissante de systèmes de production. L'anticipation des besoins à moyen terme nécessite des interactions fortes avec les autres disciplines agronomiques. Le format des formations évolue lui aussi, avec des modes plus participatifs et l'intégration du numérique, qui offre de nouvelles opportunités de diffuser le savoir-faire et devient incontournable pour garantir l'acceptabilité de nos travaux.

Mots-clés : : formation, génétique animale, sélectionneurs, éleveurs.

Introduction

La sélection animale repose sur des dispositifs collectifs ou privés selon les filières, avec des acteurs de différentes natures. Depuis la structuration des dispositifs génétiques dans les années 1960, les opérateurs ont pu bénéficier de formations qui leur ont permis d'anticiper les évolutions techniques, pour une

mise en œuvre efficace et raisonnée de la sélection. Dans cet article, nous nous questionnerons sur les publics cibles de ces formations, les demandes actuelles et les besoins que l'on peut anticiper au travers des expériences du terrain, et sur l'adaptation des dispositifs de formations à la diversité des publics.

Le public cible des formations en génétique animale

Des dispositifs génétiques adaptés à la biologie des populations

La prise en compte des trois paramètres fondamentaux pour l'efficacité de la sélection (taille des populations, intensité de la sélection, intervalle entre générations), le coût d'élevage des animaux, la taille des élevages déterminent fortement la structuration différente des dispositifs génétiques entre ruminants et monogastriques (Verrier, 2020).

En ruminants, la sélection est fondée sur des dispositifs collectifs et en race pure, avec une participation active des éleveurs au contrôle de performances, à l'enregistrement des généalogies et dorénavant au génotypage des animaux. L'orientation de la sélection

est décidée par les Organismes de Sélection (OS) responsables du dispositif pour les populations qu'ils gèrent et dont les conseils d'administration sont majoritairement composés d'éleveurs. Les accouplements sont réalisés avec des mâles d'insémination sélectionnés par les Entreprises de Sélection (ES) ou de monte naturelle. Hormis quelques exceptions en bovin, les évaluations génétiques d'une race donnée sont réalisées sur l'ensemble des données disponibles. Ainsi, les index au sein d'une race sont un langage commun entre éleveurs et techniciens quel que soit leur organisme (Figure 1).



Figure 1. Éleveur de vaches Montbéliardes échangeant avec le technicien de son organisme de sélection lors de l'élaboration du plan d'accouplements de son troupeau. © UMOTEST.

A l'inverse, la sélection avicole repose sur un schéma pyramidal, dans lequel plusieurs lignées sont sélectionnées par des firmes détentrices exclusives du patrimoine génétique. Les animaux issus de croisement terminal produits par le réseau des éleveurs multiplicateurs sont ensuite élevés par les éleveurs-producteurs. Ces derniers n'interviennent donc jamais dans la sélection des animaux qu'ils élèvent. Les évaluations génétiques sont conduites en interne par les firmes, à partir de données collectées dans les élevages en sélection ou multiplicateurs.

Comme pour la volaille, le dispositif porcin est pyramidal. Le rôle des éleveurs dans la sélection est limité aux éleveurs sélectionneurs, qui sont représentés dans les conseils d'administration des Etablissements de la Sélection Porcine (ESP) créés suite à la mise en place du Règlement Zootechnique Européen et à la disparition des Livres Généalogiques Porcins Collectifs. Les ESP couvrent environ 75% de la production française, les 25% restants étant assurés par des firmes privées comparables à la situation avicole (Bidanel *et al*, 2018).

Une grande diversité des publics formés

Dans ce contexte, les cibles des formations en génétique sont en partie différentes selon les filières. En élevage monogastrique, elles se concentrent sur le personnel et l'encadrement des structures responsables des dispositifs génétiques, les interprofessions et les instituts techniques, alors qu'elles doivent aussi couvrir l'étage des éleveurs dans les filières des ruminants.

Selon les niveaux, les types de formations, les enjeux ne sont pas les mêmes. Les ingénieurs des opérateurs de la sélection et instituts techniques ont pour beaucoup reçu une formation initiale assez poussée, allant parfois jusqu'à la thèse. Dans un secteur où les techniques évoluent très rapidement, les ingénieurs et techniciens doivent être capables d'interpréter les

nouveaux résultats pour optimiser les choix, voire être actifs dans la construction des programmes pour répondre à de nouveaux besoins (sélection de nouveaux caractères par exemple) et développer des outils innovants (évaluations génétiques, plans d'accouplements...). Pour les professionnels impliqués dans l'orientation des dispositifs génétiques, il s'agit de disposer des informations nécessaires à la décision et à l'anticipation des grandes évolutions.

Au niveau des éleveurs de ruminants, il s'agit tout d'abord d'entretenir la motivation pour une participation active au dispositif collectif, qui peut être vécue comme contraignante par certains, notamment lorsque les troupeaux s'agrandissent et quand certains équipements ne rendent plus nécessaire le passage

d'un technicien pour accéder à des performances (robots de traite par exemple). La collecte de nouvelles informations pour développer des évaluations sur de nouveaux caractères nécessite aussi la mise en œuvre de formations spécifiques dans des réseaux d'éleveurs volontaires. Enfin et d'une manière générale, les éleveurs doivent être capables d'intégrer une

information toujours plus diversifiée, avec de plus en plus de caractères évalués, auxquels s'ajoutent de « nouvelles » notions telles que la variabilité génétique, les gènes particuliers... Mal maîtrisée, cette complexité peut générer des décisions parfois incohérentes et contre-productives (Martin-Colado *et al*, 2018).

Evolution des thématiques

L'intégration des résultats de la recherche : exemple de la sélection des bovins laitiers

En bovins laitiers, le dispositif génétique est resté stable jusqu'en 2009. Il reposait sur i) l'accouplement de reproducteurs d'élite en élevage, ii) la sélection de jeunes mâles « de testage » par les ES, contrôlés sur descendance dans un premier temps, iii) une large diffusion des meilleurs d'entre eux. Au cours du temps, les principales améliorations ont porté sur les modèles d'évaluation et sur l'intégration de nouveaux caractères (composition du lait, morphologie, puis caractères fonctionnels).

Valorisant les techniques de lecture de l'ADN issues de la découverte de la PCR, le premier programme de sélection assistée par marqueurs (SAM) a été lancé en 2001 en bovins laitiers. Puis grâce à un effort de

recherche public-privé conséquent (GIS AGENAE) et bénéficiant des retombées du séquençage du génome humain en 2001, le génotypage de marqueurs SNP et l'évaluation génomique ont permis de généraliser la sélection génomique aux taureaux des races bovines laitières nationales (Holstein, Normande et Montbéliarde) dès 2009 puis aux femelles en élevage dès 2011 et aux autres races laitières en 2015. En l'espace de 2-3 ans, le testage a totalement disparu, les taureaux diffusés étant présélectionnés sur la base d'informations génomiques. Le génotypage des femelles connaît une progression de 20 à 30% par an et concerne actuellement 20% des génisses, ce taux de pénétration atteignant 60% dans certains secteurs et races (Figure 2).

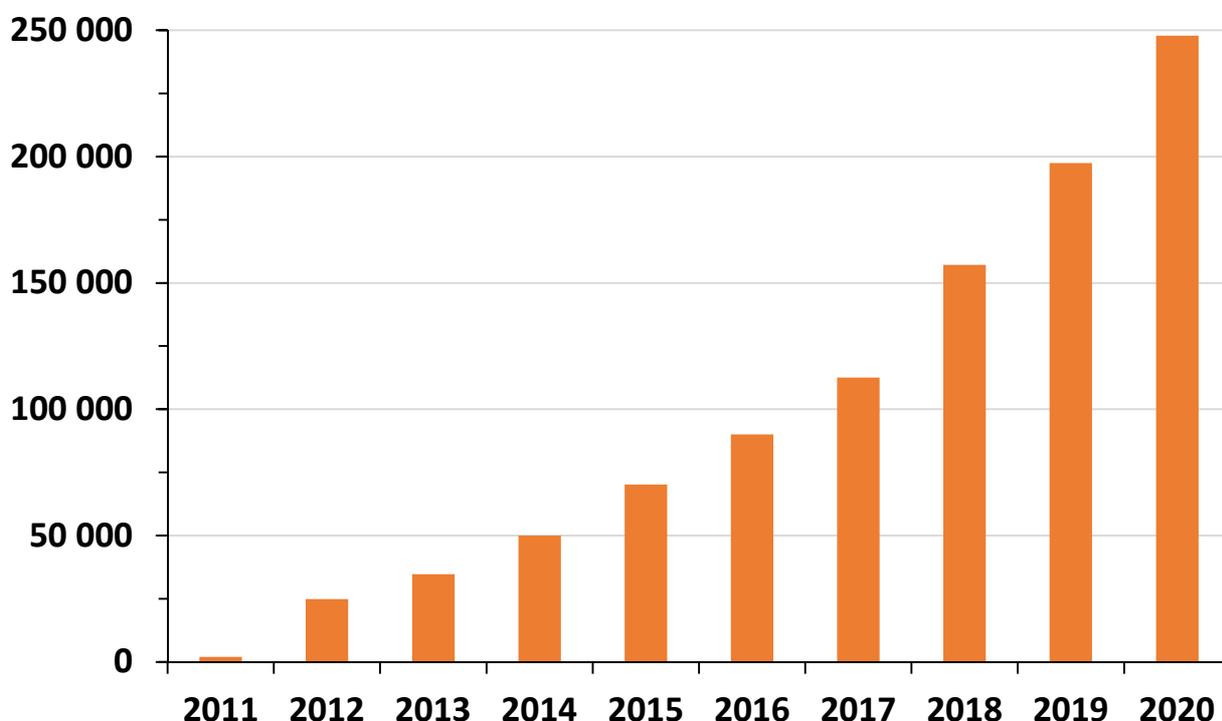


Figure 2. Effectif annuel de femelles génotypées à la demande des éleveurs (cumul des trois races bovines laitières Holstein, Normande et Montbéliarde). Source : Valogène.

La rapidité d'intégration de la sélection génomique a été rendue possible grâce à une association forte entre la recherche et le monde professionnel, en tout premier lieu les ES, ce qui a permis de partager une vision commune sur les gains potentiels générés par cette nouvelle approche. Elle a reposé sur un dialogue permanent entre chercheurs et professionnels, dans lequel la formation et l'information constante sur

l'avancée des travaux ont joué un rôle primordial. Pour les entreprises, et ce même si rétrospectivement le pas de temps a été relativement rapide, un investissement portant sur plusieurs millions d'euros ne pouvait être envisagé sans une équipe d'encadrement à même de mesurer les enjeux et sans des professionnels aux esprits éclairés et confiants dans les résultats escomptés.

Les questions posées par la sélection génomique dans les autres filières

Dans un contexte très concurrentiel, une entreprise de génétique animale doit répondre à des enjeux souvent complexes pour rester compétitive. La problématique dépend de l'espèce concernée, même si les éléments fondamentaux sont similaires.

La sélection génomique est un levier important pour répondre aux besoins des opérateurs de la sélection. Sa mise en place en bovins laitiers a montré l'intérêt d'utiliser les jeunes taureaux sans contrôle de descendance, réduisant ainsi l'intervalle entre générations (Schaeffer, 2006). Grâce à elle, la création de populations de référence pour l'évaluation de nouveaux caractères devient aussi beaucoup plus envisageable que dans le passé. Cependant, la transposition aux autres schémas n'est pas évidente.

Chez les petits ruminants se pose la question du coût du génotypage ramené à la valeur de l'animal. Pour être rentable, le génotypage doit être valorisé à de multiples fins : évaluations génomiques, mais aussi gestion de gènes majeurs (ex : tremblante ovine), vérification des parentés voire directement assignation de parentés.

Pour les monogastriques, le gain génétique espéré en lignées pures peut probablement être amélioré en augmentant l'intensité de sélection (Dekkers, 2007), mais l'avantage sur les populations croisées dans différents environnements doit encore être démontré. Une possibilité serait d'utiliser efficacement la sélection génomique pour estimer des valeurs génétiques des candidats de lignées pures pour le potentiel de performances en croisement.

Une recherche fondamentale toujours plus abondante

L'exemple de la sélection génomique en bovins laitiers montre la rapidité avec laquelle les résultats de la recherche fondamentale peuvent impacter les activités des filières génétiques. Les techniques un temps accessibles uniquement aux chercheurs peuvent se démocratiser très vite. Ainsi, le séquençage complet d'un animal, initialement d'un coût prohibitif pour un opérateur privé, devient de plus en plus accessible (moins de 1000 € actuellement en bovins). Par ailleurs, le spectre des travaux de recherche en génétique animale est de plus en plus large. Les capacités bioinformatiques et les progrès réalisés par les plateformes analytiques (données omiques de diverses natures) permettent d'intégrer une diversité grandissante d'informations pour la compréhension du déterminisme de l'expression des caractères. L'amélioration des connaissances sur la régulation du génome, sur les interactions de celui-ci avec son

environnement, sur le rôle du microbiome, de l'épigénétique, etc. ouvrent de nouvelles perspectives en termes d'applications, qu'elles soient directement liées à la sélection (recherche de mutations causales, croisement, interactions entre gènes, place du non codant...), mais aussi pour la conduite des animaux. Demain, les acteurs encadrant les structures professionnelles (instituts techniques, responsables d'entreprises) devront intégrer ces nouvelles notions, en plus des éléments fondamentaux de génétique quantitative toujours aussi indispensables pour la gestion des populations. Les futures innovations génomiques devront être non seulement maîtrisées d'un point de vue de leur utilisation en sélection, mais aussi s'accompagner d'une réflexion sur les enjeux éthiques et sociétaux que certaines d'entre elles peuvent poser (ex : édition du génome).

Les biotechnologies de la reproduction : une thématique associée à la génétique

La gestion de la reproduction est également un élément essentiel de la création du progrès génétique et sa diffusion. C'est pourquoi les biotechnologies de la reproduction sont depuis toujours associées aux travaux de recherche en génétique animale, et sont

intégrées dans le transfert de connaissances auprès des opérateurs de la sélection.

Ainsi, pour plusieurs espèces, un des deux sexes a moins ou pas d'intérêt dans les élevages de production.

Pour la sélection des poules pondeuses, l'élimination des poussins mâles, car non rentable, pose des problèmes éthiques dans nos sociétés occidentales. La différenciation sexuelle étant portée par les femelles, une technologie possible serait le sexage dans l'œuf avant ou au début d'incubation. En bovins laitiers, la semence sexée permet aux éleveurs de disposer pour

le renouvellement de leur troupeau de suffisamment de génisses issues des meilleures mères de leur cheptel. Souvent associée au génotypage des femelles en élevage, cette technique, déjà opérationnelle, génère des évolutions importantes en termes de conseil en accouplement.

Intégrer une diversité croissante de systèmes de production

Les demandes de la société et des consommateurs sont de plus en plus traversées par des tendances et injonctions multiples, paradoxales, voire contradictoires, dont Blezat Consulting *et al.* (2017) dressent un panorama prospectif complet : recul de la place des protéines animales, durabilité, alimentations particulières ou communautaires, digitalisation, proximité, faire soi-même, prêt-à-manger, ... La crise sanitaire liée à la pandémie de la Covid-19, chamboule encore un peu plus ce paysage déjà complexe avec à court terme une croissance forte du « manger français » et la chute de la restauration hors-domicile. Pure conjoncture ou accélérateur de tendances ? Nul ne le sait à ce stade, mais les scénarios sont clairs (FranceAgriMer, 2020), nous sommes face à un secteur qui change et qui se complexifie. Force est de constater qu'en réponse à cette diversification des attentes, les modes de production des filières d'élevage se diversifient : de productions locales en circuits courts, à des productions intensives (en France ou à l'étranger) tentant de s'adapter aux cours mondiaux des denrées agricoles, en passant par une part élevée de production sous SIQO et/ou label AB.

A la diversification des filières de production s'ajoute une réorientation agro-écologique progressive des modes de production en France, notamment afin de conjuguer les performances économique, environnementale et sociale à l'échelle de l'exploitation et au niveau collectif. Cette orientation induit une diversification des systèmes d'élevage par une adéquation plus forte aux spécificités pédoclimatiques locales. Les filières génétiques sont face à un défi que l'on pourrait résumer par une « génétique à la carte » (Phocas *et al.*, 2015).

Les évolutions méthodologiques liées à l'utilisation croissante des données génomiques, d'une part, et à l'accroissement des caractères sélectionnables (santé animale, qualité intrinsèque des produits, efficacité alimentaire, comportement...), d'autre part, permettent d'identifier une diversité croissante de profils génétiques. Il existe par ailleurs une diversité génétique tout à fait conséquente disponible pour cela (Phocas *et al.*, 2015) y compris pour répondre à des

objectifs de sélection contrastés (Bérodier, 2020). Encore faut-il résoudre la question de la définition pertinente du niveau de priorité relatif propre à chaque système, contexte de production et souhait d'éleveur. Ce défi réside certes dans l'acquisition de références technico-économiques fines afin de construire des objectifs adaptés (Guerrier *et al.*, 2013), mais le plus difficile est sûrement dans l'accompagnement des techniciens et conseillers en élevage voire des éleveurs en ruminants pour les aider à caractériser les besoins propres de l'élevage et les réponses disponibles. En ruminants, ces choix puisent dans la diversité des profils génétiques du cheptel et des catalogues de reproducteurs commerciaux. L'intégration future des interactions génotype x milieu dans les évaluations génétiques conduira vraisemblablement à la production de plusieurs classements génétiques, pour un même caractère, parmi lesquels il faudra savoir positionner l'élevage cible pour faire des choix opportuns. On est là face à un changement culturel profond dans le conseil sur les choix génétiques en élevage, pour lequel les conseillers spécialisés doivent à la fois appréhender un univers des solutions possibles très largement augmenté (nombre de caractères, et combinaisons caractères-milieus), et une approche de l'élevage beaucoup plus globale ou multidisciplinaire que la seule connaissance fine du cheptel.

De plus, l'adaptation des reproducteurs à une diversité de systèmes ou de demandes de nouveaux types de productions pose la question de la création de noyaux de sélection adaptés, ou d'une sélection globale. Les enjeux sont importants chez les monogastriques, car les lignées sélectionnées sont utilisées à une échelle mondiale, ce qui accroît la diversité des conditions alimentaires, sanitaires et climatiques rencontrées dans les élevages de production (Figure 3). Un choix complexe se pose alors au sélectionneur, qui doit s'assurer de la rentabilité du schéma de sélection : faut-il sélectionner des animaux sur leur adaptation à un type d'environnement spécifique ou sur leur plasticité ?



Figure 3. Un exemple de diversification des systèmes de production qui impose aux entreprises de sélection de faire évoluer leur milieu et leurs méthodes de sélection : élevage de poules pondeuses en plein-air. © Novogen.

Enfin, si tous les opérateurs de la sélection doivent s'assurer que le progrès génétique s'exprime pleinement dans les conditions d'élevage de production, cette question est probablement encore plus prégnante pour les filières monogastriques. En effet, alors qu'en ruminants, la sélection est fondée sur des données collectées en élevage de production, elle est réalisée en filières avicole et porcine dans des environnements sanitaires protégés, assez éloignés des conditions terrain.

Les travaux de recherche sur l'expression du génome et sa régulation (interactions entre gènes, épigénétique, relations hôte-microbiote, ...) apporteront probablement de nouvelles réponses aux problématiques liées à l'adaptation des animaux à leur environnement de production. Dans ce contexte, la formation des opérateurs de la sélection à ces nouvelles approches sera essentielle, sachant que ces nouveaux développements pourraient dans certains cas remettre en question de manière fondamentale l'organisation de la sélection dans certaines filières.

La génétique et ses interactions avec les autres disciplines agronomiques

La question de la sélection génétique, de tout temps, est celle de l'adaptation des aptitudes des individus à un contexte d'élevage. Il convient donc de connaître ou à défaut définir le contexte d'élevage cible pour identifier les aptitudes génétiques déterminantes. Cette connaissance ou définition fait appel à différentes disciplines pour aboutir à une vision globale du système. Ces disciplines sont en particulier la zootechnie (incluant les systèmes d'alimentation, la reproduction, la santé, ...), la connaissance des filières et produits (critères de paiement des produits animaux, cahier des charges), l'économie des filières et des élevages et en particulier la micro-économie (constitution du revenu de l'élevage), les attentes sociétales (bien-être animal, restriction à l'usage de certains intrants médicamenteux et hormonaux, ...).

Par ailleurs, à peu près quelles que soient les espèces et filières animales auxquelles on s'intéresse, et malgré les évolutions méthodologiques ayant permis de réduire les intervalles de génération et/ou d'améliorer l'efficacité des choix génétiques, le pas de temps moyen entre la disponibilité d'un nouvel indicateur et son influence significative possible en élevage de production est d'une dizaine d'années. Cela signifie que la lecture du contexte d'élevage doit se faire par anticipation, par des méthodes de prospectives et avec pour partie des opérateurs qui ont parfois une visibilité à moyen et long terme très faible voire nulle.

La définition d'une stratégie génétique nécessite donc, en plus d'une bonne maîtrise des principes et outils génétiques (génétique des populations, génomique et méthodes statistiques pour l'évaluation génétique, ...),

une approche multidisciplinaire et prospective. Et comme une prospective n'est pas une prédiction, la stratégie finale reposera sur des choix et des paris plus ou moins osés dont les résultats ne seront mesurables qu'une dizaine d'années plus tard (si on exclut le temps strict de la R&D nécessaire à la production de nouveaux indicateurs). L'orientation reposant sur les gouvernances des différentes populations animales, il appartient aux sphères techniques de ces organisations et de leur environnement (instituts techniques, INRAE...) de savoir conduire et nourrir ces prospectives et les partager de façon pédagogique y compris au travers de modélisations de stratégies, pour

appréhender l'évolution génétique des populations. Un choix inopportun, ou tout autant l'absence de choix, sont le risque d'une inadaptation des animaux à 10-20 ans et donc une disparition ou réduction plus ou moins forte des effectifs de la population considérée.

Enfin comme le pas de temps est long entre le choix stratégique, sa mise en œuvre après une phase de R&D qui peut être aisément de plusieurs années, puis ses effets en élevage, l'évolution des connaissances et des technologies va impliquer un réajustement et une adaptation des plans d'actions à cette évolution continue et souvent rapide des outils.

Evolution des pratiques de formation

L'impact du numérique sur les formats des formations

L'exigence du terrain (techniciens et agriculteurs) sur les formats et modalités du transfert et de formation évoluent, avec une demande d'implication beaucoup plus forte dans le processus d'apprentissage. En d'autres termes on fait face à une remise en cause des formats dits « descendants » classiques. Des formes participatives sont à préférer pour augmenter l'appropriation et la réutilisation des savoirs comme l'illustrent Kroebel *et al.* (2021).

Parallèlement, le numérique est largement disponible aujourd'hui. La profession agricole est historiquement très consommatrice de numérique. En 2016, les agriculteurs étaient 72% à être équipés d'un ordinateur alors qu'en population générale ce taux n'était que de 44% (MAA, 2016). 33% utilisaient les réseaux sociaux pour rechercher de l'information agricole (MAA, 2016). Les supports et conditions d'accès aux informations par le numérique évoluent très vite. Alors que 36% des enquêtés Agrinautes 2010 utilisaient un smartphone, ils sont plus des 2/3 (70%) parmi les enquêtés en 2020. Au-delà, les médias eux-mêmes évoluent. Alors que 33% des Agrinautes 2010 utilisaient des réseaux sociaux, ils sont plus des 2/3 parmi les Agrinautes 2020. On peut penser que la place des réseaux sociaux reflète la recherche et l'importance accordée à l'information venant de leurs pairs. Ce point est fondamental dans un contexte de surabondance d'information et d'une perte forte des repères quant à la confiance que l'on peut accorder à cette multitude de sources.

Dans ce double contexte, le cadre de la formation et du transfert d'information se renouvelle fortement : raccourcissement des sessions et simplification des messages ; travail sur les supports et les illustrations ; renforcement de l'animation pédagogique pour favoriser l'implication (recours quasi systématique aux témoignages...) ; utilisation de supports

numériques pour augmenter la diffusion. Ces mouvements visent à toucher plus largement et plus efficacement. La Figure 4 constitue une tentative d'illustration de ce mouvement.

A une échelle plutôt académique ou en tout cas complémentaire à des cours et formations classiques, nous pouvons citer le développement des MOOC (*Massive Open Online Course*). Les ressources disponibles sur le secteur agricole restent cependant très limitées (www.fun-mooc.fr [21/03/2021], une quinzaine de cours trouvés en requêtant sur agriculture, agronomie et élevage, alors que 174 références sortent avec le terme « économie »). Si on se focalise sur les formations en génétique animale pour techniciens délivrées par l'Institut de l'Elevage, on peut constater qu'elles se sont également raccourcies, sont devenues plus modulaires et se sont numérisées (de façon très active courant 2020 en réponse au contexte sanitaire dû à la pandémie de la covid-19). Toujours dans l'objectif de renouveler le genre pour améliorer l'impact, citons les journées « Génétique et génomique » conçues en 2013/2014 grâce à un large partenariat (Cniel, Idele, Inrae, Alice, Races de France et les FDSEA/FDPL) et déployées auprès des éleveurs de bovins laitiers dans une trentaine de départements métropolitains. Mais l'énergie dépensée a été conséquente rapportée au nombre d'éleveurs participants directs (environ 450 en trois ans). Les supports et les agents formés ont néanmoins contribué à démultiplier cet investissement. Parallèlement aux journées ou à défaut des sessions à « large spectre », certaines co-organisées avec le CSAGAD ont été proposées (ateliers pendant les salons professionnels -Space, Sommet de l'Elevage, Tech'Ovin, Capr'Innov...-, ou journées thématiques nationales).

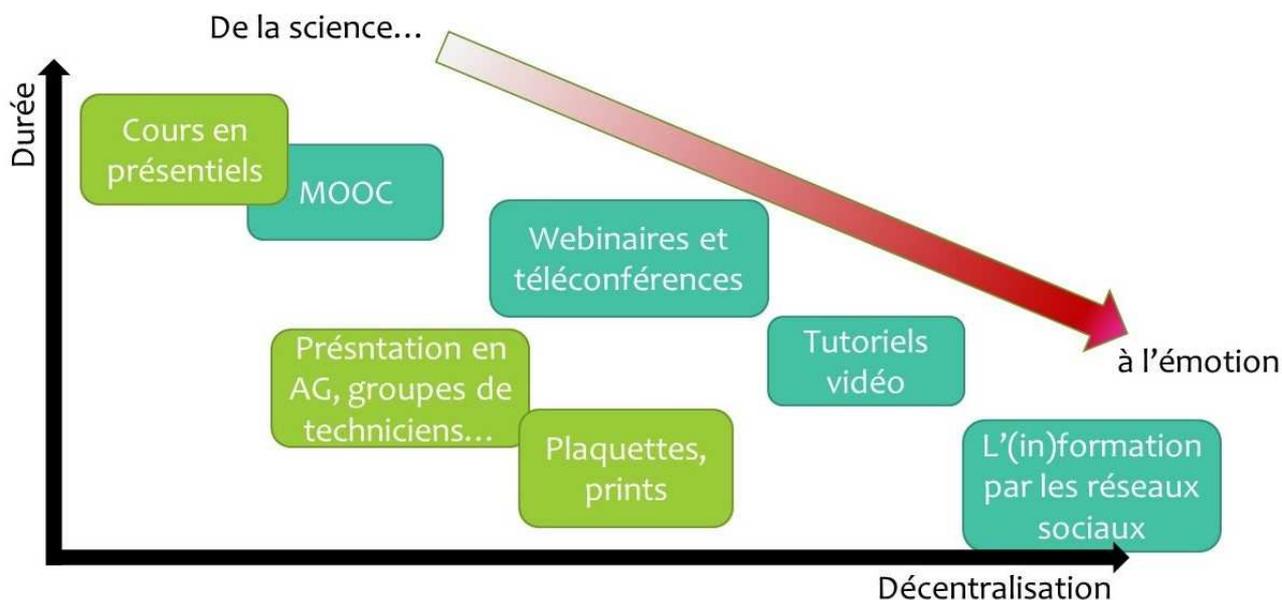


Figure 4. Schématisation du mouvement des vecteurs de formation et information.

Si on s'intéresse à des formats plus courts et plus accessibles, arrivent les plaquettes, les interventions en séminaires et en réunions : des thèmes de génétique sont ainsi régulièrement présentés en quelques minutes. Des versions numériques (webinaires) ou des extraits numériques sont également de plus en plus souvent produits : vidéos d'intervention ou vidéo à thème mises en ligne et désormais des tutoriels et animations graphiques (motion design). Ces formats, courts et plutôt très courts, peuvent circuler largement sur Internet et les réseaux sociaux en particulier. Mais le succès est avant tout lié à la capacité de « toucher » au sens de l'émotion son auditoire, et cela en quelques secondes seulement, et avec un degré d'interactivité quasi nul. Enfin l'évaluation de l'impact n'est plus fondée sur les connaissances acquises par l'auditoire ou encore sa capacité à les réutiliser, mais sur le nombre de clics, *like* et partages.

Les possibilités offertes par les nouveaux supports d'une part et la pratique régulière des retours d'expérience (évaluation des sessions par les

participants) sont des opportunités réelles et sous exploitées dans notre secteur pour améliorer la diffusion des connaissances.

Mais les écueils sont nombreux :

- la forme prend le pas sur le message et le fond ;
- la simplification devient vite simplificatrice, alors que la réalité est généralement complexe et nécessitera des efforts réels pour être comprise et appropriée pour un passage à l'action ;
- les interventions (souvent non sourcées) dans ce monde ouvert sont nombreuses sans qu'il soit vraiment aisé au lecteur de définir celles qui ont une légitimité véritable sur le sujet, ou même de distinguer celles qui à dessein véhiculeraient des informations erronées même dans notre domaine.

« Le demi-savoir triomphe plus facilement que le savoir complet : il conçoit les choses plus simples qu'elles ne sont, et en forme par suite une idée plus saisissable et plus convaincante ». F. Nietzsche.

Conclusion

La sélection animale intervient en amont de la production et son impact est extrêmement long à percevoir. A l'heure actuelle, son orientation dans les différentes filières est à la croisée des chemins entre les attentes des éleveurs, des consommateurs et de la société. Ces attentes évoluent, sont multiples voire contradictoires, ce qui se traduit par une hétérogénéité grandissante des systèmes de production : une efficacité de l'élevage accrue, des filières

compétitives sur le plan international, mais aussi une limitation de l'empreinte écologique, circuits courts...

Les travaux de recherche en génétique animale peuvent contribuer à créer de nouveaux leviers pour répondre à ces défis, tant sur le plan de la sélection à proprement parler, que sur celui de la conduite des animaux (ex. : épigénétique, interactions hôte-microbiote). Les formations jouent un rôle

déterminant pour limiter le pas de temps entre l'acquisition de nouvelles connaissances et leurs applications sur le terrain, sachant que l'impact réel sur les productions animales est nécessairement long. Le défi sera d'intégrer de nouvelles compétences issues des travaux en biologie intégrative, tout en conservant les thématiques relatives à la génétique quantitative, celles-ci demeurant toujours indispensables à la gestion des populations.

Par ailleurs, les formats des formations évoluent eux-aussi, avec des modes plus participatifs et l'intégration du numérique. Ceux-ci peuvent nous aider à étendre nos cibles à un public jusqu'alors difficile à atteindre (éleveurs, techniciens peu mobilisables sur des journées nécessitant un déplacement, voire citoyens). L'enjeu est, là aussi de taille, à la fois pour diffuser rapidement les nouveaux savoir-faire, mais aussi pour garantir l'acceptabilité de nos travaux.

Références

- Agrinautes (2010) Gentilleau C., Marin P., NTIC AGRICONSEIL. <https://fr.slideshare.net/GENTILLEAU/enquete-agrinautes-2010-ticagri-iddem> [Consulté le 21/03/2021].
- Agrinautes (2020) Hyltel-Datagri pour Terre-net Média et La France Agricole.
- MAA (2016) Enquête Agrinautes-Agrisurfeurs (BVA et Tic-agri pour Terre-net). <https://agriculture.gouv.fr/quels-equipements-et-usages-des-agriculteurs-sur-internet> [Consulté le 21/03/2021].
- Bérodier M. (2020) *Utilisation en ferme des données de génotypage pour une gestion optimisée et durable de l'élevage laitier*. Thèse de doctorat soutenue le 30 janvier 2020. Université Paris-Saclay. Ecole doctorale ABIÉS.
- Bidanel J.P., Silalahi P., Tribout T., Canario L., Ducos A., Garreau H., Gilbert H., Larzul C., Milan D., Riquet J., Schwob S., Mercat MC., Hassenfratz C., Bouquet A., Bazin C., Bidanel J. (2018) Cinquante années d'amélioration génétique du porc en France : bilan et perspectives. *Journées Recherche Porcine* 50, 61-74.
- Blezat Consulting, Crédoc, Deloitte Développement Durable (2017) Etude prospective sur les comportements alimentaires de demain pour le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation et FranceAgriMer en 2016.
- Dekkers J.C.M. (2007) Marker-assisted selection for commercial crossbred performance. *J Anim Sci* 85, 2104-2114.
- FranceAgriMer (2020) Consommation alimentaire post-COVID en France : cinq scénarios possibles.
- Guerrier J., Experton C., Patin S., Phocas F. (2013) Projet OSIRIS : Objectifs de Sélection Innovants en Ruminants et Indices de Synthèse. *Renc. Rech. Rum.* 20.
- Kröbel R., Stephens E.C., Gorzelak M., Thivierge M.-N., Akhter F., Nyiraneza J., Singer S.D., Geddes C.M, Glenn A.J., Devillers N., Alemu A.W., St. Luce M., Giardetti D. (2021) Making farming more sustainable by helping farmers to decide rather than telling them what to do. *Environ. Res. Lett.* in press <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abef30>
- Martin-Colado D., Byrne T.J., Diaz C. and Amer P.R. (2018) Complexity of animal breeding choice making. *J. Anim. Breed. Genet.* 135, 395-409.
- Nietzsche F.W. (1878-1879). *Humain, trop humain*.
- Phocas F., Belloc C., Bidanel J., Delaby L., Dourmad J.Y., Dumont B., Ezanno P., Fortun-Lamothe L., Foucras G., Frappat B., González-García E., Hazard D., Larzul C., Lubac S., Mignon-Grasteau S., Moreno C., Tixier-Boichard M., Brochard M. (2015) Outils et leviers pour favoriser le développement d'une génétique animale adaptée aux enjeux de l'agroécologie. <https://agriculture.gouv.fr/outils-et-leviers-pour-favoriser-le-developpement-dune-genetique-animale-adaptee-aux-enjeux-de-lagro>.
- Schaeffer L.R. (2006) Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *J. Anim. Breed. Genet.* 123, 218-223.
- Sellier P., Verrier E., Boichard D. (2019) La génétique animale à l'INRA : soixante ans d'une histoire scientifique en prise avec le monde de la sélection et riche en rebondissements technologiques. *Histoire de la recherche contemporaine* 8, 86-97.
- Verrier E. (2020) De la domestication à la sélection génomique : une brève histoire de la sélection animale. In E. Verrier, D. Milan, C. Rogel-Gaillard (coord.), *Génétique des animaux d'élevage : Diversité et adaptation dans un monde changeant*, Editions Quae, 41-46.

Evolutions de la recherche en génétique animale et anticipation des besoins de formation

Claire ROGEL-GAILLARD

Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI, 78350 Jouy-en-Josas

Contact : claire.rogel-gaillard@inrae.fr

Résumé : L'histoire de la génétique animale est ancrée dans celle des hommes et des femmes qui, depuis le début de l'agriculture, ont œuvré pour sélectionner des animaux adaptés à leurs besoins. Le développement de la génétique quantitative avec des méthodes statistiques de plus en plus performantes, le déploiement de la génétique moléculaire et des biotechnologies du génome depuis la découverte de l'ADN, l'essor de la génomique depuis le séquençage des génomes, ont progressivement dessiné des champs de recherche variés et complémentaires. La recherche en génétique animale est ainsi nourrie par l'accumulation de nouvelles connaissances et par le renouvellement des approches méthodologiques. Dans le contexte actuel de transition agroécologique et sociétale, les objectifs de sélection se diversifient, conduisant à élargir le panorama des caractères étudiés, à explorer les interactions avec des approches systémiques, à tenir compte de nouvelles échelles d'analyse, à favoriser la diversité génétique, à caractériser finement les liens en génotypes et phénotypes pour améliorer la précision des prédictions. Il sera important d'acquérir une vision intégrative à la fois des questions posées et des approches à déployer pour y répondre. Il sera attendu de favoriser des formations qui couplent science des données et biologie, avec un éclairage apporté par les enjeux sociétaux et environnementaux.

Mots-clés : *génétique animale, transitions, interactions, formation.*

Introduction

Depuis que les humains ont commencé à élever des animaux, un défi majeur consiste à contrôler l'hérédité des caractères considérés comme d'intérêt. Dans le cas des animaux d'élevage, le gain génétique a été obtenu à l'aide de données généalogiques et de modèles statistiques. Depuis l'introduction de la sélection génomique (Meuwissen *et al.*, 2001), l'élevage est passé à des approches qui exploitent l'information génétique pour prédire la transmission des phénotypes, avec l'ambition aussi d'identifier les variabilités génomiques impliquées dans la variance des caractères mesurés. Les recherches en génétique animale alimentent ce besoin prépondérant mais ont un périmètre plus large, avec des objectifs complémentaires qui s'inscrivent dans l'histoire de l'humanité et dans le temps. L'étude des génomes permet d'explorer le passé avec, par exemple, l'analyse de la fréquence et de la ségrégation des allèles au fil des générations, l'identification de nouveaux polymorphismes. Ces recherches retracent la dynamique évolutive des génomes et apportent des informations pour améliorer notre compréhension des mécanismes biologiques mobilisés au cours de la domestication, plus généralement en réponse à une adaptation dans des environnements variés, ayant abouti dans certains cas à la définition de races. Les génomes révèlent ainsi des traces de sélection (Rubin *et al.*, 2010). Dans le temps présent, la caractérisation à la fois génétique et phénotypique des animaux en

élevage fournit les informations indispensables au choix des futurs reproducteurs (Elsen, 2020) et enrichit nos connaissances sur les associations entre génotypes et phénotypes. En lien avec le futur, les recherches doivent aussi contribuer à identifier, préserver et générer les ressources génétiques, dont la diversité constitue un carburant d'adaptation pour l'avenir. Ces questions ne sont pas nouvelles en génétique animale et sont partagées avec les généticiens des autres domaines du vivant, notamment celui des plantes.

La Figure 1 retrace de manière chronologique le développement des outils et des méthodes d'amélioration génétique des animaux à partir du XXe siècle, avec trois volets connectés, un premier sur l'étude des génomes et la génomique, un second sur les biotechnologies de la reproduction, et un troisième sur la génétique quantitative et la sélection animale. Depuis les années 2000, l'essor de la génomique a été un élément déterminant dans l'évolution des recherches, avec la mise en œuvre d'une capacité de génotypage sans précédent dans l'histoire de la génétique animale et des développements méthodologiques qui ont permis le déploiement de la sélection génomique (Verrier, 2020). Dans un contexte de transition agroécologique et sociétale, les objectifs de sélection se diversifient (Le Roy *et al.*, 2019 ; Phocas, 2020) et c'est un nouveau défi que relèvent les généticiens.

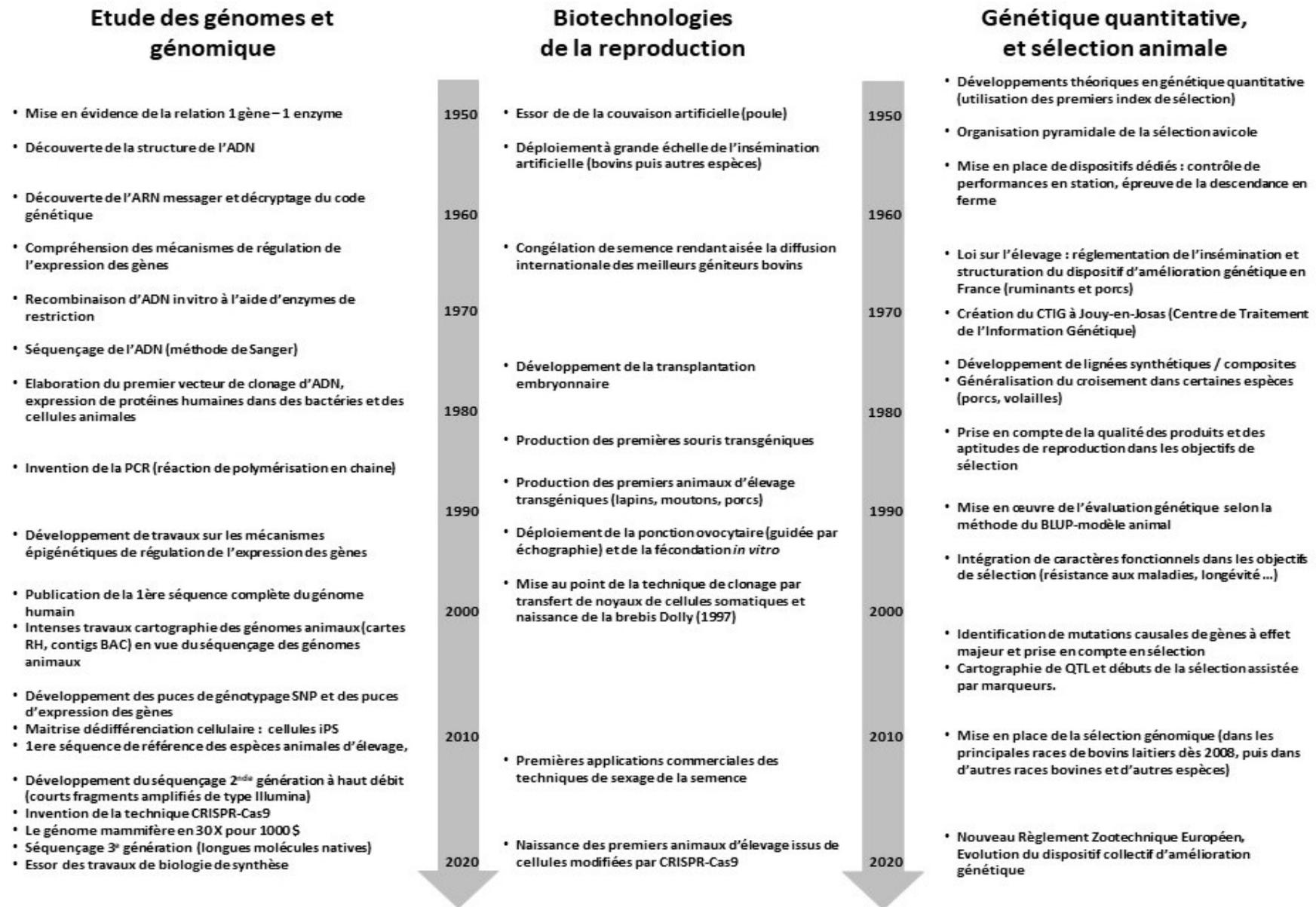


Figure 1. Chronologie du développement des outils et des méthodes de l'amélioration génétique des animaux d'élevage depuis 1950. Schéma élaboré par A. Ducos, D. Milan, C. Rogel-Gaillard et E. Verrier, in Verrier (2020), avec l'aimable autorisation des éditions Quae.

C'est dans ce cadre d'une forte avancée des connaissances sur les génomes et leur expression, d'innovations méthodologiques et d'un champ de contraintes sociétal et environnemental nouveau qu'ont évolué et continuent d'évoluer les recherches

en génétique animale. Nous allons présenter quelques-unes de ces évolutions, sans volonté d'exhaustivité et sans reprendre toute leur histoire, afin de dégager quelques fronts de sciences et de proposer des pistes quant aux besoins de formation associés.

Diversification des objectifs de sélection dans un contexte de transition agroécologique et sociétale

La définition des objectifs de sélection est incontournable pour tout programme d'amélioration génétique. Elle a évolué et continue d'évoluer pour répondre aux besoins (Figure 2). L'impact des pratiques sur le changement climatique, sur les ressources (sol, eau, biodiversité), comme sur la santé avec ses liens entre humains, animaux, environnement, conduit depuis une dizaine d'années à une meilleure prise en compte de la durabilité, de l'empreinte environnementale et du bien-être animal. Cette transition agroécologique, au cœur de la feuille de route INRAE 2030 (<https://www.inrae.fr/nous->

connaitre/inrae2030), implique une diversification des objectifs de sélection : adaptation et résilience face à des fluctuations environnementales, compétence immunitaire et résistance aux maladies en limitant l'usage des antibiotiques, réduction des émissions de méthane, digestion d'aliments plus riches en fibres, bien-être animal, longévité, etc. Elle nécessite des recherches soutenues pour identifier et réaliser les mesures associées et définir les critères de sélection qui répondent aux objectifs revisités qui visent une multi-performance économique et environnementale.

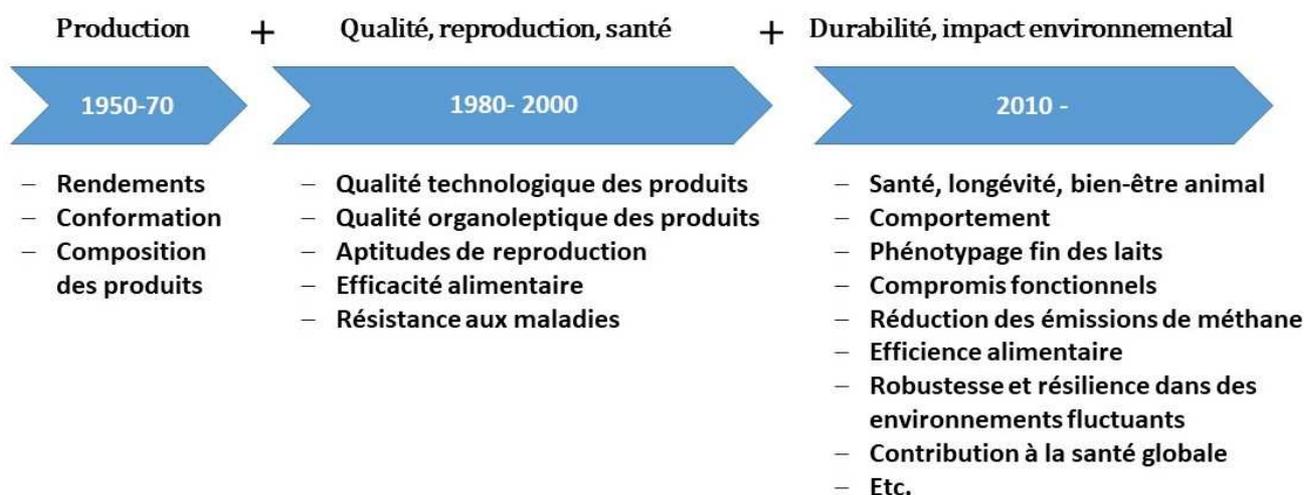


Figure 2. Evolution des objectifs de sélection en élevage pour la multi-performance, en lien avec la transition agroécologique et sociétale.

La prise en compte de la diversité génétique dans les programmes de sélection est mise en avant comme un des leviers pour favoriser la transition agroécologique (Phocas *et al.*, 2015 ; Caquet *et al.*, 2020). Optimiser la diversité des ressources génétiques sous contrainte d'amélioration génétique nécessite de faire la part entre les régions du génome sous forte pression de sélection, les régions du génome considérées comme neutres pour les caractères sous sélection (maintenir de la diversité) et les régions du génome dont il est connu que le polymorphisme est un gage d'adaptation notamment à des pathogènes variés à l'échelle d'une population (par exemple : région génomique du complexe majeur d'histocompatibilité, qui contient des gènes très polymorphes responsables de la

reconnaissance du soi et du non soi et de la présentation des antigènes aux cellules du système immunitaire).

Les objectifs de sélection doivent répondre aux besoins identifiés sur toute la chaîne de valeurs, depuis par l'amont jusqu'à l'aval, « de la ferme à la table » (*From farm to fork*) pour faire référence à l'un des huit axes stratégiques du Pacte Vert européen (*Green deal*), nouvelle feuille de route dont l'objectif est de rendre l'économie de l'Union européenne durable (lien : https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr).

La transition agroécologique est couplée avec une transition sociétale qui interroge sur les régimes alimentaires à base de viande, le droit à l'usage des animaux, la place de l'élevage dans nos sociétés. Elle invite à réfléchir aux limites en sélection (cas de la race bovine Blanc Bleu Belge dont l'hypertrophie musculaire qui entraîne des césariennes systématiques lors des naissances), et de manière plus générale au nécessaire lien entre éthique des fins et des moyens pour l'amélioration génétique (Heams, 2020).

Ce contexte de double transition est stimulant pour les généticiens car il impose une approche plus holistique

L'apport des données liées à l'essor de la génomique

La génétique est un champ disciplinaire basé sur les lois de l'hérédité et la connaissance des génomes. C'est une science de la prédiction qui permet d'estimer, pour un caractère ou un ensemble de caractères héréditaires, leurs valeurs dans une descendance, sur la base des informations des parents. Avec l'essor de la génomique, la prédiction s'appuie sur l'exploitation du polymorphisme des génomes, et des outils de génotypage d'une puissance remarquable ont pu être élaborés grâce au séquençage des génomes. Au-delà du repérage des variabilités interindividuelles fondé sur l'étude des polymorphismes, l'analyse des génomes et de leur expression fournit des informations fonctionnelles qui permettent de préciser les liens entre génotypes et phénotypes et d'accélérer l'identification de mutations causales de caractères monogéniques

des objectifs de sélection et une intégration des attentes sociales et environnementale pour leur définition. Il conduit notamment à une interdisciplinarité de deux ordres : d'une part avec des scientifiques de disciplines plus ou moins proches (physiologie, médecine vétérinaire, microbiologie, écologie, technologies du numérique avec le développement de l'élevage connecté et des capteurs, etc.) et, d'autre part, avec des acteurs en sciences humaines et sociales pour avancer dans la prise en compte d'objectifs multiples à valeurs marchandes comme non marchandes (Phocas, 2020).

avec quelques exemples : chez le porc pour le gène « RN » (rendement napole) dont une mutation dominante est responsable d'une teneur élevée en glycogène dans le muscle squelettique (Milan *et al.*, 2000), chez les bovins pour des anomalies pathologiques (Bourneuf *et al.*, 2017), chez la poule pour des caractères morphologiques visibles comme la couleur chocolat du plumage (Li *et al.*, 2019) et la crête en forme de rose (Imsland *et al.*, 2012).

Cette connexion entre structure du génome et annotation fonctionnelle définit un champ de recherche complexe qui resserre les liens entre généticiens quantitatifs et moléculaires, avec l'émergence de la biologie computationnelle dans ce domaine de recherche.

Des génomes de référence aux pan-génomes

L'assemblage et le séquençage des génomes ont constitué des étapes fondatrices pour l'évolution récente des recherches en génétique, avec par exemple le séquençage du génome de la poule en 2004, du porc en 2009, de la vache en 2012, du lapin en 2014. Des études de diversité génétique ont en parallèle conduit à l'identification de polymorphismes nucléotidiques (SNP pour *single nucleotide polymorphism* ou SNV pour *single nucleotide variant*) répartis sur l'ensemble du génome et des puces de génotypage à basse (environ 10 000 SNP), moyenne (environ 50 000 SNP) et haute densité (> 500 000 SNP) ont été conçues avec des partenariats entre les communautés scientifiques, des sélectionneurs et des entreprises, selon des modalités variables par espèce.

L'accès à des infrastructures de séquençage de plus en plus nombreuses et performantes a permis la production de nouvelles données issues du séquençage de génomes d'individus différents d'une même espèce. Le terme de reséquençage de génome et souvent employé dans ce cas, pour faire la distinction

avec le séquençage initial du génome de référence pour l'espèce concernée. Le projet 1000 génomes bovins illustre de telles initiatives (Hayes et Daetwyler, 2018) et un projet 1000 génomes est engagé chez la poule (Tixier-Boichard *et al.*, 2021). Ces efforts de reséquençage mettent en évidence, d'une part la diversité des polymorphismes potentiellement exploitables, au-delà des SNP et, d'autre part, les insuffisances d'un unique génome de référence pour bien représenter l'ensemble du génome d'une espèce donnée.

Le reséquençage à grande échelle des génomes montre la présence d'une variabilité notable liée à des insertions et délétions de séquences d'ADN, avec des variations du nombre de copies de certains motifs d'ADN (CNV pour *copy number variant*). Les microsatellites largement utilisés avant l'exploitation massive des SNP, entrent dans cette catégorie des CNV mais d'autres motifs d'ADN sont en nombre variable de copies selon les génomes, sous forme de répétitions en tandems (ex : microsatellites) ou

dispersée dans les génomes (ex : séquences endovirales). Ces informations ne sont pas toutes répertoriées parmi celles qui sont associées à un génome de référence. Or, issues du reséquençage des génomes, elles sont à connecter à celles du génome de référence pour enrichir et rendre plus exhaustives les données structurales des génomes de chaque espèce. Un point complémentaire peut aussi être souligné ici : la séquence du génome de référence ne reflète pas l'assemblage par haplotype des chromosomes parentaux. Grâce aux nouvelles technologies de séquençage, il est possible de lire la séquence nucléotidique directement à partir de molécules uniques sur des longueurs de l'ordre de 10^4 bases ou plus, les taux d'erreur (5 à 15%) étant compensés partiellement par l'établissement de consensus à partir de plusieurs séquences indépendantes. Il devient donc envisageable de reconstituer la séquence des deux haplotypes d'un même génome sur de grands segments.

A la notion de génome de référence succède maintenant celle de pan-génome qui correspond à

toute collection de séquences génomiques à analyser conjointement ou à utiliser comme référence pour une espèce donnée (Computational Pan-Genomics Consortium, 2018). On passe d'une représentation linéaire du génome de référence à une représentation graphique du pan-génome. Chez les bovins, la séquence du génome de référence, assemblée à partir d'une vache Hereford (ARS-UCD1.2), a été récemment augmentée avec des variants filtrés selon la fréquence des allèles dans des races laitières (Brown Swiss, Holstein) et mixtes (Fleckvieh, Original Braun) pour construire des graphes de référence spécifiques aux échelles de chaque race ou du pan-génome bovin (Crysnanto et Pausch, 2020). Un consortium pour élaborer un pan-génome pour les bovins a été initié fin 2019 et il est attendu que de tels efforts se déploient pour d'autres espèces d'élevage.

Ces approches dédiées aux pan-génomes requièrent une expertise bioinformatique nouvelle identifiée comme un sous-domaine de recherche en biologie computationnelle (Computational Pan-Genomics Consortium, 2018).

L'annotation fonctionnelle des génomes

Un objectif important en génétique est d'établir des liens entre génome et fonction, afin d'identifier les informations portées par le génome qui sont impliquées dans les variations des caractères mesurés et identifier des mutations causales permettant de comprendre les mécanismes biologiques en jeu. L'effort conséquent de séquençage et assemblage des génomes est couplé à un besoin accru d'annotation fonctionnelle, complémentaire de celui de répertorier les variations structurales et les polymorphismes.

Il s'agit ici de donner un sens biologique aux données de séquences, en s'appuyant sur la démultiplication des méthodologies d'analyse des génomes, fondées d'une part sur l'acquisition de données expérimentales variées qui renseignent sur l'expression des génomes (ex : RNA-Seq), l'accessibilité et les sites d'interaction de la chromatine (ex : ATAC-Seq), la méthylation de l'ADN et les modifications de la chromatine, etc. et, d'autre part, sur des prédictions *in silico*. L'enjeu est ici de caractériser les gènes qui codent des protéines mais aussi tous les autres éléments fonctionnels : transcrits qui ne codent pas de protéines (ex : ARN longs non codants, micro-ARN), éléments régulateurs exerçant leurs fonctions à proximité des gènes ou à distance (ex : promoteurs, *enhancers/silencers*).

Ces approches sont complexes car l'annotation fonctionnelle requiert de générer des données

d'expression pour une gamme de tissus et de conditions physiologiques la plus large possible. Elle repose donc souvent sur l'étude de peu d'individus, contrairement aux études de diversité génétique, avec comme enjeu de connecter ces annotations aux polymorphismes d'intérêt.

Afin de progresser spécifiquement sur l'annotation des génomes des animaux d'élevage, l'initiative internationale FAANG (*Functional Annotation of Animal Genomes*) a démarré en 2014 et rassemble maintenant une large communauté scientifique avec plusieurs dizaines de structures de recherche impliquées sur tous les continents (<https://www.faang.org/>). Cette initiative a mis en avant l'importance du partage des données, des méthodes et des ressources biologiques (Giuffra *et al.*, 2019). Trois projets européens ont démarré en 2019 pour quatre ans, dédiés aux espèces bovine (projet H2020 BovReg), aquacoles (projet H2020 AQUA-FAANG), ainsi qu'au porc et à la poule (projet H2020 GENE-SWITCH).

Les généticiens progressent dans l'annotation des génomes, avec un couplage nécessaire entre expérimentation, données multi-omiques, et prédictions *in silico*.

Le déploiement des approches multi-omiques

Les évolutions technologiques ont permis le développement d'approches à haut débit pour caractériser l'expression des génomes dans leur globalité. Or, autant l'ADN d'un individu est fixé à sa naissance (en faisant abstraction des mutations somatiques au cours de la vie), autant le programme d'expression des génomes varie selon les tissus et les conditions environnementales. Les données omiques donnent accès aux transcrits (transcriptome), aux protéines (protéome), aux métabolites (métabolome). Ces données multi-omiques sont à vocations multiples, avec quatre grands types de résultats associés : i) des informations sur la co-expression des gènes qui mettent en évidence des voies biologiques mobilisées dans les conditions étudiées ; ii) des analyses différentielles qui illustrent les contrastes entre deux groupes d'échantillons ; iii) des

biomarqueurs candidats ; iv) des informations pour enrichir l'annotation fonctionnelle des génomes.

Il existe ici un fort enjeu d'intégration des données car les informations sont de natures distinctes et le plus souvent dissociées des informations de polymorphismes génétiques. Des approches se développent pour collecter sur de grandes cohortes les informations de transcriptome avec celles du polymorphisme des SNP, permettant des études d'association qui utilisent les niveaux d'expression des gènes comme des phénotypes. Ce sont des approches dites « eQTL » (QTL d'expression) qui aident à la priorisation de mutations causales candidates (van den Berg et al., 2019). Ces données omiques fournissent des phénotypes qualifiés d'intermédiaires, qui viennent compléter les phénotypes issus d'autres types de mesures (Figure 3).

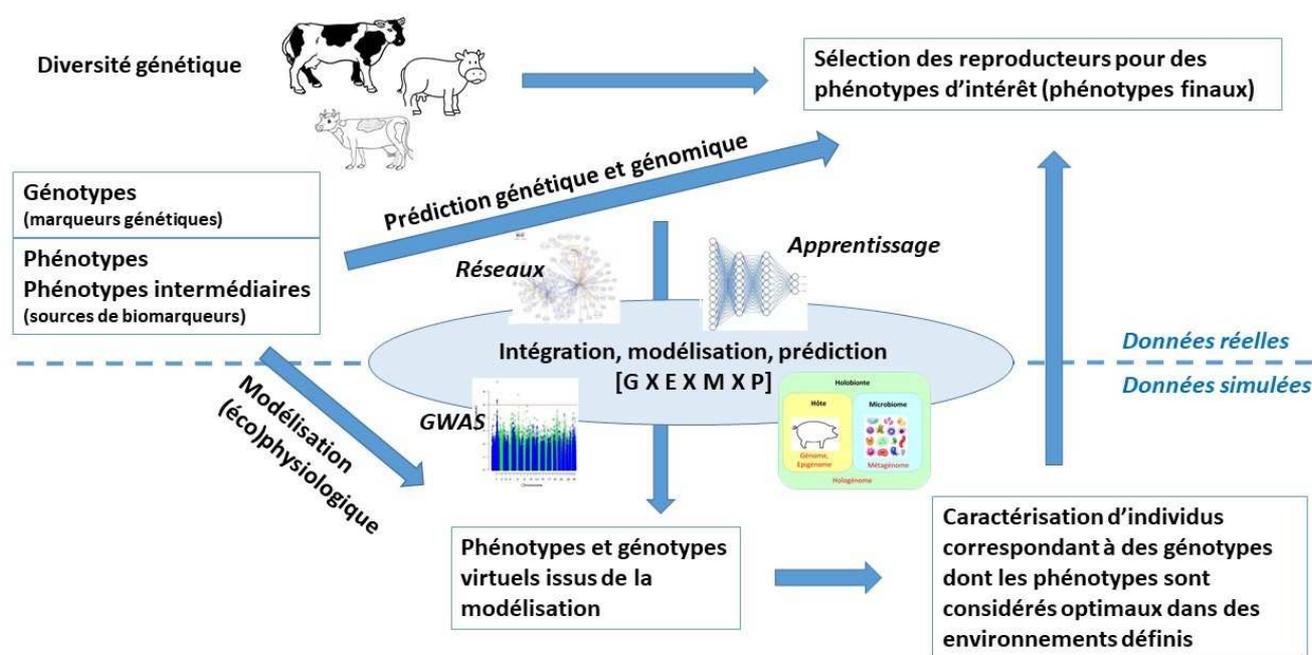


Figure 3. Représentation des liens entre données réelles et données simulées pour la sélection génomique intégrative. Les compétences sur l'intégration des données, la modélisation et la prédiction sont centrales et s'appuient sur les théories et méthodes de la génétique quantitative avec les apports attendus de l'annotation fonctionnelle des SNP et de leurs causalités, de la biologie des systèmes (réseaux) et des opportunités à explorer offertes par l'apprentissage profond et l'intelligence artificielle. Il est attendu des avancées méthodologiques pour tenir compte conjointement des informations de génotypes (*G*), environnement (*E*), microbiome (*M*), pratiques (*P*), et de leurs interactions. GWAS : *genome wide association studies* (études d'association).

Ces données multi-omiques ont contribué à élargir la définition d'un gène, au-delà d'une séquence d'ADN qui code une protéine. L'analyse des transcriptomes a mis en évidence l'importance des transcrits non codants petits (ex : microARN) et longs, et l'existence de gènes qui ne codent pas de protéines. Les mutations causales candidates sont ainsi réparties dans des gènes

codant des protéines mais également dans des gènes non codants, ce qui complexifie leur identification et explique aussi pourquoi nombre d'entre elles sont difficiles à identifier à proximité de SNP en déséquilibre de liaison.

L'apport de ces données multi-omiques requiert, outre les bases en biostatistique pour les exploiter, d'avoir des connaissances sur la structure et l'organisation des

génomomes et des compétences pour consulter les bases de données dédiées.

Des recherches à la croisée de plusieurs fronts de sciences

Interactions entre génétique, épigénétique et environnement

L'épigénétique au sens large recouvre l'ensemble des phénomènes susceptibles de modifier l'expression d'un génome sans en altérer sa séquence. L'épigénome d'une cellule est l'ensemble complet des marques épigénétiques, telles que la méthylation de l'ADN, les modifications post-traductionnelles des histones (méthylation ou acétylation), le remodelage de la chromatine, les ARN non codants et autres molécules qui peuvent transmettre des informations à travers la mitose en régulant l'expression génique. Les marques épigénétiques sont à la fois stables et héréditaires au cours des divisions cellulaires : elles se transmettent de cellules mères à cellules filles, voire d'une génération à une autre. La variabilité génétique n'explique qu'une partie de la variance des phénotypes et les recherches récentes visent à estimer la part de cette variance portée par les modifications épigénétiques. Ces recherches sont d'une grande complexité car l'épigénome varie selon les cellules et organes (spécificité d'expression des gènes en lien avec la spécialisation fonctionnelle des organes) et aussi selon les variations d'environnement. De plus, les marques épigénétiques apposées sur le génome sont modifiables et/ou réversibles selon l'environnement, et ces modifications peuvent aussi avoir des conséquences à long terme (Beaujean *et al.*, 2020).

Les recherches en génétique sur le sujet visent, d'une part à cartographier et annoter l'ensemble des transcrits non codants et marques épigénétiques et, d'autre part, à étudier la fraction héréditable des marques épigénétiques transmises à la descendance, avec des travaux notables sur la génétique de l'épigénétique chez les oiseaux (Guerreo-Bosagna *et al.*, 2018). Chez la truite, il a été montré récemment que des variations précoces de température de l'eau modifient les profils de méthylation de l'ADN et que ces changements, observés dans des lignées isogéniques de truites, dépendent du fond génétique (Lallias *et al.*, 2020). Des travaux sont en cours chez les bovins également et il est anticipé qu'une étape importante vers l'élevage de précision sera franchie le jour où des technologies normées, permettant de quantifier les variations pour un sous-ensemble de marques épigénétiques, à moindre coût et en routine, pourront être déployées à grande échelle chez les animaux d'élevage (revue par Beaujean *et al.*, 2020).

Aborder ce front de sciences requiert une excellente connaissance de la structure des génomes et des méthodologies pour analyser et cartographier les marques épigénétiques. Il s'appuie également sur des approches expérimentales et des connaissances fines en physiologie animale pour aborder les mécanismes biologiques sous-jacents.

Emergence du rôle des microbiotes et de leurs microbiomes

Les microbiotes sont définis comme les écosystèmes microbiens ou ensembles des communautés microbiennes qui vivent en interactions étroites et permanentes avec leurs organismes hôtes, leur assurant des fonctions vitales. La définition du terme microbiome a été récemment précisée comme étant le « théâtre d'activité » d'un microbiote, incluant l'ensemble des molécules (ADN, ARN, protéines, métabolites, etc.) produites et présentes dans l'environnement du microbiote (Berg *et al.*, 2020). Les travaux chez les animaux d'élevage ciblent actuellement la composition en ADN des microbiotes, afin d'identifier les communautés microbiennes présentes (qui est là) et leur abondance relative (proportion dans l'écosystème global). La plupart des travaux chez les animaux d'élevage s'appuient sur la caractérisation du microbiote par séquençage de la

région variable du gène de l'ARNr 16S. Des approches plus exhaustives mais aussi plus coûteuses visent le séquençage complet de l'ADN du microbiote, avec alignement des séquences sur un catalogue de gènes établi au préalable. Ainsi, aux côtés des génomes des hôtes se construisent progressivement des catalogues de gènes du microbiote intestinal, permettant d'étudier conjointement les génomes de l'hôte et de son microbiote. Les premiers catalogues ont été publiés pour le porc (Xiao *et al.*, 2016), la poule (Huang *et al.*, 2018), la vache (Li *et al.*, 2020). Il est intéressant de noter qu'il y a environ une dizaine d'années entre la publication des génomes des hôtes et de leurs microbiotes : 14 ans pour la poule (génome publié en 2004), 8 ans pour la vache (génome publié en 2012), 7 ans pour le porc (génome publié en 2009).

Les microbiotes les plus étudiés chez les animaux d'élevage sont ceux du tube digestif (Calenge *et al.*, 2014) qui ont des rôles multiples : fonctions trophiques et métaboliques (ex : dégradation de la cellulose, production de vitamines, d'acides gras à chaîne courte, de nutriments), fonction intestinale (ex : régénération et limitation de la perméabilité intestinale). A ces fonctions variées s'ajoute la mise en évidence d'un axe microbiote-intestin-cerveau associé à des phénomènes d'anxiété, de perception de la douleur.

Les recherches en génétique animale dans ce domaine en pleine effervescence sont au moins de trois ordres : i) étudier la covariation de la composition du microbiote intestinal et de phénotypes d'intérêt (efficacité alimentaire, efficacité vaccinale, émission de méthane, croissance, etc.) ; ii) analyser le contrôle génétique de la variabilité de composition du microbiote intestinal (paramètres génétiques, études

d'association) ; iii) estimer la part de variance des phénotypes due aux variations du microbiote, avec la proposition du mot microbiabilité pour cette estimation (Camarinha-Silva *et al.*, 2017).

Le lien entre l'hôte et son microbiome est à l'origine de la notion d'holobionte et d'hologéome (Figure 3), une nouvelle échelle biologique qui formalise cette association fonctionnelle (Theis *et al.*, 2016). Il va devenir important d'élargir la notion d'individu à celle de l'holobionte et de populations d'holobiontes qui interagissent entre eux et avec leur environnement (Vignal *et al.*, 2020).

Ce front de science, s'appuie sur des compétences fortes en bioinformatique et biologie computationnelle et requiert de l'interdisciplinarité avec des biostatisticiens et des microbiologistes.

Trier les informations pour identifier les mutations causales

La disponibilité en grand nombre de génomes séquencés (cf. « projets 1000 génomes ») et l'accès à du génotypage dense a démultiplié la capacité de conduire efficacement des études d'associations (identification des SNP en déséquilibre de liaison avec un phénotype) et d'identifier des variants causaux avec une cadence soutenue en particulier chez les bovins (Bourneuf *et al.*, 2017). Cela a permis aussi le développement d'approches fondées sur le repérage des régions génomiques avec perte d'homozygotie,

qui peuvent révéler des associations avec des pathologies ou anomalies congénitales limitant le développement embryonnaire ou la survie à la naissance (Michot *et al.* 2017).

L'exploration des données de séquence *in silico* en lien avec leur annotation va enrichir la caractérisation fonctionnelle des SNP et aider à leur tri et priorisation pour l'identification de variants causaux (Xiang *et al.*, 2020, Groß *et al.*, 2020a).

Méthodologies pour la sélection

La mise en œuvre de l'évaluation génétique selon la méthode du BLUP (*Best Linear Unbiased Predictor* ou « meilleure prédiction linéaire non biaisée ») modèle animal a constitué une étape majeure à partir des années 1990. A partir des années 2000, c'est le début de la sélection assistée par marqueurs avec l'identification de mutations causales pour des caractères monogéniques pris en compte en sélection (Figure 1). La sélection génomique est l'innovation suivante, à l'origine de la réorganisation en profondeur des étapes requises pour les programmes d'amélioration génétique. Démarrée en France en 2009 chez les trois principales races laitières bovines Holstein, Montbéliarde et Normande (Boichard, 2015), elle s'est progressivement étendue à d'autres races, notamment à viande, et à d'autres espèces (porc, petits ruminants, volailles, poissons). Elle s'appuie sur l'existence d'une population de référence pour laquelle des informations de phénotypage et de génotypage sont disponibles, permettant ensuite d'inférer les phénotypes sur la simple information des génotypes dans la population sélectionnée. Cette

approche a réduit considérablement l'intervalle de génération pour l'amélioration génétique notamment celle des caractères laitiers à mesurer chez les descendantes des taureaux à qualifier comme reproducteurs, et les coûts associés.

La sélection génomique s'appuie sur la connaissance des polymorphismes à chaque position testée (de plusieurs milliers à plusieurs centaines de milliers). Pour un caractère sous contrôle génétique complexe (contrairement aux anomalies monogéniques par exemple), une hypothèse courante est de considérer que son déterminisme est polygénique et résulte de l'effet d'un très grand nombre de gènes à effet très petit. La sélection génomique, fondée sur une couverture dense et répartie sur tout le génome répond remarquablement bien à cette hypothèse. Afin d'améliorer la précision des prédictions génomiques, l'ambition est actuellement de s'appuyer sur l'annotation des génomes (Clark *et al.*, 2020) pour établir une typologie des SNP sur la base de leur signification biologique : dans un gène codant une

protéine (exon, intron, régions de régulation), dans un gène non codant, sans annotation connue, etc. Cette typologie fonctionnelle permet d'introduire une pondération d'ordre biologique dans les équations de prédiction, attendue pour en améliorer la précision. Des avancées dans ce domaine sont en cours chez les bovins (Xiang *et al.*, 2020), le porc (Groß *et al.*, 2020a)

et la poule (Groß *et al.*, 2020b). Outre ces informations issues du génome, un front de science connexe est lié à la prise en compte des informations d'épigénome et de microbiome dans ces équations et à la réflexion sur l'apport du *deep learning* et de l'intelligence artificielle dans le domaine de la sélection.

Anticipation des besoins de formation

Les recherches en génétique animale ont profondément évolué depuis le démarrage des programmes d'amélioration génétique en 1950, marquées par des avancées majeures dues notamment aux méthodes statistiques utilisées et aux capacités d'investigation fournies par la génomique. Les verrous actuels ne sont plus liés aux capacités de séquençage et génotypage. En effet, les besoins sont dorénavant orientés vers : i) la caractérisation et le déploiement à grande échelle des mesures pertinentes pour les nouveaux phénotypes ciblés, avec des méthodes standardisées et reproductibles et des ontologies alignées (vocabulaire partagé) ; ii) l'annotation fonctionnelle des séquences génomiques et des polymorphismes ; iii) la prise en compte d'informations biologiques dans les équations de prédiction génomique (ex : annotation fonctionnelle des SNP) ; iv) l'étude de nouvelles échelles

biologiques (cellules uniques, holobiontes et populations d'holobiontes), v) l'étude des interactions avec la combinatoire entre génome (en incluant le génome mitochondrial) et épigénome de l'hôte, microbiomes, environnement et pratiques liées aux systèmes d'élevage, vi) l'intégration de l'ensemble des données de toutes natures pour comprendre la transmission de la variabilité des phénotypes et leur plasticité au cours de la vie et en réponse à l'environnement.

La Figure 3 illustre de manière schématique l'interface entre données réelles et données simulées pour l'amélioration génétique. L'intégration des données et la modélisation pour la prédiction nourrissent cette interface, avec l'ambition d'avancer vers une plus forte intégration de l'ensemble des données produites et disponibles.

Connaissance et annotation fonctionnelle des génomes

Ce domaine de recherche requiert des compétences en bioinformatique et en biologie computationnelle. Il devra s'appuyer sur une excellente connaissance de l'organisation et de la structure des génomes à l'échelle des séquences (visualisation linéaire d'un génome de référence et visualisation avec des graphes d'un pan-génome) comme de son organisation biophysique (organisation en chromosomes, conformation tridimensionnelle de la chromatine,

boucles de transcription, etc.). Les bases de données génomiques nécessitent un apprentissage dédié pour leur utilisation et aussi le dépôt de nouvelles informations. On peut ici anticiper l'importance grandissante de l'alignement des ontologies pour faciliter la fouille de données et de texte et capitaliser sur ce qui est disponible aussi bien dans les bases de données publiques que dans les publications (*data mining*).

Sélection génomique intégrative et identification de prédicteurs

Ce domaine de recherche nécessite un ressourcement des compétences disciplinaires, d'une part en génétique-génomique quantitative (théorie, concepts, méthodologies statistiques, plans de croisement, etc.) et, d'autre part, en biostatistiques appliquées à l'intégration de données (inférence de réseaux, recherche de causalités, exploitation conjointe de mesures phénotypiques et omiques, etc.). La génétique-génomique quantitative et la biologie des systèmes se joignent ici et seront nourries par les

efforts sur l'annotation fonctionnelle des génomes. On peut anticiper qu'elles le seront aussi par les approches basées sur l'apprentissage profond et l'intelligence artificielle. Les prédicteurs attendus ici incluent des marqueurs génétiques suivis lors de la transmission des caractères héréditaires associés, et des biomarqueurs qui prédisent par exemple des réponses aux échelles des individus et des groupes et leur dynamique temporelle au cours de la vie.

Big data et numérique, plateformes et ressources

Les avancées en génétique animale s'appuient sur des infrastructures partagées et ouvertes qui font maintenant parties intégrantes du paysage de la recherche : centres de ressources biologiques (à vocation reproductive ou non), plateformes analytiques (séquençage, génotypage, métabolomique protéomique, immunophénotypage, etc.), bases de données pour l'organisation et la mise à disposition des informations associées, centres de stockage de données (*data center*) et de calcul.

Ces activités nécessitent, outre l'expertise pour générer les données et les interpréter, des compétences en informatique pour construire les bases et organiser leur interopérabilité (ex : recueil des données présentes dans diverses bases pour un même individu). Il est

fortement recommandé de s'inscrire dans une démarche de science ouverte comme le formalise le concept de « FAIRisation » des données, FAIR étant l'acronyme de *Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*. La science ouverte favorisera la réutilisation des données pour des méta-analyses notamment.

Deux aspects sont à souligner ici : l'importance de renseigner les métadonnées associées aux données (origine des échantillons, informations sur la race et les conditions d'élevage, données d'environnement, etc.) et de concevoir un plan de gestion des données (complémentaire d'un plan expérimental), dont la définition et la mise en œuvre nécessitent une sensibilisation et des formations dédiées.

Analyse fonctionnelle des polymorphismes, liens de causalités entre génotypes et phénotypes

La génétique est une science des données, comme vu plus haut, mais également une science biologique. Elle a besoin de mesurer des phénotypes pour la sélection. Elle s'appuie sur de l'expérimentation pour valider les associations identifiées et caractériser les relations de causalité (analyse fonctionnelle de mutations candidates), contribuant ainsi à la compréhension des mécanismes biologiques impliqués. La biologie est alors indispensable au déploiement et au renouvellement des mesures à réaliser pour le phénotypage des animaux : imagerie avec observations associées, suivi du comportement des animaux avec la conception de capteurs, données moléculaires à l'échelle de sous-populations cellulaires voire de cellules uniques, etc.

Dans ce domaine, il est nécessaire de développer des modèles expérimentaux *in vivo*, *in vitro* ou *ex vivo* (cf. développement des organoïdes), soit sur l'espèce cible soit sur des espèces dites modèles comme les rongeurs, le poisson-zèbre. De solides connaissances en biologie et physiologie animales sont attendues, aux côtés de formations de pointe en biologie cellulaire et en génétique moléculaire. Il sera important de mobiliser des compétences pour maîtriser les méthodologies de modification ciblée du génome (édition ou ré-écriture du génome), afin de construire les outils ad hoc pour modifier spécifiquement un gène ou un SNP candidat à valider, et ensuite en mesurer les effets. Les experts dans l'édition-réécriture des génomes anticipent la possibilité de modifier simultanément plusieurs dizaines de locus. La maîtrise de ces techniques pour la recherche semble incontournable.

Conclusion : savoir ouvrir de nouvelles boîtes

Quelle sera la couleur scientifique de la génétique du XXI^e siècle ? Quelles places occuperont les races et ressources génétiques dites anciennes, conservées pour leur intérêt potentiel, à une époque où la transition agroécologique n'était pas engagée ? La biodiversité est identifiée comme un levier d'action majeur pour la résilience des systèmes en élevage et leur durabilité. La préserver voire l'augmenter sous contrainte de sélection pour des caractères d'intérêt est un enjeu fort qui doit mobiliser les chercheurs en génétique, dans un contexte de fortes attentes sur le bien-être animal, la réduction de l'empreinte environnementale et l'ancrage dans la bioéconomie avec notamment une contribution de l'élevage pour

améliorer le bouclage des cycles (Peyraud *et al.*, 2020).

Le numérique s'impose dans de très nombreux domaines d'activité, avec le déploiement de cursus pédagogiques adaptés. Or, le vivier de compétences sur la science des données appliquée à la génomique animale pour la transition agroécologique est actuellement insuffisant et ne couvre pas l'ensemble des besoins des secteurs public et privé. Les jeunes diplômés en science des données ou *data scientists* méconnaissent les opportunités offertes par ce domaine qui s'est largement renouvelé dans les années passées. Il sera intéressant de considérer qu'un.e

généticien.nne nouvelle génération en sélection génomique est un *data scientist* qui maîtrise les concepts de la génétique-génomique quantitative et qui va s'employer à exploiter conjointement et de manière innovante des jeux complexes de données pour préciser les prédictions génétiques et optimiser l'exploitation de la diversité génétique. Des compétences complémentaires seront attendues pour identifier et valider des causalités et contribuer à la compréhension des mécanismes biologiques en jeu.

La recherche en général requiert des bases à la fois théoriques et pratiques, et la multidisciplinarité est devenue indispensable. Nourrie par la curiosité, elle teste des hypothèses avec comme corollaire l'acceptation des incertitudes associées, et doit laisser la place à la sérendipité. La transition agroécologique et sociétale nécessite aussi de sortir de son laboratoire pour communiquer sur le renouvellement des enjeux en génomique animale et sur l'éthique en expérimentation animale.

Références

- Beaujean N., Boutinaud M., Devinoy E., Jammes H., Le Guillou S., Le Provost F., Leroux C., Mobuchon L., Pannetier M., Sellem E., Kiefer H. (2020) L'épigénétique et la construction du phénotype chez le bovin. *INRAE Prod Anim.* 33, 109-124.
- Berg G., Rybakova D., Fischer D., Cernava T., Vergès M.C., Charles T., Chen X., Cocolin L., Eversole K., Corral G.H., Kazou M., Kinkel L., Lange L., Lima N., Loy A., Macklin J.A., Maguin E., Mauchline T., McClure R., Mitter B., Ryan M., Sarand I., Smidt H., Schelkle B., Roume H., Kiran G.S., Selvin J., Souza R.S.C., van Overbeek L., Singh B.K., Wagner M., Walsh A., Sessitsch A., Schloter M. (2020) Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome* 8, 103.
- Boichard D. (2015) Sélection génomique chez les bovins laitiers : les raisons de son succès. *Sélectionneur Français* 66, 11-20.
- Bourneuf E., Otz P., Pausch H., Jagannathan V., Michot P., Grohs C., Piton G., Ammermüller S., Deloche M.C., Fritz S., Leclerc H., Péchoux C., Boukadiri A., Hozé C., Saintilan R., Créchet F., Mosca M., Segelke D., Guillaume F., Bouet S., Baur A., Vasilescu A., Genestout L., Thomas A., Allais-Bonnet A., Rocha D., Colle M.A., Klopp C., Esquerré D., Wurmser C., Flisikowski K., Schwarzenbacher H., Burgstaller J., Brüggmann M., Dietschi E., Rudolph N., Freick M., Barbey S., Fayolle G., Danchin-Burge C., Schibler L., Bed'Hom B., Hayes B.J., Daetwyler H.D., Fries R., Boichard D., Pin D., Drögemüller C., Capitan A. (2017) Rapid Discovery of De Novo Deleterious Mutations in Cattle Enhances the Value of Livestock as Model Species. *Sci Rep.* 7, 11466.
- Calenge F., Martine C., Le Floch N., Phocas F., Morgavi D., Rogel-Gaillard C., Quéré P. (2014) Intégrer la caractérisation du microbiote digestif dans le phénotypage de l'animal de rente : vers un nouvel outil de maîtrise de la santé en élevage ? *INRA Prod. Anim.* 27, 209-222.
- Camarinha-Silva A., Maushammer M., Wellmann R., Vital M., Preuss S., Jörn Bennewitz J. (2017) Host Genome Influence on Gut Microbial Composition and Microbial Prediction of Complex Traits in Pigs. *Genetics* 206, 1637-1644.
- Caquet T. (ed.), Tixier-Boichard M. (ed.), Gascuel C. (ed.) (2020). *Agroécologie : des recherches pour la transition des filières et des territoires*. QUAE éditions, collection Matière à débattre et décider, 104 p.
- Clark E.L., Archibald A.L., Daetwyler H.D., Groenen M.A.M., Harrison P.W., Houston R.D., Kühn C., Lien S., Macqueen D.J., Reecy J.M., Robledo D., Watson M., Tuggle C.K., Giuffra E. (2020) From FAANG to fork: application of highly annotated genomes to improve farmed animal production. *Genome Biol.* 21, 285.
- Computational Pan-Genomics Consortium (2018) Computational pan-genomics: status, promises and challenges. *Brief Bioinform* 19, 118-135.
- Crysnanto D., Pausch H. (2020) Bovine breed-specific augmented reference graphs facilitate accurate sequence read mapping and unbiased variant discovery. *Genome Biology* 21, 184.
- Ducrocq V. (2020) Conception et réalisation des évaluations génétiques ou génomiques des reproducteurs. In : *Génétique des animaux d'élevage, diversité et adaptation dans un monde changeant* (E. Verrier coord., D. Milan coord., C. Rogel-Gaillard coord.) QUAE édition, collection Savoir faire, 71-87
- Elsen J.M. (2020) Le choix des reproducteurs et l'efficacité de la sélection. In : *Génétique des animaux d'élevage, diversité et adaptation dans un monde changeant* (E. Verrier coord., D. Milan coord., C. Rogel-Gaillard coord.) QUAE édition, collection Savoir faire, 89-106.
- Giuffra E., Tuggle C.K., the FAANG Consortium (2019) Current achievements and roadmap. *Annual Review of Animal Biosciences* 7, 65-88.
- Groß C., Derks M., Megens H.J., Bosse M., Groenen M.A.M., Reinders M., de Ridder D. (2020a) pCADD: SNV prioritisation in *Sus scrofa*. *Genet Sel Evol.* 52, 4.
- Groß C., Bortoluzzi C., de Ridder D., Megens H.J., Groenen M.A.M., Reinders M., Bosse M. (2020b) Prioritizing sequence variants in conserved non-coding elements in the chicken genome using chCADD. *PLoS Genet.* 16, e1009027.
- Hayes B.J., Hans D., Daetwyler H.D. (2018) 1000 Bull Genomes Project to Map Simple and Complex Genetic Traits in Cattle: Applications and Outcomes. *Annual Review of Animal Biosciences* 7, 89-102.
- Heams T. (2020) Ethique et amélioration génétique animale. In : *Génétique des animaux d'élevage, diversité et adaptation dans un monde changeant* (E. Verrier coord., D. Milan coord., C. Rogel-Gaillard coord.) QUAE édition, collection Savoir faire, 241-256.

- Huang P., Zhang Y., Xiao K., Jiang F., Wang H., Tang D., Liu D., Liu B., Liu Y., He X., Liu H., Liu X., Qing Z., Liu C., Huang J., Ren Y., Yun L., Yin L., Lin Q., Zeng C., Su X., Yuan J., Lin L., Hu N., Cao H., Huang S., Guo Y., Fan W., Zeng J. (2018). The chicken gut metagenome and the modulatory effects of plant-derived benzyloisoquinoline alkaloids. *Microbiome* 6, 211.
- Imsland F., Feng C., Boije H., Bed'hom B., Fillon V., Dorshorst B., Rubin C.J., Liu R., Gao Y., Gu X., Wang Y., Gourichon D., Zody M.C., Zecchin W., Vieaud A., Tixier-Boichard M., Hu X., Hallböök F., Li N., Andersson L. (2012) The Rose-comb mutation in chickens constitutes a structural rearrangement causing both altered comb morphology and defective sperm motility. *PLoS Genet.* 8, e1002775.
- Lallias D., Bernard M., Ciobotaru C., Dechamp N., Labbé L., Goardon L., Le Calvez J.M., Bideau M., Fricot A., Prézélin A., Charles M., Moroldo M., Cousin X., Bouchez O., Roulet A., Quillet E., Dupont-Nivet M. (2020) Sources of variation of DNA methylation in rainbow trout: combined effects of temperature and genetic background. *Epigenetics* 30, 1-22.
- Le Roy P., Ducos A., Phocas F. (2019) Quelles performances pour les animaux de demain ? Objectifs et méthodes de sélection. *INRA Prod Anim* 32, 233-246.
- Li J., Bed'hom B., Marthey S., Valade M., Dureux A., Moroldo M., Péchoux C., Coville J.L., Gourichon D., Vieaud A., Dorshorst B., Andersson L., Tixier-Boichard M. (2019) A missense mutation in TYRP1 causes the chocolate plumage color in chicken and alters melanosome structure. *Pigment Cell Melanoma Res.* 32, 381-390.
- Li J., Zhong H., Ramayo-Caldas Y., Terrapon N., Lombard V., Potocki-Veronese G., Estellé J., Popova M., Yang Z., Zhang H., Li F., Tang S., Yang F., Chen W., Chen B., Li J., Guo J., Martin C., Maguin E., Xu X., Yang H., Wang J., Madsen L., Kristiansen K., Henrissat B., Ehrlich S.D., Morgavi D.P. (2020) A catalog of microbial genes from the bovine rumen unveils a specialized and diverse biomass-degrading environment. *Gigascience* 9, gaa057.
- Meuwissen T.H., Hayes B.J., Goddard M.E. (2001) Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 157, 1819-1829.
- Michot P., Chahory S., Marete A., Grohs C., Dagios D., Donzel E., Aboukadiri A., Deloche M.C., Allais-Bonnet A., Chambrial M., Barbey S., Genestout L., Boussaha M., Danchin-Burge C., Fritz S., Boichard D., Capitan A. (2016) A reverse genetic approach identifies an ancestral frameshift mutation in RP1 causing recessive progressive retinal degeneration in European cattle breeds. *Genet Sel Evol.* 48, 56.
- Milan D., Jeon J.T., Looft C., Amarger V., Robic A., Thelander M., Rogel-Gaillard C., Paul S., Iannuccelli N., Rask L., Ronne H., Lundström K., Reinsch N., Gellin J., Kalm E., Roy P.L., Chardon P., Andersson L. (2000) A mutation in PRKAG3 associated with excess glycogen content in pig skeletal muscle. *Science* 288, 1248-1251.
- Peyraud J.L., Aubin J., Barbier M., Baumont R., Berri C., Bidanel J.P., Citti C., Cotinot C., Ducrot C., Dupraz P., Faverdin P., Friggens N., Houot S., Nozières-Petit M.O., Rogel-Gaillard C., Santé-Lhoutellier V. (2019) Quelle science pour les élevages de demain ? Une réflexion prospective conduite à l'INRA. *INRA Prod. Anim.* 32, 323-338.
- Phocas F. (2020) La définition des objectifs de sélection. (2020). In : *Génétique des animaux d'élevage, diversité et adaptation dans un monde changeant* (E. Verrier coord., D. Milan coord., C. Rogel-Gaillard coord.) QUAE édition, collection Savoir faire, 55-70.
- Rubin C.J., Zody M.C., Eriksson J., Meadows J.R., Sherwood E., Webster M.T., Jiang L., Ingman M., Sharpe T., Ka S., Hallböök F., Besnier F., Carlborg O., Bed'hom B., Tixier-Boichard M., Jensen P., Siegel P., Lindblad-Toh K., Andersson L. (2010) Whole-genome resequencing reveals loci under selection during chicken domestication. *Nature* 464, 587-591.
- Theis K.R., Dheilly N.M., Klassen J.L., Brucker R.M., Baines J.F., Bosch T.C., Cryan J.F., Gilbert S.F., Goodnight C.J., Lloyd E.A., Sapp J., Vandenkoornhuysen P., Zilber-Rosenberg I., Rosenberg E., Bordenstein S.R. (2016) Getting the Hologenome Concept Right: an Eco-Evolutionary Framework for Hosts and Their Microbiomes. *mSystems* 1, e00028-16.
- Tixier-Boichard M., Lecerf F., Héroult F., Bardou P., Klopp C. (2021). Le projet « Mille Génomes Gallus » : partager les données de séquences pour mieux les utiliser. *INRAE Prod. Anim.* 33, 189-202.
- van den Berg I., Hayes B.J., Chamberlain A.J., Goddard M.E. (2019). Overlap between eQTL and QTL associated with production traits and fertility in dairy cattle. *BMC Genomics*, 20 (1) : 29
- Verrier E. (2020) De la domestication à la sélection génomique : une brève histoire de la sélection animale. In : *Génétique des animaux d'élevage, diversité et adaptation dans un monde changeant* (E. Verrier coord., D. Milan coord., C. Rogel-Gaillard coord.) QUAE édition, collection Savoir faire, 29-46.
- Vignal A., Monget P., Rogel-Gaillard C. (2020) Evolution des connaissances sur les génomes, épigénomes et microbiomes. In : *Génétique des animaux d'élevage, diversité et adaptation dans un monde changeant* (E. Verrier coord., D. Milan coord., C. Rogel-Gaillard coord.) QUAE édition, collection Savoir faire, 169-191.
- Xiang R., van den Berg I., MacLeod I.M., Hayes B.J., Prowse-Wilkins C.P., Wang M., Bolormaa S., Liu Z., Rochfort S.J., Reich C.M., Mason B.A., Vander Jagt C.J., Daetwyler H.D., Lund M.S., Chamberlain A.J., Goddard M.E. (2019) Quantifying the contribution of sequence variants with regulatory and evolutionary significance to 34 bovine complex traits. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 116, 19398-19408.

L'évolution de la place des pouvoirs publics et le rôle de la Commission Thématique Interfilière « ressources zoogénétiques » à l'heure du règlement zootechnique européen

Emilie CAVAILLES

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, bureau du lait, des produits laitiers et de la sélection animale,
78 rue de Varenne, 75349 Paris 07 SP
Contact : emilie.cavaillles@agriculture.gouv.fr

Résumé : A l'heure du règlement zootechnique européen (RZUE), qui s'applique dans tous les membres de l'Union depuis novembre 2018, les enjeux pour les pouvoirs publics en France sont doubles : (i) maintenir une souveraineté française et européenne dans un contexte de restructuration de l'élevage ; (ii) accompagner la transition agro-écologique (changement climatique, efficacité alimentaire), le renforcement de la performance sanitaire (résistance aux maladies) et la réponse aux attentes sociétales vis-à-vis des filières d'élevage (bien-être animal). Le RZUE modifie substantiellement l'organisation économique du secteur hérité de la loi sur l'élevage de 1966 en étendant les responsabilités des organismes et établissements de sélection agréés par les pouvoirs publics. Il met notamment fin à des monopoles établis par l'État en matière de (i) certification des généalogies, (ii) contrôle des performances et (iii) évaluation génétique des animaux. Le RZUE conduit l'État à se recentrer sur ses missions régaliennes, à savoir la surveillance et la conservation du patrimoine zoogénétique national et la mise en place d'un système de contrôle des activités des organismes de sélection. Ces missions de contrôle sont déléguées à FranceAgriMer pour toutes les espèces d'élevage, à l'exception des équidés pour lesquels c'est l'institut technique correspondant, l'IFCE, qui a reçu délégation. La commission thématique interfilières dédiée aux ressources zoogénétiques (CTI RZG), instituée au sein de FranceAgrimer, est le nouveau lieu de concertation entre les opérateurs de la sélection animale et les pouvoirs publics. La commission génétique équine et asine (CGEA), instituée au sein de l'IFCE, tient un rôle équivalent dans le domaine de la sélection des équidés.

Mots-clés : réglementation, sélection animale, organisations, pouvoirs publics.

Lien pour télécharger le diaporama présenté lors de la journée d'étude du 20 novembre 2020 :

http://www2.agroparistech.fr/svs/genere/ger_genetique/csagad/formation_GA/5-Cavaillles_SEZ%2019-11-2020_RZUE_role_Etat.pdf

Place des éleveurs et des organismes raciaux à l'heure de la génomique et du règlement zootechnique européen

Bertrand BOUFFARTIGUE, Stéphane PATIN

Races de France, 149 rue de Bercy, 75595 Paris 12. Contact : bertrand.bouffartigue@racesdefrance.fr

Résumé : Au cours des 15 dernières années, les organismes raciaux ont été confrontés à d'importantes évolutions tant au niveau technologique que réglementaire. Confortés dans leur mission par le règlement zootechnique européen, les Organismes de Sélection français voient s'accroître de ce fait leurs responsabilités dans leurs relations avec les éleveurs des animaux de la race dont ils gèrent le programme mais aussi avec l'ensemble des partenaires qui contribuent à la bonne marche de ce même programme. C'est également le cas avec les filières animales dans lesquelles ils sont désormais pleinement engagés.

Mots-clés : : *races animales, éleveurs, sélection génomique, organisation.*

De nouvelles étapes

Comme l'ensemble des structures du monde agricole, les Livres Généalogiques des races animales se sont transformés au cours de décennies, en lien avec l'évolution générale des domaines touchant l'agriculture et l'élevage, que ce soit au niveau technique, réglementaire ou sociétal. Devenus Upra (Union nationale de sélection et de promotion de la race) par la Loi sur l'Élevage de 1966, puis Organismes de Sélection (OS) par la Loi d'Orientation Agricole de 2006, ces derniers bénéficient désormais d'une reconnaissance européenne. En parallèle, on assiste à l'accélération de l'utilisation de nouvelles

techniques de phénotypage et de génotypage qui bouleversent la gestion des programmes de sélection et ouvrent de nouvelles perspectives, en particulier au niveau des objectifs. Ces évolutions tombent à point nommé compte tenu d'une montée en charge des attentes sociétales vis-à-vis de l'élevage tant au niveau de ses modes de production que de son rôle face aux grands enjeux (bien-être animal, réchauffement climatique, biodiversité...). Ce besoin d'évoluer touche également notre organisation génétique nationale (voir plus loin).

Les OS au centre du Règlement Zootechnique Européen

L'application du Règlement relatif aux conditions zootechniques et généalogiques applicables à l'élevage, aux échanges et à l'entrée dans l'Union de reproducteurs de race pure, de reproducteurs porcins hybrides et de leurs produits germinaux (dit RZUE) est un tournant dans l'organisation du dispositif génétique français. Mis en chantier en 2014 dans un but de regrouper l'ensemble des textes réglementaires relatifs aux reproducteurs de races pure, ce règlement a été adopté le 8 juin 2016 et mis en application le 1^{er} novembre 2018.

Ce règlement centre le dispositif génétique autour d'Organismes de Sélection qui correspondent à ceux qui avaient été définis par la Loi d'Orientation mais en leur attribuant de nouvelles responsabilités. Ainsi les missions « historiques » de la réglementation française comme la gestion des Livres Généalogiques et la définition des objectifs de sélection, sont désormais

complétées par la responsabilité du Contrôle de Performances, la certification des parentés (pour les bovins), l'évaluation des reproducteurs et sa diffusion. De même, les OS ont pour mission d'émettre le Certificat Zootechnique qui accompagne les reproducteurs de race pure dans tout échange entre Livres Généalogiques de la même race. Le Règlement Européen permet aux OS d'externaliser tout ou partie de ces missions à des organismes tiers sous contrat. En France, c'est le cas de l'évaluation des reproducteurs dont la mission, pour OS de ruminants qui le souhaite, peut être confiée à une structure créée en 2017 et nommée GenEval.

Le Règlement prévoit l'agrément de chaque OS en tant que structure mais aussi l'approbation de chaque programme de sélection. Cette approbation comprend la zone géographique d'application de ce programme qui peut aller au-delà du territoire hexagonal. De

même des OS d'autres Etats Membres peuvent demander leur extension sur tout ou partie du territoire français. Il faut également préciser que le Règlement permet l'application de plusieurs programmes de sélection pour la même race sur le même territoire.

Le Règlement définit leurs droits et devoirs des éleveurs par rapport au programme de sélection approuvé. Le principe est le suivant : tout éleveur possédant des animaux de la race peut participer au programme de sélection d'un OS. Cette participation permet à l'éleveur de demander :

- L'inscription de ses animaux au Livre Généalogique géré par l'OS, lorsque ce dernier aura validé l'appartenance de ces animaux à la race (soit par

l'analyse de la généalogie soit par une validation par rapport au standard).

- La réalisation du Contrôle de Performances sur ses animaux si l'OS le prévoit dans son programme selon un protocole transmis à l'Etat Membre.
- L'évaluation de ses animaux si l'OS le prévoit dans son programme. En France, cette évaluation sera réalisée par GenEval pour le compte de l'OS.

Bien entendu, les Organismes de Sélection doivent encourager les éleveurs participants à s'impliquer activement au-delà de ces droits réglementaires : réaliser des accouplements raisonnés, fournir des animaux aux stations d'évaluation ou centre d'élevage, être support de testage... En résumé : passer d'un statut de simple participant à celui de sélectionneur !

La génomique : des responsabilités renforcées

La demande d'approbation d'un programme de sélection dans le cadre du RZUE nécessite pour l'OS de définir clairement ses objectifs de sélection tout en les priorisant les uns par rapport aux autres. Races de France a fortement encouragé ses adhérents à profiter de ce tournant réglementaire pour réfléchir à l'évolution (ou non) des objectifs du programme de sélection en tenant compte des attentes citées plus haut mais aussi des opportunités offertes par les nouvelles technologies, et en particulier la génomique.

Pour résumer de façon très simple, cette technologie fondée sur la valorisation des informations issues de l'analyse de l'ADN est un outil particulièrement performant pour évaluer le niveau génétique des animaux avec une évaluation (indexation) plus précise des caractères fonctionnels. Cependant, cette évaluation nécessite d'avoir à disposition une population de référence suffisante et renouvelée permettant de suivre le lien entre phénotypes enregistrés (contrôle de performances) et génotypes. Cette limite sera bientôt levée par un changement technologique conduisant à une évaluation en une seule étape (*single step*).

Les évolutions des outils génomiques au cours des 15 dernières années permettent désormais de pouvoir travailler aujourd'hui et demain sur un large éventail de caractères à intégrer (ou non) dans les programmes de sélection raciaux : production, morphologie, cellules, mammite, fertilité, longévité, facilité de vêlages, santé, résilience, adaptation à des milieux difficiles, qualité des produits... Il ne faut pas non plus oublier la sélection sur gènes majeurs et l'assignation de parentés. Cet outil que l'on a cru d'abord être réservé aux grandes races bovines est désormais un atout pour l'ensemble des races et donc dans la préservation de la biodiversité.

Ces évolutions peuvent être illustrées avec une espèce dont les perspectives d'utilisation de la génomique étaient très hypothétiques il y a encore une dizaine d'années : l'espèce ovine.

Même si le Programme d'Amélioration Génétique de Résistance à la Tremblante (PNAGRT), mis en place depuis 2012, est fondé sur un outil génomique qu'est la recherche de gène majeur (avec des résultats très positifs puisque 90% des béliers de sélection utilisés en France sont désormais homozygotes résistants), la production ovine semblait a priori exclue d'une utilisation plus étendue de la génomique dans les programmes de sélection. Depuis la situation a changé avec :

- En ovins laitiers, la mise en place d'une sélection génomique en race Lacaune Lait en 2015. Cette mise en place a fait l'objet de 6 années de recherche et d'une analyse précise du rapport cout/bénéfice. La sélection génomique a ensuite été étendue aux 3 races laitières des Pyrénées en 2017 et a démarré en Corse en 2020.
- En ovins viande, la construction d'une plateforme (OVIGEN) destinée à gérer l'utilisation et la valorisation des résultats d'une puce génomique permettant à la fois d'identifier des gènes majeurs liés à des caractères de production (hyperprolificité, caractère culard...), des problèmes sanitaires (tremblante, épidermolyse bulleuse...) et de réaliser des assignations de parentés, ce qui permet le renforcement de l'efficacité du programme de sélection dans des races dont la pratique extensive ne permet pas la systématisation des luttres en paternité. La puce utilisée actuellement est commune à celle utilisée par les ovins laitiers dans le cadre de leur sélection génomique.

La généralisation de cette technique accentue la responsabilité des OS :

- Pour maintenir voire développer la population de référence dans le temps (ce qui restera encore primordial pour certaines races voire certaines espèces malgré les progrès techniques). Il est donc indispensable de conforter un partenariat solide avec les organismes délégataires dans le cas où l'OS ne réalise pas lui-même les opérations de contrôle de

performances auprès des éleveurs participant au programme de sélection.

- Pour faire évoluer les outils nécessaires à l'application de leur programme (stations, testage...) pour les adapter à ce nouveau champ des possibles. Il va sans dire qu'il est important que l'OS choisisse les outils qu'il est en capacité de faire fonctionner correctement. Un programme trop ambitieux entraînerait de mauvais résultats et une défiance vis-à-vis du travail de sélection dans la race concernée.

Vers une génétique de filière !

L'application du nouveau Règlement Européen a provoqué des bouleversements dans le paysage du dispositif génétique français, dont les conséquences sont loin d'être achevées en particulier dans le dispositif ruminant. Cette nouvelle donne qui ne remet pas en cause la nécessité de valoriser la diversité de notre offre raciale et de répondre aux enjeux économiques et sociétaux ne peut qu'inciter les partenaires du dispositif génétique français à continuer de travailler dans un esprit le plus collectif possible. C'est dans ce sens que France Génétique Elevage l'interprofession génétique évolue. Races de France,

féderation des OS s'y implique dans un esprit de collaboration mais aussi d'ouverture et de dialogue au-delà du monde strictement génétique avec des partenaires incontournables et complémentaires que sont les organismes de recherche développement, les administrations et collectivités territoriale et bien entendu les interprofessions. Toutes ces évolutions réglementaires, technologiques et sociétales ne doivent pas non plus faire oublier aux éleveurs impliqués dans les programmes de sélection de nos races qu'ils demeurent les acteurs principaux d'un dispositif génétique au service des filières animales.

Evolution du concept de race et sa pertinence au début du XXIe siècle

Éléonore CHARVOLIN-LEMAIRE, Denis LALOË

Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR GABI, 78350 Jouy-en-Josas

Contact : eleonore.charvolin-lemaire@inrae.fr

Résumé : La domestication a entraîné, entre autres conséquences, une partition des espèces concernées en sous-populations homogènes. La notion de race, fait peu à peu son apparition pour désigner et différencier ces sous-populations. D'abord centrée sur l'appartenance à une famille, la notion de race s'élargit pour prendre en compte le rôle de gestionnaire des éleveurs, et intégrer le contexte socio-économique. Aussi, cette notion, principalement européenne, n'a pas d'acception biologique ou définition légale universelle. Même si elle s'étend maintenant dans l'ensemble des pays dans le Monde, et que les outils génomiques sont de plus en plus puissants, elle se réfère bien souvent à un concept socio-culturel plutôt qu'à une entité biologique, et les règles d'appartenance d'un animal à une race relèvent en dernier lieu de la décision humaine, politique et économique.

Mots-clés : : *racés, domestication, élevage.*

Introduction

La domestication est à l'origine de la fragmentation et différenciation des espèces concernées en sous-populations. Deux forces ont œuvré pour la constitution de ces populations, une force « centripète », visant à une homogénéisation intra-population, et une force « centrifuge », visant à une différenciation entre populations. Ces deux forces se sont peu à peu « objectivées » pour aboutir au XIXe siècle à la notion explicite de race. Aujourd'hui en France, la race est ainsi définie (article D659-3 du Code rural et de la pêche maritime) : « un ensemble d'animaux qui a suffisamment de points communs pour pouvoir être considéré comme homogène par un ou plusieurs groupes d'éleveurs qui sont d'accord sur

l'organisation du renouvellement des reproducteurs et des échanges induits, y compris au niveau international ». La notion de race recouvre donc à la fois une réalité biologique et une dimension sociale. Cette notion évolue en fonction des deux aspects. En particulier, les critères de classification ont évolué en fonction des outils mis à disposition par les connaissances scientifiques, passant de critères morphologiques visibles à des critères généalogiques, génétiques et génomiques. Plus qu'une revue exhaustive, cet article se propose d'illustrer cette notion de race, son histoire et ses différentes acceptions par quelques exemples.

La domestication et la création de sous-populations

Parler de races, c'est parler d'abord de domestication. Pour la majorité des espèces, la domestication a été synonyme de création de nombreuses races, sous l'effet de plusieurs facteurs : isolement, dérive génétique, sélection consciente ou non. Même si ce

phénomène s'est accentué dans les derniers siècles, il était présent dès le début de la domestication. Il est perceptible par exemple chez le chien, première espèce domestiquée entre 13 000 et 16 000 ans avant le temps présent (AP) (Rognon *et al.*, 2020).

Individualisation des animaux

Guagnin *et al.* (2018) ont mis au jour une série de gravures rupestres datant de 10 000 ans AP, retrouvées en plein cœur du désert d'Arabie Saoudite, sur les sites de Jubbah et Shuwaymis (Figure 1). Ce pourrait bien être la plus vieille représentation de chiens par des

êtres humains. Ces motifs gravés à même les rochers de grès figurent des chasseurs portant arc, flèches et carquois, entourés d'une trentaine de chiens. Le canidé fut probablement utilisé par les chasseurs afin de les aider dans leur tâche.



Figure 1. Gravures rupestres du site de Shuwami (Arabie Saoudite), datées de 10 000 ans AP, montrant un chasseur avec des chiens dont certains sont tenus en laisse. Sur cette photo, les motifs sont sur-contrastés en comparaison de l'original. Source : Guagnin *et al.*, 2018, avec l'aimable autorisation de l'auteur.

Parmi les chiens représentés, certains sont tenus en laisse, sans doute dans un souci de protection, alors que les autres sont libres. Cela suggère non seulement que des populations humaines contrôlent leurs chiens de chasse dès le pré-néolithique, mais que certains chiens effectuent des tâches de chasse différentes des autres : repérage ou attaque des proies, protection des

chasseurs, traction. Les chiens sont également distingués par leur robe, indiquant que les chiens sont reconnus au niveau individuel. On aurait des utilisations différentes des chiens en fonction de leurs caractéristiques individuelles. Seraient-ce les prémices d'une caractérisation individuelle pour définir la meilleure utilisation de chaque animal ?

Création de sous-groupes homogènes

La différenciation/individualisation des populations se poursuit sous l'effet conjoint de facteurs utilitaires et esthétiques. On trouve mention (Villard, 2000) de populations canines au phénotype différent à différentes époques. Dès l'époque assyrienne, 2883-2627 ans AP, on trouve des représentations de chiens de guerre portant un phénotype molossoïde, par exemple sur les bas-reliefs du palais de Ninive (aujourd'hui Mossoul). A l'époque néo-assyrienne 2911-2609 ans AP, des documents décrivent des groupes de chiens selon leur fonction (chien de Gula),

avec des noms différents selon le type, ainsi que des termes pouvant se référer à des noms de race (chien élamite, chien de Marhasi).

De même, en Chine, 3000 ans AP, les cours impériales avaient un goût prononcé pour le Happa, petit chien au nez écrasé. Le Happa sera croisé beaucoup plus tard avec le chien maltais pour donner naissance au pékinois. On passe ainsi progressivement de l'individualisation d'animaux à la constitution de groupes homogènes morphologiquement.

Un contre-exemple : la race bovine N'guni

Ce processus d'homogénéisation, bien documenté en Europe, n'est cependant pas universel, comme en témoigne l'exemple de la race bovine N'guni (Oosthuizen, 1996). C'est une race bovine native d'Afrique du Sud, sélectionnée sur la diversité des patrons de coloration. Cette race est élevée en partie pour son cuir utilisé pour la confection de boucliers.

Chaque patron de coloration était associé à des régiments différents. Les animaux de cette race ont donc des robes de couleur très variable, du pie à l'uni, avec des teintes rouges, noires, brunes... La base de données internationale de la FAO pour les Ressources génétiques animales (DAD IS) mentionne l'existence de 80 patrons répertoriés pour cette race.

Comment passe-t-on de sous-populations aux races actuelles ?

Des prémices à une forme organisée de la sélection animale

Les aspects économiques deviennent de plus en plus importants avec le développement de circuits commerciaux internationaux, et certaines populations acquièrent une renommée hors de leur berceau d'origine. C'est le cas de la population ovine de Merinos, qui, originaire du Moyen Orient, arrive en Espagne via l'Afrique du Nord à la fin du XIIe siècle. Entre le XIIe et le XVIIIe siècle, les Espagnols, ayant remarqué la qualité de la laine, entreprennent le développement d'un marché de la laine de très haute qualité, reconnue dans le monde entier. Ce phénomène s'amplifie au cours du XVIIIe et XIXe siècle en Europe, où les éleveurs s'organisent pour sélectionner et diffuser des reproducteurs correspondant à un idéal d'individus avec des caractéristiques à conserver dans la descendance (Verrier, 2020). Peu à peu se

constituent des ensembles d'animaux aux caractéristiques communes, ensembles désignés par le terme de « race ».

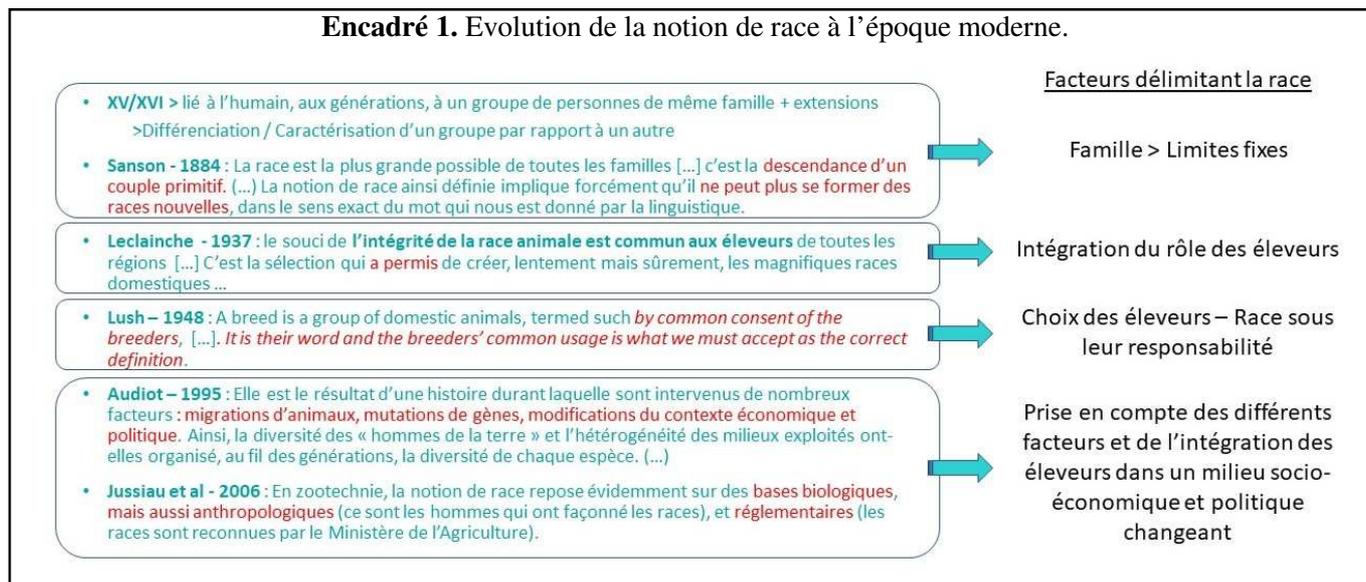
La rationalisation de la sélection des populations animales d'intérêt agricole s'opère au XVIIIe siècle, à l'initiative de Robert Bakewell (1725-1795). Ce propriétaire terrien anglais veut valoriser le mieux possible les animaux et développer un marché des reproducteurs. Pour ce faire, il définit des critères de qualités qu'il contrôlera sur descendance et il met en place le suivi généalogique des animaux. C'est à cette époque que la notion de race apparaît en élevage, afin de désigner les caractéristiques distinctives des cheptels obtenus (Verrier, 2020).

Evolution de la notion de race au cours du XXe siècle

L'évolution de la notion de race au XXe siècle est présentée dans l'encadré 1. A partir d'une définition fondée sur des critères familiaux, on intègre peu à peu le rôle des éleveurs, leurs responsabilités. La race se définit d'abord par l'appartenance à une famille : Sanson affirme l'existence d'un couple primitif, les contours de la race étant fixés autour de la famille. Peu à peu le rôle des éleveurs est pris en compte dans la définition de race. Leclainche (1937) accorde aux éleveurs un rôle particulier dans l'évolution de la race et leur sélection. Ce rôle est réaffirmé par Lush (1948), un des pères de la sélection moderne, qui met en avant le consentement des éleveurs dans la définition de la

race : dès lors, la race est bien sous la responsabilité des éleveurs. Puis, progressivement, rentrent dans la définition de la race les aspects socio-économiques et politiques : par exemple, que ce soit chez Audiot (1995) ou Jussiau *et al.* (2006), en plus des délimitations génétiques et biologiques, on prend en compte les éleveurs, et on les intègre dans leur contexte sociologique et politique. On passe ainsi d'une définition principalement, voire exclusivement centrée sur la généalogie, à une définition plus large, incluant les éleveurs, en tant que groupe opérant des choix partagés, puis le contexte socio-économique.

Encadré 1. Evolution de la notion de race à l'époque moderne.



La situation actuelle, l'influence de la Convention sur la Diversité Biologique

Notion de ressources génétiques animales

Un tournant majeur est opéré à la signature de la Convention sur la Diversité Biologique à Rio en 1992. La diversité biologique est alors définie comme comprenant trois niveaux : les écosystèmes, les espèces, les ressources génétiques, représentées pour le secteur animal par les races. On passe de la prise en compte de la biodiversité comme « bien commun de l'humanité » à la « souveraineté des États sur leur diversité biologique ». L'État est donc souverain sur les ressources génétiques de son territoire. Les discussions internationales sur les ressources génétiques (et donc sur les races pour l'alimentation et l'agriculture) se tiennent dans l'enceinte de l'Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).

Dès 1999, la stratégie mondiale de la FAO pour la gestion des ressources génétiques animales (RGA)

définit la race de façon comparable à ce que l'on a décrit plus tôt : points communs visibles. Mais un point important est ajouté : « la séparation géographique et/ou culturelle d'animaux qui se ressemblent peut mener à la définition d'une race ». C'est la définition acceptée par l'ensemble des États dans le Monde.

Par la suite des recommandations pour la gestion des RGA *in vivo* soulignent l'importance de la gestion génétique commune pour définir un groupe d'animaux comme race. En effet, comme le souligne Irène Hoffman en 2013, la notion de race est européenne et n'a pas d'acceptation biologique ou définition légale universelle. Même si la notion de race s'étend maintenant dans l'ensemble des pays dans le Monde, elle se réfère bien souvent à un concept socio culturel plutôt qu'à une entité génétique.

Le cas de la France

L'État français est passé de surveillant à acteur. Concomitamment à l'intégration du rôle des éleveurs, et la prise en compte de leurs choix dans la définition des races, l'État français s'implique plus fortement dans la définition des races. D'abord en influant fortement sur le développement de certaines races à l'encontre d'autres. Par la suite, la prise en compte des races à petit effectif, des races locales par l'État a amené à définir la race dans le Code rural. Suite à la Loi d'Orientation Agricole de 2006, la définition de la race a été intégrée au code rural. Cette définition (fournie dans l'introduction du présent article) est assez large et repose sur trois points particuliers : les points communs entre les animaux, le groupe d'éleveurs, l'organisation du suivi des reproducteurs.

L'attribution de différents qualificatifs à ces races va par la suite mener à la mise en place de différentes actions, attachant à la race une ou différentes valeurs : commerciale, environnementale, patrimoniale, culturelle, etc.

Dix ans après la Loi d'Orientation Agricole, le Règlement Zootechnique Européen (RZUE) vient complexifier le système de gestion des races. La possibilité pour une race d'avoir plusieurs Organismes de Sélection (OS) est mise en avant par le RZUE. La mise en place de plusieurs OS pour une même race mènera à la mise en place de plusieurs livres généalogiques, et, en allant jusqu'au bout de la logique, à des populations disjointes, et donc renommées.

La notion de race à l'épreuve des outils scientifiques modernes

Peterson *et al.* (2013) étudient la diversité génétique des races de chevaux en Europe à partir de données génomiques (Figure 2). Ils montrent une belle image des races équinées, bien séparées les unes des autres, tout en pointant quelques exemples d'animaux déclarés d'une race mais regroupés avec une autre.

Il y a une adéquation étroite entre les races telles qu'elles sont déclarées avec la réalité biologique et génétique. Cependant, les éleveurs ont pu faire le

choix dans certains cas d'importer des animaux extérieurs à la race, à l'encontre d'une définition stricte généalogique de la race. Par exemple, la Figure 3 résume les règles d'inscription d'un poulain au Stud Book de la race équine Selle Français (SF). Parmi ces cas, une femelle étrangère labellisée SF, avec un étalon étranger approuvé Selle Français, pourra voir son poulain inscrit au stud book SF. Le Stud Book a ensuite mis en place une labellisation Selle Français Originel.

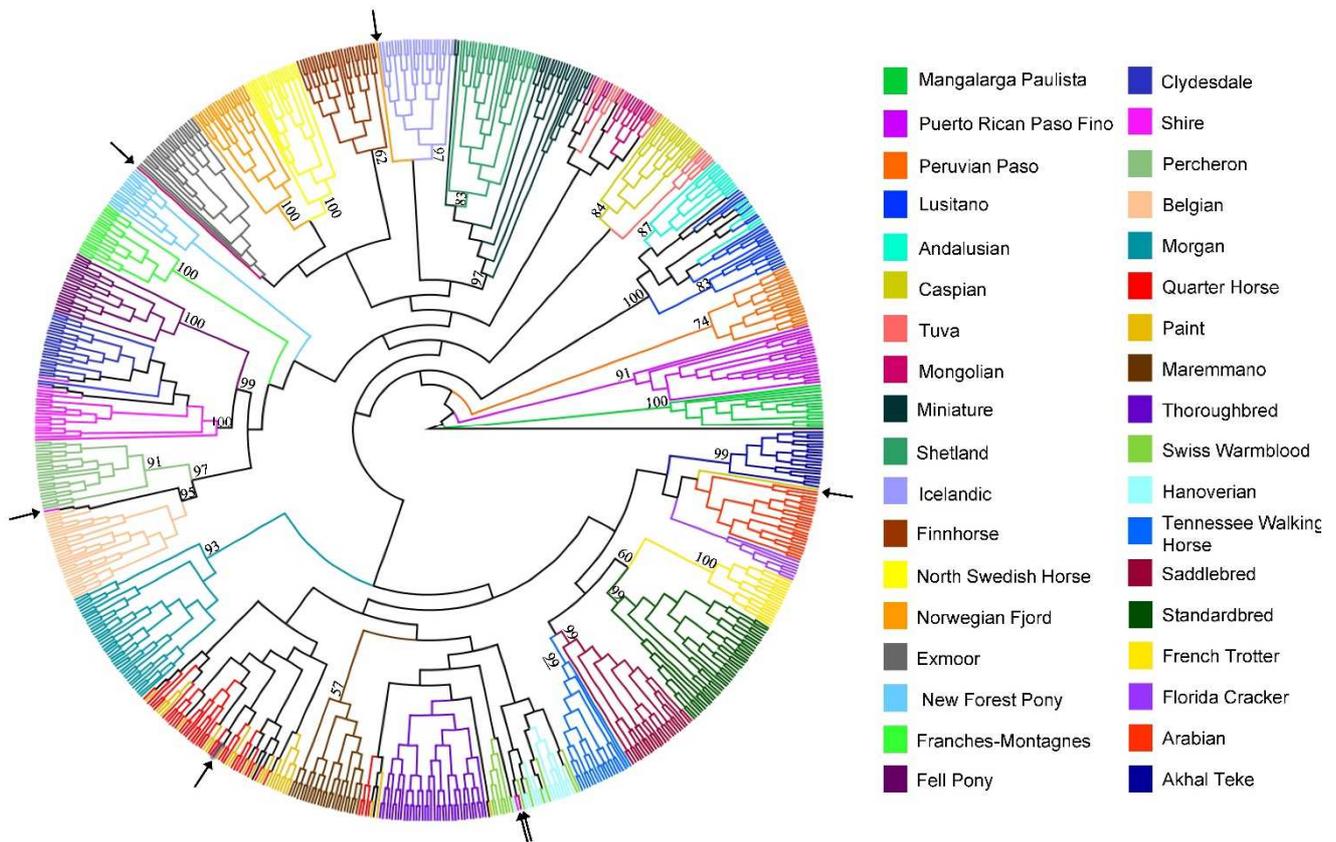


Figure 2. Dendrogramme représentant la diversité génétique de 36 races de chevaux en Europe à partir de données génomiques. Chaque individu échantillonné est représenté par un trait coloré à la périphérie du cercle et chaque race est représentée par une couleur. Les flèches noires à l'extérieur du cercle signalent des individus déclarés d'une race donnée mais que le génotype positionne au sein d'une autre race. Source : Petersen *et al.*, 2013.



Figure 3. Diagramme de décision proposé aux éleveurs de chevaux de sport pour produire (donner naissance à) des poulains automatiquement inscriptibles en race Selle Français. Source : Stud-Book Selle Français (<http://www.sellefrancais.fr/regles-de-croisement-et-inscription-sf-92-rubrique.html>).

Dans ces deux exemples on voit que malgré les analyses scientifiques, les règles pour définir si des animaux appartiennent à une race restent attachées à une décision humaine. La notion de race est déconnectée des connaissances découlant des outils

scientifiques. L’outil scientifique peut répondre à une demande des éleveurs pour aider à la décision mais celle-ci relève en dernier lieu du choix humain, politique et économique.

Conclusion

Quels que soient ses avatars, la notion de race en tant que telle est toujours fondée sur la ressemblance d’individus. Les outils scientifiques ont beaucoup progressé, ont permis d’apprécier cette ressemblance de manière différente et de plus en plus fine. Cependant les interrogations de ce concept de race portent beaucoup plus sur des aspects anthropologiques et sociaux que sur des aspects scientifiques.

Peut-on préserver la diversité génétique en se passant de la notion de race ? Sur le plan strictement génétique, très certainement. Mais, comme souligné dans le domaine de la formation, le paradigme n’est pas (plus) la génétique per se mais le(s) système(s) d’élevage et les territoires et les humains qui y vivent. Cette notion de race est pour beaucoup une entrée pour la définition d’un gestionnaire (au moins) par sous-population. La diversité des gestionnaires dépend aussi de la diversité des races.

Remerciements

Nous tenons à remercier Julie Labatut et Gwendal Restoux pour leur aide et les discussions fructueuses lors de la préparation de la présentation à l’occasion la journée d’étude de la Société d’Ethnozootechnie.

Références

- Guagnin M., Perri A.R., Petraglia M.D. (2018) Pre-Neolithic evidence for dog-assisted hunting strategies in Arabia. *Journal of Anthropological Archaeology* 49, 225-236.
- Hoffmann I. (2013) Adaptation to climate change—exploring the potential of locally adapted breeds. *Animal* 7, 346-362.
- Jussiau R., Montmeas L., Papet A. (2006) *Amélioration génétique des animaux d’élevage. Bases scientifiques, sélection et croisements*. Educagri.
- Leclainche E. (1937) Académie des Sciences, séance publique annuelle, 20 décembre 1937.
- Lush J.L. (1948) *The genetics of populations*. Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station. Special Report 94. Ames, Iowa. Iowa State University.
- Oosthuizen M.P. (1996) *Uchibidolo: the abundant herds: a descriptive study of the Sanga-Nguni cattle of the Zulu people, with special reference to colour-pattern terminology and naming-practice* (Doctoral dissertation).
- Petersen J.L., Mickelson J.R., Cothran E.G., Andersson L.S., Axelsson J., Bailey E., ... McCue M.E. (2013) Genetic diversity in the modern horse illustrated from genome-wide SNP data. *PLoS one* 8, e54997.
- Rognon X., Laloë D., Vila E., Verrier E. (2020) La domestication et la constitution des ressources génétiques. In E. Verrier, D. Milan, C. Rogel-Gaillard (eds), *Génétique des animaux d’élevage. Diversité et adaptation dans un monde changeant*, Éditions Quæ, 17-28.
- Sanson A. (1884) *Traité De Zootechnie – Tome 4 : Bovidés taurins et bubalins*. Édition Agricole de la Maison Rustique, Paris.
- Verrier E. (2020) De la domestication à la sélection génomique : une brève histoire de la sélection animale. In E. Verrier, D. Milan, C. Rogel-Gaillard (eds), *Génétique des animaux d’élevage. Diversité et adaptation dans un monde changeant*, Éditions Quæ, 29-46.
- Villard P. (2000) Le chien dans la documentation néo-assyrienne. In: *Topoi. Orient-Occident*, Supplément 2, Les animaux et les hommes dans le monde syro-mésopotamien aux époques historiques ; https://www.persee.fr/doc/topoi_1764-0733_2000_act_2_1_2806

Le rôle de la Société Centrale Canine dans la défense des races patrimoniales françaises

Fleur-Marie MISSANT ⁽¹⁾, Emmanuel RIBAUCCOURT ⁽²⁾

(1) Société Centrale Canine, Service Santé et Ressources génétiques, 155 av. Jean Jaurès, 93535 Aubervilliers

Contact : fleur-marie.missant@centrale-canine.fr

(2) Association de Sauvegarde du Chien de Berger d'Auvergne, Lapeyre Saint-Dolus, 15140 Saint-Projet-de-Salers

Résumé : La Société Centrale Canine compte dans ses missions la défense des races patrimoniales. Après une brève présentation de la Société Centrale Canine, organisme de sélection pour l'espèce canine en France, le programme de conservation des races françaises est présenté, mettant en avant les différents outils de sélection proposés par le Service Santé et Ressources génétiques de la SCC. Enfin, l'histoire du sauvetage de la race Chien de Berger d'Auvergne est exposée par M. Ribaucourt. Cet historique et les actions actuelles montrent un bon exemple de la grande palette des acteurs, ressources et limites de la sauvegarde d'une race canine. Quatre facteurs déterminants se dégagent : taille et nature de la population de départ, adéquation de la race avec les attentes des futurs propriétaires, facteur humain représenté par les éleveurs et les associations de race, ainsi que l'utilisation des outils d'aide à la sélection mis en place par la Société Centrale Canine.

Mots-clés : Chien, Société Centrale Canine, Races, Patrimoine, Eleveurs, Sauvegarde.

Société Centrale Canine's role in defending the French dog breeds. Abstract: In its missions, the French Kennel Club (*Société Centrale Canine*) has the defense of native dog breeds. This article briefly presents the organisation, its role and missions as the body in charge of the selection of the canine species in France. It then presents the French breeds conservation program with the different selection tools proposed by the SCC Health and Genetic Resources department. In the end, the story of the rescue of Auvergne shepherd breed is told by Mr Ribaucourt, the president of the ASCBA an association aiming to rescue this breed. This story in the past and the present gives a good overview of the wide array of stakeholders, resources, and limits of rescuing a dog breed. Four key factors are highlighted in this paper: size and nature of the starting population, match between the breed and the expectations of the future owners, human factor with breeders and breed clubs, and the use of selection tools provided by Société Centrale Canine.

Keywords: Dog, Kennel Club, Breeds, Native Dog Breeds, Breeders, Conservation.

Introduction

La Société Centrale Canine est l'équivalent d'un organisme de sélection pour l'espèce canine en France. Cette association est donc responsable de la sauvegarde des 60 races canines françaises. Nous présenterons dans un premier temps les missions de la

Société Centrale Canine puis nous étudierons le programme de conservation des races patrimoniales et enfin nous prendrons l'exemple de la race Chien de Berger d'Auvergne, une race à très faible effectif pour laquelle s'est passionné M. Ribaucourt.

La Société Centrale Canine et ses missions

La Société Centrale Canine

Fondée en 1881, la Société Centrale Canine (SCC) est l'organisme reconnu par le Ministère de l'Agriculture pour gérer le livre généalogique canin (Livre des Origines Français, LOF). Cette association loi 1901, reconnue d'utilité publique, a pour objectif la promotion des races de chiens en France ainsi que la promotion et la protection des divers rôles du chien

dans la société. Elle fédère 120 Associations de races ou « clubs de races » dont la mission est de gérer une ou plusieurs races en France, et 60 Société Canines Territoriales dont la mission est d'organiser des épreuves de sélection (concours de conformité au standard de race ou utilisation).

Missions de la Société Centrale Canine

Les missions de la Société Centrale Canine sont diversifiées, au service de la promotion et de l'amélioration du chien de race en France. Concernant la promotion du chien de race, une communication auprès du grand public est faite pendant le Salon de l'Agriculture notamment, mais aussi à travers son site internet www.centrale-canine.fr, véritable planète du chien de race et de l'élevage.

La structuration de l'élevage est en effet le rôle principal de la SCC, qu'elle assure par la tenue du LOF d'une part, mais aussi par le développement continu de nouveaux outils d'aide à la sélection, comme le site LOF Select (www.centrale-canine.fr/lofselect), mais aussi par la rédaction d'un Guide des bonnes pratiques pour le bien-être animal en élevage canin. La gestion des races patrimoniales, les races canines françaises, est aussi une mission de la Société Centrale Canine.

Gérer les races patrimoniales

On compte 60 races canines françaises, dont 54 sont reconnues au niveau international par la Fédération Cynologique Internationale (FCI), l'organisation mondiale regroupant les homologues de la SCC et structurant la cynophilie internationale. Ces races françaises sont principalement des races de chiens de chasse (chiens courants ou chiens d'arrêt), mais on compte aussi des races correspondant à d'autres utilisations du chien, comme le Bouledogue Français, un chien de compagnie, première race en nombre de naissances dans le monde. Certaines races françaises

se portent bien, elles sont très bien représentées à l'international, comme le Bouledogue Français, d'autres sont en conservation et chaque portée née est précieuse, comme l'Épagneul de Pont-Audemer, ou encore le Chien de Berger d'Auvergne. La Société Centrale Canine traite avec une diversité d'acteurs dans le cadre de la gestion des races françaises : éleveurs, propriétaires, mais aussi représentants des clubs de races, ou encore représentants des unions mondiales des races, voire organisations canines étrangères.

Le programme de conservation des races françaises

Le programme de conservation des races françaises a été formalisé au sein de la Société Centrale Canine depuis 3 ans environ, avec la création du service Santé et Ressources génétiques doté d'une ingénieure agronome et d'une vétérinaire spécialisée en génétique moléculaire. Ce service est à la fois proactif dans les actions de conservation et se met à la disposition des clubs de races pour les appuyer dans leurs objectifs.

Le parcours de reconnaissance d'une race au niveau national

Prenons l'exemple de la race Berger des Alpes et de Savoie pour présenter le parcours de reconnaissance d'une race au niveau national. La population de ce groupe racial avait été présentée à la Commission Zootechnique en Savoie au début des années 2000. L'évaluation concluait que la race n'était pas stabilisée dans un phénotype standard et original, en effet plusieurs lignées très différentes étaient clairement repérables. En 2017, une nouvelle association a pris en main la sauvegarde de la race, le Club de Sauvegarde du Berger des Alpes et de Savoie. Une nouvelle évaluation de la population a eu lieu le 27 avril 2018

par le Pr Bernard Denis, représentant notre Commission Zootechnique. Puis le standard de la race a été revu et corrigé par les experts de la Société Centrale Canine, et la race a été officiellement reconnue par le Comité de la Centrale Canine début 2020. L'affiliation du club de race à la SCC est en cours, et les premiers chiens pourront être inscrits au LOF dès que les paramétrages seront terminés. La race est officiellement reconnue au niveau national, le niveau d'après est le niveau international, pour lequel il faut faire une demande auprès de la FCI.

Le parcours de reconnaissance d'une race au niveau international

La reconnaissance au niveau international peut se faire après au minimum 15 ans d'inscription auprès d'une organisation canine nationale. Les critères à valider pour cette reconnaissance sont à présenter dans un dossier pour la Commission Scientifique de la FCI. Ce dossier doit contenir un certain nombre d'informations

sur la population de la race, le standard provisoire de la race et un questionnaire relatif à la santé des individus recensés, mais aussi une évaluation sur le comportement et le caractère.

Les informations sur la population de la race doivent démontrer une diversité assez importante au sein de la race. Il existe deux possibilités pour cela :

- Démontrer que la population se compose d'un minimum de 8 groupes de familles, chacun comportant au moins deux mâles et six femelles de deux portées différentes dans chacun des groupes, nés sur une période de cinq ans. D'une lignée à l'autre, il ne doit exister aucun ancêtre en commun sur les trois générations.
- Effectuer une estimation de l'effectif efficace de la population, calculée à partir de données généalogiques. Cet effectif efficace doit alors être entre 50 et 100. Si l'effectif efficace de la population est inférieur à 50, la reconnaissance internationale de la race n'est pas recommandée par la Commission Scientifique de la FCI.

Une fois le dossier accepté, une délégation formée d'un membre de chacune des deux commissions (Standard

et Scientifique) de la FCI sera mandatée pour exécuter un contrôle approfondi sur place « avec le standard en main ». Soixante sujets minimum, mâles et femelles, représentant toutes les tailles, couleurs et textures de poil, doivent être évalués à cette occasion.

La reconnaissance de la race par la FCI est une reconnaissance provisoire pendant dix ans, qui permet ensuite de postuler pour une reconnaissance définitive, à condition notamment que la race ait connu un nombre assez important d'inscriptions pendant cette période de dix années.

Ce long parcours de reconnaissance a pour objectif de vérifier que la population reconnue constitue bien une race avec une diversité assez importante pour prospérer. Il permet aussi, indirectement, de retenir seulement les races pour lesquelles des hommes s'engagent sur le long terme, ce qui est un critère indispensable au développement d'une race canine.

Les outils de sélection communs à toutes les races

Le programme de conservation des races françaises s'appuie sur tous les outils de sélection disponibles pour l'espèce canine en France. Le premier outil est la sélection sur la performance, que ce soit en résultats de conformité au standard (évaluation phénotypique des individus par des juges canins en concours), ou des résultats d'utilisation, c'est-à-dire à des épreuves de nombreuses disciplines comme la chasse, le mordant, le pistage, le sauvetage à l'eau, ... Chaque race est autorisée à un certain nombre de disciplines correspondant à l'utilisation des chiens de cette race. Cette sélection est la sélection de base pour toutes les races, y compris nos races françaises vulnérables.

L'autre outil de sélection de base est le suivi des maladies héréditaires présentes dans chaque race. Grâce au travail du club de race en relation avec les

éleveurs, et de la Commission Scientifique de la SCC, les maladies héréditaires de chaque race sont connues et suivies, des dépistages sont recommandés pour les reproducteurs, en fonction de la fréquence de la maladie dans la race.

Les résultats de tous les dépistages de santé, ainsi que toutes les informations sur un chien sont présentés en ligne sur le site de la Société Centrale Canine, LOF Select. Ce site offre la visualisation de tous les pedigrees des chiens inscrits au LOF, ainsi que la possibilité de créer des alliances virtuelles, c'est-à-dire d'avoir un aperçu du pedigree d'une portée qui n'est pas encore née. Véritable outil pratique pour les éleveurs (Figure 1), il facilite le travail de sélection en présentant les données de référence pour tous les chiens de race

Les outils de sélection spécifiques des races à faible effectif

Dans le cadre du programme de conservation des races françaises, nous proposons des services spécifiques pour les races à faible effectif. Au-delà de l'étude du coefficient de consanguinité sur 5 générations qui est présent sur tous les pedigrees, nous avons travaillé sur le calcul de l'effectif efficace pour évaluer la diversité génétique de nos races. L'effectif efficace, calculé par la manière utilisée dans la reconnaissance FCI (Figure 2), est un outil qui permet de mieux connaître la diversité génétique de la race, c'est donc une donnée très intéressante pour les clubs de races. D'autre part,

nous pouvons réaliser des études d'accouplement sur mesure pour tous les éleveurs de races vulnérables afin de les aider dans leurs choix.

Toujours dans le thème de la diversité génétique, Alicia Jacques vient de commencer une thèse doctorale financée par INRAE, IDELE, IFIP et la SCC sur le sujet de l'utilisation des ressources cryoconservées dans la conservation de la diversité génétique.

24 résultats correspondent à votre recherche

 <p>ISAE DE LA CHAUME DU BOIS DIEU ♂ Berger de brie / Fauve - gris (marque de fauve et de sable) Né(e) le 16 juin 2013</p>	<p>Identifiant : 250268710392662 LOF : 107315/12902</p>	<p>Couleur : Fau.</p>	<p>CACIB(Z) CHFS TC CSNB-11 HD-A DNA</p>	<p>6</p>
 <p>GUINNESS DU MAS DES COEURS POILUS ♀ Berger de brie / Noir - ardoise - gris Né(e) le 02 août 2011</p>	<p>Identifiant : 250269604383840 LOF : 106455/15375</p>	<p>Couleur : Noi.</p>	<p>CACIB(T) CACS(S) CMFV EXCRE EXCRE CSAU CSNB-11 HD-A DNACamp-M</p>	<p>6</p>
 <p>GALICIA DE L AMITIE FIDELE ♀ Berger de brie / Fauve - gris (marque de fauve et de sable) Né(e) le 16 juillet 2011</p>	<p>Identifiant : 276097202066029 LOF : Etranger</p>	<p>Couleur : Fau.</p>	<p>EXCRE EXCRE RCACSRPT(T) CHDE CSNB-11 HD-A DNACamp-P</p>	<p>6</p>
 <p>TABOO DALIDO ♂ Berger de brie / Fauve - gris (marque de fauve et de sable) Né(e) le 08 mai 2011</p>	<p>Identifiant : 900108000003159 LOF : Etranger</p>	<p>Couleur : Fau.</p>	<p>CACIB(Z) CACS(S) EXCCTNE CMZ CNPL CHSK CANTD CSAU CSNB-11 HD-A DNA</p>	<p>6</p>

Figure 1. Capture d'écran d'une recherche de géniteur dans la race Berger de Brie sur le site LOF Select. <https://www.centrale-canine.fr/lofselect/chercher-un-geniteur>

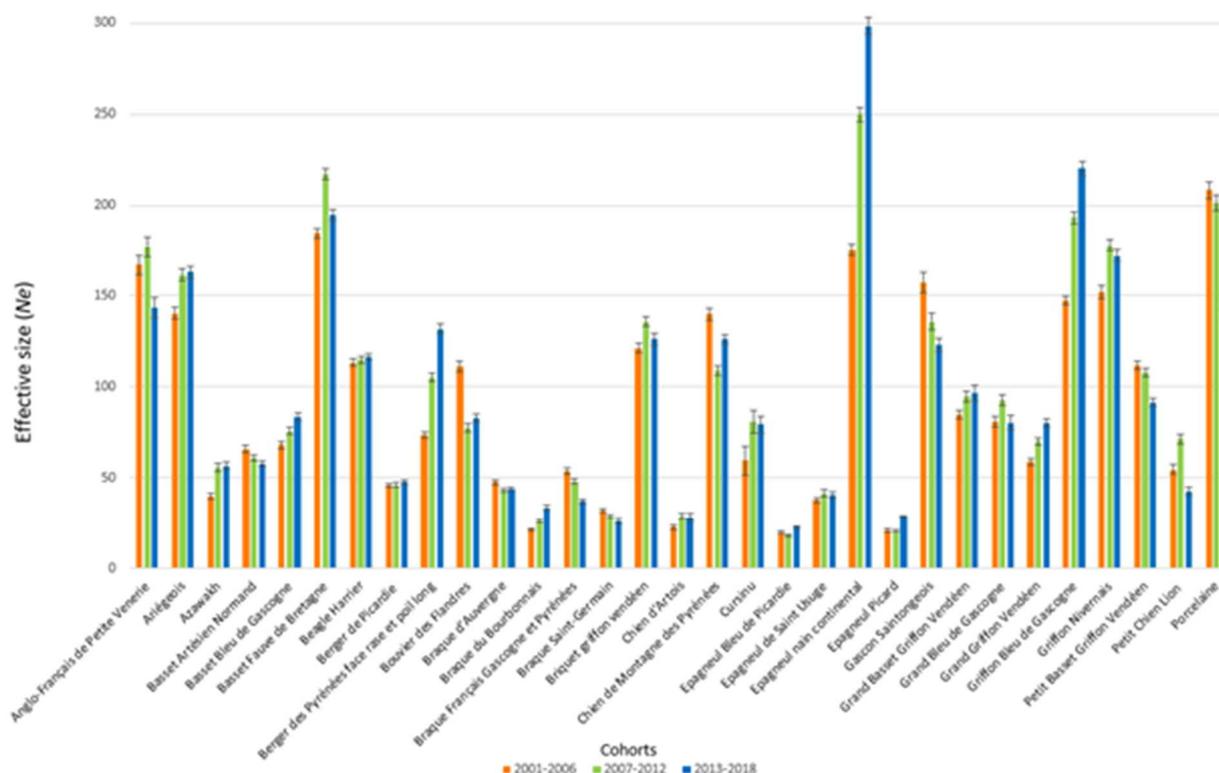


Figure 2. Effectif efficace (*Effective size, Ne*) calculé sur 3 cohortes pour 31 races françaises (résultats établis par Alicia Jacques).

L'importance du club de race

Le dernier maillon de la chaîne pour la conservation d'une race, et on devrait dire le premier maillon de la chaîne en termes d'importance, est le club de race. Cette association a en charge spécifiquement une ou plusieurs races (généralement proches), elle coordonne les éleveurs et amateurs de la race afin de suivre un schéma de sélection cohérent. C'est l'interlocuteur unique de la SCC face à la multitude d'éleveurs, et c'est aussi l'entité en charge du standard de la race, non seulement au niveau national mais par

voie de conséquence aussi au niveau international, avec l'appui de la Commission Zootechnique de la Société Centrale Canine.

Le club de race a donc un rôle crucial dans la conservation d'une race, comme nous allons l'illustrer ci-dessous par l'histoire d'une race en cours de sauvetage, le Chien de Berger d'Auvergne, soutenue par une association de passionnés dont est président M. Emmanuel Ribaucourt.

L'exemple d'une race en cours de sauvetage : le Chien de Berger d'Auvergne

Un chien de pays oublié

Le berger d'Auvergne est un très ancien chien de berger français, autrefois utilisé pour la conduite des troupeaux d'ovins, de caprins et de bovins. Ce chien n'a jamais fait l'objet d'une quelconque sélection. Le berger d'Auvergne a été cité par plusieurs auteurs à la fin du XIXe siècle, dont Paul Dechambre, et une description en a été faite en 1897 par le vice-président du Club français du chien de berger de l'époque. Une importante iconographie ancienne atteste sa très abondante présence dans le Puy-de-Dôme, le Cantal et la Haute-Loire, moindre dans l'Allier et les autres départements du Massif central. Son morphotype était assez homogène, avec des couleurs de robe diverses

(merle, noire, fauve, bringée) et des longueurs de queue variables. Le poil était majoritairement court. Le port d'oreilles semi-dressé était le plus répandu.

La transformation des modes d'élevage engagée dans les années 1960 a progressivement fait disparaître le Berger d'Auvergne, à l'instar d'autres races anciennes d'animaux domestiques. Il a peu à peu été remplacé par des races bergères françaises, jugées plus adaptées. À partir de 1980, son déclin s'est accéléré avec l'arrivée des premiers bords collies. En 2010, ce chien de berger était souvent considéré comme éteint.

Le lancement d'une sauvegarde en 2014

Vers 2008, Laurent Avon (fervent défenseur de la biodiversité domestique, chargé à l'Institut de l'Élevage de la coordination des programmes de conservations des races bovines) avait confirmé la régression continue du Berger d'Auvergne et le risque de sa disparition imminente. Un appel lancé en 2010 sur un forum canin par Émilie Dracon (actuelle secrétaire de l'association) fut repris en 2013 sous la forme d'un « avis de recherche » sur le blog « Les Biodiversitaires » (É. Rousseau et Ph.J. Dubois). Cet avis fut le déclencheur de la sauvegarde. Une équipe se constitua et les premières recherches de chiens commencèrent en 2014. L'Association de sauvegarde

du Chien Berger d'Auvergne (ASCBA) fut créée en novembre 2014. De nouveaux membres rejoignirent le conseil d'administration fin 2017 à la suite de plusieurs départs.

L'appui du professeur Jean-François Courreau (ENV Alfort) dès le commencement de cette aventure incertaine fut déterminant pour le projet, à commencer par la validation des chiens à intégrer au programme de sauvegarde. Les difficultés se révélèrent très vite nombreuses : peu de chiens intéressants trouvés ou signalés, recherches très longues et contextes locaux parfois compliqués (scepticisme, méfiance, refus).

Les premières actions de sauvegarde

L'objectif prioritaire était de produire des chiots (Figure 3). Les premières portées furent assez aléatoires avec des sujets moyennement bien typés ou ne montrant pas les aptitudes bergères espérées. Ces sujets ont été ou sont progressivement écartés. Un

accouplement se révéla décisif avec deux reproducteurs de qualité qui auront marqué le renouveau du berger d'Auvergne. Deux autres mâles permirent ensuite de constituer un socle génétique plus large avec quelques chiennes dissociées.



Figure 3. Mâle Berger d'Auvergne né en 2016, très représentatif du standard de la race. © Elisa Montet.

En 2017, quatre chiennes très bien typées, aux aptitudes bergères affirmées, provenant toutes de fermes isolées contribuèrent à desserrer l'étai génétique avec une descendance satisfaisante. Quelques chiens trouvés en 2019 ont reproduit en 2020. Il y a toutefois une grande urgence à accoupler les derniers sujets de qualité, pour la plupart âgés, notamment trois chiennes, montrant un excellent type ancien et travaillant sur troupeau de bovins.

À ce jour, plus de 30 chiens fondateurs ont été approuvés mais tous n'ont pas eu de descendance. Les naissances répertoriées sont au nombre de 65 en 2018, et de 68 en 2019. Au total, plus de 280 chiots sont nés depuis 2014 mais tous n'intégreront pas le programme de sauvegarde. On peut estimer le total des chiens potentiellement utiles à la sauvegarde à environ 150, chiffre qui devrait croître au cours des prochaines années.

Moyens mis en place pour consolider le programme de sauvegarde

Fin 2017, la décision fut prise de renforcer les supports de sélection et de procéder à une stricte évaluation des futurs reproducteurs. En 2018 furent instaurés : le standard du berger d'Auvergne, validé par le Professeur Jean-François Courreau, ainsi qu'un examen de labellisation permettant de s'assurer du morphotype, du caractère et des aptitudes bergères de chaque chien (test au troupeau).

Un livre généalogique (composé des Livres A et B) enregistre les chiens fondateurs et les reproducteurs reconnus. Il permet de s'assurer en outre de la pertinence des accouplements afin d'absorber progressivement les sangs extérieurs. Un registre des portées et un registre des étalons reconnus complètent ce dispositif.

La communication est régulière auprès des membres de l'association avec des lettres et des bulletins d'information. Un nouveau site Internet a été mis en place en 2020 et l'association dispose d'une page et d'un groupe officiel sur Facebook.

L'association a pour objectif d'organiser chaque année une journée amicale ainsi que plusieurs séances de labellisation, et de participer à des manifestations locales. Des journées de formation au troupeau permettent de réunir les éleveurs. Il est à noter que la demande pour un chien de travail augmente régulièrement et que des éleveurs indiquent vouloir retrouver le chien de leurs ancêtres, toujours présent dans la mémoire collective.

Principales difficultés de la sauvegarde

La création de nouvelles lignées dissociées est une priorité absolue afin d'asseoir une génétique suffisante et d'éviter à terme le risque d'une consanguinité excessive. La robe merle, très répandue et sélectionnée

autrefois dans cette population, représente une difficulté supplémentaire car le nombre de chiens à la robe unie est encore trop limité par rapport au nombre de sujets à la robe merle. Les accouplements entre

sujets à robe merle étant à proscrire pour éviter d'obtenir des chiens trop blancs et avec de possibles problèmes auditifs ou ophtalmologiques.

Afin d'augmenter le nombre d'étalons non merle, il a été décidé de créer une pépinière de mâles et de les placer chez des éleveurs (principalement de bovins) motivés par la sauvegarde – qui acceptent de les mettre à disposition pour des saillies. Plusieurs mâles prometteurs à la robe unie seront aptes à la reproduction dans quelques mois.

La recherche de chiens dans les fermes se heurte à plusieurs obstacles : âge et rareté des sujets intéressants, refus de certains propriétaires d'accepter des saillies avec des chiennes extérieures ou pour d'autres, de faire reproduire leur chienne (perte de souches). À cela s'ajoutent des coûts élevés pour effectuer les déplacements, ainsi que le temps limité des bénévoles. Tous les propriétaires ne font pas labelliser leur chien et certains sujets de grande qualité sont perdus pour l'amélioration du cheptel.

Principales réalisations

La structuration de l'association et la mise en place de plusieurs moyens évoqués précédemment permettent d'effectuer une sélection la plus rigoureuse possible. La constitution de plusieurs lignées distinctes et une augmentation régulière de la qualité des portées représentent d'importants encouragements pour la poursuite du programme de préservation.

Le nombre de naissances est satisfaisant. La demande est assez élevée pour les chiots issus de parents labellisés (listes d'attente). Les actions de fond engagées à cet égard ont conforté la crédibilité de l'ASCBA.

De nouveaux propriétaires sont désireux de faire reproduire leur chienne en lien étroit avec l'association. Quelques propriétaires acceptent – via une convention – de réaliser une portée destinée à faciliter la diffusion des lignées à consolider (placement des chiots effectué avec l'association pour

ne pas perdre de variabilité génétique). Les acquéreurs se disent très majoritairement satisfaits de leur chien et heureux de contribuer à la préservation d'un patrimoine vivant.

Afin de maintenir un état sanitaire satisfaisant du cheptel, l'ASCBA a décidé de prendre en charge les coûts des tests pour les chiens fondateurs sur l'anomalie de l'œil du colley, l'atrophie progressive de la rétine et la myélopathie dégénérative, maladies potentiellement présentes chez le berger d'Auvergne. L'association recommande vivement de faire tester les futurs reproducteurs.

La nomination prochaine de délégués départementaux engagés et désireux de créer des dynamiques locales doit donner un nouvel élan à la vie de l'association. La reconnaissance de l'association par la Société Centrale Canine ouvre de nouvelles perspectives pour la préservation de cette race.

Lien avec la Société Centrale Canine

La sauvegarde du berger d'Auvergne n'a pas été accompagnée par un conservatoire ou un autre organisme jusqu'à ce jour. Cette sauvegarde a été réalisée par quelques bénévoles et avec l'appui scientifique du Professeur Courreau.

Le programme de conservation prenant une nouvelle dimension, avec un cheptel en augmentation constante, il devenait essentiel de pouvoir s'appuyer sur une structure disposée à nous accompagner dans nos actions. Il ne pouvait s'agir à nos yeux que de la Société Centrale Canine dont nous avons compris l'intérêt qu'elle porte aux populations anciennes menacées, les considérant comme des races patrimoniales.

Le contact a été engagé en février 2020 par l'intermédiaire du professeur Bernard Denis auprès de monsieur André Varlet, directeur des relations institutionnelles de la Société Centrale Canine. Un échange avec André Varlet et Fleur-Marie Missant nous a permis de présenter notre projet, étayé sur des recherches (documents et photographies anciennes) et sur les actions de préservation en cours.

L'appui de la Société Centrale Canine sera essentiel pour la suite du programme de sauvegarde à divers titres, parmi lesquels on peut indiquer les conseils de ses experts, le travail sur la génétique, les partages autour de nos actions.

Conclusion

Le projet de sauvetage du Chien de Berger d'Auvergne évolue favorablement en dépit de quelques obstacles, inhérents à toute sauvegarde. L'intérêt croissant porté à cette race augmente la probabilité de réussite des actions de préservation et constitue un fort encouragement à poursuivre un travail de fond rigoureux. Le retour du berger d'Auvergne dans les fermes est et sera un gage essentiel de salut pour ce chien de pays oublié.

La Société Centrale Canine se réjouit de ce prochain succès. Nous pouvons dégager de cet exposé 4 facteurs déterminants dans la conservation des races canines en France : la taille et la nature de la population de départ, l'adéquation de la race avec les attentes des futurs propriétaires, le facteur humain représenté par les éleveurs et les associations de race, ainsi que l'utilisation des outils d'aide à la sélection mis en place par la Société Centrale Canine.

La biodiversité domestique animale mobilisée dans une diversité de dynamiques territoriales

Lucille CALLEDE ⁽¹⁾, Anne LAUVIE ⁽²⁾

(1) Conservatoire des Races d'Aquitaine, Bordeaux-Sciences-Agro Bâtiment du Médoc

1 Cours du Général de Gaulle, CS 40201, 33175 Gradignan

Contact : conservatoire.races.aquitaine@gmail.com

(2) INRAE, CIRAD, Montpellier SupAgro, UMR Selmet, 2 Place Viala, 34060 Montpellier 01

Résumé : A la faveur de l'évolution des enjeux qui se sont exprimés autour des activités d'élevage, les races locales, autrefois menacées, sont aujourd'hui mobilisées dans diverses dynamiques territoriales. A partir des exemples de la race porcine Nustrale, des races bovines Bretonne Pie Noir et Marine Landaise et de la race ovine Sasi Ardi, nous illustrons cette diversité : valorisation des produits alimentaires, mobilisation de ces races pour valoriser des espaces et ressources spécifiques ou gestion de milieux à intérêt écologique par des races locales.

Mots-clés : : valorisation, multiacteurs, races locales, territoire.

Introduction

A partir de la seconde moitié du XXe siècle, le mouvement de sélection et de spécialisation des populations animales domestiques a contribué à augmenter la productivité et conséquemment les effectifs et les aires de répartition géographique de races qui ont particulièrement bénéficié de ces efforts de sélection (voir par exemple Vissac, 1993). Beaucoup de populations animales d'élevage, qualifiées de locales, sont demeurées en marge de ce mouvement, et ont vu leurs effectifs diminuer, voire pour certaines ont pu disparaître (Audiot, 1995, FAO, 2015). La prise de conscience de l'irréversibilité de ce phénomène, notamment du point de vue de l'érosion de biodiversité domestique qu'il représente, a conduit à la mise en place de programmes de conservation de ces races qualifiées de « locales » (Audiot, 1995). Ces races renvoient à des populations animales présentant des caractéristiques biologiques spécifiques, mais aussi à une dimension humaine puisque ce sont des populations gérées par des collectifs humains.

A la faveur de l'évolution des enjeux qui se sont exprimés autour des activités d'élevage, notamment les enjeux environnementaux mais également des enjeux sociaux, les races locales qui étaient menacées ont été remobilisées comme des ressources à part entière dans des dynamiques territoriales. La notion de territoire est elle aussi multidimensionnelle puisqu'elle renvoie à la fois à des dimensions spatiales, biophysiques, écologiques et humaines. Les dynamiques territoriales qui se développent autour des races locales renvoient donc elles même à des dimensions multiples, notamment biologiques et sociales. En effet, la dimension biophysique du

territoire entre en jeu dans l'activité d'élevage de ces races. Autour de ces races se rassemblent aussi une diversité d'acteurs, qui peuvent être concernés à différents degrés et de différentes manières par l'élevage, la gestion collective et/ou la valorisation de ces races. Ainsi les interactions entre races et territoires sont multiples et la notion même d'adaptation des races locales à leur condition d'élevage revêt à la fois des dimensions biologiques et sociales (voir par exemple Perucho *et al.*, à paraître).

L'objectif de cet article est d'illustrer à partir d'exemples concrets la diversité des dynamiques territoriales qui se déploient autour des races locales. Nous donnerons à voir des dynamiques autour de différentes fins :

- Dynamiques associant éleveurs et autres acteurs des systèmes alimentaires pour valoriser des produits alimentaires (via des signes de qualité liés à l'origine ou via des circuits courts).
- Mobilisation des races locales pour valoriser des espaces et ressources spécifiques.
- Gestion de milieux à intérêt écologique par des races locales.

Autour de situations concrètes, qui permettent d'illustrer ces trois modalités, nous rendrons compte de différentes ressources mobilisées et associées à la race locale ainsi que de la diversité des acteurs impliqués.

Nous discuterons ensuite des interactions entre ces différents modes de valorisation, ou des tensions réelles ou potentielles entre différentes fins qui peuvent s'exprimer dans ces dynamiques territoriales.

Nous discuterons enfin des enjeux d'articulation entre modes de valorisation, et de l'intérêt d'une meilleure prise en compte globale des processus de coévolution

des populations animales avec leur milieu d'élevage et les dynamiques humaines.

La valorisation des produits de races locales par les signes de qualité liés à l'origine

La valorisation des produits de certaines races passe par des démarches de signes officiels de qualité liés à l'origine, et notamment des appellations d'origine protégées (AOP). Le lien à une aire géographique, *via* la notion de terroir, est sous-jacent à la démarche même de ces AOP (voir INAO, 2021).

La spécification de la race peut être un des éléments qui participe à assurer le lien au terroir des produits, même si ce n'est pas toujours le cas (voir par exemple Lambert-Derkimba *et al.*, 2006). Réciproquement la dynamique de valorisation de ces produits bénéficiant d'une appellation peut participer à la valorisation des races associées. Le dispositif de l'AOP donne la possibilité de formaliser un lien entre des races spécifiques et des produits spécifiques, même si ce n'est pas systématique.

C'est le cas par exemple du lien entre la race porcine Nustrale (Figure 1) et trois produits de charcuterie corse sous AOP (le jambon sec de Corse, la coppa de Corse et le lonzo de Corse). Dans cet exemple, la dynamique territoriale est d'abord née d'une volonté de valoriser la charcuterie, et c'est cette dynamique qui a entraîné une dynamique autour de la race locale, pour organiser sa gestion et obtenir sa reconnaissance. Lors du processus de construction de l'AOP, plusieurs éléments ont fait l'objet de débats, et notamment le fait

de rendre l'usage de la race pure obligatoire versus le fait de rendre possible le croisement. D'autres dimensions du processus de production ont également été discutées comme par exemple les modalités de finition des porcs charcutiers valorisant les châtaignes et les glands. Parmi les conditions de production spécifiées, sont aussi incluses des pratiques de transformation. La race est donc un élément en relation à d'autres dans un système de production et de transformation. L'appellation finalement obtenue s'appuie sur l'usage de la race pure qui est obligatoire (Lambert-Derkimba *et al.*, 2011). La race est donc devenue une ressource territoriale à fort enjeux, et elle est également à travers cette AOP mise en relation avec d'autres ressources territoriales, comme les chênaies et châtaigneraies valorisées lors de la finition des porcs, ou encore les savoirs et savoirs faire de transformation de la charcuterie. L'association en charge de la gestion de cette race est également dans ce processus un acteur clé puisqu'en charge de la gestion de cette ressource, en relation avec une diversité d'acteurs, et en premier lieu l'organisme de gestion de l'AOP, mais aussi par exemple l'INRA qui a accompagné la démarche de construction de l'AOP, ou encore l'Institut du porc (IFIP), institut technique agricole qui apporte un appui à la gestion de la variabilité génétique des races locales porcines.



Figure 1. Porcs de race Nustrale © Anne Lauvie.

Si ce processus de valorisation, en faisant de la race une ressource clé, crée une dynamique autour de celle-ci, il peut aussi, en modifiant le statut de la ressource, conduire à des tensions (par exemple sur l'orientation de la race, ou la question des droits d'usage), comme le rapportent Lambert-Derkimba *et al.* (2011).

Plus globalement, les dynamiques de valorisation de produit a priori favorable au développement des

effectifs des races associées n'excluent pas d'autres impacts sur la gestion de races (par exemple l'implication de nouveaux acteurs ou la modification de critères de décision) (Audiot *et al.*, 2005). Ces interactions ont été étudiées à partir d'une diversité de situations en se centrant essentiellement sur la valorisation de produits alimentaires.

Conservation des races locales et valorisation de leurs produits par les circuits courts

Le passage par des signes de qualité liés à l'origine n'est toutefois pas la seule voie pour valoriser les produits de races locales. Comme l'a notamment montré le projet VARAPE (Couzy *et al.*, 2017), les circuits courts permettent de valoriser des produits alimentaires de races locales, dans des démarches collectives s'appuyant sur d'autres outils que les signes officiels de qualité liés à l'origine (marques par exemple) ou dans des démarches plus individuelles,

qui peuvent aussi s'inscrire dans des dynamiques territoriales. Nous allons ici développer l'exemple de la race bovine Bretonne Pie Noir (Figure 2), race à petit effectif qui a connu depuis les débuts de son programme de conservation une dynamique positive en termes d'effectifs et qui est notamment valorisée *via* des démarches de transformation à la ferme et de vente directe de ses produits.



Figure 2. Vaches de race Bretonne Pie Noir © Anne Lauvie.

La dimension collective autour de la race s'organise autour de la gestion de la variabilité génétique de celle-ci. L'association des éleveurs de Bretonne Pie Noir, Union Bretonne Pie Noir (UBPN) bénéficie de l'appui d'enseignants et enseignants chercheurs en zootechnie et génétique (ISA Beauvais et INRA) dès l'initiation du programme de conservation, mais aussi d'acteurs de la gestion territoriale comme le Parc Naturel Régional d'Armorique par exemple.

Dans les démarches plus individuelles des éleveurs, la dimension locale de la race est un argument pour plusieurs d'entre eux pour choisir la race. Couix *et al.* (2016) montrent que ceux-ci donnent des sens différents à cette dimension locale, qui peut par exemple renvoyer à l'adaptation au territoire des animaux de la race (aptitudes et comportement) ou à un point de vue plus patrimonial (Couix *et al.*, 2016).

Les éleveurs ont des systèmes et des tailles de troupeaux divers, la majorité d'entre eux ayant quelques vaches et ne pratiquant pas cet élevage au titre d'activité professionnelle principale. Ceux qui sont éleveurs à titre principal ont des troupeaux de taille variable, et peuvent mener la race en systèmes laitiers ou allaitants (Couix *et al.*, 2016). Dans ces systèmes, différentes ressources locales sont mises en relation, les troupeaux s'alimentant notamment des ressources végétales locales. Les modes transformation et de mise en marché des produits participent aussi à mettre en relations diverses ressources avec les races (savoirs faire, lieux de vente, etc.). Les éleveurs ont des gammes de produits variées. Ils ont recours à la transformation à la ferme et à la vente directe, ou à des circuits courts. Ils vendent par

exemple leurs produits à la ferme ou dans des lieux de vente locaux comme les marchés, ou à des restaurateurs (Couix *et al.*, 2016). Un produit fait toutefois l'objet d'une démarche collective, le « Gros Lait », lait fermenté local, pour lequel une marque collective (Gwell) a été déposée. On peut également noter que dans ces démarches de valorisation, et notamment pour constituer leurs gammes de produits laitiers variées, les éleveurs ont recours à d'autres ressources, pas nécessairement locales, qu'ils associent aux ressources locales. Les recettes et savoirs faire de transformation laitière peuvent ainsi être « empruntées » à d'autres lieux, selon différentes modalités, selon les trajectoires personnelles (par exemple livres, autres territoires fromagers, formations,...) (Couix *et al.*, 2016).

Les races locales entre système d'élevage valorisant un milieu spécifique et valorisation de produit

L'ancrage de la valorisation dans le territoire est également permis par le lien étroit qu'il existe entre les races et les milieux auxquels elles sont inféodées. La race Sasi Ardi, par exemple, a évolué en relation avec les spécificités d'un territoire de moyenne montagne (Figure 3). Les brebis vivent presque à l'année dans les broussailles (sasis). Ainsi, elles participent à l'entretien d'espaces le plus souvent communaux et en particulier, elles permettent de maintenir ouverts des

milieux qui seraient, sans cette pression de prélèvement, colonisés par les ligneux. Elles ont gardé des caractères qui leur confèrent aujourd'hui leur originalité. Elles sont dotées de qualités maternelles aiguisées et d'un tempérament vif. Les brebis se tiennent éloignées des hommes. Ces qualités, associées à des savoir-faire spécifiques des éleveurs, leur ont permis de perdurer malgré un contexte favorisant les races sélectionnées pour la production.



Figure 3. Milieu d'élevage de la race ovine Sasi Ardi, dans le secteur du Mondarrin (Pyrénées-Atlantiques). Sur la photo, les altitudes s'étagent entre 500 m et 750 m (au sommet du Mondarrin) et les brebis apparaissent comme de petits points blancs au milieu de la végétation. © Conservatoire des Races d'Aquitaine.

Un des avantages procurés par cet élevage est qu'il ne nécessite pas d'assurer des soins quotidiens et qu'il est donc compatible avec une double activité. Le mode de valorisation de ces animaux permet également d'échelonner le travail. Les mâles castrés (appelé zichiro) grandissent dans la montagne et sont prélevés, de façon saisonnière et au gré des besoins. Ils sont à l'origine d'une production locale vendue, la plupart du temps en carcasses, sous la marque Sasiko, encadrée par un cahier des charges qui vise à faire reconnaître les qualités associées à la spécificité de ces produits (animaux élevés en plein air intégral pendant au moins 6 mois en zone de montagne ou de piémont). La rudesse de ce milieu et les prédatons fréquentes obligent également les éleveurs à maintenir dans leur troupeau un nombre de mâles élevés pour assurer le succès de la reproduction. Cet effort renforce la diversité génétique et le brassage des reproducteurs. Cependant, il peut être à l'origine de difficultés de voisinage car leurs incursions dans les troupeaux voisins ne sont pas toujours bienvenues et peuvent participer à une image négative de la race. Son développement aurait pu en être ralenti mais l'organisation mise en place ces dernières années a permis de dépasser ce frein. La reconnaissance de la race portée en 2015 par le Conservatoire des races d'Aquitaine, en partenariat avec les organismes scientifiques et techniques que sont l'INRAE et l'IDELE, a participé à sa légitimation en l'intégrant à la liste officielle des races françaises. De plus, le travail de l'association des éleveurs, Sasi Artalde accompagné par Euskal Herriko Laborantza Ganbara (EHLG), permet un suivi des nouveaux éleveurs et leur intégration dans une démarche collective à l'échelle de la montagne basque.

Préserver conjointement races locales et milieux à enjeux écologiques

On retrouve les races locales dans un cadre, moins agricole, dans lesquels elles assurent les fonctions de gestion et de restaurations des écosystèmes. On peut illustrer ce point à travers l'exemple du réseau des sites de préservation de la nature et des vaches marines (Figure 4). Il repose sur une approche croisée qui associe la mise en de réserves de sites à enjeux écologiques et de ressources zoogénétiques rares.

La préservation des milieux et des espaces naturels (parcs et réserves naturelles) a été pensée depuis les années 1970, quand la communauté mondiale a pris conscience du rôle qu'elle pouvait jouer dans la conservation des espèces menacées. La méthode repose sur le concept de « *Zoo Banks* » développé par Gérard Durrell pour les programmes de conservation européens (*European Endangered Species Programmes*). Par ce terme, on entend des groupes de reproducteurs viables qui pourraient survivre à

Plusieurs races participent ainsi à la gestion d'agrosystèmes particuliers (en zones de montagne, marais, forêts...) dans un contexte d'élevage extensif et de plein air. Les modalités d'élevage spécifiques de ces races les laissent parfois en marge de mesures réglementaires, techniques ou d'aides à l'élevage (les performances de reproduction dans un contexte hyper-extensif peuvent faire baisser les résultats de production d'agneaux et le montant des primes ovines).

Les interactions entre races et milieux dans des systèmes spécifiques permettent un développement de ces populations dans des espaces peu utilisés par les races spécialisées, et la mise en place de dynamiques territoriales entre acteurs et productions agricoles en complémentarité et collaboration. L'exemple du mouton Landais est intéressant de ce point de vue. Son développement est largement encouragé par son intégration dans la gestion des espaces sylvicoles, viticoles ainsi que des milieux d'intérêts écologiques reconnus (les lagunes). Ces populations peuvent ainsi reprendre leur place dans un paysage socio-économique dans lequel une diversité de valeurs s'expriment, avec une plus-value visible. L'analyse des valeurs d'une race ne se réduit donc pas à celle de sa valeur marchande ni sa valorisation à sa transformation en un produit de consommation mais bien à un ensemble d'aménités. Construire des ponts entre acteurs (par exemple accompagnement, recherche, action publique) dans un contexte pluridisciplinaire peut participer à mieux prendre en considération cette diversité mais aussi plus largement les questions de coévolution entre ces races et leurs milieux d'élevage.

l'extinction de la population. Le principe de ces actions est de maintenir des populations viables d'animaux, en maximisant leur adaptation et en minimisant la perte de leur variabilité génétique, pour qu'ils puissent s'ajuster aux pressions de sélection qui suivront une éventuelle introduction dans de nouveaux élevages. Dans l'idéal, l'objectif est de retenir au sein des populations conservatoires, le maximum de la diversité génétique originelle et d'assurer son évolution.

Les élevages conservatoires ont pour but premier d'assurer la phase de croissance de la population en vue de sa préservation. Dans un second temps, ils ont pour but de constituer un réservoir génétique qui assure la fonction de centre de ressources biologiques *in situ*.



Figure 4. Troupeau de race Marine Landaise sur la lagune de La Tapy (Landes) © Conservatoire des Races d'Aquitaine.

Ces élevages ont permis la sauvegarde et l'augmentation de la population de vaches marines landaises. Le qualificatif de vache marine renvoie à son lieu de vie dans les marais et les dunes. Ces animaux vivaient à l'état semi-sauvage dans les zones comprises entre les dunes du littoral et les marais et lacs côtiers selon une pratique d'élevage particulière, que l'on peut rattacher à un système d'élevage de type « proto-élevage ». Depuis des temps immémoriaux, des troupeaux de bovins étaient laissés en pâturage dans les dunes et autres milieux à proximité. Un manuscrit issu de l'Abbaye de la Teste atteste la possession de troupeaux dans les dunes au XII^{ème} siècle. Par ailleurs, un rapport destiné à l'intendant de Guyenne en 1737 mentionne la présence de bovins semi-sauvages vivant entre le littoral et l'arrière-pays dunaire du Médoc, du pays de Buch (Bassin d'Arcachon) et du pays de Born et Marensin (Landes). Pendant des siècles des troupeaux errants de bovins mais également des chevaux parcouraient le littoral landais. Ces vaches sauvages ont été considérées de plus en plus comme des nuisibles au regard des plantations de pins qui se développaient. En effet, elles étaient accusées de détruire les semis de pins par leur passage (rapport des Ponts et Chaussées, 1803), et ainsi de nuire aux actions de salubrité publique. Il était exigé de parquer les individus divaguant ou en l'absence de propriétaire, ils ont été abattus (arrêtés préfectoraux de Gironde et des Landes en 1803 et 1804). Des chasses sont organisées pour éliminer ces animaux considérés comme nuisibles (Geynet en forêt d'Hourtin, 1898). La Seconde Guerre Mondiale a été fatale pour les derniers groupes de vaches Marines,

décimés tant par les habitants que par les occupants en période de disette. Une seule population a survécu à cette période, isolée dans un vaste territoire forestier militaire de 15000 ha entre la Gironde et les Landes mais fut pratiquement exterminée dans les années 1960-1970.

Alors qu'elle était présumée disparue, la race marine landaise a été sauvée en 1987 à partir d'un troupeau relique de 6 vaches et de 2 taureaux dont est issue la population actuelle (Conservatoire des races d'Aquitaine, 2019). En collaboration avec la SEPANSO (une fédération d'associations de protection de la nature et de l'environnement sur le territoire de l'ex-Aquitaine) et les réserves naturelles, le Conservatoire des races d'Aquitaine a pu orchestrer la mise en place d'un plan de conservation spécifique permettant une connexion et des échanges génétiques entre les sites naturels qui accueillent les animaux (cf. Ribéreau-Gayon *et al.*, 2021). Au fil des années, un réseau de partenaires diversifiés comprenant différents acteurs de l'environnement, la fédération des chasseurs des Landes, l'Office National des forêts et plusieurs collectivités (communes, départements...) a pu être constitué avec l'appui financier du fonds FEDER et de la région Nouvelle Aquitaine. Il a permis l'augmentation des effectifs (environ 200 femelles) et la mise en place d'un programme de sauvegarde intégrée assurant la conservation in situ des animaux.

Un des enjeux prioritaires est de préserver durablement une variabilité génétique optimale tout au long de la phase de conservation, de propagation puis

ensuite du développement de la population. Il est assuré par une veille génétique sur les populations et la mise en place de plans d'accouplement pour éviter la perte des familles et des lignées fondatrices tout en assurant un niveau de consanguinité compatible avec la dynamique de la population et le développement de la race. Le patrimoine génétique se transmet entre générations selon deux modalités différentes : par l'ADN « nucléaire » qui provient pour partie du père et de la mère mais également par l'ADN « mitochondrial » qui est exclusivement issu de la mère et de la lignée maternelle. C'est pourquoi, le programme de conservation s'appuie sur une vigilance des origines de gènes des ancêtres fondateurs en portant un intérêt particulier à la filiation mère-fille. Les contraintes relatives à la présence de trop nombreux mâles (charges, comportement...) impliquent une sélection sur l'originalité génétique des jeunes bovins et amène à une production de viande originale, issue d'élevages à très faible niveau d'intrants. Grâce à un partenariat avec les collectivités, cette vente est pratiquée en direct à des prix accessibles par les cantines. La valorisation des produits a été associée à une démarche pédagogique avec les

enseignants et les élèves des établissements scolaires du territoire.

Par ailleurs, cette mise en réseau a permis la construction d'un protocole scientifique unique, développé par l'unité mixte de recherche Biodiversité Gènes et communautés (UMR BIOGECO) à l'université de Bordeaux. Ce protocole intègre différents sites en gestion écopastorale avec la vache marine en vue d'étudier plus particulièrement les interactions plante/herbivore en jeu dans cette méthode de préservation et de restauration des écosystèmes. Il s'appuie notamment sur l'étude d'une espèce végétale importante, la molinie. Fort de cette expérience, l'UMR BIOGECO et le Conservatoire des races d'Aquitaine porte un projet pour assurer l'animation et la mise en réseau des partenaires de plus en plus nombreux qui font appel à la gestion écopastorale (cf. Conservatoire des races d'Aquitaine, 2017). Le développement de cette méthode de gestion illustre l'importance de ces interactions, de la collaboration et de la complémentarité entre les espèces domestiques et sauvages.

Co-évolution entre les populations animales domestiques, les humains et leurs milieux

Les exemples de dynamiques territoriales à l'œuvre autour des races locales montrent qu'une diversité de formes de valorisation se déploient autour de cette biodiversité domestique. Ces dynamiques confirment que les questions de valorisation de races locales ne concernent pas seulement la production de biens alimentaires, mais aussi la production d'autres biens et de services (Lauvie *et al.*, 2017 ; Leroy *et al.*, 2018). Si les processus de valorisation marchande des animaux et de leurs produits sont essentiels pour que les éleveurs puissent vivre de l'élevage de ces races, prendre en compte ces seuls processus ne suffit pas pour rendre compte des différentes dimensions de ces dynamiques territoriales. Les situations présentées partagent aussi le fait que plusieurs ressources (territoriales ou non) peuvent être révélées et associées autour des animaux de races locales (par exemple les ressources végétales spontanées valorisées par les troupeaux, ou les savoirs et savoirs faire de transformations des produits alimentaires). Enfin, les exemples développés rendent également compte de la diversité des acteurs qui interagissent dans ces dynamiques. Ces acteurs sont d'autant plus divers que les enjeux entourant les races et les formes de valorisation le sont également.

Les dynamiques qui se déploient autour de la biodiversité domestique animale sur les territoires

renvoient à ce passage de « races en péril » à « races en devenir » dont témoigne l'évolution de l'intitulé des journées spéciales régulièrement consacrées à ces races par la société d'ethnozootechnie. Cependant, comme toute dynamique qui associe une multitude d'acteurs eux même porteurs d'attentes et objectifs divers, cela peut potentiellement conduire la confrontation de projets divergents et implique donc de s'intéresser aux questions de coopération et de construction de compromis dans les dynamiques collectives territoriales (voir par exemple Labatut, 2013). La diversité des modalités de valorisation dont les exemples ci-dessus rendent compte emmène aussi à poser la question de leurs interactions. Les attentes individuelles des éleveurs, qu'elles soient liées à la valorisation des produits ou à d'autres dimensions, ne sont pas toujours convergentes avec les objectifs de maintien de gestion de la variabilité génétique intra race. Muller *et al.* (2013) font le constat que certaines lignées de verrats de la race porcine Nustrale ont par exemple beaucoup moins de représentants que d'autres, et sont par conséquent fragilisées. L'enjeu de trouver un équilibre entre différentes attentes et maintien de la variabilité intra race est un enjeu clé.

Dans des populations animales qui font l'objet de plusieurs formes de valorisation (comme c'est le cas par exemple de la Bretonne Pie Noir valorisée aussi

bien en systèmes laitiers qu'allaitants) il serait intéressant d'explorer dans quelle mesure la diversité intra race (génétique et phénotypique) est considérée comme une ressource permettant justement de répondre à une diversité d'attentes. Les modes de valorisation de ces races dans des systèmes d'élevage spécifiques interagissent également avec la valorisation des produits, ces systèmes (ressources alimentaires valorisées par exemple) participant à la spécificité des produits. Réciproquement on peut faire l'hypothèse qu'une dynamique favorable permise par une bonne valorisation des produits pourrait participer au développement d'installations soutenant ces systèmes d'élevage spécifiques. Cela peut toutefois poser questions lorsque la complémentarité des usages de l'espace et l'évitement des conflits d'usage est permis par le fait que les élevages soient à effectifs et chargements faibles (comme c'est le cas par exemple pour la Sasi Ardi). L'association des dynamiques conservatoires autour de races locales et autour d'espaces à enjeux écologiques est dans l'exemple de la vache Marine Landaise portée par une structure associative dédiée ce qui rend possible des interactions entre cet usage et une forme de valorisation de la viande répondant à des enjeux sociaux et pédagogiques, et affranchie du souci de rentabilité économique. Cependant, la question des modalités qui rendent aussi possible l'association de ces trois dynamiques (conservation de la race, gestion d'espaces à enjeux écologiques et valorisation des produits de la race) chez des éleveurs seraient intéressante à explorer.

On peut considérer que les dynamiques territoriales illustrées ci-dessus relèvent de dynamiques de coadaptation. En effet les projets humains prennent en compte les caractéristiques des ressources territoriales et s'y adaptent, et réciproquement les pratiques à l'œuvre révèlent ces ressources, les associent entre elles, participent de leur évolution et leur préservation. Il serait intéressant d'aller plus loin dans l'analyse des caractéristiques que les acteurs engagés dans ces dynamiques attendent des animaux et des races. Les attentes convergent-elles vers des notions comme celles de rusticité ou de robustesse, souvent mises en avant quand on parle de races locales, et qui englobent une diversité de traits mais renvoient directement à l'adaptation et à l'adaptabilité des races à diverses contraintes (Hubert, 2011) ? La diversification des formes de valorisation entraîne-t-elle des attentes vis-à-vis de traits différents de ces animaux et populations, le cas échéant ces attentes sont-elles compatibles ou en tension ? La diversité intra population qui persiste au sein de ces races, notamment du fait qu'elles font l'objet d'une pression modérée de sélection, est-elle vue comme participant au maintien d'une diversité de possibles, à l'opposé précisément des dynamiques de spécialisation ? Comment ces attentes se traduisent dans la manière de les gérer collectivement ces populations ? Et plus largement comment ces populations animales coévoluent elles avec le milieu d'élevage et les dynamiques humaines ?

Conclusion

Dans cet article, nous montrons donc qu'autour des populations animales d'élevage locales s'associent des acteurs divers dans des dynamiques territoriales qui permettent d'associer et de valoriser une diversité de ressources. Les dynamiques de la biodiversité domestique dans ces processus ne sont pas sans lien

avec celles de la biodiversité spontanée, mais aussi bien sur avec les dynamiques humaines. Dans ces dynamiques territoriales se joue des processus de coévolution entre les populations animales, les milieux d'élevage et les pratiques humaines individuelles et collectives.

Remerciements

Nous remercions Régis Ribéreau-Gayon pour sa relecture attentive qui a contribué à l'amélioration de ce texte.

Références

- Audiot A. (1995) *Races d'hier pour l'élevage de demain*. INRA Editions.
- Audiot A., Bouche, R., Brives, H., Casabianca, F., Gaillard, C., Roche, B., Trift, N., Steyaert, P. (2005) Populations animales locales et produits de qualité : comment valoriser transformer la ressource génétique? *Les Actes du BRG 5*, 577-592.
- Conservatoire des races d'Aquitaine (2017) *Ecopastoralisme et races locales menacées*. Les gestionnaires d'espaces, p 39-51.
- Conservatoire des races d'Aquitaine, CREGENE (2019) *Races en héritage, La Marine Landaise*. p 43-46.
- Coux N., Gaillard, C., Lauvie, A., Mugnier, S., Verrier, E. (2016) Des races localement adaptées et adoptées, une condition de la durabilité des activités d'élevage. *Cahiers d'Agriculture 25*, 6.

- Couzy C., Markey, L., Lauvie, A., Audiot, A., Thuault, F., Olliver, D., Chiron, G. (2017) Varape : des outils pour accompagner les démarches collectives de valorisation des produits des races à petits effectifs. *Innovations Agronomiques* 55, 29-40.
- FAO (2015) The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture – in brief. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture available online <http://www.fao.org/3/a-i5077e.pdf>.
- Hubert B. (Ed.) (2011) *La rusticité : l'animal, la race, le système d'élevage ?* Pastum Hors Série. Association Française de Pastoralisme, Agropolis international et Cardère éditeur.
- INAO (2021) <https://www.inao.gouv.fr/Les-signes-officiels-de-la-qualite-et-de-l-origine-SIQO/Appellation-d-origine-protégée-controlée-AOP-AOC>, consulté le 1er mars 2021.
- Labatut J. (2013) La coopération au cœur des dispositifs de gestion des races locales. *Innovations Agronomiques* 29, 85-97.
- Lambert-Derkimba A., Casabianca, F., Verrier, E. (2006) L'inscription du type génétique dans les règlements techniques des produits animaux sous AOC : conséquences sur les races animales. *INRA Productions Animales* 19, 357-370.
- Lambert-Derkimba A., Verrier, E., Casabianca, F. (2011) Tensions entre ressources génétiques locales et ancrage territorial des produits. La race porcine corse dans un projet AOP. *Economie rurale* 322, 39-49.
- Lauvie A., Alexandre, G., Couix, N., Markey, L., Meuret, M., Nozières-Petit, M. O., Perucho, L., Sorba, J. M. (2017) Comment les diverses formes de valorisation des races locales interagissent avec leur conservation ? *Ethnozootecnie* 103, 7-12.
- Leroy G., Baumung, R., Boettcher, P., Besbes, B., From, T., Hoffmann, I. (2018) Animal genetic resources diversity and ecosystem services. *Global Food Security* 17, 84-91.
- Müller T., Lauvie, A., Casabianca, F., Maestrini, O. (2013) Managing a local breed as a hard way to find a compromise between collective needs and individual aims. *Acta Agriculturae Slovenica Suppl.*4, 211-214.
- Perucho, L., Lauvie, A., Nozières-Petit, M.O., Moulin, C.H. (2021) Adaptation of local breeds is not only a biological question: illustration with four French Mediterranean sheep breeds, *Options Méditerranéennes* (à paraître).
- Ribéreau-Gayon R, Lassale J, Callède L. (2021) projets de gestion « écopastorale » et paysagère associés à la conservation et à la valorisation des races anciennes et locales : les exemples de la vaches Marines d'Aquitaine et la brebis basque Sasi Ardia. *Essais* 199-204.
- Vissac B. (1993) Société, race animale et territoire : entre les théories et l'histoire, réflexion sur une crise. *Natures Sciences Sociétés* 1, 282-297.

Préserver la biodiversité domestique : des races en péril aux races en devenir

Bernard DENIS ⁽¹⁾, Pierre QUEMERE ⁽²⁾

(1) 5 avenue Foch, 54200 Toul. Contact : denis.brj@wanadoo.fr

(2) Kermorvan, 29170 Saint-Évarzec

Résumé : Les auteurs brossent à grands traits l'évolution générale des races d'animaux domestiques, en se focalisant sur les moins importantes numériquement. Très peu d'entre elles étaient « à faibles effectifs » lors de l'enquête de 1932. C'est dans la seconde moitié du XXe siècle, en raison du contexte technique et économique de l'élevage et de la mise en œuvre de ce qui a été appelé la « politique Quittet », que les effectifs de beaucoup de races se sont effondrés et que nombre d'entre elles sont entrées dans la catégorie des races à faibles effectifs. Très peu ont disparu. Dans les années 1970, les dangers de cette évolution sont apparus, la nécessité de préserver la diversité raciale a été argumentée, et une nouvelle génération d'éleveurs, encouragés par diverses mesures, s'est engagée dans la sauvegarde et la valorisation économique. Aujourd'hui, il est possible de constater que les effectifs de la plupart des races qui étaient « en péril » ont augmenté, et que leurs éleveurs parviennent, dans des systèmes d'élevage alternatifs incluant la vente directe, à dégager des revenus satisfaisants. On est en droit dans les conditions actuelles de les qualifier de « races en devenir ».

Mots-clés : : Biodiversité, Races animales, Conservation, Relance.

Introduction

Le mot « biodiversité » est relativement récent, apparu dans la seconde moitié du XXe siècle. Il s'applique à la variété et à la diversité du monde vivant et concerne la diversité des gènes, des espèces et des écosystèmes. Au Sommet de la Terre à Rio en 1992, la biodiversité a été présentée comme l'enjeu essentiel du développement durable.

Spontanément, les milieux naturalistes ont eu tendance à considérer que l'agrobiodiversité, végétale et animale, n'était pas concernée par le concept. Fort heureusement, leur position a évolué et, aujourd'hui, cette réticence ne s'exprime plus guère. L'un des principaux arguments mis en avant aujourd'hui pour justifier la sauvegarde des variétés végétales devenues rares et des races locales d'animaux à faibles effectifs est précisément leur participation à la biodiversité.

Ce sont les races d'animaux domestiques qui nous intéressent ici. Leur diversité peut s'envisager entre races et intra-race mais la première seule retiendra

notre attention. Nous en traiterons dans une large mesure de façon chronologique en nous focalisant sur le cas des races numériquement les moins importantes, qui ont failli disparaître mais qui connaissent un regain d'intérêt aujourd'hui.

Nous nous contenterons d'évoquer les événements importants qui ont fait naître officiellement et évoluer les races jusqu'au milieu du XXe siècle, en nous servant principalement, à titre d'exemples, des bovins et des ovins. La seconde moitié du XXe siècle bouleversera la situation, avec l'expansion des races « productives » et la baisse drastique des effectifs de nombreuses autres. Dans le même temps, une prise de conscience se fit jour des risques qu'il y aurait à laisser l'évolution se poursuivre et des mesures de sauvegarde furent mises en place. Peu à peu, les races « en péril » purent être « sauvées ». Même si la situation demeure fragile, elles peuvent être considérées comme étant « en devenir » aujourd'hui. Tels sont les points que nous allons développer.

Panorama général de l'évolution des races jusqu'au milieu du XXe siècle

Les zootechniciens, en France, font volontiers commencer l'histoire des populations animales domestiques à la fin du XVIIIe siècle, en raison de la publication, à l'époque, de documents concernant les bovins et les ovins. Pendant les périodes de la Révolution et de l'Empire, mis à part les efforts de « mérinisation », rien ne mérite vraiment d'être signalé

pour notre propos. Il faudra attendre la fin des guerres napoléoniennes pour que la Restauration s'occupe de « relancer » l'agriculture et l'élevage, mis à mal au cours des décennies précédentes. Les nobles, émigrés pour beaucoup en Angleterre, avaient pu constater sur place la supériorité de l'agriculture anglaise et revinrent convaincus qu'elle constituait le modèle à

suivre. Une erreur épistémologique fut alors commise : considérer que la qualité des animaux était le principal facteur limitant l'accroissement des productions. Des races anglaises améliorées furent alors introduites en France afin qu'elles soient utilisées en croisement sur les populations autochtones, jugées « en retard ». Le cheval Pur Sang anglais, le Durham chez les bovins et le Dishley chez le mouton sont les plus connues de ces races d'outre-Manche mais presque toutes les espèces furent concernées. Les races anglaises exigeant une nourriture de qualité que l'agriculture française ne savait le plus souvent pas produire, le bilan de l'opération fut un échec. Il apparut donc que les progrès agronomiques devaient précéder l'amélioration des animaux. Cette période de croisement eut au moins un avantage, celui de faire découvrir aux éleveurs français ce qu'est le "beau bétail" et de leur donner envie de faire aussi bien que les anglais, mais avec leurs propres animaux. Ce fut alors, dans le dernier tiers du XIX^e siècle, la phase de la naissance officielle de nos races, avec la définition des standards et l'ouverture des livres généalogiques.

La première moitié du XX^e siècle peut être considérée comme l'époque des « races régionales » ou, plus exactement, loco-régionales (Figure 1). Deux éléments sont à considérer pour justifier ce qualificatif. D'abord, si l'on se réfère à l'Annuaire de l'élevage correspondant à une vaste enquête menée en 1932 (Anonyme, 1935), on constate qu'à de très rares exceptions près, dans toutes les espèces, les races portent un nom de région ou de lieu. Leur lien avec un terroir régional était alors clairement sous-entendu.

Ensuite, il était encore possible, comme l'a fait Quittet, de faire figurer sur une carte des aires de répartition géographique bien circonscrites pour les diverses races, ce qui n'est le plus souvent plus possible aujourd'hui en raison de la dispersion géographique de beaucoup d'entre elles.

En 1932, les effectifs de ces races loco-régionales étaient très divers. Certaines, qui se sont développées essentiellement en tache d'huile à partir de leur berceau, étaient beaucoup plus importantes que d'autres, cantonnées, elles, à une zone géographiquement limitée. On trouvera les effectifs de 1932, pour les bovins et les ovins, au Tableau 1. Ils comprennent le nombre total de têtes, tous sexes et âges confondus. En première approximation, on estimait alors que le nombre de femelles reproductrices – critère retenu le plus souvent aujourd'hui – est égal à la moitié des effectifs totaux. On peut considérer qu'une race est à petits effectifs quand elle détient entre 1000 et 10 000 femelles reproductrices, et à très petits effectifs quand elle en possède moins de 1000 (ces seuils peuvent être discutés, par exemple le Code Rural fixe le seuil des « petits » effectifs à 5000 pour les bovins et à 8000 pour les petits ruminants). Quoi qu'il en soit, on remarque alors qu'en 1932, il n'existe chez les bovins que deux races à faibles effectifs (Bordelaise et Camargue) et aucune à très petits. Chez les ovins, aucune race n'entre dans ces catégories, à une réserve près concernant la Solognote car le chiffre avancé n'est manifestement pas fiable.



Figure 1. Exemple de race loco-régionale : vache Vosgienne dans son milieu, juin 2018, © E.R. Verrier.

Tableau 1. Nombre total de têtes (tous sexes et âges confondus) des races bovines et ovines françaises en 1932.
Sources : Quittet, 1946 ; Portal et Quittet, 1950.

Bovins		Ovins	
Race	Nb têtes (x 1000)	Race	Nb têtes (x 1000)
Normande	3 416	Île-de-France	1 223
Charolaise	1 593	Causse nardes diverses	1 200
Pie rouge de l'Est	1 040	Berrichonne Indre et Cher	588
Hollandaise	565	Southdown	196
Limousine	804	Mérinos d'Arles	394
Maine-Anjou	644	Préalpes du Sud	708
Flamande	506	Charmoise	211
Parthenaise	728	Limousine	259
Gasconne	548	Pyrénées-Centrales	250
Salers	642	Lacaune	390
Aubrac	354	Bizet	170
Armoricaïne	328	Corse	256
Blonde des Pyrénées	284	Manech	140
Pretonne Pie-Noir	443	Cotentin	119
Garonnaise	301	Wurtembourgeoise	72
Tarentaise	156	Basquaise	50
Ferrandaise	147	Béarnaise	110
Quercy	82	Landaise	146
Brune des Alpes	47	Bleu du Maine	32
Bazadaise	46	Lourdaise	68
Vosgienne	72	Noir de Bains	22
Corse	48	Aure et Campan	47
Mézenc	43	Rava	18
Pyrénées Centrales	53	Avranchin	29
Villard-de-Lans	16	Thônes et Marthod	33
Froment du Léon	25	Mérinos Précoce	80
Durham	21	Corbières	-
Bleue du Nord	40	Texel	-
Bordelaise	10	Boulonnaise et Cauchoise	184
Camargue	2	Ardes	25
Croisements et divers	2 826	Solognote	1
		Trunière	12
		Ouessant	-
		Croisements et divers	2 934
Total	15 830	Total	9 965

La seconde moitié du XXe siècle : des races régionales à l'expansion des « grandes » races

Le nombre de races d'animaux domestiques était, à la fin de la seconde guerre mondiale, le même qu'en 1932 mais les effectifs de beaucoup d'entre elles s'étaient réduits. L'agriculture dans son ensemble avait en effet souffert. L'objectif des pouvoirs publics fut de relancer l'économie agricole et de viser à l'auto-suffisance

alimentaire. Cela passait notamment par une amélioration génétique du potentiel des animaux. Nous allons présenter schématiquement quelques faits marquants qui sont allés dans ce sens dans la seconde moitié du XXe siècle, ainsi que leurs conséquences sur la biodiversité animale domestique.

La politique « Quittet »

Plusieurs pays de l'Europe septentrionale s'étaient déjà souciés de réduire le nombre de leurs races dès les années 1930 (Avon, 2005). Alors que l'Italie et l'Espagne échappèrent à cette mesure, la France tenta de l'appliquer immédiatement après la seconde guerre mondiale, à l'instigation de l'Inspecteur général Edmond Quittet (1902-1975). Les raisons en sont clairement explicitées par celui-ci dans la première édition de ses ouvrages, devenus des « classiques », sur les races bovines, ovines, porcines et chevalines. Les mêmes idées se retrouvent d'une espèce à l'autre mais c'est dans le livre sur les bovins (Quittet, 1946) qu'elles sont le plus clairement exprimées. Nous allons en présenter l'essentiel.

Il en ressort pour Quittet une conclusion claire : « Il semble bien que l'une des grandes améliorations à apporter à notre cheptel bovin doive consister à limiter à des proportions plus raisonnables le nombre de races qui le constituent ». Sans les citer, l'Inspecteur général estime à une quinzaine au maximum le nombre de races qu'il conviendrait de conserver. Pour parvenir à faire disparaître peu à peu les autres, il envisage que l'Etat leur supprime tous les « encouragements habituels », qui deviendront l'apanage des autres puisqu'il est impensable de continuer à encourager un élevage jugé indésirable. Pour finir, lorsque le processus de réduction des effectifs sera bien avancé, la réglementation de la monte publique pourra contribuer à donner le « coup fatal ».

Quittet réfute dans un premier temps les arguments classiquement avancés en faveur du maintien de toutes les races existant encore :

- L'adaptation de chaque race à son milieu est classiquement mise en avant mais, en dehors de cas très particuliers (Camargue par exemple) les progrès agronomiques permettent maintenant de pallier les insuffisances de ce dernier.
- L'Inspecteur général ajoute que, selon lui, toute race possède de surcroît des capacités d'adaptation beaucoup plus importantes qu'on ne l'admet habituellement, l'exemple de la Frisonne dans de multiples régions à potentiels agronomiques différents le montrant clairement.
- Il fait remarquer que certaines races et variétés ont été individualisées administrativement, ce qui ne se justifiait pas au plan zootechnique, à la suite de pressions politiques locales.
- Il constate qu'il y a des races et populations qui ne peuvent plus soutenir la concurrence de voisines plus perfectionnées et reculent peu à peu. Elles ne se maintiennent finalement qu'au détriment des éleveurs et de l'intérêt général.

Quittet note que, dans la lutte contre ce qu'il n'hésite pas à appeler la « pulvérisation des races », l'un des premiers efforts doit porter sur la fusion des « sous-variétés » que l'on a parfois bien artificiellement individualisées au sein d'une grande race. Et il cite l'exemple, ce qui lui sera très reproché ultérieurement, du grand rameau Pie-Rouge de l'Est, qui devrait logiquement intégrer la Montbéliarde et l'Abondance. Il conclut enfin que la concentration de nos moyens d'action de tous ordres sur un petit nombre de grandes races doit permettre de réaliser d'importants progrès dans leur amélioration.

La politique « Quittet » traduit d'abord, pour ce qui nous intéresse ici, un état d'esprit. Manifestement, la notion de biodiversité était ignorée à l'époque, au moins au Ministère de l'Agriculture. Cette politique a été mise en œuvre mais il est bien difficile de dire dans quelle mesure elle a produit des effets par elle-même. Elle a sans doute effectivement accéléré des évolutions, comme son promoteur l'avait souhaité mais le contexte général, économique et technique, de l'époque allait de toutes manières dans le même sens.

Le contexte économique et technique de l'époque : quelques notes

En arrière-fond, l'exode rural, qui amorça le processus de disparition des petites exploitations, l'abandon de la

traction animale, les progrès agronomiques, notamment dans le secteur de l'alimentation du bétail,

les effets de mode etc. offrirent un cadre général peu favorable au maintien de la biodiversité en élevage. D'autres éléments, plus ou moins intriqués, nous paraissent mériter de rapides commentaires.

D'abord, il est utile de souligner le contexte économique général de la seconde moitié du XX^e siècle. Nous avons rappelé plus haut l'objectif de l'auto-suffisance alimentaire (et plus, si possible) que les pouvoirs publics avaient donné à l'agriculture française. Dans le même temps, il convenait de maintenir des prix bas à la consommation, afin de diminuer la part du budget que les ménages consacraient à se nourrir. Sans que nous puissions expliquer comment le processus s'est enclenché, on a assisté pendant plusieurs décennies à une dégradation des termes de l'échange : en francs constants, les coûts de production n'ont pas cessé d'augmenter tandis que les prix de vente à la production connaissaient la tendance inverse. Maintenir le revenu impliquait pour les éleveurs d'augmenter le nombre d'unités produites (kg de lait, kg de viande, nombre d'œufs etc ...), ce qui passa par l'intensification et la recherche continue de gains de productivité. Les races animales les plus performantes étaient dès lors bien placées pour avoir la préférence des éleveurs, au détriment des autres races.

L'introduction de la Holstein-Friesian dans la décennie 1960 contribua à accélérer le processus chez les bovins. Alors que le dogme en Europe était resté, pour la production laitière, aux races à aptitudes mixtes, la Holstein entraîna un mouvement en faveur de l'animal spécialisé, dont on ne s'est pas départi aujourd'hui. Compta avant tout, dans la sélection laitière, la quantité de lait, jusqu'à une époque relativement récente, ce qui mit à mal les races mixtes, au potentiel équilibré lait-viande, au premier rang desquelles se situaient la Normande et la Pie-Rouge de l'Est.

La mise en place de programmes rationnels d'amélioration génétique, telle que voulue par la Loi sur l'élevage de 1966, confortait la tendance. Cette loi

(Pluvinage, 1991, estimait qu'elle fut essentiellement une loi sur le sperme des taureaux de race laitière) visait en effet à hisser le potentiel génétique du cheptel français au meilleur niveau international. Il était sous-entendu que toutes nos races ne seraient pas en mesure de suivre le mouvement mais le législateur ne visait nullement à leur disparition. Un passage de Neuvy, écrit en préalable à cette loi, le montre clairement : « L'exigence à satisfaire au niveau national est d'avoir les réserves et disponibilités suffisantes en génétique pour pouvoir répondre de façon prompt et efficace à toute évolution ou revirement de conjonctures. (...) Dans la stratégie globale, les races font ainsi figure de bataillons de diverses armes, plus ou moins engagés ou tenus en réserve, et dont les uns ou les autres peuvent être appelés à jouer un rôle déterminant selon les particularités du champ de bataille ou les exigences techniques. Chaque race doit pouvoir avancer dans la voie qu'elle s'est tracée, chacune doit pouvoir engager son pari, et c'est l'ensemble des paris diversifiés qui donne l'assurance de réussite au plan national. »

Chez les volailles et le porc, un autre phénomène intervint pour agir dans le même sens : le succès du maïs hybride. La technique fut d'abord transposée à la poule, avec des races parentales performantes sélectionnées au départ aux Etats-Unis sur la base d'une complémentarité d'aptitudes. La France suivit le mouvement, ce qui contribua à faire oublier les races mixtes, étrangères ou autochtones, qui alimentaient le marché jusqu'à la veille de la seconde guerre mondiale. Beaucoup de races françaises furent d'ailleurs considérées comme disparues après la guerre ; elles seront reconstituées plus tard par des éleveurs amateurs. Le porc, un peu après, sera à son tour concerné par la production de « porcs hybrides », à partir de races maternelles et paternelles dotées des meilleures aptitudes.

La question se pose du retentissement de tous ces événements sur le nombre de races et leurs effectifs. Nous nous situons pour tenter de répondre à cette question dans la décennie 1980.

Structure du cheptel dans les années 1980

Si l'on voulait considérer l'ensemble des races, les commentaires ne manqueraient pas, chez les bovins surtout à cause de l'instauration des quotas laitiers en 1983, qui ont induit un développement très important du cheptel allaitant au détriment des races laitières. La chute spectaculaire des effectifs des races mixtes (Normande, Pie-Rouge de l'Est ...) serait un autre thème à développer. Tel n'est pas notre propos. Nous avons vu qu'en 1932 il n'existait pas de races à très faibles effectifs : elles apparaissent, sur la période que nous considérons, en nombre relativement important,

d'autant plus que des noms nouveaux de races font leur apparition. Nous les mentionnons ci-après par ordre alphabétique.

Pour les bovins, nous avons recoupé diverses sources, notamment les publications de Laurent Avon. Les effectifs retrouvés concernent bien la période évoquée mais pas toujours la même année. Les races suivantes sont alors considérées comme à petits ou très petits effectifs (nous ajoutons entre parenthèses le nombre de vaches reproductrices) : Armoricaïne (47), Béarnaise

(122), Bleue du Nord (5000), Bordelaise (15), Bretonne Pie-Noir (300), Casta (72), Ferrandaise (230), Flamande (2000), Froment du Léon (30), Lourdaise (36), Maraîchine (30), Marine (?), Mirandaise (88), Nantaise (50), Saosnoise (?), Villard de Lans (136).

Pour les ovins, c'est la troisième édition (1983) de l'ouvrage « Races ovines en France » de Quittet qui nous a fourni les renseignements qui suivent. Cinq races sont considérées comme disparues mais deux d'entre elles réapparaîtront plus tard (Landaise et Rouge du Roussillon). Les races suivantes sont alors considérées comme à petits ou très petits effectifs (nous ajoutons entre parenthèses le nombre total de têtes) : Avranchin (15 000), Bizet (9 000), Boulonnaise (?), Brigasque (1 000), Cotentine

(10 000), Grivette (10 000), Mérinos précoce (2 500), Mourerous (1 700), Ouessant (800), Roussin de la Hague (10 000), Solognote (1 300), Thônes et Marthod (3 000).

L'impression générale qui prévaut en comparant la situation en 1932 et dans la décennie 1980 est que très peu de races ont effectivement disparu mais que beaucoup d'entre elles ont vu leurs effectifs se réduire drastiquement, voire s'effondrer. La politique « Quittet » et, surtout, le contexte économique et technique de la seconde moitié du XXe siècle, ont modifié de manière importante la structure du cheptel.

Avant de nous intéresser à l'évolution ultérieure et à la situation actuelle, qui concrétisent un revirement dans les mentalités et les pratiques, il convient d'évoquer les événements qui ont permis cette évolution.

Sauvegarde des races à faibles effectifs : prise de conscience, enjeux, acteurs

Les « lanceurs d'alerte » et les premières mesures en France

C'est dans la décennie 1970 que se fit jour une prise de conscience des risques liés à l'érosion de l'agrobiodiversité animale domestique.

La FAO, la première, consciente des premières disparitions de races dans les pays en voie de développement, entama un travail de fond suite à la première conférence de Stockholm sur le développement durable (1972) : il aboutit à reconsidérer la place des actions de défense des races menacées et à obtenir qu'elles deviennent inséparables des travaux sur l'amélioration génétique de la productivité des cultures et des élevages (Flamant, 2008).

Bertrand Vissac, chercheur de l'INRA engagé dans l'élaboration de la Loi sur l'élevage de 1966, souligna dans la grande presse, au début de la décennie 1970, les risques que faisait peser la concentration des efforts d'amélioration génétique sur un nombre limité de races. Il insista sur la nécessité de sauver les races rares, qui pourraient s'avérer porteuses de gènes ou combinaisons génétiques utiles dans le futur.

La Société d'Ethnozootechnie fut la première en France à organiser un colloque d'une journée sur le thème des « races en péril », en novembre 1974 à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. C'est d'ailleurs ce colloque qui fit véritablement connaître la société d'Ethnozootechnie, qui avait été créée en 1971.

Le Ministère de l'Agriculture avait déjà octroyé, à la fin des années 1960, des subventions aux races ovine Solognote, caprine Poitevine, bovines Aubrac et Bazadaise. Les diverses mises en garde que nous venons d'évoquer furent suivies de nouvelles mesures en France :

- En 1975, établissement du premier programme de sauvegarde d'une race en péril, la Bretonne Pie-Noir.
- En 1975 également, la CNAG (Commission Nationale d'Amélioration Génétique) décide d'attribuer une petite partie de ses financements (0,5%) à des actions collectives de conservation, estimant logique que les « grandes races » participent à la sauvegarde de celles qu'elles contribuaient à faire disparaître.
- En 1977 était créé un poste ciblé « races en conservation » à l'ITEB (Institut Technique de l'Elevage Bovin). Ce poste fut confié par Jean-Maurice Duplan à Laurent Avon, dont on connaît le travail fondamental qu'il accomplit par la suite à ce poste.
- En 1981 était mis en place un programme de conservation de cinq races porcines (Basque, Gascon, Limousin, Porc Blanc de l'Ouest, Bayeux).
- Etc.

On peut ajouter à cette liste la parution du livre d'Annick Audiot (1995), « Races d'hier pour l'élevage de demain », qui est devenu une référence sur le sujet.

L'ensemble de ces mesures et de celles qui suivirent concrétisent l'investissement des pouvoirs publics dans la sauvegarde de la diversité animale domestique. Par la suite, le relais fut pris en grande partie au niveau régional. Si les organismes de recherche et les établissements d'enseignement agronomique et vétérinaire ne participèrent pas en tant que tels à la diffusion du message de sauvegarde des races plus ou moins condamnées, des chercheurs et des enseignants

se sont engagés individuellement pour soutenir la cause. Un tel soutien psychologique et, surtout, les premières aides financières contribuèrent largement à redonner aux éleveurs adeptes de ces « races en péril » une fonction d'utilité dans le monde de l'élevage et une reconnaissance de leur travail. Ils retrouvaient une certaine « normalité » dans leur fonction de paysan. Intéressons-nous à ces « nouveaux éleveurs ».

Une nouvelle génération d'éleveurs

Dans la décennie 1970, l'intérêt de la sauvegarde était vu presque exclusivement sous l'angle génétique. Il apparaissait par ailleurs que, sauf exception, les races concernées ne réapparaîtraient pas dans l'économie. Il était admis que c'était aux parcs naturels, aux lycées agricoles, aux collectivités locales, etc. de prendre le relais. Il faut dire que la situation n'était pas facile pour les éleveurs âgés qui avaient conservé des animaux de la race du pays ni, surtout, pour des plus jeunes, peu nombreux alors, qui prenaient la même orientation, dans le cadre de systèmes de production plus ou moins atypiques. Ces éleveurs subissaient « des sarcasmes et de l'intolérance, de la mise à l'index et de la censure » (Molénat, 1983). Ils étaient traités d'« écolo-folklo-passéistes » (l'expression a été entendue par l'un de nous). La situation commença timidement à s'éclaircir dans la décennie 1980, avec une augmentation de leur nombre. Fort heureusement en effet, les prévisions pessimistes sur la possible existence d'une nouvelle génération d'éleveurs disposés à élever les races « en péril » se révéla fausse.

Audiot *et al.* (1983), se référant à leurs options socio-économiques et à leur projet de conservation, classa les éleveurs en quatre catégories : (i) les « amateurs », sensibilisés à la pureté de la race ; (ii) les « éleveurs-paysans », pour lesquels la race élevée doit permettre d'obtenir un certain revenu ; (iii) les « néo-ruraux », souvent les plus actifs dans la mise en place des actions conservatoires, la recherche d'appuis financiers et la reconnaissance administrative de la race ; (iv) les « leaders de race », détenteurs d'un marché de reproducteurs, qui contribue à assurer la représentation et la promotion de la race.

Les amateurs étaient nombreux en 1983 mais, peu à peu, le nombre de professionnels augmenta sensiblement. Si le souhait de s'assurer un revenu satisfaisant demeure bien entendu important pour eux, leurs objectifs dépassent, encore aujourd'hui, ce cadre strict. Ils font manifestement un choix de vie, qui intègre contact avec la nature, agro-écologie, relation suivie avec les clients. La caractéristique essentielle de ceux qui « réussissent » est la cohérence de leur système global, conciliant :

- leur conception philosophique du métier de « paysan », terme qu'ils préfèrent à celui d'« agriculteur » ou « exploitant »,
- une race adaptée au milieu et au système d'élevage, ayant des aptitudes spécifiques à y valoriser,
- un terroir avec ses spécificités, ses savoir-faire et ses pratiques, dans des systèmes valorisant les signes d'identification de qualité et d'origine,
- un marché et la satisfaction du « consomm'acteur » (consommateur qui s'émancipe des produits et des modes de vie que le marché conçoit pour lui, qui devient autonome dans ses choix et pourrait de ce fait contribuer à la régulation de la société de consommation) et, ainsi, une demande sociétale (relation producteur-consommateur, circuit court, retour client, ...).

Les composantes du tétraèdre « race, milieu, terroir et consommateurs », avec le paysan en son milieu, doivent être en harmonie et en adéquation pour optimiser le système et sa rentabilité (Quéméré, 2006). La question se pose bien entendu de la réalité de la valorisation économique qu'ils réalisent. Avant de s'y intéresser, il convient de présenter les raisons de sauvegarder des races qui avaient été condamnées.

Les raisons de la sauvegarde

Il a parfois été proposé de qualifier les races locales à faibles effectifs de « races patrimoniales ». Leurs éleveurs n'aiment pas cette expression car ils sont à juste titre convaincus que leur action ne se limite pas à entretenir un patrimoine. Il reste que, vis-à-vis de l'opinion publique, il est intéressant de montrer que les

races locales sont bien une composante, à laquelle on ne pense pas, du patrimoine, et que les présenter comme telles permet d'englober l'essentiel des arguments en faveur de leur sauvegarde.

Le *patrimoine génétique* est le plus important à considérer dès lors que l'on privilégie l'étude de la biodiversité. Il est classiquement avancé que nul ne sait ce que sera l'agriculture dans le futur, d'où la nécessité de conserver des races « alternatives » pour faire face à toute éventualité. Celles-ci pourraient se révéler mieux adaptées à un contexte environnemental sensiblement modifié. Sans aller jusque là, elles offrent des possibilités de retrempe aux races « productives » dont les qualités d'élevage finiraient par trop se dégrader. Il est enfin possible que les chercheurs découvrent dans leur génome des gènes

d'intérêt dont la présence n'est pas soupçonnée, et qui pourraient être introduits dans d'autres races.

La sauvegarde d'une race et de ses éleveurs assure la conservation des traditions et savoir-faire qui y étaient associés. C'est du *patrimoine ethnologique* dont il est alors question (Figure 2). La mémoire écrite ne pouvant pas se substituer totalement à la mémoire « vivante », il arrive qu'il soit nécessaire de réinventer tant bien que mal les pratiques des anciens lorsque, plus tard, une nouvelle génération d'éleveurs désire revenir à des modes d'élevage ou de production traditionnels propres à la région.



Figure 2. Exemple de patrimoine ethnologique : attelage de quatre chevaux Boulonnais © A. Darras.

De nombreux écomusées ou musées ruraux gardent le souvenir de la « ferme d'autrefois » (c'est-à-dire, le plus souvent, de la fin du XIXe siècle). Logiquement, s'il a existé une race propre à la région, des animaux devraient y être présentés, contribuant à valoriser le *patrimoine muséographique*. Par extension, s'il n'est pas classique de considérer aujourd'hui que les animaux font partie du paysage, il faut se souvenir qu'à l'époque des races régionales, on changeait souvent de race quand on passait d'une région à une autre. Que l'on imagine la Brière peuplée de vaches Nantaises, le massif du Vercors de Villard-de-Lans et l'on conclura que les races locales sont bien une composante du *patrimoine paysager*.

Terminons par le *patrimoine alimentaire*, qui provient de la diversité culinaire régionale et de la typicité territoriale, mises en avant au travers de nombreux signes de qualité. En toute logique, si une production fromagère ou bouchère était traditionnellement associée à une race locale, celle-ci devrait être imposée

dans le cadre par exemple de l'AOC ou de l'AOP. Ce n'est pas souvent le cas, les éleveurs étant parfois les premiers à vouloir bénéficier de l'image de marque du qualificatif sans utiliser la race du terroir, jugée insuffisamment productive. Même si le facteur racial n'est qu'une composante, pas toujours très importante, pour la qualité organoleptique des produits, c'est une question de principe, d'autant plus que les labels rouges existent pour ceux qui ne veulent pas entendre parler de la race du pays.

Les raisons de la sauvegarde des races locales à faibles effectifs, envisagées sous l'angle patrimonial comme nous venons de le faire ou d'une autre manière sont donc nombreuses. La situation était problématique dans les années 1980. Il convient maintenant de nous tourner vers l'évolution ultérieure et la situation actuelle, et montrer que des éleveurs se sont laissés convaincre et ont montré qu'il était possible de sauver véritablement ces races qui étaient « en péril ».

Des races « en péril » aux races « sauvées »

Structure actuelle du cheptel

Nous avons vu que dans les années 1980, un nombre assez important de races bovines et ovines était entré dans la catégorie des races « à faibles effectifs ». On les retrouvera aux Tableaux 2 et 3 mais intégrées à une liste plus conséquente, chez les ovins surtout, celle des « races animales françaises menacées d'abandon pour l'agriculture », proposée par l'INRA et validée par la Commission Nationale d'Amélioration Génétique en avril 2015 (Verrier *et al.*, 2015). Cette liste visait à l'attribution d'une Prime à la Race Menacée (PRM), inscrite dans une procédure PAC dans le cadre de Mesures Agri-Environnementales. Il était précisé que le seuil du nombre de femelles reproductrices en deça

duquel une race est considérée comme « menacée d'abandon » est fonction de l'espèce. Il est fixé à 7500 pour les bovins, 6000 pour les ovins et les caprins et 1000 pour les porcins. Ce seuil d'éligibilité peut être relevé de 20 % pour une race donnée, si des « circonstances fragilisantes », de natures diverses – démographiques, génétiques, socio-économiques – sont patentées. En France, sur 178 races locales recensées au sein de 10 espèces, 80% sont considérées comme menacées, dont certaines avec des circonstances « fragilisantes ». Il est nécessaire de traiter séparément des bovins et des ovins car leur évolution depuis 1980 présente quelques différences.

Cas des bovins

Au Tableau 2 figurent, pour les races bovines « menacées d'abandon », les effectifs totaux en 1932 et 2019, et les effectifs de vaches en 1980 et 2019. L'année 1980 peut être considérée comme une année d'étiage pour la plupart de ces races à la fin des « Trente Glorieuses ». Pour toutes les races menacées à l'époque, les effectifs ont augmenté, de quelques dizaines ou centaines de vaches, à quelques centaines ou milliers. Des races moribondes ont redépassé, parfois largement, le seuil de 2000 vaches et poursuivent leur redressement (Bazadaise, Bretonne Pie-Noir, Ferrandaise, Vosgienne). Seule, la Bleue du Nord fait exception. En effet, à partir des années 1960, elle s'est scindée en deux orientations : vers une spécialisation viande selon l'optique Blanc Bleu Belge,

ou vers le maintien de la mixité à l'exemple de sa cousine Bleu Blanc Mixte en Belgique (Heyman et Stievenard, 2005).

Les races « menacées » en cours de sauvetage totalisent, en 2010, 118 260 têtes (taureaux, génisses et vaches) selon la BDNI (Base de Données Nationale d'Identification), soit 0,6% de l'effectif national de 18 millions de têtes. Ce pourcentage a doublé, de façon encourageante, en 15 ans, même s'il faut relativiser puisque les effectifs totaux en 2019 sont sans commune mesure avec les effectifs de ces mêmes races en 1932. En 2004, les races à petits effectifs ne concernaient que 0,7% des exploitations agricoles et 0,3% des effectifs (Audiot *et al.*, 2005).

Cas des ovins

Les effectifs actuels des diverses races ovines ne sont pas connus. Force est donc de prendre en compte des chiffres qui datent de quelques années ; on les trouve par exemple sur les fiches éditées par « Races de France ». On connaît par contre les effectifs globaux du troupeau ovin qui, en 2018, se montaient à 7,16 millions de têtes, soit plus de 2 millions de moins que 20 ans auparavant. La baisse a touché beaucoup de races, y compris certaines « grandes » races. Nous faisons figurer au Tableau 3 les races qui sont considérées aujourd'hui comme menacées d'abandon. Les effectifs de beaucoup d'entre elles n'apparaissent pas en 1980 parce qu'elles étaient encore intégrées à un

ensemble plus vaste ou tout simplement ignorées, voire jugées disparues. Par ailleurs, en 1980, c'est le nombre total de têtes qui apparaît, ce qui ne facilite pas la comparaison avec le nombre de brebis en 2014. C'est dire que les tendances que nous proposons dans la dernière colonne sont en partie empruntées de subjectivité, faisant appel à la connaissance que nous avons des réalités de terrain. On constate que 10 races voient leurs effectifs augmenter, ce qui est peut-être le cas pour trois autres, tandis que six régressent. La tendance générale est donc la même que chez les bovins, même si elle est moins marquée.

Tableau 2. Evolution des effectifs des races bovines considérées comme « menacées d'abandon pour l'agriculture » en 2015.

Race	Année, effectifs considérés, source				Tendance
	1932 Nb têtes (rappel)	1980 Nb vaches	2019 Nb vaches (BDNI)	2019 Nb têtes (BDNI)	
Armoricaine	328 000	47	374	1 116	+
Bazadaise	46 000	2 000	3 786	10 387	++
Béarnaise	(a)	122	271	583	+
Bleue du Nord	40 000	5 000	1 550	4 389	-
Bordelaise	10 000	15	190	510	+
Bretonne Pie Noir	443 000	300	2197	5 168	++
Casta	28 000	72	237	624	+
Corse	48 000	?	7 337	13 008	?
Créole de Guadeloupe	?	?	7 785	18 171	?
Brava	2000	?	3 164	7 778	?
Ferrandaise	147 000	230	2 209	4 844	++
Froment Léon	25 000	30	327	680	+
Lourdaise	(a)	36	162	338	+
Maraîchine	(b)	30	1 267	3 194	++
Mirandaise	?	88	416	1 086	+
Nantaise	(b)	50	697	1 863	+
Raço di Biou	(c)	?	4892	21 879	+
Rouge Flamande	506 000	2 000	2 122	5 374	=
Saosnoise	(d)	?	1 186	3 822	+
Villard-de-Lans	16 000	136	240	562	+
Vosgienne	72 000	3 500	5 526	12 884	++
Total				118 260	

(a) races incluses dans la Blonde des Pyrénées ; (b) races incluses dans la Parthenaise ; (c) nom actuel de l'ancienne race Camargue ; (d) reconnaissance officielle en 2018.

Tableau 3. Evolution des effectifs des races ovines considérées comme « menacées d'abandon pour l'agriculture » en 2015.

Race	Année et effectifs considérés			Tendance
	1932 Nb têtes	1980 Nb têtes	2014 Nb brebis	
Avranchin	29 000	15 000	1 000	-
Barégeoise	(a)	(a)	5 000	? ou +
Belle Île			350	+
Berrichon de l'Indre	(b)	(b)	3 000	? ou +
Bleu du Maine	32 000	120 000	1 500	-
Boulonnaise	(c)	(c)	3 000	+
Brigasque		1 000	800	+
Castillonnaise	(d)	(d)	4 500	?
Caussearde des Garrigues	(e)	164 400	3 000	-
Cotentin	119 000	10 000	1 000	-
Landaise	146 000	éteinte	3 000	+
Landes de Bretagne			1 740	+
Lourdaise	68 000	(f)	1 000	? ou +
Martinik			4 177	=
Mérinos de Rambouillet			120	=
Mérinos Précoce	80 000	2 500	2 500	-
Montagne Noire	(e)		2 000	?
Ouessant			3 700	+
Raïole	(e)		2 400	+
Rouge du Roussillon		éteinte	4 000	-
Roussin de La Hague			8 000	+
Solognote	800	1 300	3 000	+
Southdown	196 000	300 000	48 000	-

(a) La Barégeoise est sans doute comptabilisée avec la Lourdaise ; (b) le Berrichon de l'Indre est comptabilisé avec le Berrichon du Cher ; (c) la Boulonnaise est comptabilisée avec la Cauchoise en 1932, non dénombrée en 1980 ; (d) la Castillonnaise est incluse dans la race « Pyrénées Centrales » ; (e) en 1932, la Caussearde des Garrigues, Montagne Noire et Raïole sont incluses dans l'ensemble « Causseardes diverses » et, les chiffres de « 1980 » sont en fait ceux de 1974 ; (f) en 1980, la Lourdaise est intégrée au groupe « Pyrénées centrales ».

Pour cette présentation, nous nous sommes limités aux bovins et aux ovins (Figure 3) mais la tendance est bien plus vaste : alors qu'à l'époque de la « politique Quittet » l'objectif était de réduire le nombre de races dans toutes les espèces d'animaux de rente, la tendance est exactement inverse aujourd'hui. Ce sont majoritairement des éleveurs professionnels, animés d'un souci identitaire et optant le plus souvent pour des

systemes d'élevage alternatifs qui sont responsables de ce mouvement. Grâce à eux, beaucoup de races qui étaient « en péril » il n'y a pas si longtemps sont aujourd'hui « sauvées ». Comme nous l'avons vu, si l'objectif économique n'est qu'une composante de leurs motivations, il fallait bien entendu que leur engagement se solde par un certain revenu.



Figure 3. Exemple de race ovine menacée mais en cours de relance : béliers Ouessant. © C. Danchin-Burge.

Données économiques

Il est apparu très rapidement que l'enjeu de la conservation, collectif et à long terme, dépassait les aspects génétiques. Il devait aussi concerner les objectifs économiques, enjeu individuel à court terme pour les éleveurs. La littérature zootechnique est peu documentée sur le sujet. A titre d'exemple, en race bovine Bretonne Pie-Noir, une analyse de groupe sur 12 éleveurs laitiers professionnels montre que la valorisation nette du lait avoisinait 1,40 €/litre en 2008, et pouvait atteindre 3 €/l dans certains cas. Les EBE/UTH étaient en moyenne de 18 000 € et pouvaient atteindre 30 000 €. Ces résultats proviennent d'une recherche permanente de réduction des charges et de valorisation d'« une gamme très variée et inventive de produits laitiers à forte valeur ajoutée (Morinière, 2017). Le Gwell®, lait pasteurisé fermenté, est le produit emblématique de la race, valorisé par une marque collective déposée à l'Institut National de la Propriété Industrielle (INPI) en 1999. Aujourd'hui, un projet d'obtention d'AOP est en cours.

En système allaitant, dans la filière conventionnelle, le faible poids des carcasses est handicapant. Mais, en circuit court et vente directe, il devient un atout : l'ossature fine facilite la découpe et le piéçage de la carcasse, la réduction de la taille des morceaux est appréciée des consommateurs, et la typicité sensorielle spécifique est reconnue. La valorisation d'un veau rosé de 4 à 7 mois est alors équivalente à celle d'un « veau élevé sous la mère » en label rouge et de race conventionnelle. De même, la valorisation nette d'un bœuf de 3 ans (280 kg de carcasse) est comparable à celle d'un bœuf de race Normande du même âge (420 kg de carcasse). Les exemples de ce type où l'on peut transformer des handicaps dans la filière

conventionnelle en atouts dans une filière traditionnelle sont nombreux (Quéméré, 2008).

Des initiatives locales, régionales, nationales et même internationales (par exemple, *Slow-Food*) contribuent à promouvoir la valorisation des produits du terroir. Parmi ces initiatives, l'une mérite une mention particulière : le projet VARAPE (Valorisation des Races à Petits Effectifs). On trouve dans le Guide VARAPE (Markey et Couzy, 2014) la « *via ferrata* de vos projets collectifs ». Ce projet CASDAR, animé en 2012-2014 par l'Institut de l'Élevage, a concerné les races dont les effectifs de femelles reproductrices sont inférieurs à 5 000 pour les bovins, 8000 pour les ovins et les caprins, 1000 pour les porcins. Ses objectifs étaient de caractériser les conditions de réussite d'un projet collectif de valorisation en circuits courts et de faciliter l'accompagnement des initiatives en cours ou à venir. Il devait aussi cerner les attentes des consommateurs et mettre au point un outil pour accompagner ces projets. S'il n'a pas encore déposé de conclusions générales, le projet VARAPE demeure à la disposition des éleveurs qui souhaitent être conseillés. Les PRM que nous avons déjà évoquées, viennent bien entendu s'ajouter aux revenus que les éleveurs tirent directement des ventes de leurs produits.

Au total, l'augmentation récente des effectifs de nombreuses races loco-régionales que l'on croyait condamnées à disparaître et les conditions économiques que connaissent leurs éleveurs incitent à l'optimisme. Les « races en péril » paraissent être maintenant des « races sauvées ». On peut estimer que, globalement, la sauvegarde des « races en péril » est

une réussite en France, bien qu'au départ beaucoup considéraient que tout ne pouvait (ou ne devait) être sauvé et qu'il était sans doute opportun d'en faire un tri. Au total, très peu de races présentes en 1974 auront disparu. Il reste toutefois, comme nous l'avons vu, que 80 % des races locales recensées au sein de 10 espèces

sont considérées comme « menacées d'abandon pour l'agriculture ». C'est dire que la vigilance demeure en mise. On est toutefois en droit de considérer, prudemment, que les « races sauvées » sont dorénavant des « races en devenir ».

Conclusion

Il est étonnant de voir à quel point la logique des idées de l'Inspecteur Général Quittet et les certitudes du développement agricole dans le dernier quart du XXe siècle, qui ne parlait que d'intensification et de gains de productivité, ont été mises à mal. Etant donné qu'aujourd'hui, la sensibilité aux questions écologiques ne cesse de se renforcer dans l'opinion publique, il y a lieu de s'en réjouir. La préservation de la biodiversité à tous les niveaux, y compris en

agriculture et en élevage, est en effet fondamentale pour le maintien des équilibres écologiques. L'avènement d'une nouvelle génération d'éleveurs, soucieuse d'identité et désireuse de s'investir dans des systèmes alternatifs, est porteuse d'espoirs sur ce plan. La question demeure toutefois de savoir si l'ampleur, à terme, du mouvement confortera, voire amplifiera la place des « races en devenir » dans l'économie agricole.

Références

- Anonyme (1935) *Annuaire de l'Elevage français et des produits de l'élevage, 1934-1935*. Les Editions documentaires agricoles, Paris.
- Audiot A. (1995) *Races d'hier pour l'élevage de demain*. INRA Ed., Paris, 229 p.
- Audiot A., Gibon A., Flamant J.C. (1983) La conservation des races menacées : quels éleveurs ? *Ethnozootechnie* 33, 71-78.
- Audiot A., Bougler J, Danchin-Burge C., Lauvie A. (2005) Races domestiques en péril : 30 ans de sauvegarde, bilan rétrospectif français. *Ethnozootechnie* 76, 21-37.
- Avon, L. (2005) Conservation des races : la situation européenne. *Ethnozootechnie* 76, 39-66.
- Flamant J.C. (2008) Séance de l'Académie d'Agriculture de France du 4 juin 2008, *C.R. Acad. Agric. Fr* 94, 8 p.
- Heyman G., Stievenard R. (2005) Valorisation des races domestiques régionales par la création de filières courtes. *Ethnozootechnie* 76, 83-96.
- Markey L., Couzy C. (2014) *Guide VARAPE, la via ferrata de vos projets collectifs*. Institut de l'Elevage, 50 p.
- Molénat M. (1983) Inventaire des races menacées et des actions de conservation : le marginal. *Ethnozootechnie* 33, 25-30.
- Morinière C. (2017) Quand la valorisation alimentaire encourage la conservation d'une race : le cas de la race Bretonne Pie Noir. *Ethnozootechnie* 103, 13-18.
- Pluvinaige J. (1991) Une loi d'exception : la loi sur l'élevage et son application. *Economie rurale* 204, 35-40.
- Portal M., Quittet E. (1950) *Les races ovines françaises*. Fédération Nationale Ovine, Paris.
- Quéméré P. (2006) *La Bretonne Pie Noir. Grandeur, décadence, renouveau*. France Agricole Ed., 192 p.
- Quéméré P. (2008) Séance de l'Académie d'Agriculture de France du 4 juin 2008, *C.R. Acad. Agric. Fr* 94, 12 p.
- Quittet E. (1946) *Les races bovines françaises*. Ministère de l'agriculture, Paris, 1946.
- Verrier E. et le Consortium RAMAGE (2015) Etre ou ne pas être une race animale menacée : ancienne question et nouveaux développements. *Ethnozootechnie* 97, 123-130.



La première race animale en France à avoir fait l'objet de mesures conservatoires, en 1969 : brebis Solognotes et leurs agneaux. Brinon-sur-Sauldre (Cher), mars 1982, © E. verrier.

Varia



Barrière de pré cotentine, avec son « écharpe » en biais caractéristique. Regnéville-sur-Mer (Manche), août 2015, © E. Verrier.

Les animaux de boucherie et la viande aujourd'hui en France : statuts, représentations, pratiques

Jean-Pierre DIGARD

CNRS, UMR 8041/CeRMI, 27 rue Paul Bert, 94204 Ivry-sur-Seine cedex. Contact : jpdigard@gmail.com

Résumé : Le statut des animaux de boucherie et leur traitement dépendent de dispositions législatives et réglementaires, mais aussi de normes religieuses et culturelles plus ou moins implicites, ainsi que de nouvelles sensibilités animalitaires, qui peuvent elles-mêmes varier selon les espèces et les viandes considérées (porc, poulet, lapin, cheval, « viande » artificielle). Les comportements en la matière doivent davantage à l'évolution des genres et des niveaux de vie qu'à l'action des mouvements animalistes, avec une contradiction entre les nouvelles sensibilités et la demande de produits alimentaires bon marché, et entre deux conceptions opposées du statut des animaux en question, l'une protectionniste voire abolitionniste mais minoritaire, l'autre au mieux indifférente.

Mots-clés : : *animaux domestiques, boucherie, élevage, France, animalisme, véganisme, viande.*

« Pour être consommé, un aliment ne doit pas seulement être bon à manger » (Claude Lévi-Strauss, 1965).

De quoi parle-t-on ?

Plus on « aime » les animaux, moins on les connaît : tel n'est pas le moindre des paradoxes de la société occidentale contemporaine (Digard, 2005, chap. X). Conséquence (ou symptôme) : il règne souvent dans

les propos tenus sur les bêtes un laisser-aller lexicographique et conceptuel qui complique les problèmes plus qu'il ne les éclaire.

Animal/animaux ?

En tête des simplifications les plus réductrices arrive l'habitude de parler de « l'animal » au singulier. Or il en existe une dizaine de millions d'espèces qu'il est évidemment impossible de situer sur le même plan et de traiter de manière uniforme, d'où l'absurdité de l'« antispécisme » : au contraire, respecter les animaux, c'est d'abord respecter leurs différences (Digard, 2018).

Autre confusion courante : celle des animaux « domestiques » et des animaux « de compagnie ». Tous les animaux domestiques ne sont pas des animaux de compagnie (bœufs, porcs, chiens de travail...) et tous les animaux de compagnie ne sont pas des animaux domestiques (cf. les NAC, « nouveaux animaux de compagnie » : rats, reptiles, araignées...).

Animaux de boucherie ?

Les animaux de boucherie eux-mêmes n'appartiennent pas toujours à des espèces domestiques. Tel est le cas, certes marginal, d'animaux comme le cerf, le bison d'Europe et l'autruche, qui sont aujourd'hui élevés, dans le cadre d'une filière « venaison bouchère », à des fins de diversification agricole.

En France, les principales espèces domestiques servant à la boucherie sont : le bœuf et le mouton, le porc et le poulet (les deux espèces les plus

consommées en France et dans le monde), le lapin et le cheval (on reviendra plus loin sur le cas de ces deux derniers).

Parmi les animaux de boucherie, il convient en outre de distinguer : les animaux de boucherie par vocation (races bovines à viande : charolaise, limousine..., poulets de chair) et les animaux de boucherie par destination (vaches laitières et poules pondeuses de réforme).

Viande ?

Si un « animal de boucherie » est un animal qui produit de la viande, qu'est-ce donc que la « viande » ? À l'origine, on désignait comme « viande » (du latin *vivenda*) tous les aliments de l'Homme, végétaux comme animaux, puis seulement la chair des animaux et des oiseaux, domestiques principalement. Il en est resté quelque chose en anglais puisque « *viands* » signifie « aliments », « mets », et que c'est le mot *meat* qui traduit celui de « viande », produit carné. Cette euphémisation est à rapprocher de celle du vocabulaire français de la boucherie qui diffère du vocabulaire anatomique des animaux vivants : « gîte » pour le jarret, « macreuse » pour l'épaule, « paleron » pour le garrot, etc.

De nos jours, la « viande », c'est la chair d'un animal tué, découpé et présenté selon certaines modalités techniques (carcasse « parée »), rituelles et/ou

sanitaires (la saignée sert aussi à retarder la baisse du pH de la viande et donc sa dégradation). Ce sont ces pratiques qui différencient la « viande », consommable, du « cadavre », qui ne l'est pas, et qui distingue les « zoophages » des « nécrophages » (Vialles, 1998 ; Bruckert, 2016).

Tuer des animaux pour les manger ne va pas de soi. En témoigne l'hésitation des langues quant au mot à utiliser pour désigner cette action – un mot qui soit autant que possible « neutre », c'est-à-dire sans connotation parasite comme « tuage » (vocabulaire des abattoirs), « sacrifice » (religieux), « euthanasie » (médical), « mise à mort » (tauromachique), « meurtre alimentaire » (anthropomorphique)... En raison de son euphémisation par emprunt au domaine forestier, c'est le mot « abattage » et ses dérivés (« abattoir », etc.) qui ont été retenus par le français.

Les statuts des animaux de boucherie

Pratique sensible, on l'a vu, l'élevage et l'abattage d'animaux de boucherie ont généré tout un corpus législatif et réglementaire, mais aussi d'habitudes

implicites – en d'autres termes : un statut légal et un statut culturel des animaux concernés.

Le statut légal, une déjà longue histoire

L'idée « animalitaire » (Hemingway, 1932) de militer pour la défense des animaux comme d'autres, les « humanitaires », pour celle des humains, est née dans le sillage de la Révolution française, avec les « amis des bêtes » de l'an X (1799) (Pelosse, 1981-1082). Vinrent ensuite la création de la Société protectrice des animaux (SPA) en 1845, puis – acte fondateur d'une législation attentive au sort des animaux – l'adoption en 1850 de la loi Grammont contre les mauvais traitements aux animaux domestiques en public – restriction à l'espace public qui sera levée par une loi de 1898 (Agulhon, 1981). Il faudra encore attendre un siècle pour voir la pénalisation des mauvais traitements aux animaux intervenir avec un décret (n° 59-1051) de 1959, puis avec une loi (n° 63-1143) de 1963 qui introduit la notion d'« acte de cruauté » passible de peines correctionnelles. Déjà présente dans la loi de 1898, la notion de « sensibilité » chez les animaux sera confirmée par celle de 1976 (n° 76-629) qui crée le délit d'abandon et celui de sévices graves. Cette dernière loi modifie le Code rural en y introduisant notamment un article (214-1) ainsi rédigé : « Tout animal étant sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce ». Une étape supplémentaire sera franchie avec le décret n° 80-791 de 1980 qui précise les obligations d'entretien des animaux qui incombent à ceux qui en ont la garde.

Pour les animaux de boucherie dont elle ne donne d'ailleurs pas de définition, la loi française n'intervient vraiment que sur les règles d'abattage, avec étourdissement préalable, sauf pour les abattages rituels kasher/juif (Nizard-Benchemoul, 1999) et halâl/musulman (Benkheira, 1999). Le cadre légal concernant l'abattage des animaux et les abattoirs repose sur les principes de base suivants :

- la protection des animaux au moment de leur mise à mort est strictement réglementée (règlement CE n° 1099/2009 du 24/09/09) ;
- la réglementation confie aux exploitants des abattoirs la responsabilité de prendre toutes les dispositions pour épargner aux animaux toute douleur, détresse ou souffrance évitables (R-214-63 et s. CRPM) ;
- pour les animaux faisant l'objet de modalités particulières d'abattage prescrites par des religions, l'étourdissement préalable n'est pas obligatoire dans les abattoirs ;
- les services vétérinaires départementaux contrôlent les conditions d'abattage des animaux ; toute non-conformité relevée fait l'objet de mesures administratives ou pénales, notamment d'arrêt de fonctionnement de la chaîne d'abattage, de rappel à la loi ou encore de mise en demeure (liste complète de ces textes dans Lesage, 2013 ; FNSEA, 2014 ; Chardon & Brugère, 2016).

La notion de « bien-être animal » (BEA) apparaît dans la législation française avec la Convention européenne sur la protection des animaux en transport international signée par la France le 13 décembre 1968 et ratifiée le 9 janvier 1974, puis reprise dans les directives 91/628/CEE du 19 novembre 1991 relative à la protection des animaux de transport et 95/58/CE du 20 juillet 1998 concernant la protection des animaux dans les élevages (Boisseau-Sowinski, 2017). Mais la notion de BEA comporte une large part d'ambiguïté, notamment pour les animaux dans les abattoirs.

L'introduction des animaux dans le Code civil en janvier 2015 marque un nouveau tournant (Digard, 2019). Adopté en deuxième lecture (après son rejet par le Sénat) le 28 janvier 2015 par l'Assemblée nationale (avec une vingtaine de députés présents dans l'hémicycle !), sur proposition de Jean Glavany (député PS, ancien ministre de l'Agriculture), l'amendement consiste en l'insertion, avant le titre Ier du livre II du Code civil, d'un article 515-14 ainsi

Le statut culturel : des normes plus ou moins implicites

Le statut des animaux ne saurait être réduit à leur statut légal. Il faut donc, pour être complet, se pencher également sur leur statut culturel, officieux, perçu, qui influence sur les pratiques effectives parfois autant que le statut légal.

Ce statut culturel peut s'évaluer en comparant les positions respectives, presque hiérarchiques, des différentes espèces au sein d'un même système domesticoire. Dans l'Europe occidentale traditionnelle, les animaux se répartissaient par cercles concentriques autour de l'habitation paysanne : au centre, ceux admis à pénétrer à l'intérieur de la maison (les chats et certains chiens) ; puis dans un premier cercle, les animaux logés dans les locaux attenants à la maison (le cheval de trait, compagnon de travail du paysan, et le cochon, nourri comme les humains, de leurs restes) ; dans un deuxième cercle, les animaux à identité collective (bétail, volaille) abrités dans les bâtiments séparés (étable, bergerie, poulailler) ; enfin, à la périphérie, la faune sauvage, gibiers et nuisibles.

La hiérarchisation contemporaine des animaux est dérivée de cette répartition spatiale. Au sommet se trouvent, d'une part, les animaux de compagnie, survalorisés, surprotégés et anthropomorphisés à l'excès, ainsi, d'autre part, que les animaux sauvages qui, pour des raisons symétriques et inverses des précédents, doivent leur statut élevé au fait qu'ils sont, souvent à tort, supposés indemnes de toute action humaine. Au bas de l'échelle, se situent les animaux destinés ou finissant à la boucherie (Digard, 2005).

rédigé : « Les animaux sont des êtres vivants doués de sensibilité. Sous réserve des lois qui les protègent, les animaux sont soumis au régime des biens ».

Rappelons que le Code civil, qui constitue le socle du Droit français pour tout ce qui concerne les questions commerciales et patrimoniales, reconnaît deux catégories : les personnes et les biens. Les animaux n'étant pas des personnes, sont donc des biens – plus précisément des « biens meubles » (par opposition aux biens immeubles) puisqu'ils peuvent se déplacer ou être déplacés (mais en aucun cas des « meubles », tables ou chaises, comme ont voulu le faire croire, avec une évidente mauvaise foi, les mouvements animalistes).

L'amendement stipulant que « les animaux sont soumis au régime des biens », rien ne change en apparence ; en réalité, les animaux représentent désormais une catégorie particulière de biens.

Ces derniers, dont l'utilisation nécessite donc l'abattage, sont l'objet d'une mise à distance que ne connaissent pas, par exemple, les animaux de travail, avec lesquels l'homme est amené à entretenir des relations de compagnonnage, ni même certaines vaches laitières qui, dans les élevages familiaux, sont traitées à la main, reçoivent des noms individuels, et étaient même, dans certaines régions comme la Savoie, logées dans une étable séparée par une simple tenture de l'habitation humaine qu'elle contribuait ainsi à chauffer.

En outre, sous l'effet d'une projection anthropomorphique, les types d'élevage et les animaux correspondants donnent lieu à des perceptions différenciées : favorable pour les systèmes herbagers et de plein air ; défavorable pour les élevages hors-sol (porcs, volaille) et/ou par grandes unités de production : ferme dite « des 1000 vaches » dans la Somme, modèle courant ailleurs, en plus grand encore, comme dans certains états d'Allemagne ou des USA. Les récentes crises sanitaires (« vache folle », peste porcine, grippe aviaire) ont également contribué à accentuer la défiance envers la (ou certaines) viande(s). En outre, de plus en plus souvent, la médiatisation de mauvais traitements des animaux, indûment généralisés par des mouvements militants comme L214, s'emploie à déconsidérer les métiers de l'élevage, de l'abattage et de la boucherie, ce qui ne manque pas de susciter les légitimes protestations des milieux professionnels (Laporte et Mainsant, 2012 ; Bourre et Risse, 2016 ; Desnoyer, 2018).

Les normes et prescriptions religieuses interviennent également dans le statut culturel des animaux, avec toutefois d'importants écarts entre les religions. Parmi les trois grandes religions monothéistes, que sont, par ordre d'apparition, le judaïsme, le christianisme et l'islam, la seconde, qui est majoritaire dans le monde occidental, se signale par une quasi absence d'interdits alimentaires (Baratay, 1996). Pour le christianisme, en effet, la consommation de viande tient à la nature humaine : la viande « a acquis une valeur positive, [celle d'] un produit consommable auquel on demande parfois de renoncer [carême], non parce qu'il est mauvais et méprisable, mais, au contraire, parce qu'il est bon et appréciable » (Montanari, 2017, p. 98). À la différence du christianisme, le judaïsme (Nizard,

2007) et l'islam (Benkheira *et al.*, 2005) proscrivent, à des degrés divers (harām, interdit ; makrūh, déconseillé...), la consommation des viandes qui proviennent, soit d'animaux de statut supérieur (cheval), soit d'animaux considérés impurs (najis) comme le chien (Milliet, 1995), soit d'animaux qui occupent une position taxonomique ambiguë comme le porc qui a les pieds fendus comme les ruminants mais qui ne rumine pas (Henninger, 1982 ; Fabre-Vassas, 1994), l'autruche qui est un oiseau mais qui ne vole pas, etc. (Simoons, 1961). Pour les animaux dont la consommation est autorisée, s'ajoutent, on l'a vu, des règles strictes d'abattage, par saignée sans étourdissement préalable.

Des statuts aux pratiques

Sensibilités « animalitaires » et nouvelles préoccupations « sociétales »

Ces nouvelles préoccupations sont, par ordre d'importance de leur diffusion dans la population française (Cazes-Valette *et al.*, 2017) :

- 1) Les incertitudes quant à l'impact sur la santé humaine de l'alimentation carnée : défiance envers certaines viandes, envers les graisses animales, envers la charcuterie, etc. (Picard, 2017). Les allégations de santé (cf. les oméga 3) ont commencé à se développer il y a une vingtaine d'années, parfois jusqu'à la pathologie (orthorexie). La crise de la « vache folle », dans les années 1990, n'a rien arrangé. Plus récemment est paru le rapport du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC, 2015) pointant un effet « probablement » cancérigène des viandes (un examen attentif de ce document fait apparaître qu'il est fondé sur les niveaux de consommation de l'Amérique du Nord, très éloignés de ceux de la France où la consommation moyenne de viande, hors volaille et poisson, est de 350 g/semaine, pour une quantité recommandée de 500 g) (ANSES, 2017).
- 2) Des interrogations quant à l'impact environnemental de l'élevage – émissions de méthane par les ruminants, déforestation, etc. – en passant sous silence ses bienfaits – entretien des paysages ouverts, maintien des prairies captatrices du CO₂, etc. (Kervasdoué, 2016 ; Brunel, 2017).

Les cinq grandes tendances qui viennent d'être décrites concernent 72 % de la population (parmi lesquels 8 % de « flexitariens »), dont une majorité aisée, plus âgée que la moyenne, et féminine. Une faible partie de la population se dit être (moins de 3 %) ou prête à devenir (4 %) végétarienne.

- 3) Une gêne face au traitement des animaux, notamment dans les abattoirs, tel qu'il est présenté par des associations militantes comme L214.
- 4) Une défiance relativement répandue contre tout ce qui est perçu comme « industriel » et, donc, comme non « naturel » – herbicides, pesticides, OGM, etc. –, pouvant aller jusqu'à une revendication d'interdiction, même non ou peu fondée scientifiquement, au nom d'un « principe de précaution », alors que, rappelons-le, l'alimentation humaine, au moins en France, n'a jamais été aussi sûre qu'aujourd'hui (Cohen, 2019).
- 5) En réaction contre le consumérisme, une tentation de la « décroissance » et de la « déconsommation » dans tous les domaines, non seulement de produits carnés, mais également d'autres produits alimentaires, habillement, cosmétiques, etc. (Santolaria, 2017). Cette attitude concerne environ un tiers des consommateurs ; à l'inverse, un autre tiers sont des « gros consommateurs » de produits carnés, mais aussi d'autres aliments (féculents, sucres, alcool, etc.) ; or c'est dans ce deuxième tiers que s'observent les effets délétères d'une suralimentation, effets qui ne sauraient donc être attribués à la seule viande comme le prétendent trop d'auteurs prompts à confondre corrélation et causalité (Frioux, 2017).

La réplication de l'enquête révèle une évolution récente remarquable : alors qu'en 2015 les déterminants étaient exclusivement le sexe et l'âge, en 2017 apparaît l'effet d'une valeur : le souci du BEA. De fait, la consommation de viande reste élevée, quoiqu'en diminution : en 2015 comme en 2017, respectivement 2,5 et 2,4 % des participants se déclarent végétariens, alors que ceux disant

consommer de la viande tous les jours passent de 55 à 53 % et ceux faisant état d'une intention de baisser leur consommation passent de 34 à 39 %.

Mais les positions affichées sont bien souvent contredites par les pratiques réelles sur lesquelles ont porté les dernières enquêtes du CREDOC et qui donnent : végétariens effectifs : 2,5 % d'un échantillon représentatif de la population française ; végétaliens : 0,5 % ; véganiens : 0,2 %. Qui plus est, des enquêtes

plus anciennes (Barrau, 1987) donnent des chiffres du même ordre, ce qui témoigne d'une relative stabilité dans le temps.

Enfin, un effet de génération se dessine : alors qu'il n'y a pas de végétariens par idéologie chez les plus de 60 ans, 8 à 10 % des jeunes semblent attirés par le végétarisme. Cependant, le changement ne s'opère pas à l'intérieur d'une même génération, mais avec le passage d'une génération à une autre.

Vers une typologie des attitudes face à la consommation de viande

De ce qui précède, résulte une typologie des consommateurs qui s'établit comme suit :

- les « carnivores », passés de 45 à 34 % en 2 ans, population plutôt masculine, populaire, aussi urbaine que rurale, dans la force de l'âge, qui n'accepte de diminuer sa consommation que pour des raisons de santé ;
- les « flexitariens », passés de 36 à 45 %, population composée très majoritairement de femmes, de cadres supérieurs et de professions intellectuelles, dont 87 % ont réduit leur consommation par souci de l'environnement ou du BEA ou à la suite de scandales alimentaires ;
- les « petits consommateurs stabilisés », en proportion stable (16 à 17 %), population âgée, qui n'évoluera plus, tout en se disant sensible à l'environnement et au BEA ;
- les « végétariens », dont une part très récemment convertie entre 2015 et 2017 (2,9 % au total en 2017), par la conversion de femmes (75 % des néo-convertis) et de jeunes au nom de l'environnement et du BEA.

Il a été possible de classer l'importance des valeurs sur une échelle de 1 à 7 : ainsi, entre 2015 et 2017, la santé est passée de 5,50 à 5,45 ; l'environnement de 5,45 à 5,62 ; le BEA de 5,83 à 6,03. La santé passe ainsi au 3^e rang et l'environnement au 2^e ; la préoccupation « éthique » devance le risque sanitaire ; le souhait de « bonne vie » et de « bonne mort » pour les animaux devient prédominant.

L'enquête pointe en outre une attention au type d'élevage et d'alimentation des animaux, ainsi qu'à

certaines certifications : le « Label Rouge » et le label « Viande de France » pour la traçabilité qu'ils garantissent ; le label « AB » (agriculture biologique) pour une « naturalité » recherchée principalement par les flexitariens et les cadres supérieurs, mais peu par les employés et encore moins par les ouvriers.

Autres conclusions à retenir : les deux tiers de la population diminuent ou diminueront leur consommation, tout en souhaitant une amélioration de la qualité au regard des critères environnementaux et de BEA ; en revanche, un tiers de la population (« carnivores » et « rebelles ») rejette avec vigueur toute stigmatisation ou culpabilisation en raison de son goût assumé pour la viande (Cazes-Valette, 2007).

Enfin, on observe un mouvement sans précédent de « fragmentation des pratiques alimentaires » – bio, sans gluten, « véggie » (terme flou mêlant à dessein végétarisme, végétalisme et véganisme), halal, kasher, etc. (Bayle, 2017) –, ainsi que d'« alimentation de plus en plus intercalaire et individuelle » – hors domicile et horaires traditionnels, d'où le développement du « snacking » et la multiplication des « sandwicheries » et des « food trucks » en tous genres (Gassie, 2017 ; Delerins et Rafford, 2019). C'est ainsi qu'« en l'espace de dix ans, le volume du hamburger dans la restauration française a été multiplié par 14 ; il s'en est écoulé 1,1 milliard d'unités en 2017 » (Girard, 2018), faisant progresser la consommation de viande bovine en France de 2,2 % en 2018 (FranceAgriMer, 2019). Le slogan à la mode du « manger moins mais mieux » paraît donc loin d'être largement partagé.

La radicalisation des nouvelles sensibilités et ses catalyseurs

L'évolution des attitudes face à la viande révèle une tendance à la surenchère voire à la radicalisation, avec passage de la « simple » compassion animalitaire au militantisme animaliste (défense active des animaux placés sur un plan d'égalité avec les humains), ou encore du carnisme au flexitarisme, puis au végétarisme (non-consommation de viande), au

végétalisme (refus de tout produit animal : viande mais aussi lait, œufs, miel...) et enfin au véganisme (opposition à toute possession et utilisation d'animaux, de quelque manière que ce soit), avec un idéal de « libération animale » (Singer, 1975) au nom de l'antispécisme.

Cette radicalisation tient à plusieurs phénomènes. Du fait de son caractère ultra-minoritaire, le mouvement végétarien a besoin, pour faire parler de lui, d'actions spectaculaires comme les caillassages de boucheries ou l'incendie d'un abattoir dans l'Ain en 2018. En outre, la mouvance végétarienne est constituée d'une nébuleuse de groupuscules que leur rivalité entraîne dans une spirale du « toujours plus ». Enfin, ces phénomènes sont accentués par une tendance générale à la radicalisation qui, loin d'être limitée à l'islamisme, concerne la plupart des mouvements sociaux et idéologiques contemporains, en grande partie sous l'effet amplificateur des réseaux sociaux (Badouard, 2017).

D'autres facteurs, extérieurs aux faits considérés, interviennent également, comme les effets de mode ou de snobisme poussant à s'enthousiasmer inconsidérément pour tout ce qui apparaît comme nouveau. On pense ici, par exemple, à la multiplication, dans les grandes surfaces, des rayons d'aliments « végan » ou « véggie » (mot ressenti comme moins agressif), de préférence à « végétarien » (qui fait « ringard »). Tel est, surtout, le cas pour la plupart des organes de presse, écrite ou audio-visuelle, qui sont des établissements commerciaux comme les autres, et qui doivent donc s'efforcer de donner à lire, à entendre ou à voir ce qu'ils pensent que leurs lecteurs, auditeurs ou téléspectateurs ont envie de lire, d'entendre ou de voir ; chacun doit aussi être le premier à publier ce que tous les autres publieront ensuite, d'où la recherche effrénée du « scoop » et la complaisance affichée envers les associations animalistes, les crises sanitaires et les scandales commerciaux montés en épingle sur fond d'« agribashing » (Miossec, 2017), ou encore l'écho démesuré accordé aux brûlots anti-viande (Nicolino, 2009 ; Foer, 2015 ; Page, 2017 ; Burgat, 2017 ; Coucray, 2017).

Cependant, le discours des médias n'est pas systématiquement représentatif de l'opinion publique majoritaire ; au contraire, dans le domaine qui nous intéresse ici, il apparaît comme minoritaire (Gomant, 2017) et surtout d'un impact limité sur les pratiques réelles (Cazes-Valette, 2008). Il est d'autant plus surprenant de voir des organismes professionnels et des services publics reprendre peu ou prou à leur compte des thèmes animalistes à des fins de « communication ». Tel est le cas, par exemple, du Centre d'Études et de Prospective du ministère de l'Agriculture, dans les publications duquel on peut lire, sous la plume de fonctionnaires, que : « La domestication est intrinsèquement asymétrique. Elle comporte une part de domination, de domptage et de violence. [...] Le processus domesticatoire a engendré un rapport Homme-Animal anthropocentré » (Bidaud *et al.*, 2016). Même tonalité à l'INRA, pour qui l'évolution du statut de l'animal, dans une société qui a perdu ses racines rurales et a pour unique référence l'animal de compagnie, va forcément « impacter » les pratiques d'élevage ; cette évolution imposerait donc, selon cet établissement, de construire des concepts de BEA intégrant la santé, d'élaborer de nouveaux systèmes d'élevage, de revoir le rôle de l'animal dans l'expérimentation médicale, de construire un dialogue avec la société, etc. (INRA, 2008).

À leur tour, des filières professionnelles se sont lancées « à la rencontre des attentes citoyennes » (Interprofession Bétail et Viande, 2017). Telle était, par exemple, l'intention affichée du colloque « Animal, viande et société : des liens qui s'effilochent », organisé à l'Institut Pasteur le 31 mai 2016 par le CIV (Centre d'Information des Viandes).

Les animalistes, en revanche, n'ont pas manqué d'interpréter ces initiatives comme autant de signes de reconnaissance de leurs thèses et d'encouragement pour leurs actions.

De quelques cas particuliers d'animaux et de viandes

Le porc

Cet animal domestique dont l'élevage, l'abattage et la consommation étaient traditionnellement familiaux voire ritualisés, est aujourd'hui devenu majoritairement un produit standard d'élevages intensifs souvent accusés de pollution (cf. les « marées vertes » des côtes bretonnes). Mais il existe aussi des productions artisanales de porc de très grande qualité comme, par exemple, le porc basque kintoa ou le blanc de l'Ouest (en dépit du recul de cette dernière race face à des croisements privilégiant les animaux moins

gras). La consommation de viande de porc continue néanmoins de dominer, distançant même très largement celle de toutes les autres viandes, dans de nombreux pays comme le Danemark (Delavigne, 2002). Cependant, la tendance au menu unique dans les cantines scolaires risque de nuire au porc au profit du poulet. L'épidémie actuelle de peste porcine africaine fait également peser de graves menaces sur la filière porcine.

Le poulet

Avec le porc, le poulet est la viande la plus consommée dans le monde. Peut-on attribuer ce succès planétaire au fait qu'il s'agisse, dans un cas comme dans l'autre, de viandes perçues comme « blanches », non « saignantes » ? Ou bien à leur système d'élevage intensif, par ailleurs dénoncé comme « concentrationnaire » et « pollueur », mais qui permet de fournir des produits à des prix abordables pour le plus grand nombre ? À noter que la question des prix

bas n'est véritablement pertinente que pour la restauration collective, grande consommatrice de poulets standards, car un filet de poulet Label Rouge coûte aussi cher qu'un steak de bœuf. Il existe en effet, entre le poulet standard, bon marché, et les poulets d'appellation (poulet de Bresse, coucou de Rennes, etc.), plutôt onéreux, toute une gamme de qualités de chair, de races de poules et de types d'aviculture.

Le lapin

Dans toutes les sociétés, les animaux de compagnie sont frappés d'un tabou alimentaire. En Occident, ce tabou s'étend peu à peu à des espèces dont la viande était autrefois couramment consommée mais dont le statut culturel tend aujourd'hui vers celui d'animaux de compagnie. Tel est le cas du lapin.

Représentant en France quelque 1200 élevages et 10 000 emplois (La France Agricole, 26 mai 2017, p.5 ; Gidenne, 2015), la filière cuniculicole (du nom scientifique du lapin *Oryctolagus cuniculus*), a enregistré depuis 2008 un recul continu de 5,5 % par an. Alors qu'elle était encore il y a peu de temps une

viande de consommation courante, sa production est tombée en 2018 à 54 000 tonnes équivalent carcasse et sa consommation à seulement 720g/personne/an.

La cause de cet effondrement est à rechercher dans le nouvel usage qui est fait aujourd'hui du lapin. Des dirigeants de la filière cuniculicole se plaisent à dire que le lapin est menacé par un « nouveau prédateur » : le lapin nain ! En effet, depuis que des enfants, de plus en plus nombreux, ont fait de ce dernier un animal familier, il est devenu quasiment impossible de leur faire avaler du lapin sous quelque forme que ce soit.

Le cheval

Le cheval est-il en passe de connaître un sort comparable à celui du lapin ? La question mérite examen. Après sa condamnation comme survivance païenne par le pape Grégoire VII en 732, l'hippophagie a acquis droit de cité en France avec l'ordonnance du 9 juin 1866, au terme d'une intense campagne de promotion de la viande équine menée conjointement, mais pour des motivations différentes, par Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, professeur au Muséum et savant positiviste dont le souci était d'améliorer l'alimentation de la population croissante des villes, et par Émile Decroix, ancien vétérinaire militaire et membre de la SPA, dont la volonté était d'en finir avec l'épuisement au travail des chevaux d'attelage.

Après cette date, la destination finale de la plupart des chevaux est passée de l'équarrissage à la boucherie. Une fois installée, l'hippophagie s'est surtout développée dans le nord et le centre de la France. La viande chevaline provenait d'animaux de réforme et, le cheptel national ne suffisant pas à satisfaire la demande, de chevaux importés vivants d'Europe de l'Est et sous forme de carcasses d'Argentine et des États-Unis. Durant l'année 1966, les Français consommèrent 100 400 tonnes de viande de cheval, dont 65 000 tonnes produites en France. En 1970, ces

chiffres étaient tombés à 90 000 et 45 000 ; en 1990, à 60 000 et 11 000 ; en 2000, à 30 000 et 13 000, ce léger regain de production étant dû à la crise de la « vache folle ». Depuis, la consommation de viande chevaline stagne à moins de 2 % de la consommation carnée des Français (Digard, 2012).

Ce recul de la consommation et de la production de viande de cheval s'explique par la véritable « révolution culturelle » qui est intervenue dans le monde du cheval dans la deuxième moitié du XXe siècle. Avec la motorisation des transports, de l'agriculture et des armées, le cheval est passé de la sphère de l'utilitaire dans celle des loisirs. En quelques décennies, l'effectif des chevaux est tombé, en France, de 3 millions à 300 000, avant de remonter à la charnière du XXe et du XXIe siècle à un million – baisse qui n'a presque concerné que les chevaux de trait et le regain que les chevaux de selle. En effet, ce glissement s'est accompagné d'une massification des activités équestres : de quelques dizaines de milliers après la guerre, le nombre des pratiquants réguliers ou occasionnels de l'équitation a atteint en France après 2000 le million et demi. Loin d'être uniquement numériques, les changements survenus sont aussi sociologiques : alors que, depuis des millénaires, les cavaliers étaient des aristocrates et/ou des militaires,

en tout cas des hommes, les « nouveaux cavaliers » sont en majorité des membres des classes moyennes et des femmes, plus exactement des jeunes filles (Tourre-Malen, 2006). Les changements survenus sont enfin et surtout culturels : la culture traditionnelle de l'ancien « homme de cheval », fondée sur l'utilisation polyvalente et intensive mais respectueuse d'un animal de service, qui a régné sans partage dans les milieux équestres jusque dans les années 1960, est aujourd'hui en passe d'être balayée par une nouvelle culture équestre, hédoniste (axée sur la recherche du plaisir plus que de l'effort sportif) et sentimentale (poussant le statut culturel du cheval vers celui d'un animal de compagnie) (Digard, 2004, chap. VIII).

Au début des années 1970, dans le but d'enrayer le déclin des neuf races françaises de chevaux lourds, les Haras nationaux susciteront la création d'une filière viande chevaline à part entière, fondée sur la reconversion de ces races de travail en races à viande (un élevage chevalin orienté vers la boucherie existait déjà en Belgique, en Hollande, en Suisse romande et en Italie du Nord, où l'hippophagie était depuis longtemps installée dans les mœurs alimentaires). Cette politique courageuse a sans aucun doute prolongé la survie des races de trait, mais elle n'a pas suffi à enrayer la crise de la filière hippophagique : en ce début du XXI^e siècle, il ne subsiste plus en effet en France que quelques centaines de boucheries chevalines, pour la plupart sur les marchés ou dans les grandes surfaces.

La « viande » artificielle

De nombreux animalistes présentent la « viande » artificielle comme le seul moyen d'assurer, par défaut, le « bien-être » des animaux de boucherie – sans oublier, pour certains, la perspective d'un juteux business (Porcher, 2019). On peut cependant douter de

l'acceptabilité sociale et culturelle en Occident de ce type de « viande » dont la composition et les procédés de fabrication soulèvent encore bien des interrogations...

Conclusion

Au total, il apparaît que les nouveaux comportements relatifs à la consommation de viandes doivent davantage à l'évolution des genres et des niveaux de vie qu'à l'activisme des mouvements animalistes, en dépit de la complaisance de la presse à leur égard et de certaines pusillanimités institutionnelles.

L'urbanisation/rurbanisation de la majorité de la population, avec, pour conséquence, l'oubli des racines paysannes et de la culture animalière correspondante, ont entraîné une incompréhension et un refoulement de la mort, animale aussi bien qu'humaine.

Ont joué aussi dans cette évolution les crises liées à des pratiques contestables (poulets en batterie dans les années 1960, veau aux hormones dans les années 1970, importation de chevaux vivants dans des conditions exécrationnelles dans les années 1980, violences dans les abattoirs dans les années 2000) et aux épizooties (ESB dans les années 1990, grippe aviaire et peste porcine aujourd'hui).

Dans ce contexte, la question des statuts et des représentations des animaux de boucherie est traversée par une contradiction croissante entre les sensibilités animalitaires et la demande de produits alimentaires bon marché, et entre deux conceptions opposées du statut des animaux en question, l'une protectionniste voire abolitionniste mais minoritaire, l'autre au mieux indifférente.

Quoi qu'il en soit, la perspective d'une humanité végétarienne paraît encore très lointaine – passée de 70 millions de tonnes en 1961 à 330 millions en 2018, la consommation mondiale de viande pourrait continuer à augmenter dans les décennies à venir pour atteindre 524 millions de tonnes en 2080 (selon les projections de la FAO citées par Le Monde du 16 novembre 2019, p. 7), du fait notamment de l'élévation du niveau de vie dans les grands pays émergents comme la Chine et l'Inde (Baumert, 2016). Mais des inflexions vers des systèmes de production de viande plus respectueux des hommes (éleveurs, personnels des abattoirs) comme des animaux paraissent néanmoins aussi souhaitables qu'inéluctables.

Références

- Agulhon M. (1981) Le sang des bêtes. Le problème de la protection des animaux en France au XIX^e siècle », *Romantisme. Revue des Études Romantiques* 31, 81-110.
ANSES (2017) *Étude individuelle des consommations alimentaires 3 (INCA3)*. Rapport d'expertise collective », Paris, ANSES.

- Badouard R. (2017) *Le désenchantement de l'internet. Désinformation, rumeurs, propagande/* Limoges, FYP Éditions.
- Baratay É. (1996) *L'Église et l'animal (France, XVIIe-XXe siècle)*. Paris, Éditions du Cerf.
- Barrau J. (1987) Carnivorité et culpabilité : de l'ambiguïté de certaines de nos attitudes à l'égard de l'aliment carné. In : J. Hainard, R. Kaehr (eds), *Des animaux et des hommes*, Neuchâtel, Musée d'Ethnographie, 125-132.
- Baumert N. (2016) L'Asie monte en puissance. In : G. Fumey (ed.), *L'alimentation demain. Cultures et médiations*, Paris, CNRS Éditions, p. 109-130.
- Bayle N. (2017) À chacun son assiette. *Le Monde*, supplément spécial « Salon de l'Agriculture », 26-27 février, 4-5.
- Benkheira M.H. (1999). Sanglant mais juste. L'abattage en islam. *Études Rurales* 147-148, 65-80.
- Benkheira M.H., Mayeur-Jaouen C., Sublet J. (2005) *L'animal en islam*. Paris, Les Indes Savantes.
- Bidaud F., Lesage M., Claquin P. (2016) Le rapport Homme-Animal : cinq scénarios à l'horizon 2030. *Analyse (Centre d'Études et de Prospective du ministère de l'Agriculture)* 94.
- Boisseau-Sowinski L. (2017) L'évolution juridique de la notion de bien-être animal. In : *Journées nationales GTV, Reims, Groupement Technique Vétérinaire*, 945-948.
- Bourre J.M., Risse J. (2016) Il faut consommer de la viande. *Revue de l'Académie d'Agriculture* 8, 27-34.
- Bruckert M. (2016) La viande : définitions, statuts et controverses. In : G. Fumey (ed.), *L'alimentation demain. Cultures et médiations*, Paris, CNRS Éditions, p. 155-179.
- Brunel S. (2017) *Plaidoyer pour nos agriculteurs. Il faudra demain nourrir le monde...* Paris, Buchet-Chastel.
- Burgat F. (2017) *L'humanité carnivore*. Paris, Seuil.
- Cazes-Valette G. (2007) Contre la viande, tout contre... Rapports hommes-animaux-viandes en France contemporaine. In : J.P. Poulain (ed.), *L'homme, le mangeur et l'animal. Qui nourrit l'autre ?* Paris, OCHA (cahiers 12), 159-160.
- Cazes-Valette G. (2008) Encore un peu de rosbif ? Une enquête met au jour les ambiguïtés d'un discours compatissant sur les animaux mais qui influe peu sur les habitudes alimentaires. *Sciences Humaines* 194, 40-41.
- Cazes-Valette G., Valette L., Gurviez P. (2017) Vers où va la consommation de viande ? *Recueil de données 2015 et 2017 (PowerPoint)*, Toulouse Business School et Chaire SDSC d'AgroParisTech.
- Chardon H., Brugère (2016) Évolution des représentations de l'animal, fondements juridiques et règles de protection animale. *Viandes et Produits Carnés* 32, 1-8.
- CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) (2015) *Cancérogénicité de la consommation de viande rouge et de viande transformée*. Paris, OMS.
- Cohen, J.M. (2019) *La peur au ventre*. Paris, Plon.
- Coucray G. (2017) *Cochonneries. Comment la charcuterie est devenue un poison*. Paris, La Découverte.
- Delavigne A.É. (2002) Le système des viandes au Danemark : goût et dégoûts pour la viande en fonction de l'espèce animale. *Anthropozoologica* 35, 29-37.
- Delerins R.C., Rafford P. (2019) *Les millennials et la viande. Raisons, émotions, modes de consommation*. Paris, Interbev (Food2.0LAB), s.d.
- Desnoyer H. (2018) Recevoir des leçons des ayatollahs de l'anti-viande est insupportable. *Le Monde*, 4-5 mars, 25.
- Digard J.P. (2004) *Une histoire du cheval*. Art, techniques, société, Arles, Actes Sud ; rééd. en poche, 2007.
- 2005 Les Français et leurs animaux. *Ethnologie d'un phénomène de société*, Paris, Hachette (« Pluriel ») ; 1ère éd. : Fayard, 1999.
- Digard J.P. (2012) Hippophagie. In : J.-P. Poulain (dir.), *Dictionnaire des cultures alimentaires*, Paris, PUF (coll. « Quadrige »), 689-695.
- Digard J.P. (2018) *L'animalisme est un anti-humanisme*. Paris, CNRS Éditions.
- Digard J.P. (2019) L'entrée des animaux au Code civil : un avatar législatif qui pose questions. *Commentaire* 166, 371-378.
- Fabre-Vassas C. (1994) *La bête singulière. Les juifs, les chrétiens et le cochon*. Paris, Gallimard.
- FNSEA (2014) Note sur le régime juridique des animaux en droit français. *Les idées clés*, Paris, FNSEA, s.d., 1-7.
- Foer J. (2015) *Faut-il manger les animaux ?* Paris, L'Olivier.
- FranceAgriMer (2019) *Panorama de la consommation végétarienne en Europe*. Paris, FranceAgriMer.
- Frioux D. et al. (2017) *La viande au menu de la transition alimentaire. Enjeux et opportunités d'une alimentation moins carnée*. Paris, Terra Nova.
- Gassie J. (2017) Les conduites alimentaires comme reflets de la mondialisation : tendances d'ici 2030. *Analyse (Centre d'Études et de Prospective du ministère de l'Agriculture)* 103, juillet 2017.
- Gidenne T. (2015) *Le lapin, de la biologie à l'élevage*. Versailles, Quae Editions.
- Girard L. (2018) Le hamburger réconcilie les Français avec la viande. *Le Monde*, 23 février, 3.
- Gomant F. (2017) Image des agriculteurs auprès du grand public. *Le Déméter* 23e éd., 5-17.
- Hemingway E. (1932) *Death in the afternoon*. New York, Scribner.
- Henninger J. (1982) Nouveaux débats sur l'interdiction du porc dans l'islam. In : J.P. Digard (dir.), *Le cuisinier et le philosophe. Hommage à Maxime Rodinson*. Études d'ethnographie historique du Proche-Orient, Paris, Maisonneuve et Larose, 29-40.
- INRA (2008) 20 ans de recherches en production animales. *INRA Productions Animales* 21, n° 1 (numéro spécial anniversaire).
- Interprofession Bétail et Viande (2017) Numéro spécial de Côtes à Côtes, n° 2.
- Kervasdoué J. de (2016) *Ils croient que la nature est bonne. Écologie, agriculture, alimentation : pour arrêter de dire n'importe quoi et de croire n'importe qui*. Paris, Robert Laffont.
- Laporte R., Mainsant P. (2012) *La viande voit rouge*. Paris, Fayard.

- Lesage M. (2013) Statuts et droits de l'animal d'élevage en France : évolution, enjeux et perspectives. *Analyse* (Centre d'Études et de Prospective du Ministère de l'Agriculture) 58.
- Lévi-Strauss, C. (1965) Le triangle culinaire. *L'Arc* (Aix-en-Provence) 26, 19-29.
- Milliet J. (1995) Manger du chien ? C'est bon pour les sauvages. *L'Homme* 136, 75-94.
- Miossec M.G. (2017) Associations de protection des animaux : comment elles mettent la pression sur l'élevage. *La France Agricole* 3701, 23 juin, 50-63.
- Montanari M. (2017) *La chère et l'esprit. Histoire de la culture alimentaire chrétienne*. Trad. de l'italien par M. et J. Pagan-Dalarun, Paris, Alma.
- Nicolino F. (2009) *Bidoche : l'industrie de la viande menace le monde*. Arles, Les Liens qui Libèrent.
- Nizard S. (2007) Tu ne cuiras pas le chevreau dans le lait de sa mère. In : J.P. Poulain (ed.), *L'homme, le mangeur et l'animal. Qui nourrit l'autre ?* Paris, OCHA (cahiers 12), 112-120.
- Nizard-Benchemoul S. (1999) L'abattage dans la tradition juive. Symbolique et textualisation. *Études Rurales* 147-148, 49-65.
- Page M. (2017) *Les animaux ne sont pas comestibles*. Paris, Robert Laffont.
- Pelosse V. (1981-1982) Imaginaire social et protection de l'animal. Des "amis des bêtes" de l'an X au législateur de 1850. *L'Homme* 21, 5-33, et 22, 33-51.
- Picard N. (2017) Environnement, santé, bien-être animal... Faut-il encore manger de la viande ? *Science et Vie* 1201, 42-52.
- Porcher J. (2019) *Cause animale, cause du capital*. Lormont, Le Bord de l'Eau.
- Santolaria N. (2017) Déconsommation, j'écris ton nom. *Le Monde*, supplément « L'Époque », 15-16 octobre, 4.
- Simoons F.J. (1961) *Eat not this flesh. Food avoidances from Prehistory to the Present*. Madison, University of Wisconsin Press.
- Singer P. (1975) *Animal liberation*. New York, Harper & Collins.
- Tourre-Malen C. (2006) *Femmes à cheval. La féminisation des sports et des activités équestres : une avancée ?* Paris, Belin.
- Vialles N. (1998) Toute chair n'est pas viande. *Études Rurales* 147-148, 139-149.



Enseigne d'une boucherie. Paris 8^e, novembre 2018, © E. Verrier.

Éleveur de chevaux athlètes : le métier et la relation à l'animal

Jacques CABARET, Clémence ÉVRARD

INRAE, Université de Tours, UMR ISP, 37380 Nouzilly. Contact : jcabaret37@gmail.com

Résumé : Une enquête sociologique a porté sur quinze éleveurs de chevaux athlètes (course ou sport) en Normandie qui est une région majeure pour l'élevage et la compétition de ces animaux. Les entretiens ont été semi-directifs et ont duré au moins une demi-heure. Ils ont été ensuite examinés par un logiciel de fouille de texte et par l'examen des propos remarquables. Il ressort que le métier des employés gérants ou des propriétaires de haras ou d'écurie est ressenti différemment, les seconds se rapprochant de catégories professionnelles comme les artisans. Ils partagent tous une passion pour le cheval, en tirent un plaisir esthétique, mais se doivent de produire quelques athlètes utiles, qui gagneront des compétitions et seront le support économique du maintien de l'élevage.

Mots-clés : : cheval, athlète, travail, élevage, propriétaire, employé.

Introduction

Le terme profession a quatre sens : 1) déclaration publique qui est lié à des croyances, 2) emploi (classification professionnelle), 3) fonction (position, compétence reconnue) et 4) métier (groupe professionnel) (Dubar *et al.*, 2013). Le métier est « tout à la fois personnel, interpersonnel, impersonnel et transpersonnel » (Clot, 2008). Le métier est ainsi impersonnel (dans les organisations et les institutions) et transpersonnel (histoire et mémoire professionnelle nourrie par le travail collectif). Il peut y avoir conflit entre les éléments qui constituent le métier. « Un métier, privé des ressources du travail collectif interpersonnel, sans répondant transpersonnel peut dégénérer en face à face ravageur entre un exercice personnel solitaire et des injonctions impersonnelles factices » (Clot, 2008). L'acteur de certains métiers (comme les artisans) : 1) a pour objectif l'indépendance même si elle repose sur une famille qui entoure l'indépendant, 2) est d'abord un travailleur détenteur de ses moyens de production, et 3) tente d'acquérir du bien dans le but de se défaire d'une sujétion et non pas pour soumettre autrui à sa volonté (Dubar *et al.*, 2013). Nous verrons si les éleveurs équins se retrouvent dans cette situation proche des artisans. Le cheval de sport (Selle Français et Anglo-Arabe) concerne le saut d'obstacle, le dressage, le complet et l'attelage. Les chevaux de courses sont trotteurs (chevaux Trotteurs Français) ou de galop (avec des Pur-sang Anglais sur plat ou avec obstacle). Les chevaux de sport ou de course sont orientés vers la compétition avec des chevaux athlètes. Nombre d'éleveurs (plus de 10% des éleveurs et plus de 50% des naissances des chevaux de selle, sport, course et loisir) sont situés en Normandie (et surtout en Basse-Normandie), berceau du cheval de selle, région qui est

la première région de France pour l'élevage de chevaux de course avec surtout l'Orne et le Calvados et de sport dans la Manche (Gérardot, 2020). Cette activité agricole (depuis 2005) est exercée en majorité (81%) en exploitation individuelle (equipedia-ifce, 2016). Une typologie des élevages (du trot au loisir en passant par le cheval de trait) a été réalisée en Basse-Normandie en incluant les petits élevages (moins de 10 ha et avec une seule jument saillie) qui représentent 50% des élevages (Leroy *et al.*, 2008). Le questionnement était différent de celui que nous développerons dans cet article de sociologie car il reposait pour beaucoup sur des aspects zootechniques et économiques. Nous tenterons par le biais d'entretiens d'appréhender le métier d'éleveur de chevaux athlètes à travers la représentation véhiculée par la parole et l'expérience de l'individu. Comme il s'agit de métier, nous n'avons retenu que des éleveurs dont c'est la profession essentielle et donc exclus les éleveurs de petite taille (moins de 10 ha selon Leroy *et al.*, 2008).

Il y a aujourd'hui un éclatement de l'animalité en trois pôles : l'animal utilitaire (d'élevage et de laboratoire), l'animal proche souvent anthropomorphisé et enfin l'animal sauvage (Guichet, 2011). Le cheval est selon les utilisateurs entre l'animal d'élevage et l'animal proche. Il sera familier (reconnu individuellement mais sans nécessairement de relation privilégiée) ou bien apprivoisé (relation d'appariement individualisé et affectif entre un homme et un animal). Hausberger *et al.* (2008) note que la majorité des cavaliers considèrent leur cheval comme un membre de la famille, et que même dans la compétition de haut niveau il existe un lien émotionnel. Selon ces auteurs :

« Il est fort probable que la manière qu’ont les propriétaires ou les soigneurs de « voir » leurs chevaux a une influence importante sur la manière de les gérer et de les manipuler... ». Nous tenterons de comprendre

quelle est la nature de la relation du propriétaire ou du gérant de haras avec les chevaux et quelle incidence cela aura sur le métier d’éleveur.

Matériel et méthodes

Les élevages

Nous disposons d’une liste d’éleveurs issue de l’Institut Français du Cheval et de l’Equitation (IFCE) lesquels étaient engagés dans une démarche diagnostic sur le parasitisme en accord avec leurs vétérinaires ; ces diagnostics étaient réalisés au laboratoire départemental Franck Duncombe à Caen (Normandie) et donc les élevages devaient se situer à une distance réduite pour les prélèvements. Quinze éleveurs de chevaux athlètes ayant montré une régularité dans le suivi de leurs prélèvements ont été visités. Ils sont considérés comme professionnels par la taille de l’exploitation et le nombre de chevaux, suivant les catégories de Leroy *et al.* (2008).

La localisation des 15 élevages visités est sur la Figure 1. Les principales caractéristiques de ces élevages, notés de E1 à E15, sont présentées dans le Tableau 1. Sept élevages sont gérés par un employé et huit le sont par le propriétaire lui-même. Les types de chevaux sont essentiellement des Trotteurs et dans quelques cas des Pur-Sang ou des chevaux de sport. Ces élevages hébergent rarement des chevaux en pension (sauf E3). Le nombre moyen de chevaux permanents est de 58 pour les propriétaires (avec 88 ha de pâturage) et de 132 pour les employés (avec 157 ha de pâturage).

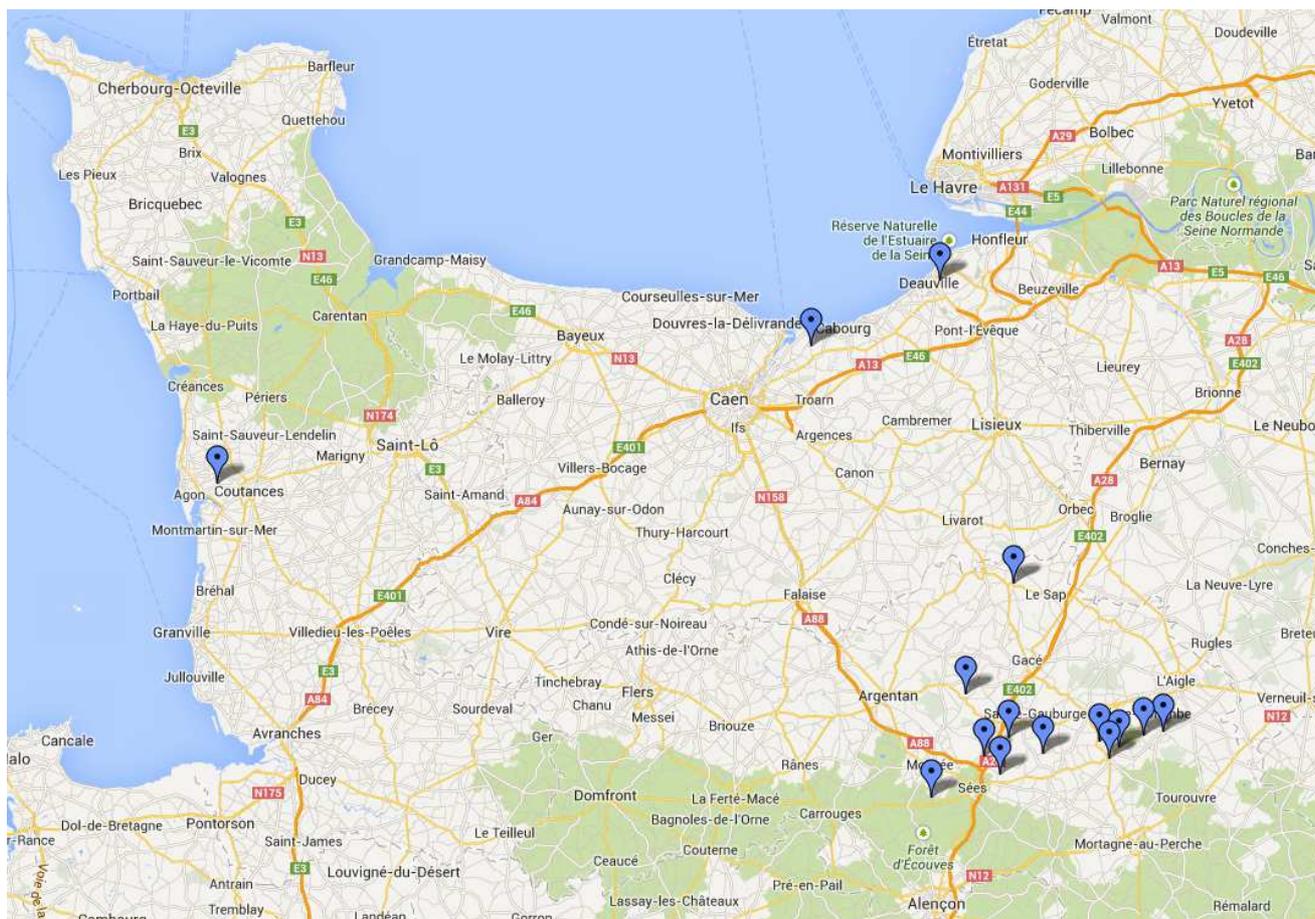


Figure 1. Localisation en Normandie des 15 élevages équinés visités.

Tableau 1. Caractéristique des 15 exploitations équinées enquêtées en Basse-Normandie.

Elevage	Gestionnaire de l'élevage	Type de chevaux	Nombre de chevaux		Surface disponible de pâturage (ha)
			Permanents	En pension	
E1	Employé	Trotteur	34	0	140
E2	Propriétaire	Trotteur	80	0	80
E3	Propriétaire	Trotteur	0	70	150
E4	Employé	Trotteur, Selle Français	130	0	250
E5	Employé	Trotteur, Pur-Sang	90	10	110
E6	Employé	Pur-Sang	160	0	250
E7	Propriétaire	Trotteur	150	0	200
E8	Employé	Trotteur	40	0	77
E9	Employé	Trotteur	100	20	200
E10	Propriétaire	Trotteur	20	4	20
E11	Propriétaire	Trotteur	100	0	110
E12	Propriétaire	Trotteur	20	0	18
E13	Employé	Trotteur, Pur-Sang	50	0	50
E14	Employé	Trotteur	450	0	180
E15	Propriétaire	Trotteur	40	0	37

Entretiens et analyses

Des entretiens semi-directifs individuels d'au moins une demi-heure ont été réalisés. Ils ont été enregistrés et retranscrits. Ils visent à décrire les manières de travailler des éleveurs et plus largement de leur métier. Les nombres d'entretiens varient classiquement de 10 à 30 selon un effet de saturation : ils sont arrêtés lorsqu'ils n'apportent plus d'informations nouvelles et dans notre enquête ils s'arrêtent à 15. Les entretiens n'ont pas pour but d'être représentatifs mais de reconstruire l'univers sur lequel on travaille (Combessie, 2007). L'objectif est de différencier ce qui les rassemble ou bien les distingue. Cette approche

compréhensive du travail (Hughes, 1998) est à dire d'éleveur et ne constitue pas un référentiel partagé. Les entretiens sont analysés sur la base d'extraits de discours remarquables sur le métier ou la relation homme-cheval. Chaque citation de discours est entre guillemets, avec la référence de l'élevage. Le discours était oral et la retranscription ne modifie ni la syntaxe ni le vocabulaire pour rester le plus proche des dire d'éleveur. Les entretiens sont également analysés par le logiciel Tropes (version 8.5, 2018) à vocation de fouille de texte de P. Molette et A. Landré sur la base des travaux de Ghiglione *et al.* (1995).

Résultats

Les métiers d'éleveur de chevaux athlètes : employés versus propriétaires

L'examen des discours avec Tropes (Figure 2) montre la différence entre employés et propriétaires. Nous avons choisi d'utiliser le mot travail pour représenter le métier, car c'est celui qui s'en rapproche le plus dans le discours. La taille du cercle est proportionnelle au nombre d'occurrences du mot. La partie gauche correspond aux prédécesseurs du mot central (actants) et la partie droite aux successeurs (actés). La distance entre le mot central et les autres mots correspond à l'intensité de leur relation : forte si proche, faible si lointain. Le nombre de mots associés au travail est beaucoup plus faible pour les propriétaires ; ce sont des

notions de temps (mois, une temporalité au cours de l'année) et de personnes impliquées dans l'élevage (vétérinaire, équipe). Pour les employés, le travail est plus complexe, avec un seul mot commun avec les propriétaires : le vétérinaire, qui intervient sur les nombreuses pathologies des chevaux athlètes. C'est pour eux un travail où l'élevage et surtout le cheval sont des points très importants, avec ses chances de succès et les satisfactions qui s'ensuivent. Le mot chose semble au premier abord sans signification précise ; il représente en fait tout ce que l'on ne peut bien nommer, les événements inattendus.

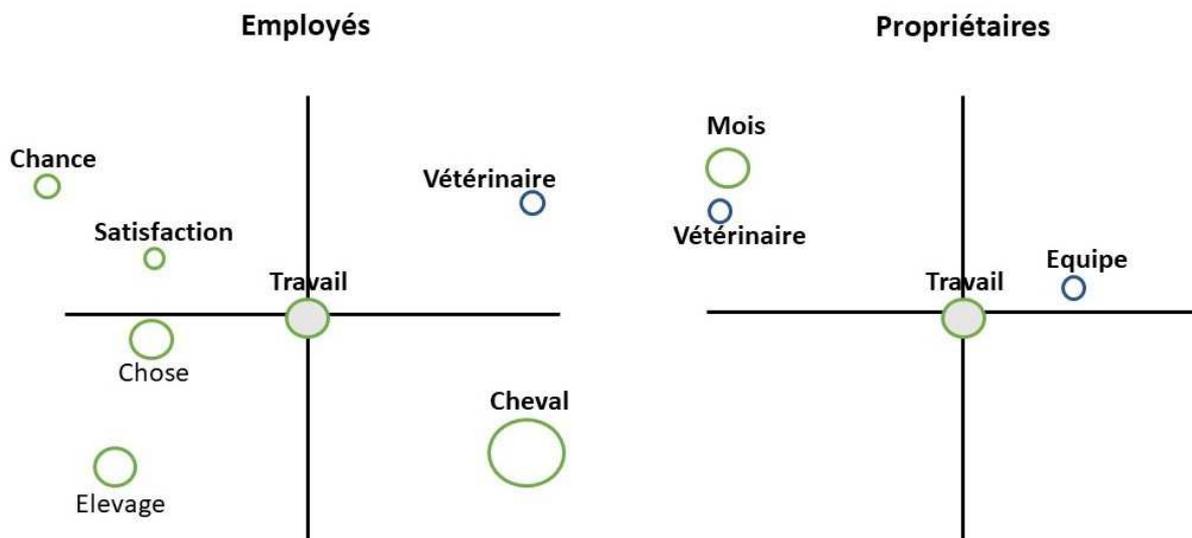


Figure 2. Analyse de contenu (logiciel Tropes) autour du mot travail pour les élevages gérés par un employé ou par le propriétaire.

L'entrée dans le métier d'éleveur pour les employés est volontaire « Je suis là depuis l'âge de 14 ans, dans les chevaux » (E1), ils « apprennent sur le tas » (E5), font « un stage décisif » (E6), se forment chez un parent (E8), ils passent des Brevet d'Etudes Professionnelles Agricoles et des Brevet de Technicien Agricole en relation avec le cheval (E4, E9, E13). Cette entrée est assez différente chez les propriétaires, elle semble issue d'un héritage culturel, c'est « la troisième génération » (E7), « j'ai travaillé avec mon père » (E2), « c'est ma mère qui m'a mis le pied à l'étrier » (E3), « élevé là-dedans » (E12), « une passion depuis toujours » (E11), « ma passion d'être dans les chevaux » (E15). Leur histoire n'est pas toujours linéaire, les propriétaires ont parfois « échappé » à cette activité par des activités initiales de turfiste associées à un commerce (E10), des études d'agronome (E2), de vétérinaire (E15) ou même d'histoire de l'art (E11) avant leur implication directe dans l'élevage du cheval.

Pour tous les éleveurs, l'apprentissage se fait sur le terrain : « la meilleure façon d'apprendre le métier, c'est le terrain » (E6), « tout appris sur le tas » (E5), « on apprend plus sur le tas que sur les bancs de l'école » (E2), « sur le tas... avec le nombre d'années on apprend » (E10), « un éleveur qui a une dizaine d'années d'expérience derrière lui, il sait... il sait comment faire, il connaît son terrain » (E12). Cela explique que la reconnaissance du métier soit progressive, « le travail du cheval, entraîneur ou éleveur,... ce sont des métiers où on progresse par le rang » (E2) mais qu'elle en vaut la peine « Quand on arrive à un niveau de responsable, c'est plus intéressant automatiquement que le gars qui est derrière... qui exécute. Surtout dans un haras où il n'y

a pas grande motivation... à part voir les poulinsages ». Ils admettent aussi que « c'est un métier difficile, ingrat, mal payé » (E14) au moins pour les débutants.

Les qualités demandées pour l'exercice du métier, que l'on soit employé ou propriétaire, sont a) : « ... l'organisation, que tout soit prêt aussi bien pour la nourriture que pour les poulinsages, que pour tout » (E1), « ne rien laisser au hasard, maîtriser ses postes », (E14) ; b) : « être observateur, observer le moindre petit problème » (E9, « beaucoup d'observation » (E11), « connaître ses chevaux » (E13). Il faut aussi savoir travailler à plusieurs : « Dans ce métier-là, on ne peut rien faire seul » (E14), « C'est un travail d'équipe » (E11). « C'est une chaîne. Après si le débouillage est mal fait, c'est un problème. Si le débouillage il est bien fait, ça arrive à l'entraînement, c'est mal fait, c'est un autre problème » (E9). On conçoit donc « qu'il faut être présent » (E9) et que « le plus difficile est la gestion du personnel » (E11).

L'exercice du métier est complexe : « Tout est compliqué » ; « Parce que le moindre petit problème peut devenir un problème d'élevage » (E14). Il demande également beaucoup de travail en particulier avec l'évolution du métier : « Il y a 60 ans, t'avais une personne pour quatre chevaux, ce n'est plus le cas » (E4). Les éleveurs se plaignent donc de manquer de temps : « Prendre son temps et passer plus de temps à caresser les chevaux », « qu'on soit pas toujours en train de courir » (E5), « ... il n'y a pas beaucoup de temps morts » (E6) « ...vrai pour l'instant, c'est du boulot, du boulot, du boulot » (E11), « C'est plus un peu le manque de temps » (E15). L'exercice du métier est également source de stress par les aléas : « ... tu vas voir un cheval qui va être malade, ça va nous

détruire six mois de travail qu'on a fait pour l'amener jusque-là c'est toujours stressant. C'est toujours frustrant un petit peu » (E1). Le fait que ce sont quelques rares chevaux, que l'on ne connaît pas à l'avance, qui font le succès de la saison est un des aléas essentiels qui contraignent l'éleveur : « ... dans nos 15 poulains qu'on va élever, on va les emmener cinq en course et il y en a dix qui vont tomber au fond du trou. Alors si, il y en a peut-être encore cinq qui vont pouvoir faire des chevaux de selle, il y en a cinq qui vont carrément aller directement, car il n'y a pas de valeur de viande chez le cheval... » (E2), « Avec ces chevaux d'élevage, espérer qu'il y en ait déjà un ou deux sur dix qui veulent bien courir un peu » (E11), « On est là pour élever des chevaux et d'en sortir un ou deux par génération » (E8).

Le succès dans le métier passe par la réussite aux courses pour tous les éleveurs. « La réussite c'est de gagner des courses, hein ! » « ... la belle chose du métier, c'est d'élever un cheval qui va être capable de courir des grandes courses, d'aller se frotter presque avec les meilleurs... » (E2). « Qu'il y ait certains trotteurs qui puissent arriver sur les hippodromes, qui soient bien qualifiés, qui gagnent sa croute je veux dire » (E3). « Après le résultat c'est les courses » « ... quand ils passent le poteau... Gagnant. » (E4). « Le résultat c'est de voir les chevaux sur les champs de courses » (E10). « On gagne des courses. On a couru le prix d'Amérique » (E13). « Toute victoire est satisfaction » (E14).

La relation avec le cheval : un athlète utile

Les employés et les propriétaires relient le mot cheval à un ensemble diversifié de mots (Figure 3). La notion de temps est commune aux deux mais est plus diversifiée chez les employés (année, temps, moment) que chez les propriétaires (jour). Le mot élevage apparaît dans les deux groupes. La notion de problème apparaît dans tout le discours (actant et acté) pour les employés et seulement dans les actants pour les propriétaires. Pour les employés les mots haras et foal

(poulain) leur sont spécifiques. Le premier sans doute en raison de la gestion de la génétique et le second lié à des problèmes fréquents chez les poulains. Pour les propriétaires les mots entraîneur et activité leur sont spécifiques, comme si les résultats pour la course sont l'essentiel. Le mot chose introduit une notion vague liée aux problèmes que les locuteurs n'arrivent pas à exprimer.

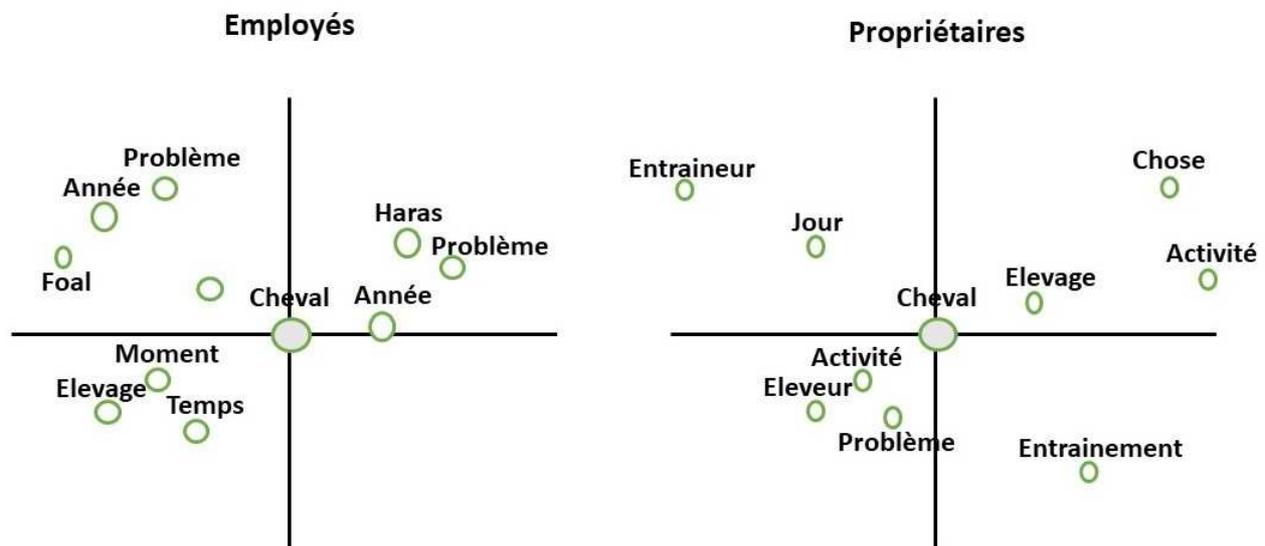


Figure 3. Analyse de contenu (logiciel Tropes) autour du mot cheval pour les élevages gérés par un employé ou par le propriétaire.

Le discours commun pour les éleveurs, relatif au cheval, mentionne la santé : « c'est des chevaux en bonne santé, qui ont un beau poil, un bon œil » (E4), « c'est de faire des chevaux solides » (E5), « que tous mes chevaux soient bien soignés, bien traités, en bon état » (E11), « un animal en bonne santé, voilà c'est gai, ça a beau poil » (E15).

N'oublions pas qu'il « s'agit d'élever un athlète » (E2). Comme l'indique un éleveur « ... ne pas hésiter à éliminer rapidement les chevaux, pas insister. Voilà, je pense qu'il ne faut pas trop être sentimental pour avoir un bon élevage » (E13). Effectivement « il faut des chevaux qui soient bien fabriqués, solides, et du coup qui nous font des chevaux, oui au trot on a besoin

d'allures parfaites » (E11), « quand on a un bon cheval...ça c'est le bon bout. Après il a les compétences ou il ne les a pas » (E3). On peut aussi « ... voir beaucoup plus loin, si un certain cheval peut passer étalon ou un truc comme ça. Et ça, c'est une satisfaction, je veux dire » (E3).

Les aspects relationnels affectifs avec le cheval sont limités. Les foals (poulains de moins d'un an) concentrent une partie de cette relation : « moi mon

plaisir c'est de les mettre au petit paddock et puis de voir les petits poulains » (E4), « vous vous occupez des petits foals... c'est chouette, moi ça me plaît bien » (E11). Certains rares commentaires sont indicateurs d'une relation : « des chevaux bien dans leur tête, bien dans leur corps » « ... les affinités, les mettre entre copines, sentir le stress » (E11), de plaisir esthétique autour du cheval « c'est beau, juste beau. Savoir apprécier la beauté de l'animal » (E15).

Discussion

Deux méthodes d'analyse du discours ont été employées. La première est informatisée et se fonde sur la fouille de texte automatisée (Tropes). Les outils sont extrêmement nombreux (Lejeune, 2017) et Tropes est l'un de ces logiciels, d'usage relativement simple, déjà utilisé pour étudier des aspects agricoles ou vétérinaires (Cabaret *et al.*, 2014). La deuxième méthode, la plus utilisée en sociologie, est l'examen visuel du document, qui reste tout de même extrêmement nécessaire. L'utilisation de la fouille de texte automatisée a permis de voir clairement les différences entre employés et propriétaires concernant le métier, mieux qu'avec l'examen visuel classique des phrases remarquables. Les différences étaient beaucoup moins marquées entre les deux méthodes pour la relation avec le cheval.

Le métier d'éleveur de chevaux, selon la classification de Clot (2008), ressort dans sa composante personnelle (ce qui est attendu en raison du choix de l'enquête individuelle), mais aussi dans les composantes interpersonnelle (le travail repose sur des corps de métier différents mais aussi la cohésion des équipes), impersonnelle (les organismes professionnels qui les entourent) faiblement, et transpersonnelle (avec la transmission des savoirs en particulier). La faiblesse de la composante impersonnelle vient peut-être du fait que les techniciens des organismes ne sont pas du tout aussi présents et nombreux comme en élevage de ruminants par exemple. L'aspect transpersonnel apparaît sous la forme des apprentissages des éleveurs, employés ou non, sur le terrain et également sur les normes qu'ils s'imposent pour définir un bon (beau) cheval.

L'élevage de chevaux de course ou de sport est malgré tout divers. Les employés se différencient des éleveurs propriétaires (cf. Figure 3) ; cela peut en partie être lié à la taille des élevages. Les éleveurs propriétaires ont des exploitations dont la taille est la moitié de celle des employés, et leur situation est plus risquée. En effet, sur des petits effectifs il leur sera plus difficile d'obtenir un cheval apte aux courses ou au sport (dont la valeur moyenne sera d'environ 46 000 Euros pour

le galop, 12 000 pour le trot et 16 000 pour le sport ; Gérardot, 2020) qui permettra à l'entreprise de vivre économiquement. Ce sont toujours des très petites entreprises au sens de l'INSEE (Institut National de la statistique et des études économiques), pour les propriétaires éleveurs (avec moins de 10 salariés et moins de deux millions d'euros de chiffre d'affaire). Pour l'ensemble des éleveurs, l'équilibre économique n'est pas simple à réaliser (Leroy *et al.*, 2008).

La comparaison avec les artisans (voir Dubar *et al.*, 2013) tourne court pour les employés : ils ne sont pas propriétaires de leur instrument de production (ici le cheval) ni totalement indépendants (ils doivent discuter des mesures prises avec leur employeur). Pour les propriétaires, ils possèdent leur instrument de production, sont indépendants (ils décident des choix d'élevage, même si la famille intervient dans le travail), et l'acquisition de bien a pour seul but de sortir d'une sujétion (économique) qui leur ferait perdre leur indépendance (amélioration génétique, achat de cheval prometteur etc.). On retrouve la dichotomie entre les employés (le cheval est associé à problème, aspect négatif, Figure 3) et les propriétaires (qui l'associent à activité, à entraîneur, de manière positive). Ceci n'est sans doute vrai que pour les petits à moyens propriétaires professionnels, car la tendance est au regroupement et à la constitution de propriétés importantes (Leroy *et al.*, 2008), ce qui pourra assurer une domination sur autrui par la force des capitaux engagés.

La relation avec le cheval, dans les conditions de la course ou du sport, n'a pas la composante affective qui existe dans le monde des cavaliers (voir Hausberger *et al.*, 2008). Selon la nomenclature de Guichet (2011) ce n'est pas un animal apprivoisé (il y a un appariement individuel affectif entre l'homme et l'animal) mais un animal familier (il est reconnu individuellement mais sans relation privilégiée). Contrairement au cavalier, l'éleveur gère de nombreux chevaux, dont il connaît le pedigree, et supprime leurs chances de devenir des athlètes reconnus. Il reste toutefois sensible à l'esthétique, à la beauté de l'animal, ce qui a peut-être

été à l'origine de cette passion du cheval que tous partagent. Il semble que ce soit plutôt le métier qui ait façonné la relation avec le cheval, plutôt que la relation avec l'animal qui modifie le métier comme le proposait Hausberger *et al.* (2008).

Tout le développement de cet article est fondé sur des récits issus d'entrevues en nombre limité. Le récit a

malgré tout une légitimité dans les sciences sociales (Laplantine, 2015). Leur objectif n'est pas d'expliquer les faits mais d'aboutir à la compréhension du sens, c'est-à-dire à une interprétation. Cette interprétation est elle-même un récit qui pourra donner lieu à d'autres interprétations.

Remerciements

Les responsables des haras et écuries ont accepté avec bienveillance les contraintes des entretiens et nous les en remercions. Le financement provient de l'ITCF pour le projet Equipar. La partie principalement

parasitologique a fait l'objet de la thèse d'exercice vétérinaire de Clémence Evrard. L'orientation sur la notion de métier tient pour beaucoup aux discussions avec Christian Nicourt (INRAE-Paris Dauphine).

Références

- Cabaret J., Chylinski C., Duperray F., Meradis S., Evrard C., Bouilhol M., Berrag B., Salle G., Nicourt C. (2014) Farmer control of gastrointestinal parasites: why they do what they do? Abstract, p.124. 52nd Annual Spring meeting. 6th-9th April 2014. University of Cambridge, UK.
- Clot Y. (2008) *Travail et pouvoir d'agir*. PUF, Paris, 296 p.
- Combessie J-C (2007) L'entretien semi-directif. p. 24-32. In : La méthode en Sociologie. Ed. La Découverte, Paris, 128 p.
- Dubar C., Tripier P., Boussard V. (2011) *Sociologie des professions*. Armand Colin, 376 p.
- Equipedia-ifce. <https://equipedia.ifce.fr/economie-et-filiere/economie/comptabilite-et-gestion-des-entreprises/statuts-juridiques-des-entreprises-agricoles-equines.html> (consulté le 13 mai 2020).
- Gérardot M. (2020) Les chevaux et la Normandie, géographie d'une filière d'élevage. *Géococonfluences*, février 2020. url : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/france-espaces-ruraux-periurbains/elevage-chevaux-normandie>
- Guichet J.L. (2011) L'animal familial aujourd'hui : la réduction du domestique à l'appivoisé. *Le divan familial* 26, 13-26.
- Ghiglione R., Kekenbosch C., Landré A. (1995) *L'analyse cognitive-discursive*. PUG, Grenoble, 142 p.
- Hausberger M., Roche H., Henry S., Visser E.K. (2008) Synthèse sur la relation homme – cheval. *Applied Animal Behaviour Science* 109, 1-24.
- Hughes E.C. (1996) *Le travail et le soi. Le regard sociologique*. Ed. de l'EHESS, Paris, 344 p.
- Laplantine J. -C. (2007) Légitimité du récit dans les sciences sociales. *ERES, Vie Sociale* 9, 15-21.
- Lejeune, C. (2017) Analyser les contenus, les discours ou les vécus ? À chaque méthode ses logiciels ! In Marie Santiago-Delefosse et Maria del Rio Carral (dir.) *Les méthodes qualitatives en psychologie et sciences humaines de la santé*, Malakoff, Dunod, p. 203-224.
- Leroy M., Misaine A., Deminguet S., Hard S., Lemièrre C., Ronnay J-L., Pottier E., Madeline L., Pavie J. (2008) Typologie des éleveurs de chevaux de Basse-Normandie. REFERENCES-Réseau économique de la Filière Equine. Les Haras Nationaux, Institut de l'Élevage. 44 p. https://orne.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Normandie/506_Fichiers-communs/PDF/EQUINS/typologie-equin-normandie.pdf
- Tropes V.8 (2018) <http://tropes.fr> (consulté le 5 avril 2020).



Chevaux totteurs à l'entraînement. Hippodrome de Caen (Calvados), avril 2019, © E. Verrier.

La saveur des fromages et le rôle de l'alimentation des animaux

Roberto RUBINO

Via S. Oronzo, 169, 85100 Potenza, Italie. Contact : roberto@robertorubino.eu

Résumé : Dans les fromages, la complexité aromatique (odeur et goût) et la couleur varient beaucoup, même au sein d'un même type. Nous connaissons partiellement les molécules et les composés responsables et les facteurs qui déterminent leur concentration. Mais le consommateur n'a pas la clé de lecture pour faire des choix ciblés. Cet article fait le point sur l'état de la recherche et sur le rôle du régime alimentaire des ruminants. La couleur des fromages dépend de la présence de caroténoïdes dont la concentration est liée au stade physiologique de la plante et à l'environnement. L'odeur et l'arôme dépendent de molécules volatiles dont certaines proviennent de l'herbe, d'autres se développent suite à des processus technologiques et aux fermentations du rumen. Le goût est mal connu, les facteurs qui déterminent sa complexité sont très peu élucidés. L'hypothèse avancée est que le régime alimentaire des animaux a beaucoup plus d'importance que ce qui est rapporté et que les polyphénols peuvent être parmi les facteurs responsables du goût.

Mots-clés : : *fromage, arôme, goût, régime alimentaire, pâturage, polyphénols.*

Introduction

Dans la quasi-totalité des régions du monde, le prix du lait est établi parfois par les marchés boursiers des marchandises mais surtout par les organismes de collecte. Les variations de prix retenues par ces organismes sont généralement liées à des aspects locaux et commerciaux ou à des paramètres qui se réfèrent à la qualité, tels que les teneurs en matières grasses, matières protéiques et caséine, mais qui ont essentiellement une influence sur la quantité de fromage pouvant être obtenue et sa composition. Des paramètres qui, comme nous le verrons plus loin, ont peu de rapport avec le goût du fromage.

Pourtant, en entrant dans une crèmerie ou une fromagerie de quartier, même un consommateur inexpérimenté se rend compte que l'offre est large et variée. Dans son roman de 1983, *Palomar*, l'écrivain italien Italo Calvino (1923-1985), qui a beaucoup fréquenté la France et dont le père, agronome, avait été directeur d'un institut de recherche à Sanremo, avait la bonne clé de lecture quand il écrivait : « Derrière chaque fromage, il y a un pâturage d'un vert différent, sous un ciel différent : des prairies salées par les dépôts des marées normandes ; des prairies aromatisées avec les vents ensoleillés de Provence ; il y a différentes troupeaux avec des étables différentes et avec leurs transhumances spécifiques ; il y a des procédés secrets qui se transmettent de siècle en siècle ».

La littérature sait souvent nous offrir des interprétations de la réalité qui permettent non seulement d'appréhender l'ensemble et sa complexité mais aussi les détails qui font la différence au niveau des consommateurs. Les fromages sont très différents

les uns des autres selon les technologies fromagères employées, notamment l'affinage et le vieillissement, et aussi selon la qualité du lait. Les deux premiers facteurs ont été étudiés de manière approfondie, notamment parce qu'au cours des quarante dernières années, l'industrie du secteur a dû perfectionner ses processus de production pour garantir des produits sûrs, traçables et standardisés pour le marché et la demande des consommateurs. On ne peut pas en dire autant du lait, sauf pour les études sur sa salubrité, en raison des conséquences évidentes d'accidents, notamment ceux dus aux *Listeria*, *Staphylococcus aureus*, etc. Le consommateur souhaite, certes, un fromage sain, mais ses choix sont conditionnés, d'une part, par ses souvenirs, et d'autre part, par la couleur et la saveur (arôme et goût) et l'attrait du produit. Mais aujourd'hui, il a aussi d'autres exigences, en particulier celle de l'attention portée au bien-être animal ainsi que celle des effets sur l'environnement dont l'importance augmente de jour en jour.

Pourtant, la nature de la matière première est celle qui affecte le plus le niveau de qualité du produit transformé et, en particulier celle des fromages. En fait, si l'on prend comme exemple le lait des femelles ruminants qui vont aux alpages, on voit que sa complexité aromatique et nutritionnelle (arôme et goût) change énormément lorsque les animaux passent d'une alimentation à l'étable, à base de foin et d'aliments concentrés à celle du pâturage. Alors que si on fait une dégustation comparative entre des fromages produits avec le même lait mais avec des techniques de fabrication différentes : lait cru ou pasteurisé, avec ou sans starter (bien sûr avec des

fabrications bien maîtrisées), on peine à trouver les différences, il faut être de bons experts et en tout cas les différences tendent à être très limitées.

Ce n'est pas un hasard si en France 40 AOP (87%) ont une mesure de limitation de consommation d'aliments complémentaires par animal à l'année (Hulin *et al.*, 2019) : de 1 800 à 2 000 kg brut par vache laitière ; de 270 à 550 kg MS par chèvre ; 150 kg de MS par brebis laitière. Cela sous-entend que les responsables des organismes gestionnaires de ces appellations considèrent qu'une trop grande quantité de concentrés ingérés risque de nuire à la qualité du produit fini. Cette augmentation du concentré dans les rations des vaches s'explique simplement par le fait que les concentrés provoquent une augmentation de la production de lait. Cependant, la recherche concernant l'effet du régime des vaches sur la qualité du lait, elle-même se répercutant sur celle du fromage, est encore beaucoup trop partielle car le consommateur guide ses

choix non pas tant parce qu'il a les clés de lecture au niveau de qualité du produit, qu'en tenant compte des expériences accumulées personnellement sur ce type de fromage.

Au moins en Italie, le consommateur n'entre pas dans un commerce vendant des produits gastronomiques de qualité en demandant, comme Palomar, un fromage d'alpage plutôt qu'un fromage de pâturage. En effet très souvent quand il est jaune, il le rejette, car il pense qu'il est oxydé (Figure 1). Par conséquent, il est important de savoir tout d'abord quelles molécules ou quels composés sont impliqués dans la détermination de la saveur et ensuite quels facteurs déterminent leur concentration. Ce n'est qu'alors que nous pourrions dire que nous maîtrisons les facteurs qui nous permettent de définir à table le niveau de qualité du fromage et, aussi, de tous les autres aliments.



Figure 1. Variation de la couleur de fromages *Caciocavallo Palermitano* fabriqués avec la même technologie © Roberto Rubino. La couleur varie de blanc marbré à jaune intense. La complexité aromatique et gustative de ces fromages montrait aussi de grandes différences. Il est dommage de ne pas pouvoir relier ces différences à des critères de qualité.

Le sujet est complexe. Certains aspects ont été étudiés, d'autres très probablement pas secondaires, ont été à mon avis systématiquement négligés. Par exemple, il y a peu de travaux de recherches sur le thème du goût. Quand les chercheurs se proposent de le traiter, ils le font souvent d'une manière peu convaincante. C'est un sujet de recherches difficile car la flaveur d'un fromage est influencée par de multiples facteurs souvent en interaction entre eux. C'est pourquoi pour Ethnozootechnie n°109 – 2021

clarifier mes idées sur le sujet, j'ai analysé des travaux de recherches réalisés avec des objectifs très variés et des conditions expérimentales diverses. J'ai essayé d'en sortir un maximum d'information mais des plages importantes du sujet n'ont pas fait l'objet de recherches ou bien les travaux paraissent peu fiables. Dans ce cas, j'ai été obligé de me faire une opinion que je soumetts au lecteur en essayant de raisonner le plus objectivement possible.

En conséquence, le présent article a pour objectif de rapporter les acquis scientifiques quand ils existent et quand ils n'existent pas, de raisonner de la façon la plus objective. Je me sens capable d'apporter une réflexion utile sur ce thème car, pendant ma carrière, j'ai travaillé sur différents thèmes concernant le goût, l'arôme et la couleur des fromages issus de lait de ruminants femelles recevant des régimes très variés.

Cet article ne traite que les facteurs alimentaires des animaux qui sécrètent le lait utilisé à la fabrication des fromages, parce que ce sont des facteurs sur lesquels on peut agir et avec lesquels on peut observer des résultats assez facilement. En outre, ils parlent facilement aux consommateurs qui de plus en plus demandent à savoir comment sont traités les animaux dont le lait est utilisé à la fabrication des fromages.

A la fin de cette introduction pour éviter les ambiguïtés, donnons quelques précisions sur les systèmes alimentaires des vaches, notamment les systèmes à base de pâturage. Il existe deux systèmes alimentaires dominants dans le monde : les systèmes à l'étable et au pâturage. Dans le premier cas, les

animaux consomment la même ration souvent pendant une longue période. Au pâturage, la ration en réalité change tous les jours. Les pâturages sont un monde vivant. Dans la partie épiquée il peut aussi y avoir une centaine de plantes différentes dont le stade végétatif est toujours en évolution, chaque plante a un ensemble différent de senteurs et une variabilité florale qui attire des milliers d'insectes dont les abeilles. Dans la partie hypogée, chaque plante a un type de racine différent, et le fait que dans un mètre carré il peut y avoir jusqu'à 7000 plantes (Carena et al.1984) signifie que cet enchevêtrement de racines contribue à maintenir une bonne structure de la terre et un niveau suffisant de fertilité. Mais les pâturages naturels et permanents représentent avant tout la base idéale de l'alimentation quotidienne des ruminants. Ainsi, chaque jour, l'animal peut constituer son alimentation en choisissant et en sélectionnant toujours des plantes différentes. Pour cette raison, pendant la saison de pâturage, on peut et on doit s'attendre à ce que la saveur du fromage et la couleur changent presque quotidiennement.

La Couleur et les caroténoïdes

La première chose qui nous attire vers un fromage est l'aspect et en particulier la couleur. Si nous sommes dans une prairie fleurie et que nous regardons autour de nous, nous remarquons à quel point tout est coloré et si nous marchons, nous ressentons continuellement différentes odeurs qui se dégagent au contact des différentes herbes avec nos pieds. Pourquoi les herbes sont-elles colorées ? Parce que les plantes ont développé des mécanismes de défense contre les rayons UV-B et, parmi ceux-ci, il y a des caroténoïdes et des polyphénols, dont une partie est appelée UAC, produits qui sont présents dans les différents tissus de la plante, par exemple dans la couche de l'épiderme, la lignine, les feuilles et le pollen. Ils ont pour fonction d'empêcher les rayons UV-B de pénétrer à l'intérieur du mésophylle des feuilles.

Les substances les plus simples à identifier donnant des informations précieuses sur le niveau de qualité des fromages sont les caroténoïdes, qui jouent un rôle important dans la santé humaine et la nutrition en raison de leur fonction provitamine A et de leurs propriétés antioxydantes. Malgré leur faible teneur dans le lait, les caroténoïdes (β -carotène et lutéine) sont impliqués dans les propriétés sensorielles des produits laitiers via leurs propriétés colorantes et antioxydantes (Agabriel *et al.*, 2007). La couleur est moins évidente dans les fromages de chèvre et de buffle parce que le bêta-carotène est directement transformé en vitamine A, mais leurs fromages, si l'animal mange beaucoup d'herbe, prennent différentes

nuances de blanc. Or, comme la couleur du fromage est un très bon indicateur d'aspects spécifiques du fromage tels que l'arôme ou le potentiel antioxydant et comme les caractères physiologiques de l'herbe changent constamment en fonction de la latitude et de l'altitude, il serait important de savoir à quoi s'attendre pendant la saison de pâturage et que signifie la variation de la couleur du fromage. Malheureusement, il n'y a pas d'études spécifiques sur les différences des fromages en lien avec les variations de la qualité de l'herbe durant la saison de pâturage. J'ai pu trouver quelques données nous permettant de faire des hypothèses sur ce sujet.

Maxin *et al.* (2020) ont étudié l'évolution des caroténoïdes dans la phase initiale du stade végétatif et au stade de la floraison. 10 caroténoïdes ont été identifiés dans les plantes. En général, leur composition ne varie pas beaucoup entre les espèces ou pendant la phase végétative. Mais ce qui est intéressant et qui nous servira beaucoup quand on voudra comprendre les raisons de la variation de couleur d'un fromage, c'est le fait que la concentration en caroténoïdes totaux diminue significativement en passant du stade végétatif au stade floral. La réduction entre les deux stades végétatifs était importante (65%). La composition des caroténoïdes est pour ainsi dire identique à mesure que la plante grandit et le pourcentage de chaque caroténoïde varie peu entre le stade initial et le stade de floraison.

La diminution des caroténoïdes est supposée être due à la réduction du rapport feuilles/étamines entre la phase végétative et la phase de floraison, puisque les caroténoïdes sont essentiellement situés dans les feuilles, associés aux chloroplastes.

Ces données, bien que limitées à deux étapes seulement, nous permettent de faire l'hypothèse que la teneur en caroténoïdes est maximale au début de la phase végétative, diminue lentement jusqu'à la floraison et ensuite il semble très probable qu'elle diminue beaucoup plus vite lorsque l'herbe devient

jaune, car les caroténoïdes sont liés aux chloroplastes. Cette hypothèse se trouve toujours confirmée par la couleur des fromages de vache et de brebis : au début du pâturage ils sont très jaunes et puis l'intensité de la couleur diminue toujours jusqu'à devenir presque blanche, blanc ivoire ; en hiver, l'alimentation au foin procure des fromages plus pâles car la dessiccation (le fanage) entraîne une baisse de la teneur en caroténoïdes. Et puis les variétés herbacées présentes sur le pâturage jouent aussi un rôle. Les légumineuses, qui ont un rapport feuilles/tiges élevé, apportent plus de couleur au lait.

L'arôme et les composants volatils

Il existe une bibliographie bien fournie sur l'arôme du lait et des fromages. Presque tous les auteurs s'accordent à dire que ce sont les composants volatils qui sont responsables de l'odeur et que leur contenu dépend en partie de l'alimentation des animaux et en partie aussi des fermentations microbiennes du rumen. Dans une longue étude, Kilkawley *et al.* (2018) soutiennent que de nombreux groupes de composés volatils non terpénoïdes sont responsables de l'arôme du lait : esters, acides, lactones, alcools, phénols, composés soufrés, aldéhydes et alcools. Une grande partie de ces composés se forment à la suite de transformations chimiques (oxydation, cassure de la chaîne carbonée, etc.) des acides gras insaturés dont la teneur dans le lait est de toute façon déterminée par le système d'alimentation : plus l'animal mange de l'herbe, plus les animaux sont au pâturage et plus la teneur en acides gras insaturés est élevée. Par conséquent, les précurseurs sont tous là pour que les microbes du rumen puissent les transformer en molécules volatiles et odorantes. Par exemple, en ce qui concerne les aldéhydes, qui développent des odeurs très agréablement perceptibles (l'odeur classique de l'herbe), les auteurs affirment que « un nombre important d'aldéhydes peut être transféré des plantes au lait et au fromage ». Les alcools passent dans le lait surtout lorsqu'ils proviennent d'ensilages. Pour les acides, il n'y a pas seulement l'influence du régime mais aussi du mode de distribution et des conditions d'ingestion. Une distribution d'une quantité importante de concentrés ingérée rapidement, Bref, la quasi-totalité du monde scientifique s'accorde à dire que les terpènes proviennent de l'herbe et, pour cette raison, des chercheurs ont proposé de les utiliser comme marqueurs d'un territoire et même d'un « cru » (Zeppa *et al.*, 2003 ; Prache *et al.*, 2005).

Il serait aussi intéressant de savoir comment toutes ces substances évoluent au cours de la phase végétative. Tornambè *et al.* (2006) ont comparé deux systèmes de pâturage : prairie ouverte et pâturage en bande. Dans la prairie ouverte, les animaux avaient une surface

notamment à la traite, abaisse plus le pH du rumen, elle peut donc modifier l'orientation des fermentations ruminales. Les sulfures volatils ont beaucoup d'importance sur l'arôme en raison de leur odeur intense. La diméthylsulfone dans les fromages est étroitement liée au pâturage et, pour cette raison, c'est un indicateur évident ou un biomarqueur du pâturage. Les esters dérivent de processus d'estérification et d'alcoololyse, leur formation a donc des origines différentes mais elle est toujours liée à l'alimentation. La réponse n'est pas univoque, car seuls les composants qui sont issus de l'alimentation sont nombreux et différents. Les lactones, en revanche, sont plus sensibles aux traitements thermiques qu'au régime.

Quant aux terpénoïdes volatils, c'est un groupe de métabolites secondaires qui dérivent directement des plantes. Par conséquent, plus l'animal mange d'herbe, plus la quantité de terpènes augmente.

Mais comment la présence et la concentration de toutes ces substances varient en fonction de la situation du pâturage, et en particulier en fonction de l'altitude et de la latitude ? Bugaud *et al.* (2001) ont constaté que le niveau de terpènes est plus élevé dans le lait de montagne que dans le lait de plaine. Dans leur recherche, ils ont constaté que plus il y avait des terpènes dans l'herbe (limonène, bêta-fellandrène, cymène, bêta-pinène et alpha-pinène), plus ils étaient retrouvés dans le lait.

suffisamment grande pour paître pendant un période d'environ 10 jours, dans la bande de pâturage, ils ont été forcés d'utiliser une surface beaucoup plus petite (environ 5 fois plus petite) pendant deux jours seulement. Dans le premier cas, la tendance des terpènes était assez similaire pendant la saison de pâturage, dans le second cas il y avait une multiplication par 5, du début à la fin, de la teneur totale en terpènes. La raison de cette augmentation importante est attribuée, par les auteurs, au fait que l'herbe broutée intensivement est toujours maintenue

basse et verte. Cette condition permet à la fois aux dicotylédones, plantes avec plus de feuilles, de prendre le relais et d'avoir toujours de jeunes feuilles et de jeunes pousses. A l'inverse, si les animaux avaient eu le choix, ils auraient également utilisé des plantes adultes, moins riches en terpènes.

Borge *et al.* (2005) ont analysé la présence de terpènes dans le lait de vaches « alpines » norvégiennes élevées dans trois systèmes d'alimentation différents. En période hivernale, une alimentation « à l'intérieur » a été adoptée, réalisée avec du fourrage vert conservé et du concentré, tandis qu'en été les animaux ont été nourris au pâturage et plus précisément par un pâturage précoce en début de saison et par un pâturage tardif à la fin saison. Les résultats sur une période de trois ans ont montré que la teneur totale en terpènes a triplé pendant la première période d'alimentation du pâturage (pâturage précoce) et a augmenté de 5 fois au cours de la deuxième période d'alimentation du pâturage (pâturage tardif), par rapport à l'alimentation à l'intérieur. Quatre de tous les terpènes trouvés dans les échantillons de lait n'ont été détectés que dans le lait de pâturage. Donc, dans ce cas, il y avait une forte différence entre le début et la fin du pâturage, mais nous n'avons pas d'information sur le type de pâturage et l'état végétatif de l'herbe au cours de cette expérience.

Des résultats similaires ont été trouvés par Chion *et al.* (2010) comparant des animaux élevés dans des stables en hiver et au pâturage en été. Les échantillons de lait obtenus pendant la période estivale ont montré des

teneurs plus élevées en terpènes (présence des monoterpènes) dans le lait de pâturage par rapport au lait produit en hiver.

De Noni *et al.* (2008) ont suivi les vaches dans les pâturages à différentes altitudes. Le profil des monoterpènes du lait issu des pâturages d'altitude était strictement comparable à celui des pâturages moins élevés. Cependant, les niveaux les plus élevés de monoterpènes ont été trouvés dans le lait des vaches qui broutaient tôt dans la saison à 1400 m d'altitude.

Deux considérations : la première est que les terpènes diminuent au fur et à mesure que l'on avance vers la floraison et la seconde que les dicotylédones sont plus riches en terpènes car l'appareil foliaire est plus développé. Ainsi nous expliquons pourquoi les fromages de printemps, lorsque l'herbe est basse, sont plus jaunes et ont un arôme plus important.

On peut donc dire que la composante volatile des fromages a été largement étudiée, plusieurs centaines de molécules présentes sont connues et les causes qui déterminent cette complexité aromatique sont également connues. Il reste un problème, du moins pour moi : face à un nombre très élevé de substances odorantes, même le consommateur entraîné ne parvient pas à saisir cette complexité. On peut donc dire que la relation entre le nombre de notes odorantes et le niveau de qualité n'est pas linéaire. En pratique, un fromage banal peut avoir un nombre de notes odorantes proportionnellement plus élevé qu'un fromage à très haute complexité aromatique.

Le goût

Revenons au fromage et à sa dégustation. Quand, après avoir senti, on met un morceau de fromage dans notre bouche et après qu'il ait disparu du palais, on peut tout de suite se retrouver avec une bouche propre, du fait de l'intervention immédiate de la salive, ou avec un palais intensément stimulé par différentes sensations. En pratique, le goût peut être court et banal ou bien intense, varié et persistant. Ce n'est pas ici le lieu d'approfondir les aspects scientifiques du goût, mais cela ne me paraît pas secondaire de mieux clarifier l'approche et la méthode de dégustation, parce que tout ce qui vient ci-après est une conséquence de la façon dont notre goût s'est formé. On sait qu'il y a six goûts de base (Andersen *et al.*, 2020) : acide, amer, sucré, salé, gras et umami. Il y a ensuite les soi-disant « perceptions », dont certaines sont déjà définies comme kokumi, astringence, métallique, épicé, glucides, calcium, lipides, ... et d'autres qui attendent que quelqu'un leur donne un nom. En résumé, il est communément admis que les protéines, ou du moins certains fragments, sont responsables de l'amertume,

les acides aminés du sucré, le glutamate pour l'umami, les acides pour l'acidité et les sels pour le salé.

Sur cet aspect, je me limiterai à évoquer un travail, que je trouve intéressant, d'Engel *et al.* (2000) qui ont tenté de construire un modèle en rassemblant les molécules indiquées comme responsables du goût. Les tests réalisés nous ont permis de préciser l'impact relatif de ces composants sur le goût, mettant en évidence des interactions complexes entre composés : l'effet additif des sels sur la salinité, le renforcement de l'effet du chlorure de sodium sur l'acidité, un équilibre entre phosphate et lactate par rapport au pH et l'effet masquant du chlorure de sodium sur l'amertume, principalement dû au chlorure de calcium et au chlorure de magnésium. Les auteurs concluent que les sels minéraux et l'acide lactique sont les principaux composés actifs du goût, tandis que les lipides, la fraction volatile, le lactose, les acides aminés et les peptides n'ont pas d'impact significatif. Plus précisément, il a été démontré que le chlorure de

calcium et le chlorure de magnésium expliquent, plus que les peptides, le goût amer du fromage.

Mais nous sommes toujours dans le domaine des six goûts et des perceptions de base qui ne nous permettent pas de dire et de mesurer les sensations gustatives que nous ressentons lorsque nous dégustons un fromage ou une pomme ou du pain. Je parle de l'intensité, de la variabilité et de la persistance du goût. Dans un fromage provenant d'un lait d'un système intensif, le goût classique nous dira qu'il est légèrement acide, un peu sucré, avec une pointe d'acidité et pas très salé. Mais la persistance, l'intensité et la variabilité ne sont pratiquement pas évoquées. Au contraire, dans le cas d'un fromage de lait de pâturage, en bouche cette sensation grillée ou herbacée ne vous quitte jamais et change toujours, surtout s'il y avait de nombreuses espèces herbacées dans le pâturage. Qu'est-ce qui change d'une étable à un pâturage ? Si la même vache passe du pâturage à l'étable, les protéines de son lait seront les mêmes, donc elles ne sont pas responsables

de ce goût long ; la matière grasse totale subira de légers changements, tandis que sa composition change fortement : les insaturés augmentent et leur oxydation donnera plus d'aldéhydes et donc plus d'arôme, mais ils n'ont aucune influence sur le goût; les minéraux changent peu avec le système d'alimentation (Arunima *et al.*, 2017) et, par conséquent, ils ne peuvent pas affecter sensiblement le goût. Les corps chimiques qui changent beaucoup, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, sont les polyphénols. Il est vrai qu'une grande partie du monde de la science dit qu'ils peuvent tout au plus affecter l'astringence et l'amertume, mais je crois qu'ils peuvent jouer un rôle important dans cette partie peu considérée du goût, à savoir : l'intensité, la variabilité et la persistance. C'est un sujet qui mériterait une étude plus approfondie, mais il devrait être étudié en comparant des fromages de différentes classes de goût puis en traçant les molécules et en analysant les facteurs qui influencent leur concentration.

Les polyphénols et le rôle des herbes

Les fourrages contiennent de grandes quantités de composés aromatiques, à la fois dans la paroi cellulaire insoluble et dans le contenu cellulaire, et notamment des polyphénols solubles dans l'éthanol. Ces composés sont partiellement dégradés dans le rumen pour former différents composés aromatiques. Certains autres composants du régime sont également fermentés dans le rumen pour former des produits aromatiques ou hétérocycliques contenant de l'azote et du soufre et, occasionnellement, certains hydrocarbures aromatiques. Tous ces composés sont partiellement

absorbés, transformés dans les tissus animaux puis excrétés dans un pool de composés absorbant les UV (UAC) et enfin sécrétés par la mamelle ou déposés dans la viande.

Par conséquent, le rôle principal des polyphénols est de défendre les tissus végétaux contre l'action des rayons UV-B. Étant des antioxydants, ils jouent également un rôle important dans la nutrition des animaux et des humains et, enfin, ils peuvent avoir une influence sur le goût et la couleur du fromage.

Polyphénols de la végétation du pâturage

Mais comment leur contenu change-t-il au cours de la vie végétative de la plante fauchée au début de la floraison pour faire du foin, ou des herbes du pâturage qui sont toujours broutées en continu ? Au pâturage, cette herbe, surtout si elle est pluriannuelle, pousse sous l'impulsion de la coupe, se renouvelle et est toujours courte, jusqu'à ce qu'elle sèche avec l'arrivée de l'été. Ainsi, l'évolution de la composition phénolique sera différente selon que l'herbe est pâturée ou utilisée pour faire du foin.

Fraisse *et al.* (2007) ont réalisé une étude sur un pâturage naturel en Auvergne (altitude 1100 m) à trois périodes différentes, 30 mai, 13 juin et 26 juillet. Au niveau botanique, 43 espèces ont été identifiées, dont 31 sont des dicotylédones. Sur l'ensemble du pâturage, 170 différents composés polyphénoliques ont été détectés, dont environ 30 étaient présents au cours des trois périodes. Cependant, certains polyphénols étaient

spécifiques de certaines plantes tandis que d'autres étaient omniprésents dans des nombreuses plantes. Le total des polyphénols, dans les trois périodes successives, était de 31, 32 et 19 g/kg de matière sèche. Il y avait donc une très légère augmentation à la fin de juin, tandis qu'à la fin de juillet, lorsque les herbes étaient sèches, il y avait une forte réduction.

Tout cela dépend de la grande variation de la composition botanique au cours du temps. La teneur en acides phénoliques était très élevée au stade 2 (le double de celle des flavonoïdes), tandis que les flavonoïdes diminuaient régulièrement des stades 1 à 3. En général, certains composés augmentaient et d'autres diminuaient du stade 1 à 2 tandis qu'une tendance générale à la baisse a été observée au cours de la dernière période. La composition polyphénolique des principales plantes des prairies récoltées individuellement au deuxième stade de croissance a

montré que chaque espèce avait une composition polyphénolique bien définie. Toutes les plantes plus hautes contiennent des flavonoïdes dans leurs parties aériennes. Il faut surtout retenir de cette étude que certains des flavonoïdes sont omniprésents dans la plupart des plantes de pâturage tandis que d'autres sont spécifiques de chaque espèce.

Avec le vieillissement, la teneur en composants principaux des plantes les plus fréquentes diminue régulièrement. Comme la teneur en polyphénols est connue pour être plus élevée dans les feuilles que dans les tiges, la variation avec l'âge pour une plante donnée est principalement due à la diminution du rapport feuilles/tiges. Les conditions environnementales sont également impliquées : par exemple, des températures plus élevées ont un effet positif sur le contenu polyphénolique. Les auteurs concluent que le rôle des polyphénols est important car un animal au pâturage peut ingérer jusqu'à 500 g de polyphénols par jour, une quantité qui peut affecter son bien-être et la qualité de sa production.

Maxin *et al.* (2020), ont comparé 7 espèces d'herbes, cinq légumes et deux graminées à deux stades physiologiques : végétatif et floral. Un total de 115 pics a été détectés dans l'analyse, dont seulement 28 ont été identifiés. Presque tous les pics appartenaient

aux classes : phénols simples, benzoïques ou cinnamiques, flavonoïdes. Ainsi, contrairement aux pâturages naturels, où 170 pics ont été détectés, nous avons ici atteint un maximum de 115, démontrant que plus les espèces herbacées sont différentes dans le pâturage, plus la complexité aromatique sera marquée. Car si chaque herbe apporte un profil polyphénolique différent, il est clair que plus il y a de plantes dans le pâturage, plus la complexité polyphénolique et ses conséquences seront importantes.

Le résultat concernant les plantes individuelles est aussi intéressant. 12 pics ont été trouvés dans la luzerne, 40 dans le trèfle d'Alexandrie, 35 dans le sainfoin. Cependant, le nombre de pics détectés ne différait pas significativement entre les phases et la comparaison des profils chromatographiques a montré qu'il n'y avait pas de pic commun pour toutes les espèces végétales. Dans chaque espèce, la combinaison de deux ou trois pics principaux représentait plus de 70% de la totalité.

Les composés phénoliques étaient principalement constitués de flavonoïdes qui représentent en moyenne 83% du total. La distribution des composés phénoliques par classe variait selon les espèces végétales.

Les polyphénols du lait

Mais les polyphénols de l'herbe passent-ils ensuite dans le lait ? Il existe une bibliographie assez complète sur cet aspect. Nous avons publié un travail sur les chèvres auxquelles nous avons donné des branches d'aubépine et de bourrache (De Feo *et al.*, 2006). Dans les plantes et dans le lait, nous avons trouvé des flavonoïdes tels que la quercétine, la rutine et le bêta-sitostérol. Besle *et al.* (2010) ont comparé six systèmes fourragers : 1) intensif avec des concentrés à 66% de la ration et du foin de dactyle, 2) ensilage de maïs 86%, 3) ensilage de lolium 85%, 4) foin de lolium, 5) 87% de foin de prairie, 6) pâturage naturel avec 0,5 kg de concentrés par tête/jour. Dans les fourrages, le nombre de polyphénols était plus faible dans le groupe recevant de l'ensilage de maïs (57) et plus élevé dans le groupe pâturage (85). La quantité de phénols dans l'alimentation était faible dans les groupes ensilage (moins de 5 g/kg de matière sèche ingérée). En

revanche, dans le groupe de pâturage, les animaux en ingéraient environ 35 g/kg de matière sèche. La différence entre pâturage et régime à base d'ensilage de maïs concerne donc non seulement le nombre de polyphénols, +28, mais aussi la teneur totale qui était 7 fois plus élevée.

Au total, 230 pics différents ont été identifiés dans le lait. Ici aussi, les lots qui présentaient le moins de polyphénols étaient ceux qui restaient à l'étable en recevant de l'ensilage (87) tandis que le lot dont le régime est à base essentiellement de pâturage n'avait que 127 pics. Parmi les polyphénols identifiés, nous trouvons l'acide hippurique, l'acide phénylacétique, l'acide benzoïque, l'acide 4-idéoxybenzoïque et de petites quantités d'acide férulique et parmi les flavonoïdes, la quercétine, la lutéoline et l'apigénine.

Goût et polyphénols

Il existe une bibliographie suffisante pour affirmer que dans le lait et le fromage la présence des polyphénols peut être importante et que cela dépend de l'herbe et de son stade physiologique. Par contre, il n'y a pas eu de recherche, du moins à ma connaissance, relative au

rôle des polyphénols sur le goût. Or nous savons par des études conduites sur le vin et l'huile que les polyphénols sont responsables de l'astringence. Duizera et Langfried (2016) ont obtenu le même résultat sur le blé : les acides phénoliques de bas poids

moléculaire tels que l'acide vanillique et férulique sont responsables de l'amertume et de l'astringence quand on goûte du blé.

Nous sommes toujours sur des études de goûts de base ou de certaines perceptions. Mais on n'a pas d'informations sur les facteurs influençant la variabilité, l'intensité et la persistance du goût. Des polyphénols peuvent-ils être plus lourds que les acides phénoliques ? Il ne faut pas oublier aussi que les polyphénols se lient aux protéines, aux glucides et aux graisses. On a vu (Buitimea-Cantua *et al.*, 2017) que les polyphénols de haut poids moléculaire ont tendance à interagir étroitement avec les protéines et que cette interaction produit des agrégats qui affectent leur solubilité. Cette interaction influence les caractéristiques fonctionnelles et nutritionnelles des matières premières et, en particulier, elle est responsable de l'astringence, de la digestibilité des protéines, de l'absorption et de la biodisponibilité des antioxydants. Au-delà des goûts et des perceptions de base, il est difficile d'aller plus loin. Pourtant, les fromages fabriqués avec du lait de ruminants élevés au

pâturage ont un goût intense et persistant, et les seules molécules qui subissent une augmentation significative sont les polyphénols.

Pourquoi cette persistance ? Une étude de Wu et Zhao (2020) peut nous aider à formuler une hypothèse. Les auteurs ont émis l'hypothèse que la langue fonctionnait comme une surface poreuse et que les papilles gustatives avaient la forme d'une éponge de sorte que la vitesse de passage du stimulus gustatif était liée au poids moléculaire et au volume de la molécule ou du composé. Une molécule de faible poids moléculaire disparaît rapidement, au contraire, des molécules plus volumineuses transmettent le message aux récepteurs plus lentement, augmentant ainsi la persistance en bouche. Si l'on ajoute à tout cela que les polyphénols se lient non seulement aux protéines, donc à l'astringence, mais aussi aux graisses (Reis, *et al.*, 2020), avec des répercussions sur la perception de l'astringence et de l'amertume, on peut émettre l'hypothèse que la persistance du le stimulus gustatif est lié aux classes de polyphénols et à leurs différents poids moléculaires.

Conclusion

En dehors de la teneur en matière protéique et en matière grasse, le prix du lait tient très peu compte de ses caractéristiques ou de ses composants qui peuvent influencer la qualité et notamment le goût des fromages. Pour cette raison, le prix des fromages tient davantage compte du type ou de la technique fromagère que du niveau de qualité et surtout de la saveur du lait utilisé. Ce n'est pas un hasard si les prix sont très voisins, trop voisins si l'on considère que les différences sur les vins peuvent être énormes. Le consommateur ne dispose pas d'outils et de clés pour faire des choix ciblés, car les messages issus du monde de la recherche ne sont pas clairs, ni précis. En réalité, la règle qui détermine le niveau de qualité n'est pas connue. On ne sait toujours pas quel pourrait être le gradient qualitatif, la différence entre le fromage qui a le niveau de qualité le plus bas et celui qui a le plus haut. Essayons de résumer la situation actuelle du problème et voyons ce qu'il reste à faire.

Le consommateur est attiré par la couleur et la saveur du fromage. La couleur des fromages de vache et en partie de brebis a été très étudiée. On en sait très peu sur ceux de chèvre ou de bufflesse. Les molécules responsables sont connues, on parle de caroténoïdes, alors que presque rien n'est connu sur le rôle des

polyphénols, en particulier des flavonols, qui sont normalement responsables de la couleur des tissus végétaux ainsi que de leur contribution à l'action antioxydante et, peut-être, au goût. Les caroténoïdes proviennent de l'herbe et donc la relation entre l'alimentation à base d'herbe et la couleur des fromages de vache et de brebis est très claire, mais aussi pour les fromages de chèvre et de bufflesse, même si dans ce cas on parle de nuances. Mais si un animal mange beaucoup d'herbe, il ingérera également de nombreux composants volatils et de nombreux polyphénols qui sont également présents dans les plantes herbacées. Par conséquent, la couleur pourrait être un très bon indicateur du niveau de complexité aromatique et gustative, parce que d'après les données de la bibliographie, le contenu des caroténoïdes peut subir des variations dans un rapport qui va de 1 jusqu'à 500. Nous avons donc des données tendant à montrer que les fromages peuvent être très différents. Au lieu de cela, le message au consommateur n'est pas clair car la recherche continue de dire que les facteurs qui affectent la qualité sont nombreux et très compliqués. Et, donc, dans certains pays pour de nombreux consommateurs, le jaune est un défaut, les fromages de chèvre et de bufflesse doivent être blancs et plus le fromage est blanc, mieux c'est (Figure 2).



Figure 2. Beurres de couleurs différentes © Roberto Rubino. Est-ce que ce critère peut être mis en relation avec leur saveur assez complexe ? Les 2 beurres ont la même teneur en matières grasses (82%) et en protéines (traces), mais le beurre jaune, produit avec des animaux de pâturage, n'est pas seulement plus tartinable que le beurre blanc produit avec du lait d'élevage car plus riche en acides gras insaturés mais possède un arôme et un goût intenses car la teneur en molécules volatiles (terpènes, aldéides, etc.) et fixes (notamment polyphénols) est beaucoup plus élevée).

L'approche à l'arôme n'est pas très différente. Les molécules responsables, les volatiles sont connus, on sait que la plupart d'entre elles dérivent de l'alimentation, que les différences peuvent être importantes entre la teneur en substances volatiles d'un lait produit à l'étable par rapport à un lait produit sur le pâturage. On sait aussi que leur contenu change en fonction du stade végétatif de l'herbe mais, finalement, l'arôme est largement attribué aux fermentations microbiennes du rumen, à la lipolyse et à la protéolyse et, de façon plus limitée, au régime alimentaire des animaux. Pourtant, si nous comparons un fromage produit avec de l'ensilage et du concentré et un fromage fabriqué avec du lait produit sur des pâturages naturels même en utilisant les mêmes vaches, il est vrai que la digestion au niveau du rumen sera différente, que la lipolyse et la protéolyse seront différentes, mais beaucoup d'éléments agissant sur l'arôme dépendent des plantes herbacées présentes et choisies par l'animal, et en particulier les molécules volatiles qui en dérivent. Sans eux, ce serait un fromage banal.

Et puis il y a le goût. A partir de ce que j'ai lu sur les fromages mais aussi sur d'autres aliments, le goût est un sujet peu exploré en recherche, notamment parce qu'un équipement coûteux est nécessaire et difficile à gérer au moins jusqu'à il y a quelques années. En outre la discussion est très souvent bloquée sur les cinq saveurs base (acide, salé, sucré, amer et umami), paramètres qui ne permettent pas une mesure appropriée du goût d'un aliment (c'est en tout cas, mon

avis personnel). Tout le monde écrit que les molécules responsables sont les composants classiques ; ce peut être des acides, des sels, certains polyphénols au moins responsables de l'amertume et de l'astringence. Cependant, les études sur les polyphénols sont importantes dans presque tous les aliments, car ils ont un fort impact sur la santé en raison de leurs propriétés antioxydantes. Ces recherches nous apprennent également que leur concentration, au sein d'une même matière première, peut être très différente, variant dans une proportion de cent et parfois mille fois (comme dans le cas de l'oignon), selon la technique de production pour les végétaux, et le régime alimentaire des animaux produisant du lait ou de la viande.

Mais cela me semble évident, si je goûte un fromage de pâturage produit également le jour même de la traite, donc sans l'action de protéolyse et de lipolyse, je ressens un goût intense et persistant et tout cela ne peut venir essentiellement que de l'herbe. Il est probable que les molécules en cause soient les polyphénols, liés ou non à d'autres composés et notamment à des protéines.

Je crois donc que le rôle du régime alimentaire et des polyphénols est sous-estimé alors qu'une grande importance est accordée à d'autres facteurs : fermentations microbiennes au niveau du rumen, protéolyse, lipolyse, graisses et protéines. Cette situation a des conséquences évidentes sur les consommateurs et les producteurs. Les premiers n'ont pas de clés de lecture pour savoir quels sont les

facteurs qui agissent sur la qualité des produits qu'ils consomment et dans quelles conditions ils agissent. D'autre part, les producteurs ne sont pas rémunérés

pour la qualité du lait qu'ils produisent et reçoivent donc un prix qui n'encourage pas à distribuer un régime alimentaire respectueux du bien-être animal.

Références

- Agabriel C., Cornu A., Journal C., Sibra C., Grolier P., Martin B. (2007) Tanker milk variability according to farm feeding practices: Vitamins A and E, carotenoids, color, and terpenoids. *J. Dairy Sci.* 90: 4884–4896.
- Andersen, C. A., Nielsen L., Møller, S., Kidmose P. (2020) Cortical Response to Fat Taste. *Chemical Senses* 45, 283-291.
- Arunima G., Galvin N., Lewis E., Hennessy D., O'Donovan M., McManus J. J., Fenelon M. A., Guinee T. P. (2017) Outdoor grazing of dairy cows on pasture versus indoor feeding on total mixed ration: Effects on gross composition and mineral content milk during lactation. *J. Dairy Sci.* 100, 1-14.
- Besle M., Viala D., Martin B., Pradel P., Meunier B., Berdagué J. L., Fraisse D., Lamaison J. L., Coulon J. B. (2010) Ultraviolet-absorbing compounds in milk are related to forage polyphenols. *J. Dairy Sci.* 93 :2846–2856.
- Borge G.I.A., Sandberg E., Øyaas J., Abrahamsen R. K. (2016) Variation of terpenes in milk and cultured cream from Norwegian alpine rangeland-fed and in-door fed cows. *Food Chemistry* 199, 195-202.
- Bugaud C., Buchin S., Hauwuy, A., Coulon J.-B. (2001) Relationships between flavour and chemical composition of Abondance cheese derived from different types of pastures. *Le Lait* 81, 757-773.
- Buitimea-Cantua N.E., Gutierrez-Urbe J.A., Serna-Saldivar S.O. (2017) Phenolic–protein interactions: effects on food properties and health benefits. *J. Med. Food* 00(0)1-11.
- Calvino I. (1983) *Palomar*. Arnoldo Mondadori Editore, 130 p.
- Carena A., Rubino R., Pizzillo M., Lomio I. (1984) Produzione di un pascolo naturale della montagna meridionale fertilizzato con differenti livelli di azoto. *Ann. Ist. Sper. Zootec.* 1, 1-30.
- Chion A.R., Tabacco E., Giaccone D., Peiretti P.G., Battelli G. E. Borreani G. (2010) Variation of fatty acid and terpene profiles in mountain milk and “Toma piemontese” cheese as affected by diet composition in different seasons. *Food Chemistry* 121, 393-399.
- De Feo V., Quaranta E., Fedele V., Claps S., Rubino R., Pizza C. (2006) Flavonoids and terpenoids in goat milk in relation to forage intake. *Ital. J. Food Sci.* 18, 85-92.
- Duizera L. M., Langfried A. (2016) Sensory characterization during repeated ingestion of small-molecular-weight phenolic acids. *J. Sci. Food Agric* 96, 513-521.
- Engel E., Nicklaus S., Septier C., Salles C., Le Queré J.L. (2000) Taste active compounds in a goat cheese water-soluble extract. 2. Determination of the relative impact of water-soluble extract components on its taste using omission tests. *J. Agric. Food Chem.* 48, 4260-4267.
- Hulin S. Arranz J.M., Jost J., Spelle C. (2019) L'autonomie alimentaire en filières fromagères AOP, entre lien au terroir et agro-écologie. <http://www.rmtfromagesdeterroirs.com>.
- Fraisse D., Carnat A., Viala D., Pradel P., Besle J.M., Coulon J.B., Felgines C., Lamaison J.L. (2007) Polyphenolic composition of a permanent pasture: variations related to the period of harvesting. *J. Sci. Food Agric.* 87, 2427-2435.
- Hartley I. E., Liem D. G., Keast R. (2019) Umami as an 'alimentary' taste. A new perspective on taste classification. *Nutrients* 11, 182.
- Kilcawley K. N., Faulkner H., Clarke H. J., O'Sullivan M. G., Kerry J. P. (2018) Factors influencing the flavour of bovine milk and cheese from grass based versus non-grass based milk production systems. Review. *Foods* 7, 37.
- Maxin G., Cornu A., Andueza D., Laverroux S., Graulet B. (2020) Carotenoid tocopherol and phenolic compound content and composition in cover crops used as forage. *J. Agric. Food Chem.* doi: 10.1021/acs.jafc.0c01144.
- Prache S., Cornu A., Berdagué J.L., Priolo A. (2005) Traceability of animal feeding diet in the meat and milk of small ruminants. *Small Ruminant Research* 59, 157-168.
- Reis A., Perez-Gregorio R., Mateus N., de Freitas V. (2020) Interactions of dietary polyphenols with epithelial lipids: advances from membrane and cell models in the study of polyphenol absorption, transport and delivery to the epithelium. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, doi: 10.1080/10408398.2020.1791794
- Tornambè G., Cornu A., Pradel P., Kondjoyan N., Carnat A.P., Petit M., Martin B. (2006) Changes in terpene content in milk from pasture-fed cows. *J. Dairy Sci.* 89, 2309-2319.
- Wu Z., Zhao K. (2020) Taste of time: A porous-medium model for human tongue surface with implications for early taste perception. *PLoS Comput Biol* 16, e1007888. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007888>.
- Zeppa, G., Giordano, M., Lombardi, G., Gerbi, V. (2003) Use of terpene profiles for the mountain pastures characterization. In: *Proceedings of the First Joint Seminar of the FAO-CIHEAM Sheep and Goat Nutrition and Mediterranean Pasture Sub-Networks 'Sustainable Grazing, Nutritional Utilization and Quality of Sheep and Goat products'*, Granada, Spain, p. 106.

Comptes-rendus, notes et analyses



Rue de la Truie. Rome, novembre 2012, © P. Le Golvan.

Génétique des animaux d'élevage – Diversité et adaptation dans un monde changeant

E. Verrier, D. Milan, C. Rogel-Gaillard (coord.) (2020) Quae Éditions, 286 p. (29 €).

L'accélération constante des connaissances justifiait un nouvel ouvrage sur l'amélioration génétique des animaux d'élevage. Certes, les hypothèses polygéniques de la génétique quantitative se sont trouvées corroborées par la génétique moléculaire, mais la sélection génomique, outre la précocité et la précision de l'évaluation des candidats à la reproduction, élargit les possibilités. Au lieu de se limiter à trouver les meilleurs animaux et les mettre dans un environnement qui permet l'expression de leur potentiel, on peut travailler désormais pour des systèmes d'élevage diversifiés. « Quelle génétique, pour quel produit et dans quel territoire ? » : telles sont les questions auxquelles l'ouvrage se propose de répondre, avec de surcroît des réflexions sur l'économie de la sélection et les problèmes éthiques que cette dernière pose.

Au total, 25 auteurs se sont partagés le travail de rédaction de 15 chapitres et de fiches espèces, le gros travail de coordination ayant été assuré par Etienne Verrier, Denis Milan et Claire Rogel-Gaillard. L'ouvrage aurait pu être divisé en plusieurs parties mais ce n'est pas le choix qui a été fait. Les chapitres s'enchaînent de façon logique, avec parfois la dernière phrase qui sert de transition avec le chapitre suivant. Si certains d'entre eux, notamment de génétique quantitative ou moléculaire, sont moins accessibles que d'autres, il faut saluer l'objectif de relative simplicité qui a été visé, afin de permettre à des « zootechniciens généralistes » et un public élargi de satisfaire leur curiosité sur l'état actuel de la « Génétique des animaux d'élevage ».

Xavier Rognon commence logiquement le livre par « La domestication et la constitution des ressources génétiques ». Les raisons de celle-ci apparaissent désormais plurielles et les données paléo-moléculaires ont permis d'étayer l'origine polycentrique (Porc par exemple) ou monocentriques (Boeuf) de certaines espèces domestiques. Etienne Verrier propose ensuite « De la domestication à la sélection génomique : une brève histoire de la sélection animale ». Le sujet est vaste. Si l'Université française a manifesté une certaine réticence à l'égard de la génétique dans la première moitié du XX^{ème} siècle, laissant la place à quelques pionniers dans l'enseignement supérieur agricole, on connaît aujourd'hui un véritable foisonnement des outils, à commencer par la sélection génomique, commencée en France en 2005. Les objectifs de la sélection ont évolué, les caractères fonctionnels retenant plus l'attention désormais que les caractères de production. Le progrès génétique a été spectaculaire et génère aujourd'hui un certain nombre de questions

(hyperspécialisation des animaux, concurrence alimentaire de l'Homme etc.) auxquelles il faudra répondre en appréciant « simultanément la fin et les moyens ». Etienne Verrier présente ensuite, au chapitre 3, « Les différentes étapes d'un programme d'amélioration génétique », de manière simple et pédagogique. Elles seront reprises et détaillées dans les chapitres suivants.

Florence Phocas se charge de « La définition des objectifs de sélection », laquelle devient compliquée puisqu'il s'agit de la faire en fonction d'environnements variés, susceptibles de surcroît de se modifier. Orienter la sélection vers plus de robustesse et d'efficacité alimentaire, en situation de ressources limitées, devient prioritaire et implique de prendre en compte de nombreux caractères. Le chapitre 5, écrit par Vincent Ducrocq, traite de la « Conception et réalisation des évaluations génétiques ou génomiques des reproducteurs » ; il montre comment elles se sont peu à peu compliquées, tout en restant sur la même ligne : ainsi, les évaluations génomiques sont un prolongement logique des évaluations génétiques. Jean-Michel Elsen parle ensuite de « Le choix des reproducteurs et l'efficacité de la sélection », en insistant sur la nécessité de se focaliser sur le « noyau de sélection », seul lieu de création du progrès génétique et d'obtention d'animaux améliorateurs qui diffuseront celui-ci dans les élevages de production. Au chapitre 7, « L'apport du croisement et les plans de sélection » sont présentés de manière simple et explicite par Jean-Pierre Bidaniel.

Le chapitre 8, intitulé « Sécurité alimentaire mondiale et génétique animale » permet à Hervé Guyomard d'approfondir un thème déjà évoqué ou sous-entendu à plusieurs reprises. La génétique animale est un levier majeur de la durabilité des systèmes d'élevage, à la condition qu'elle change de paradigme : ne plus considérer que son but est de maximiser les performances dans un environnement maîtrisé et contrôlé mais se replacer dans une perspective nettement systémique et pluridisciplinaire, en s'articulant avec les autres leviers de la durabilité (santé, agroécologie etc.). Manifestement, les concepteurs du livre souhaitaient insister sur ce sujet car Nathalie Mandonnet, Gisèle Alexandre et Michèle Tixier-Boichard y reviennent au chapitre 9 en répondant à la question « Quelle(s) génétique(s) pour quels systèmes d'élevage face au changement global ? ». Quatre grands types de systèmes d'élevage sensibles à ce dernier sont identifiés : polyculture-élevage, pastoralisme, élevage à l'herbe, système intensif. La diversité génétique, entre races et intra-

race, est particulièrement importante à utiliser de manière raisonnée car il n'existe pas de génotype idéal qui soit robuste partout. Grégoire Leroy et Coralie Danchin enchaînent sur ce thème au chapitre 10, consacré à « La préservation de la biodiversité et des ressources génétiques ». Les valeurs portées par cette préservation étant nombreuses, il est important de savoir caractériser et gérer ce que l'on préserve.

Les trois chapitres suivants sont consacrés aux aspects les plus modernes de la génétique et des applications qu'elle génère. Alain Vignal, Philippe Monget et Claire Rogel-Gaillard traitent de l'« Evolution des connaissances sur les génomes, épigénomes et microbiotes ». Des définitions claires sont proposées, et les auteurs prévoient que les connaissances en progression sur les épigénomes et les microbiotes contribueront à l'évolution des programmes d'amélioration génétique. Didier Boichard présente ensuite les « Nouvelles modalités de diffusion de la génétique », qui ont commencé par l'insémination artificielle mais en arrivent aujourd'hui à la transgénèse et à l'utilisation du génome. Si, globalement, les biotechnologies de la reproduction ont eu un impact largement positif sur le progrès génétique, les plus récentes posent des problèmes d'acceptabilité sociétale. Alain Ducos consacre le chapitre 13 à « Les nouvelles techniques d'amélioration génétique : l'« édition » des génomes ». Avec CRISPR-Cas9, il est possible de créer une variabilité génétique nouvelle et utile mais l'auteur incite à ne pas trop « rêver » sur certaines perspectives d'application, la résistance aux maladies surtout. Il pose par ailleurs la question du pourquoi de cette « quête permanente d'efficacité, de productivité, de rendement » et introduit les deux chapitres suivants, consacrés au modèle économique de la sélection et aux questions éthiques qu'elle pose.

Bernard Denis

Le Taureau, histoire culturelle

Michel Pastoureau (2020) Éditions du Seuil, 160 p. (19,90 €).

Michel Pastoureau est un historien des animaux (et des couleurs) bien connu, en particulier pour son bestiaire du Moyen-âge. Son dernier ouvrage est consacré au Taureau et il en fait une histoire culturelle qui ne peut laisser indifférents les ethnozootechniciens. D'abord le style est précis et net, efficace ; ce qui permet de sensibiliser autant le néophyte du sujet que le spécialiste de l'histoire culturelle de l'Europe, des mythes, des légendes et de l'évolution des religions au cours des temps.

Le chapitre 14, écrit par Aline Fugerey-Scarbel, Julie Labatut, Stéphane Lemarié et Michel Trommetter est consacré aux « Modèles économiques et formes d'organisation de l'amélioration génétique animale ». Il existe en effet des modèles économiques de l'amélioration génétique, dont les logiques diffèrent : l'organisation est collective chez les bovins, en partie collective et en partie privée chez le Porc, privée chez la Poule. Thomas Heams, au chapitre 15 intitulé « Ethique et amélioration génétique animale », centre son riche exposé sur « l'action sur le vivant ». Il incite, au cas où l'amélioration génétique serait admise sans débats en raison des bienfaits qu'elle apporte aux humains, à penser toutefois à ses dérives potentielles car celles-ci pourraient en miner les fondements éthiques. L'exemple de l'eugénisme est éloquent : il a revêtu des formes diverses depuis son invention dans l'Angleterre victorienne et n'a pas disparu, demeurant présent par exemple dans les idées transhumanistes. Par ailleurs, à l'époque d'une sensibilité très grande à l'égard de l'animal, se pose la question de la réification et de la machinisation de ce dernier. L'auteur suggère d'abandonner l'expression « amélioration génétique » car elle est trop tournée vers l'Homme.

L'ouvrage se termine par une série de fiches synthétiques, très bien faites, sur les particularités de l'amélioration génétique de diverses espèces.

On ne peut que féliciter les auteurs et les coordinateurs pour ce livre, qui prend quelques distances avec des ouvrages de génétique, trop nombreux, qui donnent l'impression d'avoir été écrits pour des « initiés ». Parvenir à faire le tour de la question d'une manière relativement accessible et pédagogique est méritoire, et s'ouvrir à la pluridisciplinarité en insérant l'amélioration génétique dans les questions sociétales actuelles, exemplaire.

Bien sûr, le lecteur ne qu'être séduit par la partie que l'auteur affecte particulièrement, consacrée au Moyen-âge. Parfois d'autres parties font plus appel au travail bibliographique mais celui-ci est toujours bien maîtrisé et les sources sont sûres. La preuve ? Les citations de certains membres de la Société d'Ethnozootechnie, et notamment Jean- Pierre Digard, Bernard Denis, Pierre-Olivier Fanica... Nous pouvons même dire à la lecture de certains passages, notamment sur l'Auroch, sur les mythologies bovines, sur les emblèmes et les légendes ou bien sur la vie à la campagne à différentes époques que Michel

Pastoureau est un excellent éthnozootechnicien. Mais il a bien d'autres qualités. A titre d'exemple, je citerai l'excellente iconographie du livre avec parfois des peintures, des sculptures et des documents souvent peu connus mais conviviaux ; ce qui montre l'importance de la culture générale de l'auteur et rend la lecture agréable et divertissante.

C'est donc un livre qui doit être recommandé à tout éthnozootechnicien. Je dois dire aussi en conclusion que ce livre peut contribuer à mieux comprendre les évolutions de la relation homme-animal à travers les âges. Il fait comprendre pourquoi le taureau était plutôt

haï au début du Moyen-âge et beaucoup mieux accepté à la fin du Moyen-âge. Bien sûr, la liaison indispensable entre l'homme et l'animal est favorablement acceptée par l'homme lorsque celui-ci a une position solide et stable dans son milieu et surtout s'il a une très bonne connaissance du monde animal alors que, quand il est exposé à la crainte (et même à la peur) ou bien en étant en situation précaire, cette relation peut devenir difficile à vivre. Toute cette connaissance pourrait éventuellement nous aider à résoudre certaines difficultés que nous vivons actuellement dans le domaine des relations entre l'homme et l'animal.

Pierre Morand-Fehr

L'Anglès : la mystérieuse vache disparue. Recueil bibliographique et iconographique.

Catherine Haas (2021) PNR du Haut-Languedoc, 46 p.

Voici un petit opuscule tout à fait intéressant, qui parle d'une « race » originaire du Tarn aujourd'hui disparue. « Race » avec des guillemets, car si elle n'a jamais été officiellement reconnue elle a bien failli l'être ! En effet, cette population bovine du sud-est du département du Tarn, connue dès le milieu du XIXe siècle a eu droit de participer à des concours régionaux dès cette époque, avec même un concours spécial à Castres en 1896, une description officielle de la race par le ministère de l'Agriculture en 1902, après des tentatives de création d'un herd-book en 1892. Mais la Première guerre mondiale est passée par là et au moment de reconstruire le cheptel national, cette vache, connue pour ses capacités au travail et pas mauvaise laitière, a cédé le pas devant d'autres races plus performantes. Ainsi, a-t-elle disparu sans doute aux alentours de 1925.

Son origine reste mystérieuse. Était-elle une vraie population locale née d'une sélection par les éleveurs du Tarn ? Ou bien un croisement entre l'Aubrac, présente plus au nord et la race Schwitz (future Brune) introduite dès 1850 ? Ou bien encore – et c'est notre hypothèse favorite, à la suite d'autres zootechniciens – constituait-elle une population transitionnelle entre l'Aubrac et la Gasconne plus au sud comme l'était la race du Quercy entre Limousine et Garonnaise ? L'Anglès a emporté son secret avec elle.

Cet ouvrage retrace l'histoire de l'Anglès, son importance régionale et aussi comment elle a failli être réellement reconnue comme race à part entière. L'ensemble est richement illustré, mais le tirage offset ne permet malheureusement pas de restituer les photos anciennes de cette race oubliée de façon totalement satisfaisante. C'est le seul regret que l'on peut avoir.

Philippe J. Dubois

Fromages sauvages

Augustin Denous, Erwan Balança (2020) Éditions Ulmer, 191 p. (35,00 €).

Il s'agit d'un ouvrage réalisé à deux voix, ou à quatre mains si l'on préfère. L'auteur des textes (le premier cité) est un crémier-fromager sis en proche banlieue parisienne, dont la boutique peut être qualifiée de haut de gamme. Le second auteur a réalisé les très nombreuses et superbes photos qui illustrent ce livre grand format. Les jeux d'ombres et de lumières sont manifestement du goût de ce photographe, surtout les jeux d'ombres en réalité, au point que l'on se demande si le soleil brille de temps à autre au-dessus des paysages bucoliques qui nous sont donnés à voir.

Le titre soulève d'emblée une interrogation, ce que ne manque pas de souligner l'auteur dans son introduction, qui démarre par la définition de l'adjectif sauvage dans le dictionnaire Littré. Comment peut-on, en effet, qualifier de sauvage un produit dont la matière première provient d'animaux domestiques nourris avec des plantes pour l'essentiel cultivées, et dont l'élaboration met en œuvre tout un savoir-faire humain ? Ce titre vient du propos-même de l'ouvrage, qui se veut une ode à la paysannerie, un plaidoyer pour la diversité, « diversité des sols, des pâturages, des

animaux, des levures, des formes, des goûts », et une invitation à « restaurer notre lien au vivant ». L'auteur ajoute que les fromages qu'il entend défendre (y compris en tentant d'instaurer un label) sont « vivants, parfois apprivoisés mais jamais domestiqués », en opposition aux « fromages hors-sol » (expression qui revient plusieurs fois dans l'ouvrage). Dans une contribution à « l'édifice du bien-manger », il s'agit de promouvoir le tryptique « lait cru / races locales / pâturage » face au tryptique « lait pasteurisé / Holstein / ensilage ». Le ton est donné, ceux qui apprécient les nuances en seront pour leurs frais.

Outre les photos déjà évoquées, l'ouvrage comporte deux catégories de textes qui se complètent fort bien. L'ossature du livre est constituée de six chapitres thématiques : Le monde agricole ; La terre ; Le vivant ; Faire du fromage ; Affiner du fromage ; Crémier-fromager, un métier par passion. Se mêlent à ces chapitres des portraits d'éleveur(euse)s-transformateur(trice)s-affineur(euse)s.

Les chapitres thématiques se nourrissent, d'une part, de l'expérience de l'auteur, qui maîtrise à l'évidence son sujet, et d'autre part, d'un corpus scientifique approprié à défaut d'être très développé. On peut suivre avec aisance le processus d'élaboration d'un fromage depuis l'élevage jusqu'à l'étal du fromager, en passant par la traite, la fabrication et l'affinage. La cohérence entre ces différentes étapes se dégage clairement. Des domaines spécialisés comme les techniques fourragères ou la microbiologie des fromages sont abordés avec des mots simples qui n'excluent pas la précision.

A côté de ces informations, l'auteur nous fait partager sa passion, son amour du travail bien fait et son respect envers les paysans qui prennent le temps de suivre les rythmes biologiques. Sont mis à l'honneur la relation entre éleveurs et animaux, le pâturage, le pastoralisme (avec au passage une virulente critique des politiques de préservation du loup et de l'ours), les races locales, le lait cru, les levains naturels, etc. L'auteur ne manque pas de bons arguments en leur faveur. Il est alors regrettable qu'il ait forcé le trait pour tout ce qui ne correspond pas à ce qu'il appelle de ses vœux, comme affirmer que les zootechniciens contemporains ne promeuvent que la race Holstein, l'ensilage de maïs et la stabulation (la stabulation permanente étant présentée comme généralisée en France).

Les portraits proposés sont tous vivants et intéressants. Nous visitons sur le papier six élevages, tous dans la mouvance des « fromages sauvages » fabriqués et affinés sur place : des chèvres Alpines dans le Périgord (seul cas sans race locale) ; des Chèvres des Fossés en centre-Bretagne ; des vaches Abondance dans les Monts du Forez ; des brebis Basco-Béarnaises au pied du Col du Somport ; des vaches Bretonnes Pie Noir dans la Brière ; des vaches Vosgiennes au pied du Hohneck. Les hommes et les femmes qui tiennent ces exploitations décrivent leur trajectoire personnelle et le cheminement qui les a conduits à adopter le système d'élevage et les produits qui leur valent de figurer dans cet ouvrage. L'ensemble fournit une incarnation convaincante des valeurs qui y sont défendues.

Ce livre ravira à coup sûr les « fondus » de fromage ! Plus généralement, on peut en recommander la lecture à tous ceux qui s'intéressent aux liens entre communautés humaines, terroirs, animaux et produits.

Etienne Verrier



Plateau de fromages (sauvages ?) préparé par un fromager de la rue Mouffetard (Paris 5^e) pour un buffet à l'occasion d'un événement qui, en juin 2012, a rassemblé des étudiants de master et des doctorants suivant un programme européen de formation en génétique animale à AgroParisTech (cf. l'article de Rognon *et al.* dans le présent numéro). © B. Jiménez Mena.

La Société d’Ethnozootecnie

Patrimoines et savoirs en élevage

Association loi 1901

étude :

les relations Homme-Animal-Milieu dans les sociétés anciennes et actuelles, et leurs transformations déterminées par l'évolution de l'élevage. Elle réunit ainsi des éléments de comparaison, de réflexion et des informations utiles à ceux qui s'intéressent à l'histoire et à l'avenir de l'élevage des animaux domestiques.

Les thèmes suivants retiennent plus particulièrement l'attention :

- L'origine des animaux domestiques et l'évolution des races
- L'histoire de l'élevage
- L'évolution des techniques et du langage des éleveurs
- L'adaptation des pratiques d'élevage aux conditions socio-économiques
- La conservation du patrimoine génétique animal
- La place et la représentation des animaux dans les sociétés anciennes et actuelles

organise

des colloques et journées d'étude.

publie dans sa revue semestrielle « Ethnozootecnie » et sa Lettre trimestrielle

- Les textes des communications présentées aux journées d'étude
- Des articles et mémoires sur des thèmes variés en lien avec son objet
- Des comptes rendus, notes et analyses

Voir nos instructions aux auteurs : http://ethnozootecnie.org/IMG/pdf/_cle0fcd21-246.pdf

Renseignements et adhésion :

Le Président :

Pr. Étienne VERRIER
AgroParisTech, UFR Génétique, Elevage et Reproduction
16 rue Claude Bernard
75231 Paris 05
Courriel : etienne.verrier@agroparistech.fr

La Secrétaire-trésorière :

Mariane MONOD
4 rue Pierre Brossolette
F92300 Levallois-Perret
Téléphone : 01 47 31 27 89
Courriel : marianemonod@gmail.com

Site Internet de la Société d'Ethnozootecnie : <http://www.ethnozootecnie.org>

Courriel : ethnozootecnie.sez@gmail.com

La cotisation annuelle de 35 euros (de base) ou 50 euros (de soutien) donne droit à deux numéros de la revue et quatre lettres d'information. Selon les possibilités, il arrive que des numéros supplémentaires soient édités.

(Tarif étudiant : 10 €, sur justificatif).

✂-----

BULLETTIN D'ADHÉSION

Nom et prénom :

Organisme :

Adresse :

Désire adhérer à la Société d'Ethnozootecnie

Souhaite recevoir la Lettre par courriel :

@

Date et signature :

Numéros disponibles de la revue ETHNOZOOTECHE

Pour les commandes d'exemplaires hors cotisation, s'adresser au secrétariat pour les tarifs et modalités d'expédition.

- 1975-1 Races domestiques en péril (1^{re} journée)
1975-2 Quelques aspects de la transhumance
n° 15 Le Yak (1976)
n° 16 Le Porc domestique (1976)
n° 18 L'Élevage en Grèce (1977)
n° 20 L'Ethnozooteche (1977)
n° 21 Les débuts de l'élevage du mouton (1977)
n° 22 Races domestiques en péril (2^e journée) (1978)
n° 24 Zones marginales et races rustiques (1979)
n° 25 Le chien (1980)
n° 26 Le petit élevage des animaux de ferme (1980)
n° 27 Le lapin (1^{re} journée) (1981)
n° 28 Les concours de bétail (1981)
n° 29 Le concept de race en zooteche (1982)
n° 30 Le cheval en agriculture (1982)
n° 31 Les animaux domestiques dans les parcs naturels et dans les zones difficiles (1982)
n° 32 L'évolution de l'élevage bovin (1983)
n° 33 Races domestiques en péril (3^e journée) (1983)
n° 34 La médecine vétérinaire populaire (1984)
n° 35 Foires et Marchés (1985)
n° 36 Les éleveurs de brebis laitières (1986)
n° 37 L'âne (1^{re} journée) (1986)
n° 38 Les femmes et l'élevage (1986)
n° 39 Les palmipèdes domestiques et Sauvages (1987)
n° 40 Le Chat (1987)
n° 41 La chèvre (1988)
n° 42 Etat sauvage, apprivoisement, état domestique (1989)
n° 43 Les chiens de troupeau (1989)
n° 44 VARIA n°1 (1989)
n° 45 La couleur du pelage des animaux domestiques (1990)
n° 46 Evolution des rapports hommes-animaux en milieu rural (1991)
n° 47 Milieux, société, et pratiques fromagères (1991)
n° 48 L'homme et la viande (1992)
n° 49 Le dindon (1992)
n° 50 VARIA n°2 (1992)
n° 51 Le logement des animaux domestiques (1993)
n° 52 Races domestiques en péril (4^e journée) (1993)
n° 53 La faune sauvage (1994)
n° 54 La zooteche et son enseignement (1994)
n° 55 La transhumance bovine (1995)
n° 56 L'âne (2^e journée) (1995)
n° 57 VARIA n°3 (1996)
n° 58 Le coq (1996)
n° 59 L'Élevage médiéval (1997)
n° 60 Les Bœufs au travail (1997)
n° 61 VARIA n°4 (1998)
n° 62 La Poule et l'œuf (1998)
n° 63 Prémices de la sélection animale en France (1999)
n° 64 Poneys (1999)
n° 65 VARIA n°5 (2)
Hors-Série n°1 L'habitat rural traditionnel en France (2)
n° 66 L'alimentation des animaux (2)
n° 67 L'élevage en agriculture biologique (2001)
Hors-Série n° 2 L'animal et l'éthique en élevage (2001)
n° 68 Élevage et enseignement de la zooteche (2001)
n° 69 VARIA n°6 (2002)
Hors-Série n° 3 Histoire des races bovines et ovines (2002)
n° 70 La chèvre, son rôle dans la société au XX^e siècle (2002)
n° 71 Animal domestique, domestication : points de vue (2003)
Hors-Série n° 4 Du lait pour Paris (2003)
n° 72 Le Mulet (2003)
n° 73 Animaux au secours du handicap (2003)
n° 74 VARIA n°7 (2004)
n° 75 Le Lapin (2^e journée) (2004)
Hors-Série n° 5 La vie et l'œuvre de F.-H. Gilbert (1757-1800) (2004)
n° 76 Races en péril : 30 ans de sauvegarde : bilan et perspectives (5^e journée) (2005)
n° 77 VARIA n°8 (2005)
n° 78 Le chien : domestication, raciation, utilisations dans l'histoire (2006)
Hors-Série n° 6 F. Spindler, Souvenirs ethnozootecniques (2006)
n° 79 Les bovins : de la domestication à l'élevage (2006)
Hors-Série n° 7 Josiane Ribstein, La transhumance bovine dans le massif vosgien et l'arc alpin (2006)
n° 80 Le gardiennage en élevage (2007)
n° 81 Les aides animalières : les animaux au service du handicap (2007)
n° 82 Histoire des courses et des compétitions équestres (2007)
n° 83 Appréciation et jugement morphologiques des animaux (2008)
n° 84 L'homme et l'animal : voix, sons, musique (2008)
n° 85 Histoire et évolution des races et des productions caprines (2008)
n° 86 Le lait de demain (2009)
n° 87 VARIA n°9 (2009)
n° 88 Un cheval pour vivre & VARIA n°10 (2010)
n° 89 Hommage à R. Laurans, mélanges d'EZ (2010)
n° 90 Poisson : un animal sauvage et domestique (2011)
n° 91 Le mouton, de la domestication à l'élevage (2011)
n° 92 Les Fèces animales (2012)
n° 93 Pratiques de fin de vie des animaux (2012)
n° 94 VARIA n°11 (2013)
n° 95 Intensification/extensification, bien-être animal (2013)
n° 96 De la plume et de ses usages (2014)
n° 97 Le veau de boucherie (2014)
n° 98 Les animaux dans la Grande guerre (2015)
n° 99 Le gras (2015)
n° 100 L'animal domestique dans la forêt (2016)
n° 101 Le cheval, de la domestication à l'élevage (2016)
n° 102 Louis Jean-Marie Daubenton, zootecnicien (2017)
n° 103 Races en péril devenir (6^e journée) (2017)
n° 104 Les chats du troisième millénaire (2018)
Hors-Série n° 8 G. LUTZ, Grandeurs des chasses du temps jadis (2018)
n° 105 Les régions caprines françaises (Tome 1) (2019)
n° 106 Les camélidés d'Afrique et d'Asie (2019)
n° 107 VARIA n°12 (2020)
n° 108 Les régions caprines françaises (Tome 2) (2021)
n° 109 La formation en génétique animale, l'organisation de la sélection, les races animales et la biodiversité (2021)