

## Une histoire de l'amélioration génétique des animaux domestiques

### 1. Les métamorphoses de la vache Frisonne Holstein

Par Jean-Claude Flamant, Mission d'Animation des Agrobiosciences

La trajectoire fulgurante de la vache Frisonne Holstein retracée par Valérie Péan<sup>1</sup> trouve son explication certes dans les évolutions économiques affectant au cours du 20<sup>ème</sup> siècle la production laitière dans les pays industrialisés. Mais elle est également liée à au développement de nouveaux concepts et de nouveaux outils pour l'amélioration génétique des races animales. Une histoire singulière à laquelle Jacques Poly et son équipe de recherche de l'INRA ont apporté un concours déterminant à partir des années 60 : j'en ai été le témoin proche. Je propose ici un zoom sur la période des années 60-70, un tournant majeur dont la race Frisonne Holstein a été la vedette, préparé à l'échelle internationale par l'émergence de la génétique quantitative. Avant de mettre l'accent sur des évolutions que la science n'avait pas imaginées.

#### La Loi sur l'élevage : « une loi d'exception »

Nous sommes en 1970... Les dispositions prévues par la Loi sur l'Élevage, votée par le Parlement en 1966 et signée le 28 décembre de cette même année par le Général de Gaulle à Colombey-les-deux-églises, sont maintenant en place<sup>2</sup>. Tout va pouvoir fonctionner comme Jacques Poly, son inspirateur, l'avait conçue, fruit d'un partenariat alors inédit de son équipe de recherche avec des praticiens de la sélection animale sur le terrain des éleveurs. « *Une loi d'exception* », c'est ainsi que la qualifie vingt ans après, en 1991, Jacques Pluvinage, directeur de l'Institut de l'Élevage Bovin<sup>3</sup>. Il ne s'agit pas moins que d'organiser sur l'ensemble du territoire national un dispositif unique d'amélioration génétique des performances des animaux d'élevage (ruminants et porcs) afin de faire rattraper son retard de productivité à la « ferme France » par rapport aux Etats-Unis et aux pays d'Europe du nord, Hollande et Danemark tout particulièrement. Le « gap » est mesuré : 3 000 litres de lait par vache en France, 5 000 aux Pays-Bas. Où comment une équipe de recherche va réussir à transformer en dispositions législatives et opérationnelles, ses conceptions de nature scientifique... Telle est la singularité et le caractère d'exception de cette loi.

Les conséquences sont positives pour l'équipe de Jacques Poly. Ses publications scientifiques lui ont donné une réputation internationale croissante et elle accueille bientôt des jeunes chercheurs venus de nombreux pays<sup>4</sup>. Mais ce n'est rien à côté du fait qu'une ligne du budget du Ministère de l'Agriculture est créée afin de rendre opérationnels ses idées et ses modèles théoriques. Le rêve ! C'est à Jouy-en-Josas, sous tutelle directe de l'équipe de Jacques Poly qu'est créé le Centre de Traitement de l'Information Génétique (CTIG), doté d'un ordinateur de grande capacité, où convergent chaque jour des informations collectées dans toute la France, d'abord sous forme de bacs de cartes perforées, puis de bandes magnétiques, suivant les évolutions technologiques de l'informatique : données du contrôle

<sup>1</sup> [http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id\\_article=3061](http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id_article=3061)

<sup>2</sup> Texte de la Loi sur l'élevage : [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/loa\\_fiche18\\_elevage\\_vdef.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/loa_fiche18_elevage_vdef.pdf)

<sup>3</sup> ([http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ecoru\\_0013-0559\\_1991\\_num\\_204\\_1\\_4215](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ecoru_0013-0559_1991_num_204_1_4215))

<sup>4</sup> Parmi lesquels Tom Sutherland, dont le destin fut d'être plus tard l'un des otages américains au Liban.

laitier mensuel en ferme sur près de deux millions de vaches, informations sur le contrôle de paternité, l'état civil de tous les veaux nés. Dans le même temps, les chercheurs sont devenus les experts de la « Commission Nationale d'Amélioration Génétique » auprès des services centraux du Ministère de l'Agriculture. Ils conçoivent l'architecture des programmes de sélection, proposent les moyens à mettre en œuvre et la définition des règles à suivre, contribuent à la reconnaissance administrative des races et à l'identification obligatoire des animaux. Et ce sont eux qui valident les calculs de lactations et d'index « génotypiques »<sup>5</sup>. Carton plein !

Pour les bovins laitiers et tout particulièrement la race Frisonne, un des chercheurs de l'équipe Poly s'impose, Marcel Poutous. A la fois comme concepteur et comme artisan, il ajuste le schéma de sélection des vaches Frisonnes à la situation concrète des élevages. Dans le contexte français de petites exploitations, le bilan économique repose certes sur la vente du lait qui constitue une garantie mensuelle de revenu, mais aussi sur la valorisation bouchère des animaux, d'une part des veaux destinés à l'engraissement, d'autre part des vaches de réforme. Car en France, la viande « de bœuf » est d'abord une viande de vache. Finalement, l'approvisionnement des marchés français en lait et en viande résulte de cet équilibre. C'est pourquoi, Marcel Poutous propose un parcours de sélection des taureaux dont l'horizon vise à conforter un type français de la race Frisonne d'origine hollandaise, la « Française Frisonne Pie Noire », avec un objectif d'augmentation de la production laitière des troupeaux pour être compétitif à l'échelle des pays de la Communauté Européenne, tout en préservant les aptitudes bouchères.

D'où trois étapes. Les candidats reproducteurs, d'abord choisis sur la base de la production laitière de leurs mères (étape 1 : « ascendance »), font l'objet d'un tri donnant de l'importance à leur conformation bouchère (étape 2 : contrôle individuel), c'est-à-dire à la valorisation « viande » de leurs descendants futurs, conjointement aux critères sanitaires et reproductifs éliminatoires. Suit ensuite la collecte régulière de doses de sperme avec lesquelles sont réalisées des inséminations « de testage » sur quelques centaines de vaches pour chacun. Vient l'attente du contrôle de la production laitière d'une centaine de leurs filles qui permet le choix final (étape 3 : choix sur descendance) : soit réforme en boucherie, soit taureau d'élite dont la semence est utilisée pour la multiplication. Au total, il se sera écoulé au moins six années voire plus, avant la décision finale

Ainsi se met en place un schéma collectif d'organisation de la sélection d'une race animale dont le patrimoine génétique est considéré comme étant d'intérêt commun, ce qui justifie les investissements publics qui lui sont affectés à tous les maillons de la chaîne. Les modèles prédictifs aboutissent à la conclusion que de tels dispositifs appliqués aux races laitières permettent un progrès génétique annuel par vache de l'ordre de 2%. Un taux proche de celui de la rémunération des dépôts des livrets de caisse d'épargne ! Cela peut apparaître faible mais ce n'est pas négligeable en intérêts capitalisés d'autant plus que cela concerne des populations de centaines de milliers de vaches. Marcel Poutous apprend aux décideurs publics que les crédits qu'ils consacrent à l'amélioration génétique constituent un excellent placement sur le long terme. Une publication magistrale avec Bertrand Vissac le démontre, saluée au niveau international<sup>6</sup>. Dans le contexte moderniste de la 5<sup>ème</sup> République de l'époque l'argument porte et fait référence dans d'autres pays.

---

<sup>5</sup> Index génotypiques : on désigne ainsi la valeur attribuée à chaque taureau de sa supériorité génétique susceptible d'être conférée à sa descendance.

<sup>6</sup> M. Poutous et B. Vissac (1962), Annales de Zootechnie, 11 (4), 233-256

Comment en est-on arrivé là ? Retour sur cette histoire en deux périodes.

## **Première période - De l'empirisme des éleveurs sélectionneurs aux modèles théoriques des chercheurs**

### Les difficultés de la génétique des animaux

Avant tout, il faut réaliser que l'objectif d'amélioration génétique des performances des animaux « de rente » se révèle beaucoup plus difficile à concrétiser que dans le cas des végétaux. Les travaux de Mendel au 19<sup>ème</sup> siècle, au début des années 1900, ont permis d'identifier les facteurs héréditaires, notamment des « gènes à effet visible » conditionnant divers caractères affectant la taille, la morphologie et la couleur des plantes et de leurs parties qui contribuent à l'alimentation humaine : grains, feuilles, racines selon les espèces. Leur amélioration a progressé d'autant plus facilement qu'il suffisait aux sélectionneurs de disposer de surfaces réduites pour mettre en comparaison les lignées d'une espèce, en identifier les plus intéressantes et réaliser aussi des combinaisons entre elles, puis d'en assurer la multiplication et la diffusion. Toute autre chose est le cas des vaches. Première contrainte, le nombre de descendants par individu est limité à quelques têtes au cours d'une vie contrairement à une plante qui peut générer en seulement une année plusieurs dizaines de graines. Deuxièmement, difficile de travailler sur une population qui est d'abord l'outil de production des éleveurs dont un éventuel sélectionneur ne peut réunir un effectif important, ce qui est possible pour les volailles. Et puis, troisièmement, d'un point de vue théorique, comment parvenir à améliorer génétiquement des caractères dits « quantitatifs », ceux qui se mesurent en volume ou en poids, tel que le niveau de production de lait par vache au cours d'une lactation par exemple ?

Même si les éleveurs anglais ont été les premiers, au 18<sup>ème</sup> siècle, à réaliser empiriquement la « fixation » de races animales combinant l'apparence des animaux avec des caractéristiques de production<sup>7</sup>, on n'en connaît pas alors les fondements scientifiques. Ce que l'on constate certes, avec par exemple le cas des moutons Mérinos importés d'Espagne, c'est que des animaux de différentes races réunis dans un même troupeau présentent des caractéristiques spécifiques qu'ils transmettent à leurs descendants. Et aussi qu'il est possible de réaliser des croisements dont les produits combinent les traits propres aux races parentales. Mais comment raisonner un programme d'amélioration génétique en « race pure » ?

### Une nouvelle discipline scientifique : la génétique quantitative

Confrontée à ces incertitudes, la recherche scientifique s'engage dans une voie inédite. On présume que des caractères tels que le niveau de production de lait par lactation ont une base héréditaire, c'est-à-dire qu'ils sont transmissibles à leur descendance, mais on ne peut identifier de façon simple les gènes qui les déterminent. Ce problème fait l'objet, à partir des années 30, de recherches dans le domaine que l'on nomme alors comme étant celui de la « génétique quantitative ». Les chercheurs américains en sont les fondateurs. On retient tout particulièrement le nom de Jay Lush<sup>8</sup> qui, à l'université de l'Iowa forme des thésards du

---

<sup>7</sup> Bakewell est l'éleveur britannique le plus symbolique de cette génération

<sup>8</sup> Lire tout particulièrement la mise au point remarquable de Louis Olivier dans une communication à l'Académie d'Agriculture de France :

[http://www.academie-agriculture.fr/mediatheque/Redaction/Notes\\_academiques/20090630Olivier.pdf](http://www.academie-agriculture.fr/mediatheque/Redaction/Notes_academiques/20090630Olivier.pdf)

monde entier venus s'initier à cette nouvelle discipline. Sa particularité réside dans la conception de modèles statistiques et mathématiques au service de la génétique animale. Cet assemblage original de compétences va être reproduit en France au sein de l'équipe constituée par Jacques Poly à partir du milieu des années 50.

Les chercheurs postulent que la production de lait est sous le contrôle de « systèmes polygéniques » : ils désignent ainsi un ensemble de gènes dont chacun contribuerait potentiellement à une quantité de lait. La chose remarquable dans cette démarche c'est que ces généticiens, paradoxalement, ne s'embarrassent pas de leur méconnaissance des gènes sous-jacents, ni même leur dénombrement. Pas la peine : ils élaborent des équations qui permettent d'expliquer la variabilité des niveaux de production des vaches comme dépendant à la fois de leur « stock » génétique et des conditions de leur alimentation et de leur état sanitaire, selon le principe simple de l'additivité des effets des gènes et des conditions d'élevage<sup>9</sup>. Ainsi la variabilité observée des niveaux de production individuels est due pour une part d'entre elle à l'hérédité des caractères, certains ayant une « héritabilité » plus élevée que d'autres, et donc plus faciles à sélectionner. La production de lait a une héritabilité moyenne, estimée à 0,30<sup>10</sup>. Mais, pratiquement, comment discerner parmi les vaches en production, celles qui vont conférer à leur descendance la productivité la plus élevée par rapport aux animaux des générations précédentes puisque la plus grande part de leur supériorité n'est pas héréditaire ? Et de plus, il faut porter un intérêt tout particulier à leurs fils, parmi lesquels quelques uns vont potentiellement générer plus de descendants qu'une vache : comment les choisir ? Et plus généralement, comment parvenir à réaliser les accouplements entre les meilleures vaches et les meilleurs taureaux afin d'accumuler les gènes additifs de la production laitière ? Se trouvent ainsi posées les questions majeures qui vont aiguïser l'imagination des chercheurs et les amener à concevoir une organisation raisonnée scientifiquement de la sélection laitière.

### Les Hollandais et les Danois innovent

Les Hollandais et les Danois ont joué un rôle pionnier dans ce domaine au début du 20<sup>ème</sup> siècle, en organisant l'enregistrement systématique des productions individuelles des vaches, par la mise en œuvre du Contrôle Laitier dans les troupeaux, de manière à disposer d'une information fiable et diffusable pouvant être utilisée par tous les éleveurs, par exemple à des fins de comparaison dans les concours d'animaux. La France suit cet exemple avec retard au lendemain de la première guerre mondiale en développant le Contrôle Laitier Beurrier<sup>11</sup> (on enregistre aussi la richesse du lait en matières grasses). Ce dispositif va cependant générer un postulat qui va se révéler faux : les éleveurs « inscrits » au contrôle laitier auraient de meilleurs reproducteurs que les autres et c'est chez eux qu'il faudrait aller chercher les génisses et les taureaux améliorateurs. En fait, ces éleveurs sont en nombre relativement réduits ; il s'agit d'une élite engagée dans une dynamique de progrès qui s'intéressent à tous les facteurs susceptibles d'améliorer la productivité de leurs troupeaux et plus généralement de leur exploitation, notamment par des régimes alimentaires rationnels et par le développement des cultures fourragères sur leur exploitation. Ils ont aussi tout intérêt à faire croire que c'est dans leurs troupeaux qu'il faut venir s'approvisionner pour disposer des meilleurs reproducteurs. Ils sont aussi les patrons des Livres Généalogiques mis en place à la

---

<sup>9</sup> Résumé par la formule : «  $P = G + E$  », où P est le Phénotype, c'est-à-dire la quantité mesurée ; G : le Génotype ; E : les conditions d'élevage (E comme « Environment » en anglais)

<sup>10</sup> Sur une échelle de 0 à 1

<sup>11</sup> après une première en 1906 dans le Pays de Cau

fin du 19<sup>ème</sup> siècle sur le modèle anglais et dont le critère majeur de sélection reste l'apparence des animaux en référence au « standard » de la race. Cela ne résout donc pas la question génétique.

Les Danois vont innover par la création de « stations de testage » au sein desquelles ils enregistrent la production de vaches filles de différents taureaux : le principe est de parvenir à identifier les différences de valeur génétique entre pères sur la base de la production moyenne d'un groupe de leurs filles en production dans une même station. Cependant, outre des biais de nature méthodologique, le nombre d'animaux concernés est insuffisant pour avoir des effets significatifs sur l'ensemble de la population d'une race. Un bénéfice appréciable cependant : les chercheurs vont disposer là d'une base sérieuse de données à confronter à leurs modèles statistiques. Ils en déduisent les conditions à réunir pour réaliser des actions de sélection performantes. Les publications de référence datent de ces années 50.

Au cours des années 40, est apparue une technique nouvelle de reproduction, l'insémination artificielle. Elle progresse dans les troupeaux français au cours des années 50 grâce à la création des centres d'insémination artificielle dans chaque département. Les conséquences vont être considérables pour la suite. Premier bénéfice essentiel : l'état sanitaire des taureaux, plus facilement maîtrisable que dans les conditions de monte naturelle. Mais surtout, les taureaux utilisés vont avoir chacun un plus grand nombre de descendants et ceci dans plusieurs troupeaux. Les modèles élaborés par les chercheurs permettent de définir les conditions à réunir pour assurer le « testage » des taureaux sur la base d'une estimation du niveau moyen de production de leurs filles par rapport au niveau des filles des autres taureaux. En quelque sorte, on va réaliser un premier test reposant sur un échantillon de leur descendance potentielle dans les conditions réelles des troupeaux fermiers. D'où l'appellation : « testage sur descendance ». Un progrès par rapport au dispositif danois. Reste qu'il faut disposer, pour calculer ces « index de valeur génétique », d'un contrôle laitier réalisé dans un grand nombre de troupeaux, impliquant plusieurs milliers d'animaux en lactations, et où les paternités des filles ont été également enregistrées. Ce principe du choix sur descendance va aboutir dans un deuxième temps à mettre en cause le privilège du noyau d'éleveurs qui, au sein de chaque race, fournissait les taureaux destinés à la monte naturelle et à l'insémination artificielle.

## **Deuxième période - Les chercheurs de l'INRA sur le terrain des éleveurs**

Au lendemain de la Libération, la France est nettement en retard sur ce qu'ont réalisé les éleveurs anglais, danois et hollandais, accompagnés par les travaux de leurs chercheurs. Les niveaux moyens de production par vache sont plus faibles. Rares sont alors les grandes « fermes » spécialisées dans la production de lait. Il s'agit pour leur grande majorité de petites exploitations de polyculture élevage disposant au plus d'une dizaine de vaches. A la fin des années 60, la très grande majorité des exploitations laitières (86,1 %) ont encore moins de quinze vaches<sup>12</sup>.

En 1946, le gouvernement a créé l'INRA, Institut National de la Recherche Agronomique, en tant qu'établissement public autonome sous tutelle du Ministère de l'Agriculture. Le nouvel organisme mobilise les forces déjà existantes en France en matière de recherches sur les productions végétales, notamment avec la création du Centre de Versailles (Centre national de la Recherche Agronomique, CNRA). Mais un autre objectif lui

---

<sup>12</sup> Jean Boichard (1972). Le lait et les problèmes de l'élevage laitier en France  
[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca\\_0035-113x\\_1972\\_num\\_47\\_2\\_1603](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca_0035-113x_1972_num_47_2_1603)

est assigné, accompagner la modernisation des productions animales, lait et viande, avec pour fer de lance, la création du CNRZ (Centre National de la Recherche Zootechnique) à Jouy-en-Josas, dès 1948. Il s'agit de constituer en région parisienne une pépinière de chercheurs de haut niveau disposant non seulement d'équipements performants mais aussi de troupeaux expérimentaux, ce qui est alors totalement nouveau. Un objectif atypique et volontariste dans le contexte universitaire de l'époque où les modèles animaux qui font référence sont alors le rat et la drosophile et ne donnent pas de place aux vaches et aux brebis. Pourtant, quelque chose est en train de s'initier qui va effectivement bouleverser les performances de la « ferme France » et dont la vache Frisonne constitue un traceur très significatif.

Les chercheurs français nouvellement recrutés ont évidemment étudié les travaux de leurs collègues nordiques et américains qui viennent d'être publiés et qui laissent entrevoir des possibilités réelles de « progrès génétique » selon de nouvelles bases scientifiques. Ils entreprennent de vérifier les hypothèses d'organisation du testage des taureaux sur leur descendance dans des conditions réelles, avec deux « bancs d'essai » sur le terrain des éleveurs laitiers, d'une part dans le département du Jura où domine la race Montbéliarde pour la fabrication du fromage de Comté (Paul Auriol), d'autre part dans l'Yonne, autour du centre d'insémination artificielle de Charmoy avec un cheptel de race Frisonne (Marcel Poutous)<sup>13</sup>. Marcel Poutous s'appuie sur la référence « terrain » constituée par le centre d'insémination artificielle de Charmoy, dans l'Yonne. Son directeur, G. Chevaldonné, s'est engagé dans la recherche d'une solution alors atypique pour raisonner le renouvellement de ses taureaux d'insémination sur la base des performances de leur descendance et non sur la réputation des éleveurs qui contrôlent alors les Livres Généalogiques.

Jacques Poly a eu une forte intuition qu'il est parvenu à imposer avec l'énergie qui était la sienne : la clé réside dans les nouveaux outils de traitement de l'information de masse constitués par les ordinateurs. Il obtient l'autorisation d'acquérir un IBM 1620 sur lequel il va calculer les premiers index issus des données du centre de Charmoy. Ainsi, les ingrédients favorables, scientifiques et techniques, sont réunis au cours des années 60 pour concrétiser les modèles théoriques élaborés depuis une vingtaine d'années : gestion et traitement automatisé de l'information recueillie sur de gros effectifs contrôlés, algorithmes spécifiques de calculs pour l'estimée de la valeur des index des taureaux sur leur descendance, grande capacité de diffusion de la semence des meilleurs taureaux grâce à l'insémination artificielle bovine. Jacques Poly réussit à faire effectuer un saut de ces conceptions dans le domaine de la décision politique. D'où la « loi d'exception » de 1966.

### **Événement non programmé, l'arrivée des vaches canadiennes**

Au moment même de la mise en œuvre effective de la Loi sur l'élevage, débarque en Europe la génétique nord américaine. Or, cette génétique a un autre visage que celui des schémas français et européens. Elle arrive d'abord du Canada. Une première unité pionnière, installée en Isère à partir de 1965 par un éleveur en rupture des schémas habituels, Edouard Rebotton<sup>14</sup>, provoque un choc, non seulement par son ambition de créer des unités de production de grande taille – 100, 200, 300 têtes, ce qui apparaît alors impensable - mais aussi par l'allure des animaux importés qui donnent l'impression de « tréteaux » conçus seulement

---

<sup>13</sup> Deux autres terrains vont être privilégiés : le Centre d'insémination artificiel de Soual (Tarn) pour les bovins viande (Bertrand Vissac) et les brebis de race Lacaune du Rayon de Roquefort (Jacques Poly lui-même)

<sup>14</sup> Lire le témoignage sur l'introduction des premières Holstein canadiennes en France  
[http://www.web-agri.fr/ulf/data/Holstein/20\\_ans\\_Bouliou\\_PLM\\_153.PDF](http://www.web-agri.fr/ulf/data/Holstein/20_ans_Bouliou_PLM_153.PDF)

pour porter d'énormes mamelles. Un « matériel animal » adapté à la traite mécanique indispensable pour la conduite de grands troupeaux, au mépris de toute considération pour la conformation bouchère des carcasses, encore moins pour le standard de la race. On se moque de la forme des taches noires de la robe, un critère qui fait alors les délices des membres des commissions de jugement des reproducteurs de la race<sup>15</sup>. Les sélectionneurs nord-américains ont poussé à l'extrême les modèles d'optimisation de la sélection des populations en mettant l'accent sur un caractère unique, la quantité de lait par lactation, là où les Français cherchent à concilier le lait et la viande. Ce type de vache laitière convient bien aux unités de production spécialisées qui portent la filière laitière en Amérique du nord. Bientôt la nouvelle nommée « Holstein » va déferler sur le monde de la production laitière et balayer la « Française Frisonne Pie Noire » ainsi d'ailleurs que les autres souches de vaches Frisonnes en Europe. Cette expansion est facilitée par la généralisation de la congélation du sperme, bientôt suivie par la congélation des embryons, et donc leur commerce, plus facile que celui des génisses.

La réaction française ? Fallait-il mettre un « cordon sanitaire » pour se protéger de ces étrangers ? Après bien des réticences et pour certains éleveurs progressistes des retards incompréhensibles, l'option fut prise d'intégrer les nouveaux venus dans le parcours obligatoire des candidats reproducteurs. De fait, il fallut se rendre à l'évidence : en tenant compte de l'ascendance laitière puis des résultats de leur index sur descendance, les taureaux d'origine nord-américaine s'imposaient le plus souvent parmi les taureaux soumis au testage. Voilà l'origine de la modification importante du type des vaches laitières Frisonnes élevées en France signalée par Valérie Péan, sanctionnée plus tard par l'adoption d'un nouveau nom, la Prim'Holstein.

### **Une internationale des taureaux, Interbull**

La facilité de circulation des paillettes de sperme congelé va poser un nouveau problème au cours des années 80 : les estimées au sein de chaque pays pour les reproducteurs testés sont-elles calculées sur les mêmes bases méthodologiques, et donnent-elles toutes assurances pour que le commerce international de la génétique laitière se déroule en toute loyauté ? Sur la base de cette question, apparaît le besoin d'un dispositif d'étalonnage à l'échelle mondiale. D'où en 1983, la création d'« Interbull », l'internationale des taureaux, à laquelle contribuent les acteurs du dispositif français issu de la Loi sur l'Élevage. Une première solution consiste à se référer aux écarts entre les valeurs des index calculés pour un même taureau dans ses différents pays d'utilisation. En France, les principales unités de sélection de la Prim'Holstein adoptent un dispositif d'échange de semence de taureaux dits « de connexion ». Au stade suivant d'élaboration de la coordination, la communauté scientifique internationale décide de constituer une équipe chargée d'élaborer l'outillage - modèles et programmes informatiques - nécessaires à la production unifiée des index à l'échelle mondiale. Le site est choisi : ce sera à l'Université de Uppsala, en Suède, un pays où certains scientifiques privilégient volontiers les logiques de classement : Linné, les Prix Nobel en sont des expressions<sup>16</sup>. Donc, les index MACE<sup>17</sup>, calculés à partir de 1994, vont permettre d'évaluer les taureaux laitiers du monde entier.

---

<sup>15</sup> Sans oublier qu'au sein de la race Normande le jeu était encore plus stimulant, faisant intervenir les équilibres entre trois couleurs (rouge, blanc, bringé) et la forme des « lunettes » : c'était le vote au sein des membres du Herd Book qui déterminait ce que devait être les « bons » reproducteurs.

<sup>16</sup> « Retour de Suède, un pays exotique. Journal d'Uppsala (3 au 8 juin 2005) » par Jean-Claude Flamant  
[http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id\\_article=1446](http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id_article=1446)

<sup>17</sup> MACE : Multitrait Across Country Evaluation

Au sein de la communauté Interbull, un autre sujet de préoccupation : la réduction de la diversité des origines des reproducteurs. Comment parvenir à limiter la prépondérance de certaines lignées de taureaux dont les descendants finissent par représenter une proportion non négligeable des gènes au sein de la population ? Dans une société qui a évolué d'une logique de gestion collective du patrimoine génétique, symbolisée par la Loi sur l'Élevage, à une logique reposant sur la libre circulation des produits de cette génétique, comment se prémunir contre les conséquences dommageables d'une réduction de la diversité génétique au sein d'une même race, susceptible de limiter les possibilités futures de progrès génétique ? Les unités de sélection, désormais en nombre réduit à l'échelle d'une race telle que la Holstein<sup>18</sup> vont répondre en adoptant des principes d'échanges de lignées, de manière à ne pas toujours travailler dans les mêmes familles de reproducteurs, d'abord entre les unités de sélection d'un même pays, tel qu'en France, puis à l'échelle internationale où l'on distingue désormais des consortiums identifiés à des groupes de pays proches. Cette logique de coopération scientifique s'inscrit dans une logique de mondialisation de la génétique des bovins laitiers explique Jean-Claude Mocquot, directeur de l'amélioration génétique à l'Institut de l'Élevage<sup>19</sup>.

D'autres soucis se font jour. En effet, la focalisation mise sur la quantité de lait produite par vache et l'obtention de niveaux de production par lactation qui étaient impensables au cours des années 60 trouvent leurs limites en induisant une diminution de la teneur en matière grasse mais, plus préoccupant, en matière azotée ce qui rend parfois le lait impropre à la fabrication fromagère. Surgissent également des problèmes de reproduction et une diminution de la longévité, c'est-à-dire du nombre de lactations réalisées par vache. Des atouts cependant qu'il ne faut pas négliger : d'une part, la maîtrise organisationnelle des programmes de sélection a progressé et est devenu « une ressource humaine », d'autre part l'implication permanente des chercheurs leur a permis de perfectionner les modèles d'estimation des index grâce à l'exploitation de l'immense base de données dont ils disposent notamment en France avec le CTIG et ses ordinateurs. La puissance de calcul des machines progresse continuellement et fait exploser les limites pour traiter des masses de données de plus en plus vastes et complexes. Première évolution, celle qui permet d'intégrer dans l'estimée de la valeur génétique d'un reproducteur, l'ensemble des informations dont on dispose sur ses ascendants et ses collatéraux : les équations permettant d'obtenir le « BLUP »<sup>20</sup> d'un animal avaient été mises au point depuis les années 50 mais les outils de calcul étaient jusqu'alors insuffisants pour les traiter : trop faible capacité de mémoire et de vitesse de calcul. Deuxième évolution, la prise en compte progressive d'autres critères que la seule quantité de lait : combinaison des quantités de lait avec les taux de matière grasse et de matière azotée, indicateurs d'efficacité reproductive, comptages cellulaires en rapport avec l'état sanitaire de la mamelle, longévité des animaux, conformation et morphologie, etc. Même si certains caractères sont parfois faiblement « héréditaires », la masse des données traitées et l'étendue des populations contrôlées permettent d'aller dans le sens d'un rééquilibrage par rapport à la seule prise en compte de la quantité de lait et de tenter d'en pallier les conséquences négatives. D'où la production d'un « Index Synthétique de Sélection optimisé ». Les éleveurs ont également à leur disposition à partir de 1989 un « Index

---

<sup>18</sup> Le problème est le même pour les quelques autres races laitières d'extension mondiale qui font l'objet des attentions d'Interbull : Ayrshire, Brown Swiss, Guernesey, Jersey, Simmental (Montbéliarde en France)

<sup>19</sup> [http://www.academie-agriculture.fr/mediatheque/seances/2004/20040609communication2\\_integral.pdf](http://www.academie-agriculture.fr/mediatheque/seances/2004/20040609communication2_integral.pdf)

<sup>20</sup> Production d'un estimateur de « maximum de vraisemblance » de l'ensemble des valeurs génétiques des animaux d'une population, le « *Best linear unbiased predictor* » (BLUP).

Economique Laitier » (INEL) répond au souci d'optimisation de la marge économique des troupeaux dans le contexte des quotas laitiers. Sur ces sujets, lire la note synthétique de Jacques Bougler<sup>21</sup> (Séance Académie d'Agriculture du 9 juin 2004).

N'hésitons pas à le dire : la génétique quantitative a atteint le sommet de son art en France et à l'échelle mondiale grâce à son couplage avec des outils de calcul informatique les plus perfectionnés. Elle semble pouvoir donner des réponses efficaces à toutes les questions qui se posent à l'amélioration génétique des races laitières<sup>22</sup>.

### **Les « angles morts » de l'amélioration génétique**

Derrière la logique innovante d'organisation de l'amélioration génétique de la production du lait de vache, peut-être n'avait-on pas perçu que l'objectif qui visait à permettre aux élevages laitiers français de disposer d'un matériel animal plus performant avait pour corollaire une poussée irrésistible en direction de la spécialisation des exploitations, et pour conséquence l'augmentation de leur taille. Un volet budgétaire de la Loi sur l'Élevage aurait dû attirer beaucoup plus l'attention : il comportait des aides financières pour la modernisation des bâtiments d'élevage en vue de conduire dans de meilleures conditions le cheptel, et exploiter par la traite mécanique des unités de production de plus grande taille. Cet objectif de modernisation accompagnait les aides prévues par la Loi d'Orientation Agricole de 1960 pour faciliter le départ des agriculteurs les plus âgés et les moins productifs, au profit de l'installation des plus jeunes, un enjeu important dans le cadre de la Politique Agricole Commune et de la mise en œuvre des préconisations du Rapport Mansholt en 1970, se poursuivant au début des années 80 par l'adoption des quotas laitiers pour faire face à la progression considérable du « fleuve de lait ».

Autre « angle mort », les conséquences de niveaux de production élevée sur le régime alimentaire des troupeaux. On a fabriqué des « machines » plus performantes dont les exigences nutritionnelles ne peuvent plus être assurées par un régime à base d'herbe et de céréales complémentaires, au-delà de 5 à 6 000 litres de lait. Un système d'alimentation des troupeaux va s'imposer, à base d'ensilage de maïs et de tourteaux de soja, au détriment des systèmes de polyculture élevage d'origine ou des systèmes d'« agriculture durable », à base de légumineuses, notamment de trèfle blanc, chers à André Pochon<sup>23</sup>. Parmi les sources complémentaires d'aliments protéiques, outre le soja importé, figurent les farines animales issues des abattoirs. Le choc constitué par l'apparition des « vaches folles » (syndrome de l'ESB : encéphalopathie spongiforme bovine) et de cas de maladies de Kreutzfeld Jacob atypiques chez l'homme liés à la consommation de viande d'animaux malades, jette la suspicion sur les modèles intensifs de production qui lui sont associés. Cependant, dix ans après la mise en œuvre d'un programme rigoureux de dépistage et d'éradication, l'ESB n'est plus qu'un souvenir. Les élevages de bovins laitiers hyperproductifs dans des unités de production de grande taille et mécanisées sont toujours là. Les plus performants d'entre eux s'appêtent aujourd'hui à relever le défi européen de la suppression des quotas laitiers en augmentant le nombre de leurs vaches et leur niveau de production, tout comme leurs concurrents allemands, hollandais et danois.

---

<sup>21</sup> <http://www.academie-agriculture.fr/mediatheque/seances/2004/20040609resume1.pdf>

<sup>22</sup> Y compris les chèvres (races Saanen et Alpine Chamoisée) et les brebis (races Lacaune et Manech)

<sup>23</sup> Lire le témoignage d'André Pochon : [http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id\\_article=1009](http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id_article=1009)

Le dispositif innovant et scientifique de la Loi sur l'élevage se révèle, avec le recul, avoir été un vecteur performant de progression des gènes nord-américains, accompagnant la progression de la spécialisation laitière, dans des unités de productions de plus en plus grandes. Certes, les gènes nord-américains auraient envahi l'Europe même sans Loi sur l'élevage. Mais il faut remarquer que grâce à l'effort exemplaire d'amélioration génétique, des taureaux issus du système français surpassent aujourd'hui les américains dans le classement mondial géré par l'Université d'Uppsala. Quant à la progression des performances moyennes du cheptel France, elle est certes dû à la combinatoire de la génétique et de meilleures conditions d'élevage, mais largement aussi à la disparition progressive des petites exploitations de polyculture élevage. De fait, aujourd'hui, le critère qui s'impose pour caractériser les troupeaux laitiers n'est plus le nombre de têtes, mais est de nature économique : le volume annuel de lait produit.

Ce n'est pas fini... Une nouvelle étape se prépare depuis le début des années 90 dans les laboratoires de recherche, pour déboucher à la fin des années 2000 dans les unités de sélection et chez les éleveurs : la production d'index « génomiques ». Le vieux rêve génétique est toujours là : identifier les gènes qui se cachent derrière le concept de systèmes polygéniques de la génétique quantitative. Une autre histoire !