

Durant les 20-25 dernières années, les progrès en biologie moléculaire notamment les études concernant le matériel génétique grâce au développement de la technique de polymérisation en chaîne (PCR) ont grandement contribué au développement de la génétique moléculaire dont les informations s'intègrent de plus en plus aujourd'hui dans les schémas de sélection animale.

J'invite Robert Renaville à illustrer quelques contributions de la biologie moléculaire au progrès de l'élevage ainsi que les perspectives en la matière.

Contribution de la biologie moléculaire au progrès de l'élevage

Renaville R.¹, Georges M.¹, Smal C.¹, Gengler N.², Parmentier I.³, Portetelle D.¹

¹ Unité de Biologie animale et microbienne, Faculté universitaire des Sciences agronomiques,
Passage des Déportés, 2, 5030 Gembloux

² Unité de Zootechnie, Faculté universitaire des Sciences agronomiques,
Passage des Déportés, 2, 5030 Gembloux

³ Progenus s.a.,
Avenue Maréchal Juin, 13, 5030 Gembloux.

Au cours du dernier siècle, les progrès de la science notamment ceux enregistrés en biologie moléculaire ont été considérables. En effet, la découverte de l'ADN et de l'ARN et le développement de la technique de polymérisation en chaîne (PCR) permettant d'obtenir de grandes quantités d'ADN ont profondément marqué les sciences animales. Parmi le foisonnement d'idées faisant suite à ces découvertes, trois domaines retiendront plus particulièrement notre attention à savoir, l'identification génétique, la sélection par marqueurs génétiques, et la détection virale.

1. L'identification génétique des animaux : un outil indispensable en sélection

En sélection animale, l'identification des individus est indispensable à l'établissement d'arbre généalogique fiable. En effet, identifier c'est décrire pour reconnaître en toute occasion. Pour l'éleveur, identifier son animal permet :

- de disposer d'une carte de propriété,
- de le reconnaître en cas de vol,
- de certifier ses origines lorsqu'elles sont connues,
- de pouvoir l'inscrire à un livre généalogique ce qui peut apporter une valeur commerciale supplémentaire,
- de certifier son identité lors de tout contrôle,
- de participer à certaines activités officielles d'élevage,
- de pouvoir bénéficier de certaines mesures sanitaires le cas échéant.

Dans le secteur de l'élevage et de la sélection en particulier, le système SANITEL doit être complété par un contrôle de l'ascendance qui jusqu'il y a peu était réalisé exclusivement par l'analyse des groupes sanguins. Toutefois, comme il a été démontré pour la plupart des animaux domestiques, y compris pour les bovins, l'analyse des groupes sanguins par réaction d'anticorps est une méthode insuffisante pour le contrôle de l'ascendance. Un pourcentage relativement élevé de fausse paternité échappe au contrôle de filiation pour la technique des groupes sanguins.

Grâce aux progrès enregistrés en biologie moléculaire, il est possible maintenant par l'analyse de l'ADN de résoudre les problèmes d'ascendance les plus complexes et de présenter un coefficient de sécurité nettement supérieur à celui de l'analyse des groupes sanguins dans diverses espèces comme le bovin, le cheval, le porc, le mouton ou encore le chien, le cerf, le chevreuil, ..

1.1. Réalisation d'une identité génétique

Dans le génome de tout individu, il existe des séquences répétées de bases (C, T, A ou G) de longueur variable (par exemple : (CACA ...)₂₁ ou (CACA ...)₂₅). Ces séquences répétées sont appelées microsatellites et se transmettent en groupes inséparables de génération en génération.

Un individu reçoit la moitié de ses allèles de son père et l'autre moitié de sa mère (comme pour les gènes). Dès lors, si les lois de la génétique mendélienne sont respectées, chaque individu quelle que soit l'espèce, doit avoir reçu la moitié des microsatellites de son père et l'autre de sa mère. En conséquence, le contrôle de l'ascendance consiste donc à confronter le profil de microsatellites d'un individu à celui de ses parents. (fig. 1)

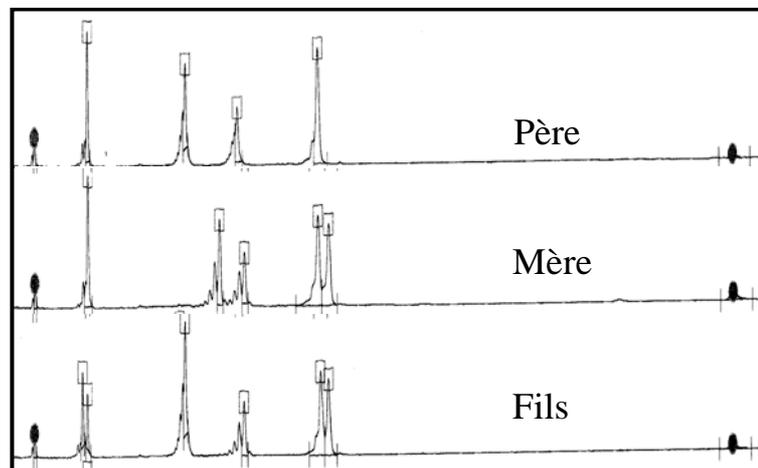


Figure 1. Exemple de contrôle de l'ascendance d'un individu

L'efficacité du test pour établir la parenté entre deux individus dépend du nombre de microsatellites utilisés. Par exemple, chez le bovin, avec 9 microsatellites (reconnus par l'ISAG, International Society of Animal Genetic), le degré de confiance pour que deux individus soient parents est très élevé (probabilité d'exclusion de plus de 99.9 %) ; si un doute subsiste, il suffit d'augmenter le nombre de microsatellites recherchés. Par cette

méthode des microsatellites, les résultats obtenus sont clairs et fiables en procurant un niveau de sécurité élevé en ce qui concerne le contrôle d'ascendance.

1.2. Nature des échantillons soumis à l'analyse

L'ADN est l'élément biologique indispensable pour réaliser une identité génétique. Présent dans toutes cellules nucléées, l'ADN peut-être extrait du sang, des follicules pileux, de la salive ou de tissus (muscle, organe, peau, sperme, ...).

1.3. Autres applications de l'identification génétique

Si le contrôle de l'ascendance constitue l'objectif premier de l'identification génétique, celle-ci peut trouver d'autres applications susceptibles d'améliorer l'image de l'élevage, de restaurer la confiance du consommateur et de valoriser les productions agricoles wallonnes dans le contexte international de plus en plus concurrentiel.

Quelques exemples d'application :

- ***réidentification d'un animal ayant perdu ses boucles SANITEL.*** Lorsque pour diverses raisons, un animal vient à perdre ces boucles, on peut lui réattribuer une identité (cela évite l'obligation de tuer l'animal) par la technique des empreintes génétiques ;
- ***identification d'animaux volés.*** L'actualité récente a clairement démontré que le vol des animaux est un phénomène auquel tout éleveur peut un jour être confronté. Dans ce contexte, comment peut-il certifier son droit de propriété lorsque l'animal est retrouvé surtout si la boucle Sanitel a été détruite ou remplacée. L'identification génétique peut venir au secours de ce dernier soit en comparant l'identité de l'animal retrouvé avec l'échantillon biologique que l'éleveur aura eu la prudence de déposer dans une banque d'échantillons type pilothèque soit en comparant l'identité de l'animal avec des animaux supposés apparentés. Dans les deux cas, l'éleveur pourra démontrer sa bonne foi et confondre les voleurs.
- ***garantir les produits de la ferme*** à l'assiette (voir également article de P. Dardenne et col).

Pour restaurer la confiance du consommateur, la traçabilité classique (traçabilité administrative) ne suffit plus. Retrouver la bête à partir du steak c'est l'objectif de l'identification génétique. Ainsi, le distributeur irlandais Superquin a « boosté »(augmenté ?) ses ventes de bœuf de plus de 10 % grâce à ce système.

2. Utilisation des gènes marqueurs : une aide à la sélection

En sélection laitière bovine, l'introduction de la technique de l'insémination artificielle et l'élaboration de méthodes d'indexation (BLUP, ...) ont permis d'accroître la production laitière moyenne par animal de plus de 3.000 kg de lait depuis 1960. Toutefois, les systèmes actuels de sélection présentent certaines limites, dont notamment le fait que l'identification des animaux supérieurs se fait tardivement et est très coûteuse (après la première lactation des descendants dans le cas des producteurs de lait) et que la sélection avant le premier vêlage des femelles est très difficile. Dès lors, nombre de responsables de

la sélection de part le monde s'inquiètent de plus en plus d'être devant un mur et de ne plus savoir comment orienter la sélection.

Avec les progrès enregistrés en génétique moléculaire depuis une vingtaine d'années dans l'étude de l'ADN, il est maintenant toutefois possible de visualiser rapidement certains traits du patrimoine génétique des animaux appelés « *marqueurs moléculaires* » ou « *marqueurs génétiques* ». Des efforts substantiels sont dès lors développés à différents niveaux pour mettre en évidence des variations génétiques (ou polymorphismes) pouvant rendre compte d'une production améliorée ou de la fréquence d'une maladie au sein d'une population.

Des variations génétiques résultant de mutations naturelles au niveau de l'ADN de l'animal peuvent être mises en évidence par la technique PCR. La simplicité et la rapidité de cette méthode en a fait une des techniques de choix pour étudier des marqueurs génétiques au sein de la population.

Incorporée dans les schémas actuels de sélection, les informations moléculaires contribuent à améliorer les informations sur les géniteurs tant mâles que femelles et constituent un outil d'aide à la décision pour les sélectionneurs.

2.1. Marqueurs génétiques et production laitière

A ce jour, plusieurs variations génétiques ont été rapportées pour les gènes codant pour les protéines du lait. On a démontré par exemple, au niveau du gène de la kappa-caséine, le rôle positif et significatif du variant appelé B sur les aptitudes fromagères du lait (augmentation de la production de fromage, réduction du temps de coagulation, amélioration de la fermeté du caillé et meilleure stabilité à la chaleur).

Les recherches menées par notre groupe ont ainsi montré que les variations génétiques observées au niveau du gène Pit-1 (allèle A = allèle favorable), gène hypophysaire directement impliqué dans le contrôle de la synthèse de GH(importance de la lactation), du gène de la prolactine (impliqué dans l'induction de la lactation) et du TSH-B (impliqué dans le contrôle du métabolisme, pouvaient être significativement associées à des différences au niveau de la production laitière. Par ailleurs, lorsque cet allèle A de Pit-1 est associé à l'allèle favorable (allèle B) du gène de la kappa-caséine, un effet additif lié à la présence des allèles favorables de ces deux gènes est observés tant sur le volume de lait que sur l'aptitude fromagère.

Il a également été rapporté récemment l'effet d'une mutation au niveau du gène du récepteur de l'hormone de croissance qui selon la mutation, l'animal produit un grand volume de lait mais avec moins de matière utile et inversement. De même, une mutation au niveau du gène DGTA1 serait associée à un taux de matière grasse élevé.

2.2. Marqueurs génétiques et production de viande bovine

Parce que les informations phénotypiques sur les poids à l'abattage, sur le rendement carcasse, sur la composition la viande, ... sont encore difficilement obtenable, il existe actuellement peu de marqueurs décrits en production de viande. Chez le bovin, un groupe australien commercialise depuis peu deux marqueurs ,l'un associé à la tendreté de la viande et l'autre au gras intarmusculaire. Essentiellement validés sur des races anglo-saxonnes (Angus, Hereford, ...), ces deux marqueurs sont actuellement en testage sur des races européennes. Le facteur mh associé au caractère culard est un marqueur de productivité de viande.

Chez le porc, la sensibilité au stress (marqueur HAL 1842) ainsi que le facteur RN (rendement napole) sont directement associés au pH, à la rétention d'eau et à l'aptitude technologique des viandes. On a également décrit récemment un effet d'une mutation au niveau du gène codant pour l'IGF-2 et le potentiel de croissance de l'animal.

2.3. Autres marqueurs génétiques

La recherche de marqueurs génétiques ne se limitent pas uniquement à identifier des facteurs de productions. En effet, afin de favoriser la durabilité des productions, les chercheurs essaient d'identifier des marqueurs associés à la santé (facteur du stress chez le porc, facteur lié au veau électrique, facteur de l'immunodéficience sévère chez le cheval, ...) ou à la reproduction (gène Bolla chez le mouton, ...). Malheureusement et plus encore que pour les marqueurs liés à la production de viande, les informations en provenance du terrain et indispensable pour établir l'association génétique entre le paramètre physiologique et le gène sont peu nombreuses. Sachant que les facteurs liés à la santé et à la reproduction représentent plus de 50% des causes de réforme des animaux, une attention toute particulière devrait être attribuée à la collecte des informations de terrain.

3. ARN messenger et la détection virale

Les maladies virales (BVD, IBR, ...) grèvent l'économie des exploitations agricoles. Encore actuellement, la plupart de ces maladies sont détectables par la technique ELISA. Cette méthode, bien que bon marché, présente plusieurs limites qui n'en font plus dans de nombreux cas une méthode de choix. Par exemple, dans le cas de la détection du virus BVD, le test ELISA peut être supplanté avantageusement par des méthodes de PCR en temps réel qui permettent d'identifier les animaux IPI, les animaux virémiques transitoires, les veaux sous immunité maternelle ou les animaux vaccinés. Très sensible, ce test permet également de détecter un animal positif à partir d'un échantillon de lait récolté dans un tank renfermant la production de plus de 100 vaches.

D'autres tests sont en cours de validation et seront proposés prochainement.

4. Conclusions

Avec le développement de la biologie moléculaire, les techniques liées à l'étude de l'ADN et de l'ARN offrent des perspectives nouvelles de développement pour l'élevage. Dans le domaine de la sélection, le décodage de l'ADN des espèces domestiques et la mise en évidence de plus en plus fréquente de marqueurs génétiques associés à une production, une fonction physiologique ou à une maladie va probablement contribuer à améliorer la qualité des produits animaux (de nombreux laboratoires étudient par exemple, les gènes responsables de mécanisme de dépôt adipeux). Toutefois, il ne faut pas oublier que la génétique ne représente qu'un tiers des effets phénotypiques observés, le reste résulte du savoir faire du fermier. En effet, pour obtenir une expression optimale des gènes recherchés, il doit veiller au développement harmonieux de l'animal en respectant sa physiologie, les règles d'alimentation et de bien-être.