

La Génétique de la couleur chez le mouton d'Ouessant

Diane Falck
lieudiere@yahoo.com

Résumé

Menacé de disparition à la fin du 20e siècle, le mouton d'Ouessant, petite race ovine primitive, fut sauvé dans les années 70. Cet article examine le défi de conserver les ressources génétiques rares qui se retrouvent chez le mouton d'Ouessant, surtout celles qui gèrent la couleur de la toison. Une vue d'ensemble de la génétique de la couleur chez le mouton d'Ouessant est suivie par une présentation des deux nouveaux allèles au locus Agouti qui se trouvent dans cette ancienne race française.

Introduction

Située à 20 kilomètres au large des côtes françaises dans la Mer d'Iroise, l'île d'Ouessant est la patrie d'origine du mouton d'Ouessant, considéré comme le plus petit mouton du monde.

(Fig. 1)

Une ancienne population celtique habitait l'île d'Ouessant et selon des études archéologiques récentes, une population ovine existait également sur l'île depuis au Premier Âge du Fer. (Péron 1985 ; Le Bihan and Meniel 2002)

Généralement, on estime que le mouton d'Ouessant fait partie de la première vague de migration ovine en Europe. Il n'est donc pas surprenant que le mouton d'Ouessant soit considéré comme la plus primitive des races ovines françaises. (Bouglher et al. 1988; Benadjouad and Lauvergne 1991)

Pendant des siècles, le mouton d'Ouessant a été élevé sans apports extérieurs sur l'île. Traditionnellement, ces moutons ont fait partie intégrante de la vie autarcique de l'île, fournissant de la viande et de la laine dans cette économie fermée. Une des particularités de l'élevage de moutons sur l'île d'Ouessant est l'ancien système de vaine pâture qui existe encore de nos jours. À partir de la fin septembre et jusqu'au début février, les moutons sont libres d'errer et brouter l'herbe de l'île. En février, ils sont rassemblés et chaque famille reprend ses animaux. De février à septembre, les moutons sont attachés par deux pour brouter l'herbe des petites parcelles qui appartiennent à la famille.

Mouton Nordique à queue courte

Le mouton d'Ouessant est un petit ovin primitif qui n'a pas été amélioré. Membre des races Nordique à queue courte, le mouton d'Ouessant est un cousin lointain des races Shetland et Islandaise. (Ryder 1968) Les brebis mesurent au maximum 46cm au garrot, avec une taille « idéale » entre 40 et 44cm. Les béliers mesurent au maximum 49cm au garrot, avec une taille « idéale » entre 42 et 46cm. À l'âge adulte les brebis et les béliers pèsent à peu près 12 et 16 KG respectivement. Les béliers sont cornus et les brebis sont mottes. Les brebis ne font qu'un agneau chaque année : la naissance de jumeaux reste très rare. (Fig. 2)

Le mouton d'Ouessant, ovin primitif, est pourvu d'une double toison qui s'avère assez fine : le diamètre moyen de la toison est de 25 microns, avec un mode de 18 microns. En moyenne, la toison pèse 750 g. (Falck 2014)

Le Problème de la couleur

À la fin du 19e siècle il y avait plus de 6.000 moutons sur l'île d'Ouessant. Pourtant, les efforts de modernisation et le

développement économique au commencement du 20e siècle ont mis en péril l'avenir de cette petite race ovine primitive. (Péron 1985)

Juste avant la Grande Guerre il y a eu une tendance à croiser le petit mouton d'Ouessant de type traditionnel avec les grandes races du continent qui étaient plus productives. Par conséquent, il n'y a plus de moutons d'Ouessant de type traditionnel sur l'île qui lui a donné son nom.

Heureusement, à la fin du 19e siècle et au commencement du 20e siècle, quelques châtelains continentaux se sont procurés des moutons d'Ouessant de type traditionnel de l'île d'origine pour pâturer les terres autour de leurs domaines. En fin de compte, cet événement, qui peut nous paraître assez anodin, a assuré la survie de la race.

Plus de 60 ans plus tard, le mouton d'Ouessant, menacé de disparition, a été sauvé quand Paul Abbé a retrouvé quelques petits troupeaux qui ont été conservés sur le continent français. Actuellement, le cheptel français de moutons d'Ouessant puise ses origines dans les



Fig. 1 : Jeune fille et deux agneaux Ouessant. Noter que l'agneau blanc dans cette photographie exhibe du pigment phéomélanique. Carte postale, circa 1906. Dans la collection de l'auteur.



Fig. 2 : Un homme qui tient 2 moutons d'Ouessant, circa 1906.
George Toudouze, Petits Moutons d'Ouessant, *La Revue Mame*, N° 620 (19 août 1906) : 745. Article dans la collection de l'auteur.

troupeaux retrouvés par Abbé. En 1976, le GEMO (*Groupement des éleveurs de moutons d'Ouessant*) a été créé par Paul Abbé pour sauvegarder et promouvoir ce petit mouton français. (Tronson 1990)

Dans les premières années du GEMO, seuls les moutons de couleur noire ou de couleur blanche ont été reconnus par les éleveurs. Il faut noter qu'Abbé avait conseillé aux éleveurs de ne pas accoupler les noirs et les blancs ensemble parce que ce genre d'accouplement peut produire des agneaux pie. Par conséquent, même aujourd'hui, il y a beaucoup d'éleveurs qui suivent cette recommandation et n'accouplent pas les noirs et les blancs ensemble.

Pourtant, sur le plan de la sauvegarde du patrimoine génétique des couleurs chez le mouton d'Ouessant, la recommandation d'Abbé portait en germe des conséquences potentiellement désastreuses. En fait, à la longue, quand on n'accouple les blancs qu'avec les blancs, on finit par perdre à jamais l'ensemble d'allèles récessifs au locus *Agouti* qui peut se cacher au sein d'un troupeau de moutons hétérozygotes pour l'allèle *white/tan* au locus *Agouti*.

Il est tout à fait possible qu'il y avait, et sans doute qu'il reste encore, au moins 2 ou 3 allèles intermédiaires au locus *Agouti* chez le mouton d'Ouessant qui sont restés non exprimés chez des moutons hétérozygotes *white/tan*.

Cette possibilité a été confirmée dans un rapport écrit par le professeur J. J. Lauvergne en 1976 sur la coloration de la toison chez le mouton d'Ouessant, où il écrit :

Les éleveurs distinguent deux types : le noir et le blanc. [...] En fait, il existe probablement aussi une variation colorée qui semble très originale : larmier blanc et zone grise sur les flancs dès la naissance et peut-être une autre qui s'apparenterait à une forme de gris. [...] Il n'est pas impossible que d'autres variantes colorés [sic] existent mais échappent aux éleveurs, car ils [sic] sont trop complexes pour être nommés [sic] simplement et sont aussi assez rares. Une visite systématique dans les élevages de France continentale s'imposerait donc.

Malheureusement, la visite systématique des élevages préconisée par Lauvergne n'a jamais été faite.

L'objectif premier du GEMO était la sauvegarde et la conservation de la race. Pourtant, à bien des égards le défi d'identifier les divers motifs ovins au locus *Agouti* a pris une place secondaire face à la préoccupation d'augmenter l'effectif. Il faut admettre que l'importance donnée à cette augmentation du nombre d'animaux et à la sélection d'animaux de petite taille durant les premières années du GEMO n'est pas surprenante quand on considère que l'on ne recensait que 412 brebis et 142 béliers de cette race en 1978. (Abbé 1978 ; 1980)

Simultanément, il y avait la crainte bien réelle d'introduire des modifications du patrimoine génétique par croisement avec d'autres races en introduisant de nouvelles couleurs et de compromettre ainsi l'objectif principal d'une politique de conservation. En conséquence, il y a eu au sein de l'association une tendance à ne considérer que les moutons noirs ou blancs comme les seuls animaux de pure race Ouessant. (Langlais 2014)

Suite à la naissance de deux agneaux Ouessant de couleur atypique dans un des troupeaux français fondateurs, le problème de la couleur chez le mouton d'Ouessant est en passe d'être reconsidéré.

Les 5 loci principaux qui gèrent la couleur chez le mouton d'Ouessant

L'expression de la couleur de la toison chez la race Ouessantine est gérée par des gènes qui se trouvent aux cinq loci principaux, dont quatre sont reconnus à titre officiel. Le cinquième locus est actuellement posé comme hypothèse. Avant de considérer les divers allèles qui se trouvent au locus *Agouti* chez le mouton d'Ouessant, nous allons commencer avec un résumé des quatre autres loci qui jouent un rôle dans la détermination de la couleur de la toison dans cette ancienne race ovine française.

Extension

Malgré le fait que la grande majorité des moutons d'Ouessant sont noirs, nous n'avons aucun élément solide pour étayer la présence originale de l'allèle *dominant black* au locus *Extension* (E^D). La ségrégation des accouplements noir x noir et noir x blanc indique que le mouton d'Ouessant est homozygote pour l'allèle *wild* au locus *Extension* (E^+E^+). Alors nous pouvons affirmer que le noir chez le mouton d'Ouessant est récessif et dû à l'expression de l'allèle *nonagouti* au locus *Agouti*. Pourtant, il s'avère que depuis 40 ans, 2 ou 3 cas de naissance d'un agneau blanc issu d'accouplements noir x noir ont été rapportés. (Langlais 2014) Normalement, cette situation indiquerait la présence de l'allèle *dominant black* au locus *Extension*. Ces rares cas insolites d'agneaux blancs nécessitent une étude plus approfondie pour vérifier la validité de ces rapports.

Brown

Les deux allèles qui se trouvent au locus *Brown* déterminent la couleur de base d'un mouton. L'allèle *wild* (B^+) qui produit un pigment noir est dominant sur l'allèle *brown* (B^b) qui produit un pigment brun quand ce dernier est homozygote. Quand le standard pour le mouton d'Ouessant a été établi en 1981, les moutons noirs et les moutons bruns ont été tous les deux admis à titre officiel au standard de la race.

La grande majorité des moutons d'Ouessant sont noirs et semblent être homozygotes pour l'allèle *wild* au locus *Brown* (B^+B^+). L'allèle *brown* au locus *Brown* est très répandu dans le groupe de moutons nordique à queue courte, même s'il demeure assez rare chez le mouton d'Ouessant. Bien que les moutons d'Ouessant de couleur brune aient été admis au standard de la race, il n'est pas certain qu'ils appartiennent à la souche bretonne originale : à ce jour, il semble que les moutons d'Ouessant bruns répertoriés actuellement soient dans l'ensemble issus d'une souche étrangère.



Fig. 3 : Six agneaux Ouessant, dont cinq sont pourvus d'une étoile blanche sur la tête. Noter que trois des six agneaux sont noirs, les autres sont *white/tan*. Photos : Dominique Morzynski (DM) et Hervé Vaillant (HV).

Fading

Il y a de plus en plus de preuves qu'il existe un locus qui modifie l'expression de la couleur de base de la toison qui est contrôlé par les allèles au locus *Brown*. Falck, Morzynski, et Vaillant (2014) proposent l'existence d'un tel locus chez le mouton d'Ouessant et suggèrent l'existence éventuelle de deux allèles différents au locus *Fading*. L'allèle *wild* (F^+) est dominant et laisse exprimer pleinement la couleur de base de la toison. L'allèle *faded* (F^f) est récessif et quand il est homozygote, il produit une décoloration progressive de la couleur de base : petit à petit la toison commence à pousser dans un ton de plus en plus clair. Une toison noire devient grise et une toison brun foncé devient beige-miel. Dans la mesure où l'expression de cette paire de gènes influe sur la couleur de base de la toison, il peut modifier la couleur de base de l'ensemble des allèles au locus *Agouti*. Pour une discussion plus détaillée de cet éventuel locus, se référer à l'étude citée ci-dessus. (Falck et al. 2014)

Spotting

Chez le mouton d'Ouessant, les panachures blanches se limitent à une étoile ou à une tache de poils blancs sur la tête qui s'efface généralement dans les 12 mois qui suivent la naissance. (**Fig. 3**) Cette étoile restreinte est récessif au plan génétique et se trouve dans certaines lignées de moutons d'Ouessant. Actuellement, on considère que l'étoile blanche est un allèle récessif au locus *Spotting*, mais il faudrait une étude plus approfondie pour vérifier cette hypothèse.

Les allèles au locus *Agouti*

Jusqu'à ces derniers temps, il était généralement admis qu'il n'y avait que deux allèles différents au locus *Agouti* chez le mouton d'Ouessant : l'allèle *white/tan* et l'allèle *nonagouti*. Suite à la naissance de deux agneaux de couleur atypique dans le troupeau d'Hervé Vaillant en 2010 et en 2011, un groupe de quatre éleveurs s'est constitué pour étudier la question de la couleur de la toison chez le mouton d'Ouessant. Depuis 2011, nous avons eu le privilège de travailler sous la direction de M. Roger Lundie. Avant de présenter les deux nouveaux allèles retrouvés récemment chez le mouton d'Ouessant, nous allons considérer les allèles *nonagouti* et *white/tan*.

nonagouti

L'allèle *nonagouti* est le plus récessif des allèles au locus *Agouti*. Chez le mouton d'Ouessant, il est celui qui permet l'existence de moutons noirs ou bruns selon les allèles présents au locus *Brown*.

Il se dit très souvent que le mouton d'Ouessant noir est bien plus noir que les autres races ovines de couleur noire. Il est vrai que le mouton d'Ouessant peut produire une toison d'une noirceur exceptionnelle. C'est aussi vrai qu'il est très difficile de décrire avec précision la couleur d'une toison. Pour mieux communiquer la couleur de la laine de façon objective, nous avons utilisé le *Munsell Soil-Color Charts* comme référence. Nous avons constaté que même le plus noir des noirs dans le *Munsell Soil-Color Charts* semble gris par rapport à la laine Ouessant noire. Il semblerait que la grande intensité de la laine Ouessant noire soit due à la saturation extrême de la couleur. Il se peut que des gènes modificateurs au sein de la race Ouessantine engendrent une production accrue du pigment noir (eumélanine) dans la fibre. Est-il possible qu'une production de mélanosomes provoque une densité accrue de granules de couleur dans la fibre ? Et est-ce que ce phénomène peut être dû à l'action de modificateurs ? Dans l'avenir, il faudra étudier davantage ces questions.

Même si un mouton d'Ouessant noir est bien noir, nous pouvons identifier quatre phénotypes différents de mouton noir dans ce groupe, dont l'ensemble est homozygote pour l'allèle *nonagouti* au locus *Agouti* et homozygote pour l'allèle *wild* au locus *Brown*. Les quatre phénotypes comprennent un noir avec les pointes de la toison qui se décolorent sous les rayons du soleil, un noir très intense qui ne se décolore pas sous les rayons du soleil, un noir intense qui développe une canitie, et un noir qui se décolore sous les rayons du soleil et développe une canitie. (**Fig. 4**) Nous considérons qu'une combinaison de



Fig. 4 : Quatre moutons d'Ouessant noirs. ($A^+A^+B^+B^+$) De gauche à droite. Premier rang : un noir très intense qui ne se décolore pas sous les rayons du soleil ; un noir avec les pointes de la toison qui se décolorent sous les rayons du soleil. Deuxième rang : un noir très intense qui développe une canitie ; un noir qui se décolore sous les rayons du soleil et développe une canitie. Photos : Diane Falck (DF), Dominique Morzynski (DM), et Thomas Szabo (TS).



Fig. 5 : Trois photos de moutons d'Ouessant bruns. ($A^aA^bB^bB^b$) Noter les différents tons de brun.
Photos : Diane Falck (DF) et Dominique Morzynski (DM).

modificateurs et/ou allèles qui se trouvent à d'autres loci sont responsables pour ces divers phénotypes. Selon nos observations, il semblerait que le premier type, le noir avec les pointes de la toison décolorées par les rayons du soleil, est dominant, ou peut être à dominance incomplète, au noir intense qui ne se décolore pas. La canitie semble être récessive au noir intense qui ne se décolore pas et au noir qui se décolore aux rayons du soleil.

Même si nous considérons que c'est le même allèle qui contrôle l'expression de la canitie dans ces deux phénotypes, il faut noter qu'il existe de notables différences dans l'expression de la canitie. Chez les moutons d'une couleur noire intense, il y a une canitie précoce qui se déclenche entre 12 et 24 mois et qui s'étend davantage chaque année. Par contre chez les moutons noirs qui se décolorent au rayons du soleil, la canitie se déclenche assez tardivement, vers 5 à 6 ans. Ce sujet nécessite davantage de recherches dans l'avenir.

Dans la mesure où les moutons d'Ouessant de couleur brune sont assez rares, il s'avère plus difficile à ce stade de faire trop de généralisations concernant ce phénotype. Ceci dit, nous avons constaté dans nos propres troupeaux que la couleur d'un mouton d'Ouessant brun peut varier considérablement, avec des coloris allant d'un brun assez soutenu jusqu'à un beige-miel. (**Fig. 5**) On considère que cette variation de couleur est le résultat, au moins en partie, de l'action de l'allèle proposé de *fading*. (Falck et al. 2014) Il semblerait aussi que le pigment brun est plus variable que le pigment noir chez le mouton d'Ouessant.

Finalement, il semblerait que le mouton d'Ouessant brun peut exprimer au moins deux des quatre phénotypes trouvés chez le mouton d'Ouessant noir. L'ensemble des moutons d'Ouessant bruns que nous avons observés a une toison qui se décolore sous les rayons du soleil, dont une petite minorité développe une canitie tardive. Jusqu'à présent nous n'avons pas vu de mouton d'Ouessant d'un brun intense qui ne se décolore pas.

white/tan

L'allèle *white/tan* est le plus dominant de la série des allèles au locus *Agouti* et chez le mouton d'Ouessant il produit des moutons blancs. Pourtant, les agneaux Ouessant blancs peuvent être pourvus d'un bronzage plus ou moins important à la naissance dû à l'action de la phéomélanine. Chez le mouton d'Ouessant cette pigmentation se décline sous une importante variété de coloris : d'une blancheur immaculée à un bronzage quasiment complet, en passant par plusieurs combinaisons de blanc et bronzé entre ces deux extrêmes. La laine d'un mouton bronzé devient progressivement plus blanche alors que la phéomélanine s'estompe dans les premiers mois après la naissance. Pourtant, souvent les pattes et la face retiennent une certaine quantité du pigment phéomélanique. (**Fig. 6**)

Pendant des siècles il y a eu un effort concerté dans de

nombreuses races ovines pour produire des moutons d'une blancheur immaculée, sans aucune trace de bronzage ou au moins la plus réduite possible. En conséquence, la grande majorité des races ovines dites « modernes » et « améliorées » n'exhibe que rarement le bronzage phéomélanique. Par contre la variabilité de l'expression du bronzage chez le mouton d'Ouessant, race ovine primitive et non améliorée, nous offre la possibilité d'étudier un mouton qui n'a jamais subi de sélection systématique pour la blancheur de la toison.

Afin d'analyser les diverses expressions de bronzage chez le mouton d'Ouessant *white/tan* et de les définir avec précision, il faut considérer les trois aspects phénotypiques de l'expression du bronzage chez l'ovine. D'abord, il faut prendre en compte la couleur ou la teinte réelle de la phéomélanine. Bien que le roux-renard soit relativement courant chez le mouton d'Ouessant, il n'est pas la seule couleur de bronzage que nous pouvons retrouver : ce n'est pas rare de retrouver des coloris qui vont d'un gris perle à un brun noirâtre et d'un crème beurre à un orange vif. (**Fig. 7**)

En plus des divers coloris du bronzage, nous pouvons retrouver des tons ou intensités variables de chaque couleur phéomélanique. Par exemple, les deux agneaux à l'extrême droite de la figure 7 sont tous les deux issus du même bélier. Nous pourrions considérer qu'ils ont la même couleur, malgré le fait que l'un est plus foncé de plusieurs tons que l'autre.

Finalement, l'extension de la phéomélanine sur le corps d'un agneau *white/tan* peut varier considérablement : de l'absence totale à l'extension complète du pigment phéomélanique sur l'ensemble du corps.

Dans une monographie publiée en 1969, le professeur J. J.



Fig. 6 : Un bélier Ouessant blanc qui exhibe des traces de bronzage à la face, aux pattes et autour du cou. Le géniteur de l'agneau le plus foncé de la figure 7, ce bélier était aussi foncé que sa progéniture à la naissance.
Photo : Diane Falck (DF).



Fig. 7 : Cinq agneaux *white/tan* qui exhibent les diverses couleurs ou teintes du pigment phéomélanique trouvés chez le mouton d'Ouessant.
Photos : Diane Falck (DF), Dominique Morzynski (DM), et Hervé Vaillant (HV).

Lauvergne se penche sur la variabilité de l'expression du bronzage (phéomélanine) chez les agneaux blancs. Bien que le titre de son article souligne l'intérêt que Lauvergne avait dans l'hérédité de la blancheur chez l'ovine, son article traite plus précisément du phénomène de l'expression du bronzage chez les moutons *white/tan*. Dans son étude, Lauvergne montre les résultats des croisements réalisés entre deux races ovines *white/tan* : la Solognote, race ovine blanche qui naît avec un bronzage très foncé sur l'ensemble du corps ; et le Berrichon, race ovine blanche qui naît sans aucune trace de phéomélanine. La variation de l'expression du bronzage chez la génération F1 s'avère assez étonnante. Pour pouvoir documenter et décrire ces naissances de façon très précise, Lauvergne a élaboré un échelle à 8 gradations. (Voir Lundie 2014, Fig. 39a) Il faut noter que l'*Echelle de panachure* que Lauvergne propose représente fidèlement la variabilité de l'expression du bronzage chez les agneaux Ouessant *white/tan*. Par exemple, dans la figure 8 nous pouvons voir 8 agneaux Ouessant qui illustrent bien l'*Echelle de panachure* de Lauvergne.

Il y a eu pas mal de recherches faites pour définir les mécanismes génétiques responsables pour l'expression du bronzage chez les moutons blancs. (Adalsteinsson et al. 1980) À l'heure actuelle, les chercheurs considèrent qu'il existe chez certaines races ovines deux voies génétiques principales qui sont responsables pour la production de moutons blancs dépourvus de bronzage. Nous allons regarder chacune de ces deux voies génétiques puis considérer de quelles façons nous pouvons les appliquer au mouton d'Ouessant.

En 1970 Adalsteinsson a constaté que chez le mouton Islandais 24,4% des moutons blancs hétérozygotes sont complètement, ou presque complètement, bronzés à la naissance. En même temps, seulement 1,4% des moutons blancs homozygotes a du bronzage à la naissance. Adalsteinsson en déduit que le fait d'être homozygote pour l'allèle *white/tan* s'avère un élément important pour supprimer la phéomélanine de la robe de naissance. Il est ainsi montré que cette voie génétique élimine la phéomélanine chez le mouton Islandais. Pourtant, il ne semble pas agir de la même façon chez le mouton d'Ouessant car beaucoup de moutons d'Ouessant blancs qui sont nés complètement bronzés sont avérés être homozygotes pour l'allèle *white/tan*. Alors, au moins chez le mouton d'Ouessant, ce mécanisme ne semble pas jouer un rôle déterminant dans la suppression du bronzage chez un mouton blanc. Également, il faut noter que les races ovines Portland, Solognote, et Tunis sont probablement homozygotes pour l'allèle *white/tan*, néanmoins, l'ensemble de ces races exhibe un bronzage intense à la naissance.

Actuellement beaucoup de chercheurs considèrent que l'allèle

spotted au locus *Spotting* est responsable pour empêcher l'expression du bronzage chez les moutons blancs. Dans une étude publiée en 1969 sur l'expression de phéomélanine chez les agneaux blancs (voir ci-dessus), Lauvergne fait remarquer à juste titre que les résultats des back-cross de la génération F1 avec les deux races parentales indiquent qu'un gène unique détermine l'extension du bronzage chez les agneaux blancs. (Lauvergne 1969, 223) Ensuite, Lauvergne propose que le gène responsable pour la suppression du bronzage est effectivement l'allèle *spotted* au locus *Spotting*. Avec l'intervention de divers gènes modificateurs, les agneaux homozygotes pour l'allèle *spotted* sont blancs et les agneaux hétérozygotes pour l'allèle *spotted* montrent une extension variable du bronzage. Plusieurs années plus tard, dans sa monographie sur la génétique de la couleur chez trois races ovines françaises (Lauvergne 1975), Lauvergne conclut de nouveau que la suppression de la phéomélanine chez les moutons blancs est dû à l'allèle *spotted* au locus *Spotting*.

Il semblerait que Adalsteinsson a repris la thèse de Lauvergne. En 1979, en écrivant au sujet de la génétique de la couleur chez les moutons Islandais, Adalsteinsson confirme que l'allèle *spotted* au locus *Spotting* joue un rôle clé dans la suppression du bronzage chez les moutons Islandais blancs. Dans son analyse de ce sujet en 1979, Adalsteinsson note qu'il « semblerait que les races ovines rouges, (c'est à dire complètement phéomélanique à la naissance) ne sont pas porteurs de l'allèle *spotted*. » (Adalsteinsson 1979, 21) Certes, ni le Portland, ni la Solognote ou le Tunis ne sont porteurs du gène *spotted*. Pourtant, il semblerait que le mouton d'Ouessant fait une exception à la règle. Comme nous avons vu dans la figure 3, les agneaux Ouessant nés complètement bronzés sont assez souvent pourvus d'une étoile blanche sur la tête. Ceci étant, il semble peu probable que l'allèle *spotted* au locus *Spotting* puisse déterminer l'expression de phéomélanine chez le mouton d'Ouessant.

Chez le mouton d'Ouessant, le bronzage (phéomélanine) n'est éliminé ni par l'allèle *spotted*, ni par le fait qu'un mouton blanc soit homozygote pour l'allèle *white/tan*. Ceci dit, il serait peut-être utile de reconsidérer l'étude de Lauvergne (1969) où il note que les résultats des accouplements indiquent qu'un seul gène détermine l'extension de la phéomélanine chez les agneaux blancs.

Lundie (2014) a postulé l'existence d'un gène *brocket* susceptible d'éliminer le pigment phéomélanique chez les agneaux blancs : les agneaux homozygotes pour l'allèle *brocket* seraient blancs ou presque blancs ; les agneaux hétérozygotes avec *wild* pour l'allèle *brocket* seraient pourvus d'une expression variable de phéomélanine ; et les moutons



Fig. 8 : Huit agneaux Ouessant *white/tan* qui illustrent bien l'*Echelle de panachure* de Lauvergne. (1969)
Photos: Steve Coffin (SC), Dianne Gray (DG), Dominique Morzynski (DM), and Hervé Vaillant (HV).

homozygotes pour l'allèle *wild* seraient pourvus d'un bronzage plus important. Quand on prend en compte les données de Lauvergne (1969) qui indiquent qu'un seul gène gère l'extension du bronzage sur le corps d'un agneau blanc, et le fait que l'allèle *spotted* ne semble pas suffisamment expliquer la suppression du bronzage chez les moutons blancs, au moins pas pour la race Ouessantine, la thèse de Lundie semble prometteuse et mérite d'être sérieusement prise en considération.

Parallèlement, après avoir réexaminé les données brutes de Lauvergne (1969), Lundie (2014) suggère que les diverses expressions du bronzage documentées dans cette étude sont éventuellement dues à deux nouveaux allèles postulés au locus *Agouti*. Cette hypothèse mérite non seulement considération mais une vérification expérimentale.

Actuellement, l'existence de plusieurs allèles du type « *bronzé et/ou blanc* » chez le mouton d'Ouessant nous semble peu probable. Etant donné les résultats des accouplements avec les moutons qui ont semble-t-il le phénotype que Lundie a baptisé *dark tan*, il nous semble que l'expression de la phéomélanine est gérée à un autre locus que celui d'*Agouti*. Par exemple, l'année dernière un bélier Ouessant *rusty midsides/nonagouti* ($A^m A^a$) a été accouplé avec 10 brebis Ouessant noires ($A^a A^a$). Cinq agneaux noirs ($A^a A^a$) et cinq agneaux *rusty midsides/nonagouti* ($A^m A^a$) en sont issus. Trois des cinq agneaux *rusty midsides* ont affiché de la phéomélanine rouge foncé très éclatante ; les deux autres agneaux ont affiché de la phéomélanine de couleur peu intense, allant d'un bronzage très clair au blanc. À l'extrême droite de la figure 11 nous voyons un agneau *rusty midsides* qui exhibe de la phéomélanine rouge foncé ; sur la gauche il y a deux agneaux qui sont pourvus de phéomélanine plutôt neutre. L'ensemble de ces *agneaux rusty midsides* est issu du même bélier, qui avait un bronzage plutôt moyen à la naissance. Il faut noter que l'ensemble des mères des agneaux nés pourvus de la phéomélanine rouge éclatante, est issu d'une lignée de moutons d'Ouessant qui produit des agneaux rouge foncé à la naissance. Autrement dit, il semblerait que la phéomélanine rouge éclatante est héritée de la mère qui est noire ($A^a A^a$), ce qui implique que l'expression de la phéomélanine n'est pas déterminée au locus *Agouti*.

Cette observation semble vérifier les conclusions de Malher et

Denis (1989). Dans cette étude, des brebis Vendéennes, de race ovine blanche du type « Down », ont été couvertes par un bélier Solognote noir ($A^a A^a$). Les agneaux issus de ces accouplements étaient rouges à la naissance. Les deux ensembles d'agneaux issus des accouplements Solognote rouge x Vendéen et Solognote noir x Vendéen étaient identiques, ce qui indiquerait que la transmission de la phéomélanine rouge est contrôlée à un locus différent d'*Agouti*. Ensuite, Malher et Denis concluent en postulant que cette caractéristique est gérée au locus *Extension*.

Comme cette brève discussion le montre, l'allèle *white/tan* au locus *Agouti* est bien plus complexe qu'on aurait pu imaginer. Néanmoins, il est bien possible que le mouton d'Ouessant, petit ovin primitif et non amélioré, puisse nous aider à mieux comprendre les complexités de l'expression de la phéomélanine chez les moutons blancs. Jusque-là, déchiffrer et comprendre les mécanismes exacts qui contrôlent l'expression du bronzage chez les moutons blancs restent un challenge pour les chercheurs.

rusty midsides

Le 19 février 2011, un agneau de couleur atypique est né dans le troupeau de moutons d'Ouessant d'Hervé Vaillant. Issu d'une brebis *white/tan* et d'un bélier *white/tan*, ce petit agneau Ouessant « noir » se présentait à la naissance avec des taches symétriques de phéomélanine. Notamment, il y avait une zone de couleur « gris rouille » au mi-flanc et sur les côtés et l'avant des pattes antérieures (voir la figure 9, photo avec *). Dans les semaines qui ont suivi la naissance les larmiers blancs ont été remarqués.

En août 2011 nous avons sollicité l'aide de M. Roger Lundie pour identifier cet agneau de couleur atypique. Bien que cet agneau ait des larmiers, ses marques bronzées ne semblaient pas correspondre à aucun des allèles connus du type *blue* au locus *Agouti*. M. Lundie a confirmé nos soupçons : il a suggéré qu'il s'agissait d'un nouvel allèle au locus *Agouti* et qu'il nous fallait trouver un nom approprié pour ce nouveau motif ovin. En consultation avec Roger Lundie, nous avons baptisé ce nouvel allèle *rusty midsides* (A^m). Il faut noter que le motif phéomélanique de cet agneau évoque le motif



Fig. 9 : Huit agneaux Ouessant *rusty midsides/nonagouti* ($A^{m}A^{a}$). La photographie marquée par un * montre le géniteur des autres agneaux.
Photos : Diane Falck (DF) and Hervé Vaillant (HV).

« très original » que M. Lauvergne a décrit dans son rapport écrit en 1979 sur la coloration chez le mouton d'Ouessant. Etant donné que le génotype de la mère était connu, nous avons supposé que cet agneau est *rusty midsides* hétérozygote avec *nonagouti*, ce qui a pu être vérifié plus tard suite aux accouplements avec des brebis noires ($A^{a}A^{a}$) (**Fig. 10**)

En automne 2011, 3 brebis noires ($A^{a}A^{a}$) ont été couvertes par ce jeune bélier Ouessant *rusty midsides*. Ensuite, en automne 2012, il a fécondé 15 brebis noires. L'ensemble de ces accouplements était $A^{m}A^{a} \times A^{a}A^{a}$. Seize agneaux sont nés de ces accouplements, dont une paire de jumeaux, une occurrence rare chez le mouton d'Ouessant. Trois brebis n'ont pas fait d'agneau. Les résultats de ces accouplements font preuve d'une ségrégation normale : 50% (n=8) d'agneaux étaient noirs ($A^{a}A^{a}$) et 50% (n=8) étaient *rusty midsides* hétérozygotes avec *nonagouti* ($A^{m}A^{a}$). À peine plus de 16% (n=3) des brebis n'ont pas agnelé : les trois brebis en question avaient toutes moins d'un an, ce qui explique ce chiffre.

Avant de faire une description détaillée de ce nouvel allèle au locus *Agouti*, j'aimerais faire quelques observations et commentaires concernant l'expression de l'allèle *rusty midsides* chez le mouton d'Ouessant. Dans la figure 9, nous pouvons voir 8 agneaux Ouessant *rusty midsides*. La photo marquée par un * est celle du géniteur des autres agneaux. L'ensemble de ces agneaux est *rusty midsides* hétérozygotes avec *nonagouti* ($A^{m}A^{a}$). C'est à dire, ces agneaux ont tous le même génotype au locus *Agouti*. Pourtant, les 8 agneaux montrés dans la figure 9 exhibent une expression très variée de ce motif ovin. Par exemple, l'agneau dans le premier rang à gauche exhibe une expression très discrète de l'allèle *rusty midsides* : à la naissance il n'y avait que 40 à 50 poils blancs sur les flancs avec très peu de marques phéomélaniques sur les pattes antérieures ; il n'y avait que quelques poils blancs autour des oreilles ; quant aux larmiers, également constitués de quelques poils blancs, ils ne se voyaient quasiment pas. Par contre, les agneaux au deuxième rang exhibent une expression plus prononcée de l'allèle *rusty midsides* où le motif s'avère plus « concentré » et développé. D'autre part, les zones d'expression phéomélanique chez ces agneaux sont rouge éclatant.

Bien que nous soyons à un stade préliminaire de la recherche, il semblerait que la variation d'expression chez les agneaux *rusty midsides* est due aux divers gènes modificateurs qui existent au sein de la race Ouessantine. Il faut noter que les agneaux qui exhibent une expression très marquée du motif *rusty midsides* sont issus de la même lignée de moutons d'Ouessant. Cette lignée particulière produit des moutons d'Ouessant d'un noir très intense qui exhibent une quantité étonnante de pigmentation : la laine, la peau, la mamelle, la langue, et les muqueuses sont d'un noir profond. En plus, les agneaux *white/tan* issus de cette lignée sont pourvus d'une pigmentation phéomélanique rouge-renard éclatant. (Voir les exemples dans la figure 7b, 7d, et 7e). Par contre, les agneaux qui exhibent une expression discrète de l'allèle *rusty midsides*, à titre d'exemple les deux premiers agneaux à gauche sur le premier rang de la figure 9, sont issus de lignées de moutons d'Ouessant noirs avec les pointes de la toison décolorées par les rayons du soleil. Il semble que les agneaux *white/tan* issus de cette lignée de moutons « noirs brunissants » exhibent de la phéomélanine plus claire à la naissance (Voir exemples 7a et 7c). Nous allons poursuivre notre travail de recherche sur l'allèle *rusty midsides* chez le mouton d'Ouessant pour documenter à quel point l'expression de ce nouvel allèle suit les divers phénotypes noirs et lignées familiales chez le mouton d'Ouessant.

L'agneau *rusty midsides* naît avec une zone « gris rouille » au mi-flanc, entre l'épaule et la hanche. Cette zone grise comprend un mélange de fibres sombres et claires : les fibres primaires sont blanches ou bronzées et les fibres secondaires sont noires ou brunes, selon la couleur de base du mouton qui est déterminée au locus *Brown*. Il y a une bande sombre au milieu du dos qui sépare les deux zones grises des flancs : même chez les agneaux les plus marqués, il y a une raie plus ou moins large qui suit la colonne vertébrale. (**Fig. 11**) La croupe et la patte postérieure sont noires, ainsi que l'épaule, le haut de l'épaule, le cou, et le ventre. Il y a une zone « gris rouille » sur l'avant et les côtés de la patte antérieure. Les oreilles sont bordées de blanc ou de bronzé ; et souvent le bout de l'oreille est gris. Il y a une petite zone verticale au niveau de la mâchoire directement en dessous de l'oreille.



Fig. 10 : Bélier Ouessant *rusty midsides/nonagouti*. ($A^{mm}A^a$)
Photo : Diane Falck (DF).

Des larmiers blancs sont visibles à la naissance, pourtant ils sont souvent difficiles à percevoir. Finalement, le front, le bout du museau, et parfois le haut de la poitrine sont parsemés de quelques poils blancs. (**Fig. 12**)



Fig. 11 : Le dos de trois agneaux Ouessant *rusty midsides/nonagouti*. ($A^{mm}A^a$) Photos : Diane Falck (DF).

À l'heure actuelle nous avons 9 moutons d'Ouessant *rusty midsides* hétérozygote avec *nonagouti* ($A^{mm}A^a$). L'ensemble de ces animaux est retenu dans notre groupe d'étude. En parallèle avec l'accroissement du nombre d'animaux hétérozygotes, un de nos objectifs est la création d'un petit groupe de moutons d'Ouessant homozygotes pour l'allèle *rusty midsides*. Bien qu'il nous reste beaucoup à faire, nous avons fait du progrès ces dernières années. Mais surtout, nous avons réussi à sauvegarder cet allèle rare qui, semble-t-il, n'existe que chez le mouton d'Ouessant.



Fig. 12 : Photographie en gros plan de la tête d'un agneau Ouessant *rusty midsides/nonagouti*. ($A^{mm}A^a$) Photo : Hervé Vaillant.

swiss markings

Le 11 mars 2010, presque un an avant la naissance du bélier *rusty midsides*, une étrange agnelle pie est née dans le troupeau d'Hervé Vaillant. Cette naissance a déclenché le commencement de notre travail en commun sur la génétique de la couleur chez le mouton d'Ouessant.

C'était seulement après avoir contacté M. Roger Lundie en 2011 que nos soupçons ont été confirmés : cette agnelle noire et blanche était du type *swiss markings*. L'allèle *swiss markings* est un motif ovin relativement rare, dont le trait le plus frappant est « la moustache blanche qui forme deux larges bandes blanches ou bronzées passant au-dessus du canal lacrymal et de l'oeil, allant jusqu'aux cornes. » (Lundie 2004, 115) Cet allèle a été répertorié initialement dans la race ovine Southdown : il a été également documenté chez le Shetland. (Lundie 2014 ; Lundie and Gear 2014)

La brebis Ouessant *swiss markings* est issue de la brebis Ouessant noire n° 7071 et du bélier Ouessant blanc n° 8099. Il était donc facile de déduire les génotypes du père et de la mère, ainsi que celui de leur progéniture. La mère, le père, et la fille sont A^aA^a , $A^{wt}A^{sm}$, et $A^{sm}A^a$, respectivement.

Dans la mesure où le père de la brebis *swiss markings* a été présumé être *white/tan* hétérozygote avec *swiss markings* ($A^{wt}A^{sm}$), la meilleure chance de produire des agneaux *swiss markings* semblait donc d'accoupler des brebis noires avec le bélier n° 8099. En théorie, dans ce cas de figure, 50% des agneaux devraient être *white/tan* hétérozygotes avec *nonagouti* et 50% devraient être *swiss markings* hétérozygotes avec *nonagouti*. En automne 2011, 9 brebis noires (A^aA^a) ont été couvertes par le bélier n° 8099 : au printemps 2012, 8 agneaux *white/tan* sont issus de ces accouplements et une brebis n'a pas agnelé. Bien que ce groupe de reproduction ait été plutôt petit, il est peu probable que 100% des agneaux résultant d'un tel accouplement puissent être blancs. Quand nous avons présenté nos résultats à M. Roger Lundie, il a suggéré que le bélier n° 8099 était sans doute homozygote pour l'allèle *white/tan* et que ce bélier n'était pas le père de la brebis Ouessant *swiss markings*.

Afin de vérifier que le bélier n° 8099 était en fait le géniteur de la brebis *swiss markings*, nous avons fait faire des analyses ADN de paternité au Laboratoire de la Génétique Vétérinaire à l'Université de Californie à Davis. L'analyse s'est avérée positive et nous étions ainsi assurés que le bélier n° 8099 était bel et bien le père de la brebis *swiss markings*.

L'année suivante nous avons augmenté les effectifs de nos groupes de reproduction pour améliorer la possibilité de produire un agneau *swiss markings*. À l'automne 2012, 22 brebis Ouessant noires ont été couvertes par le bélier n° 8099. Les résultats se sont avérés bien loin de ce que nous attendions. D'abord, seulement 12 brebis sur 22 ont agnelé. C'est à dire que 10 brebis (45%) n'ont pas été fécondées, ce qui représente un taux anormalement élevé d'infertilité. Des 12 agneaux nés, il y avait 11 *white/tan* et 1 *rusty midsides*. L'agneau *rusty midsides* est né dans le troupeau de l'auteur. Dans la mesure où l'auteur avait 2 groupes de reproduction en automne 2012, nous avons dû considérer la possibilité qu'une erreur ait été faite au moment de la mise en place des groupes de reproduction et que la mère de l'agneau *rusty midsides* avait été mise dans le groupe avec le bélier *rusty midsides*. Pourtant, cette possibilité semblait peu probable. Pour clarifier cette situation, nous avons décidé de faire davantage de tests ADN pour vérifier la paternité de l'agneau *rusty midsides*. Finalement, le bélier Ouessant blanc n° 8099 a été qualifié comme le géniteur de

l'agneau *rusty midsides* alors que le bélier *rusty midsides* ne pouvait pas convenir comme géniteur.

L'historique reproductif du bélier n° 8099 s'avère très intéressant. Au cours de 4 ans de reproduction, 35 brebis noires ont été couvertes par le bélier n° 8099, dont 12 (35%) n'ont pas agnelé. Des 22 agneaux nés de ces accouplements, il y a eu 20 agneaux *white/tan*, 1 *swiss markings*, et 1 *rusty midsides*.

Effectivement, il y a au moins 2 phénomènes étranges et à priori inexplicables qui se présentent.

D'abord, le bélier blanc n° 8099, accouplé avec des brebis noires, est reconnu avoir engendré des agneaux *white/tan*, *swiss markings*, et *rusty midsides*. Ce genre de situation est extrêmement rare et semblerait indiquer qu'au moins un des allèles récessifs produit par ce bélier est dû à une mutation. Il faut noter qu'Adalsteinsson a documenté un tel cas en 1970 chez les moutons Islandais. (Adalsteinsson 1970, 49-54)

Deuxièmement, il peut être intéressant de regarder de plus près le nombre d'agneaux *white/tan* engendrés par ce bélier quand il est accouplé avec des brebis noires. Des 22 agneaux produits, 20 (90%) étaient *white/tan*. À première vue ce chiffre est très étonnant car il s'avère très biaisé. Pourtant si nous considérons ces chiffres dans une autre optique, ils semblent suggérer bien autre chose.

Quand on considère le nombre d'agneaux *white/tan* comme un pourcentage des agneaux qui auraient dû être conçus, les chiffres peuvent raconter une autre histoire. En fait, ce bélier a été accouplé avec 34 brebis noires, dont 12 (35%) n'ont pas été fécondées : 20 (58,8%) agneaux étaient *white/tan*, 1 (2,94%) était *swiss markings*, et 1 (2,94%) était *rusty midsides*. Ce bélier est *white/tan* hétérozygote avec un autre allèle : normalement accouplé avec des brebis noires nous pouvons attendre qu'environ 50% des agneaux soient *white/tan*. Étant donné ce chiffre théorique de 50%, j'aimerais suggérer que 58,8% peut être considéré comme une ségrégation normale de l'allèle *white/tan*. Par contre, l'existence apparente de deux autres allèles au locus *Agouti* et le nombre très élevé de brebis non fécondées semblerait indiquer autre chose. Est-il possible qu'il s'agisse d'un cas de ségrégation biaisée ? Et quelles sont les implications pour les allèles *rusty midsides* et *swiss markings* ?



Fig. 13 : Une brebis Ouessant *swiss markings/nonagouti* ($A^{sm}A^a$) et son agneau *swiss markings/nonagouti* ($A^{sm}A^a$).
Photo : Hervé Vaillant (HV).

En dépit de tous nos efforts, nous n'avons pas réussi à produire un autre agneau *swiss markings* avec le bélier n° 8099. Pourtant en mars 2013 la brebis *swiss markings* née en 2010 a fait un bélier *swiss markings*. (**Fig. 13**) La brebis *swiss markings* a été couverte par un bélier noir : l'agneau s'est trouvé être *swiss markings* hétérozygote avec *nonagouti*. Bien que ces deux moutons *swiss markings* aient le même génotype au locus *Agouti*, la brebis exhibe une expression de l'allèle *swiss markings* beaucoup plus prononcée que son fils. (**Fig. 14**) La variabilité d'expression est très intéressante. Cette variation d'expression, est-elle liée à la présence de gènes modificateurs au sein de la race Ouessantine ? L'intensité d'expression, suit-elle des lignées particulières chez les moutons d'Ouessant comme cela semble être le cas chez les agneaux *rusty midsides*.

En automne 2013, 20 brebis dans 2 troupeaux différents ont été couvertes par le bélier Ouessant *swiss markings*. Avec un peu de chance nous espérons pouvoir commencer à apporter des réponses à ces questions dans un avenir proche.

À l'heure actuelle, nous avons 2 moutons d'Ouessant *swiss markings*, tous les deux hétérozygotes avec *nonagouti*. Comme pour les moutons *rusty midsides*, un de nos objectifs est l'accroissement du nombre d'animaux hétérozygotes, puis la création d'un petit groupe de moutons d'Ouessant homozygotes pour l'allèle *swiss markings*. Ce programme de reproduction a pris quelques années de retard par rapport à celui de l'allèle *rusty midsides*, largement dû au fait que nous avons commencé avec une brebis au lieu d'un bélier.

Les défis de l'élevage pour la conservation

Il y a au moins deux autres allèles au locus *Agouti* qui méritent notre considération : les allèles *fawn eye* et *grey*. Actuellement ces deux motifs ovins ne sont pas reconnus par le GEMO. À la différence des agneaux *rusty midsides* et *swiss markings* qui sont tous les deux issus d'un des troupeaux de moutons d'Ouessant les plus estimés en France et dont les origines sont bien documentées, les allèles *fawn eye* et *grey* posent des défis particuliers vis-à-vis de l'élevage pour la conservation.



Fig. 14 : Quatre photographies arrangées côte à côte de la brebis Ouessant *swiss markings* et de son agneau *swiss markings* à un âge comparable : la brebis est dans la colonne à gauche ; son agneau est dans la colonne à droite. Photos : Hervé Vaillant (HV).



Fig. 15 : Trois brebis Ouessant *fawn eye*. Photo : Dominique Leplant.

fawn eye

En 2008 Dominique Leplant a acquis deux brebis Ouessant de couleur atypique pour un collègue. Ces moutons étaient d'origine inconnue. Pourtant, à l'exception du motif ovin étrange, ces moutons avaient tout l'air de moutons d'Ouessant « typiques ». En 2011, Roger Lundie les a identifiés comme *fawn eye*. (Fig.15) Répertoire initialement dans la race ovine Dorset Horn en Nouvelle Zélande (Lundie 2014), l'allèle *fawn eye* est un motif ovin assez rare. Comme l'explique Lundie, l'allèle *fawn eye* ressemble à une combinaison des allèles *eye patch* et *english blue*. Jusqu'à présent nous n'avons repéré que ces 2 brebis et leurs progénitures. Est-il possible que ce motif ovin soit lui-aussi propre au mouton d'Ouessant de type traditionnel ? S'agit-il d'une des variantes colorées aux quelles Lauvergne faisait allusion dans son étude sur la coloration du mouton d'Ouessant il y a 35 ans ? Cet allèle nécessite davantage de recherches dans l'avenir.

grey

Le mouton d'Ouessant a acquis une certaine popularité auprès des éleveurs de plusieurs pays européens, particulièrement la Belgique, l'Allemagne, les Pays-Bas, et le Royaume-Uni. Il y a environ 20 ans des croisements ont été faits avec d'autres races primitives, parmi lesquelles les races Romanov et Shetland sont souvent citées à titre d'exemple. Ces croisements ont été effectués dans le but d'introduire de nouveaux motifs ovins chez le mouton d'Ouessant. C'est de cette façon que l'allèle *grey* au locus *Agouti* aurait été introduit aux souches néerlandaises du mouton d'Ouessant. Bien que ce motif ovin ne soit pas accepté par le GEMO, les moutons d'Ouessant *grey* ont franchi la frontière de la France : à l'heure actuelle ils ne



Fig. 16 : Une brebis Ouessant *grey* et son agneau *grey*. Photo : Dominique Morzynski (DM).

représentent qu'une petite minorité du cheptel des moutons d'Ouessant en France.

Les moutons d'Ouessant *grey* au locus *Agouti* que nous avons observés sont tous considérés être hétérozygotes avec *nonagouti*. (Fig. 16) Les agneaux sont noirs à la naissance et exhibent un nombre variable de taches blanches. D'une manière générale, le museau et l'intérieur de l'oreille sont parsemés de poils blancs et les oreilles sont bordées de blanc. Il faut noter que certains agneaux n'exhibent aucune tache blanche sur la face à la naissance, mais dans les 3 ou 4 mois qui suivent, des cercles blancs se forment autour des yeux et le museau devient blanc. Parallèlement, les fibres secondaires blanches de la toison intérieure commencent à pousser. Normalement, il y a quelques poils blancs autour des sabots des agneaux, même si ce n'est pas toujours le cas. Bien que nous n'ayons observé que des moutons d'Ouessant *grey* hétérozygotes, il semblerait que l'expression de *grey* chez le mouton d'Ouessant soit moins marquée que chez d'autres races ovines. Est-il possible que cette expression modeste indique de nouveau la présence de gènes modificateurs chez le mouton d'Ouessant ? Il serait éventuellement intéressant d'observer le phénotype des moutons d'Ouessant homozygotes pour l'allèle *grey*.

Conclusion

La naissance d'une brebis *swiss markings* et d'un bélier *rusty midsides* dans le troupeau d'Hervé Vaillant en 2010 et 2011 respectivement, a souligné l'importance de la sauvegarde et de la conservation des ressources génétiques rares qui se retrouvent chez le mouton d'Ouessant. En même temps elle a incité le GEMO à revoir la question de la couleur chez le mouton d'Ouessant.

Dans les années à venir, nous comptons poursuivre notre travail sur la génétique de la couleur chez le mouton d'Ouessant. Nous sommes confiants que cette petite race ovine primitive a beaucoup à contribuer aux connaissances globales sur l'expression de la couleur chez l'ovine.

Remerciements

En 2011 un groupe de quatre éleveurs de moutons d'Ouessant s'est formé pour étudier la génétique des couleurs de cette race ovine primitive. Ce fut un privilège d'avoir pu travailler avec Hervé Vaillant, Dominique Leplant, et Dominique Morzynski. En fin de compte, cette étude n'est pas le travail d'une seule personne : elle représente les efforts collectifs de notre groupe de recherche. Nous avons accompli beaucoup au cours de ces dernières années et j'anticipe de façon très positive la poursuite de notre travail en commun.

Nous voulons remercier M. Roger Lundie pour son intérêt particulier dans ce projet. Il s'avère très difficile d'exprimer à quel point c'est un privilège et un grand honneur d'avoir pu travailler sous sa direction. En avril 2012 M. Lundie était en France et il a pris le temps de visiter nos élevages. Avec générosité, il nous a fait partager ses connaissances et son expertise. Il nous a stimulés à produire le meilleur de nous-mêmes. Nous sommes très reconnaissants pour son aide et ses encouragements.

Nous souhaitons également remercier le Professeur Bernard Denis pour sa relecture de notre étude.

Finalement, nous aimerions reconnaître le soutien et les encouragements du Conseil d'Administration du GEMO.

Références

- Abbé, P. 1978. Conservation de la race ovine d'Ouessant. *Ethnozootechnie*. 22: 21-22.
- Abbé, P. 1980. Le Mouton d'Ouessant. *Ethnozootechnie*. 26: 53-55.
- Abbé, P. and A. Benadjaoud. 1988. Profils génétiques visibles du mouton d'Ouessant. In *Populations traditionnelles et premières race standardisés d'Ovicaprinae dans le Bassin méditerranéen, Gontard/Manosque (France), 30 juin - 2 juillet 1986*. In the series *Les Colloques de l'INRA, n° 47*. Paris: INRA. 203-208.
- Adalsteinsson, S. 1970. Colour Inheritance in Icelandic Sheep and Relation Between Colour, Fertility and Fertilization. *J. Agr. Res. Icel.*, 2,1: 3-135.
- Adalsteinsson, S. 1979. Genetics of Breeding Coloured Sheep in Iceland and Scandinavia. In *Breeding Coloured Sheep and Using Coloured Wool: Papers presented at the National Congress, Adelaide, South Australia, January 30 to February 3, 1979*, 17-25.
- Adalsteinsson, S. 1988. Visible Genetic Profiles of the Icelandic Sheep. In *Populations traditionnelles et premières race standardisés d'Ovicaprinae dans le Bassin méditerranéen, Gontard/Manosque (France), 30 juin - 2 juillet 1986*. In the series *Les Colloques de l'INRA, n° 47*. Paris: INRA. 219-229
- Adalsteinsson, S., C. H. S. Dolling, and J. J. Lauvergne. 1980. Breeding for White Colour in Sheep. *Agric. Record*, 7: 40-43.
- Benadjaoud, A., and J. J. Lauvergne. 1991. Comparaison de 14 races ovines françaises autochtones par l'indic d'archaïsme. *INRA Prod. Anim.*, 4: 321-328.
- Bougler, J., B. Denis, and J. J. Lauvergne. 1988. Profils génétiques visibles du mouton d'Ouessant. In *Populations traditionnelles et premières race standardisés d'Ovicaprinae dans le Bassin méditerranéen, Gontard/Manosque (France), 30 juin - 2 juillet 1986*. In the series *Les Colloques de l'INRA, n° 47*. Paris: INRA. 277-287.
- Denis, B., and X. Malher. 1992. Le Mouton Breton. *Animal Genetic Resources Information*. 9: 61-67.
- Falck, D. 2014. Understanding Primitive Fleece. [This publication]
- Falck, D., D. Morzynski, and H. Vaillant. 2014. Fading of the Base Color in the Fleece of Ouessant Sheep. [This publication]
- Langlais, J. L. 2014. Unpublish report written for the Genetics Committee GEMO, the French Ouessant Breed Society.
- Lauvergne, J. J. 1969. Hérité de la couleur blanche du mouton Berrichon croisé des Solognots. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 1: 219-226.
- Lauvergne, J. J. 1975. Génétique de la couleur de la toison des trois races ovines françaises : Solognate, Bizet et Berrichonne. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 7: 263-276.
- Lauvergne, J. J. 1976. À propos de la coloration du mouton d'Ouessant de type traditionnel. Département de Génétique animale, I.N.R.A., C.N.R.Z., Jouy-en-Josas, 2 p. ronéoté.
- Le Bihan, J.-P. and P. Meniel. 2002. Un dépôt d'ossements du premier âge du Fer sur l'île d'Ouessant : déchets alimentaires ou restes de banquets ? *Mémoire de la Société Archéologique Champenoise*, 16(1): 303-316.
- Lundie, R. S. 2004. The Genetics of Colour in Sheep - Some Basics. In *The World of Coloured Sheep*, ed. R. S. Lundie and E. J. Wilkinson, 111-122. New Zealand: The Black and Coloured Sheep Breeders' Association of New Zealand.
- Lundie, R. S. 2014. The Agouti Locus of the Sheep II. Research on alleles from within the New Zealand flock. [This publication]
- Lundie, R.S. and Gear, S. 2014. The Agouti Locus of the Sheep IV. Agouti Locus Alleles in the Shetland Breed. [In preparation]
- Malher, X., and B. Denis. 1989. Inheritance of Face and Leg Colour in the Mouton Vendeen Breed. In *Colored Sheep and Wool: Exploring Their Beauty and Function*, ed., K. Erskine, 152-153. Eugene, OR: World Congress on Coloured Sheep.
- Péron, F. 1985. *Ouessant : L'île sentinelle*. Brest-Paris : Editions de la Cité.
- Ryder, M. L. 1968. Fleece Structure in Some Native and Unimproved Breeds of Sheep. *Z. Teirzücht. Züchtsbio.*, 85, 143-170.
- Tronson, G. 1990. Le Mouton d'Ouessant : Bibliographie critique et approche méthodologique. Mémoire de DEA, Faculté des lettres et Sciences Humaines, option Terre Mer, Université de Nantes (FRANCE).