

# LE SYSTEME DE SELECTION « SOFT ROLLING SKIN » POUR LES OVINS ET AUTRES ANIMAUX PRODUCTEURS DE FIBRES

(Document traduit en français par Maxime Copin)

Ricardo Fenton<sup>1</sup>, Pablo Borrelli<sup>2</sup> et Jim Watts<sup>3</sup>.

## Introduction

Le système de sélection Soft Rolling Skin® a pour objectif l'amélioration des caractéristiques de la laine, de la viande et la fécondité des animaux producteurs de fibres.

En ce qui concerne la laine, il s'agit d'une stratégie de classification innovatrice qui utilise les hauts niveaux de densité et de hauteur de fibres comme méthode pour améliorer la quantité, la finesse et la qualité des toisons.

La stratégie se base sur la compréhension de la façon dont les cellules prépapillaires de la peau du fœtus régulent la formation des follicules lainiers et la croissance des fibres, comme l'ont proposé Moore (1984), Moore et al (1989, 1998) et des travaux non publiés par la suite.

L'animal SRS® a des niveaux de densité et de hauteur de fibres exceptionnellement élevés. Par exemple, les ovins SRS® ont au moins 85 follicules par mm<sup>2</sup> de peau, cela augmente la ramification des follicules secondaires (Relation S/P supérieure à 40 pour 1) et les toisons fines (13 microns) sont composées de fibres qui grandissent à une vitesse de 0,50 à 0,70 mm par jour. Cela permet qu'une brebis Mérinos à toison fine produise au moins 6,7 kg de laine de 15,5 microns en 12 mois de croissance. Cette brebis doit être tondue deux fois par an.

Les hauts niveaux de densité et de hauteur de fibres paraissent être liés, dès le développement fœtal, à des peaux qui sont fines et souples et n'ont aucune trace de plis. Les animaux SRS® ont donc des corps lisses. La dénomination Soft Rolling Skin® et son abréviation SRS®, se réfèrent à ce type particulier de peau.

Le Dr. Jim Watts, un vétérinaire chercheur spécialisé dans la physiologie de la peau et de la toison, a transformé les hypothèses de Moore sur les cellules prépapillaires en un système pratique de sélection pour des animaux producteurs de fibres. En collaboration avec son collègue, le Dr. Ken Ferguson, ils ont défini plusieurs des composants de la laine et de la peau impliqués dans ce système (voir [www.srswool.com](http://www.srswool.com)). Le système de classification a été appliqué dans des élevages de Mérinos, chèvres Angora et Alpacas en Australie à partir de 1988 et plus récemment dans des élevages ovins d'Argentine, du Chili et d'Uruguay.

La mesure de la densité des fibres est un procédé lent et coûteux réservé jusqu'à présent à l'évaluation des progrès génétiques en élevage et à contrôler la précision de la sélection. Pour des raisons pratiques, les animaux sont évalués subjectivement selon la densité et finesse des fibres par l'utilisation d'indicateurs corrélés. La meilleure expression de densité et de finesse est donnée par les groupements de fibres, chacun d'eux ayant à peu près 1,5 mm de diamètre et au moins de 150 mm de hauteur pour 12 mois de croissance de la laine. Les mèches qui sont grossières et à faible ondulation ont des valeurs plus faibles de densité et de longueur de fibres. De telles mèches doivent être réduites en orientant la sélection vers des groupements de fibres plus importants. Au fur et à mesure de la sélection, la laine devient plus douce, plus brillante et plus blanche, avec des ondulations plus profondes et plus amples.

<sup>1</sup> Ea.Monte Dinero. CC 86. Río Gallegos. Santa Cruz, Argentina. [rjfenton@montedinero.com.ar](mailto:rjfenton@montedinero.com.ar)

<sup>2</sup> Ovis XXI. Oficina Central. Santa Fe 2843 10°B. Buenos Aires. [pborrelli@ovis21.com.ar](mailto:pborrelli@ovis21.com.ar)

<sup>3</sup> SRS® Company Pty. Ltd. ACN 082 229 329 PO Box 55 Mittagong. NSW 2575 Australia. [srs@hinet.net.au](mailto:srs@hinet.net.au)

Certains élevages de Mérinos SRS® en Australie ont une moyenne qui va de 7,6 Kg de laine de 18 microns jusque 9,5 Kg de laine de 21 microns par brebis. En même temps, ces brebis sèvrant 130% d'agneau Mérinos et produisent des agneaux « Premium » en premier croisement avec 27 Kg. de carcasse à l'âge de 6 mois.

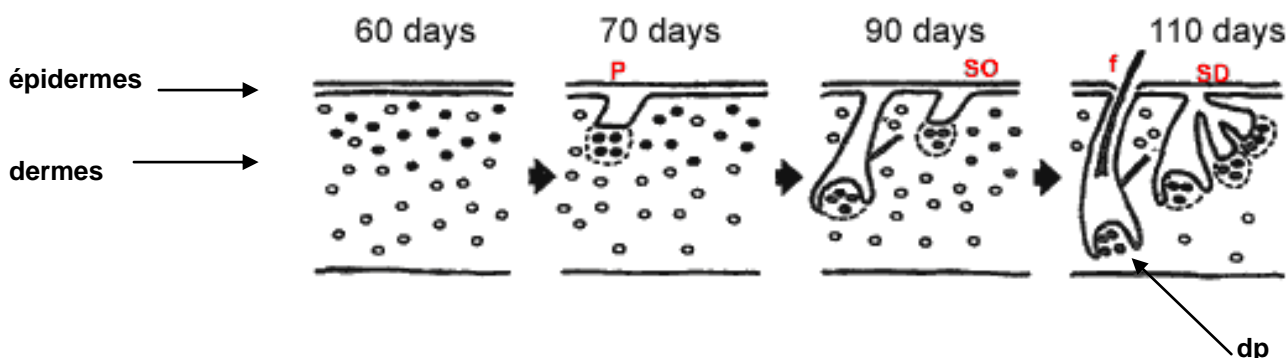
## Bases biologiques sur la densité et la hauteur des fibres

On pense que la densité, le diamètre et la hauteur des fibres sont contrôlés par les gènes qui régulent le nombre, la distribution et l'intensité du signal des cellules prépapillaires qui forment les follicules et qui ont pour origine la peau du fœtus.

Les cellules prépapillaires se différencient des fibroblastes dermiques 60 jours après la conception et se rassemblent en groupements ou groupes équidistants de taille génétiquement prédéterminée.

Chaque groupe de cellules prépapillaires stimule la multiplication et la croissance des cellules épidermiques à l'intérieur du derme pour former un follicule lainier. Le groupe de cellules prépapillaires reste enfermé à la base du follicule et forme la papille dermique.

La première vague de formation des follicules génère des follicules primaires. Le procédé se répète pour les follicules secondaires originaux plus ou moins à partir du 80<sup>ème</sup> jour. Une troisième vague de développement a lieu aux environs du 100<sup>ème</sup> jour quand les follicules secondaires dérivés se ramifient à partir des follicules secondaires originaux. Le nombre de cellules prépapillaires dans la papille dermique est en relation directe avec le diamètre de la fibre produite par le follicule. Cette séquence d'événements est montrée sur le diagramme de la figure 1.



**Figure 1. Sections de la peau du fœtus montrant des cellules prépapillaires (cercles pleins), qui se différencient des fibroblastes (cercles vides). Elles sont responsables de la formation de follicules lainiers. e = épiderme; d = derme; P = follicule primaire; SO = follicule secondaire original; SD = follicule secondaire dérivé ; f = fibre; et dp = papille dermique (Moore, 1998).**

Si de petits groupements de cellules prépapillaires se forment, de nombreux follicules lainiers produisant des fibres fines seront également formés. De plus, de nombreux follicules secondaires dérivés existeront avec des multiples fibres émergeant de chaque orifice folliculaire au niveau de la peau pour assurer le groupement et l'important alignement des fibres dans la toison.

Si de grands groupements de cellules prépapillaires se forment, il y aura formation de moins de follicules lainiers, les fibres seront donc plus grossières et entremêlées (peu alignées).

La hauteur de la fibre paraît être déterminée par l'intensité du signal des cellules prépapillaires de la papille dermique. Il semble que plus fort est le signal, plus importante est la

modification des cellules du bulbe folliculaire et plus rapide est la croissance de la fibre. Au contraire, quand le signal est faible, la fibre est plus courte. On a identifié une protéine spécifique produite par les cellules prépapillaires qui induisent cet effet.

Haute densité et hauteur sont associées à des peaux qui sont fines et souples (Watts, données non publiées). Une explication possible est que, lorsque la quantité de cellules prépapillaires qui se différencient est plus importante, la quantité de fibroblastes restants sera moins importante. Les fibroblastes produisant du collagène qui forment la matrice dermique, il est probable que s'il y a moins de fibroblastes, la peau sera fine au lieu d'être grossière.

Il est également possible que la population initiale de fibroblastes de certains ovins soit faible avant même que les cellules prépapillaires ne se transforment.

## Identification des toisons

A la naissance de l'animal, les follicules de laines sont distribués en groupes folliculaires. Le groupe folliculaire contient 3 follicules primaires et une quantité plus importante de follicules secondaires.

Le nombre de follicules par groupe est plus ou moins constant pour un animal en particulier, mais peut beaucoup varier entre animaux. La surface du groupe folliculaire varie de 0,5 à 1,5 mm<sup>2</sup>, selon l'animal.

Le groupe de fibres produites par le groupe folliculaire est ce que l'on appelle un « groupement ». Les groupements dans la toison sont visibles quand les follicules sont très proches et répartis de façon homogène dans la peau, permettant aux fibres d'être fortement alignées. La meilleure expression de la densité et de la hauteur des fibres s'observe chez des animaux dont la toison est formée de groupements de fibres très hautes. (Figure 2).



**Figure 2. Cette brebis Mérinos SRS® a produit 240 mm de laine de 17,5 microns en 12 mois, dans une zone aride avec 100 mm de précipitations sur l'année. La brebis a la peau lisse et la surface de sa toison est ouverte. Cette brebis pourrait être tondue tous les 6 mois.**

Quand les groupements de fibres ont une surface d'environ 1,5 mm de diamètre, il existe plus de 120 follicules par groupe et la densité de follicules est régulièrement supérieure à 85 follicules par mm<sup>2</sup>. La haute densité de fibres des ovins SRS® provient de l'intense ramification des follicules secondaires (Relation S/P supérieure à 40 pour 1). Cette combi-

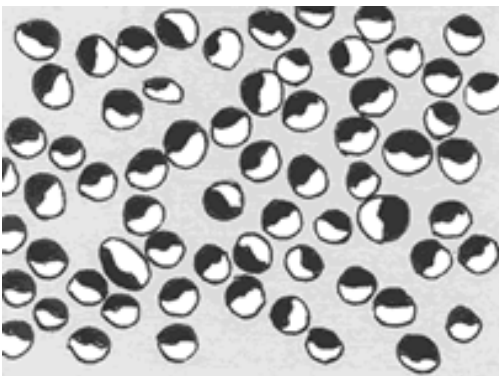
naison produit des fibres très alignées qui sont fines, de forme homogène et cylindrique. Les écailles des fibres grandissent plaquées à la surface. Si ces mêmes fibres grandissent rapidement, les écailles sont hautes. Les écailles hautes et non saillantes occasionnent moins de points de contact avec la peau de l'utilisateur du vêtement et ces mêmes points sont moins abrasifs. La structure interne des fibres est divisée, de façon homogène, en segments équivalents de paracortex (« kératine dure ») et d'orthocortex (« kératine molle »). Il existe un équilibre entre les forces de torsion qui agissent pendant la croissance de la fibre. La fibre tourne de 180 degrés sur son axe à chaque ondulation de grande amplitude (ondulation profonde). Une croissance rapide de la fibre signifie aussi que l'ondulation sera de basse fréquence (ondulation ample). Ces changements s'illustrent dans la figure 3.



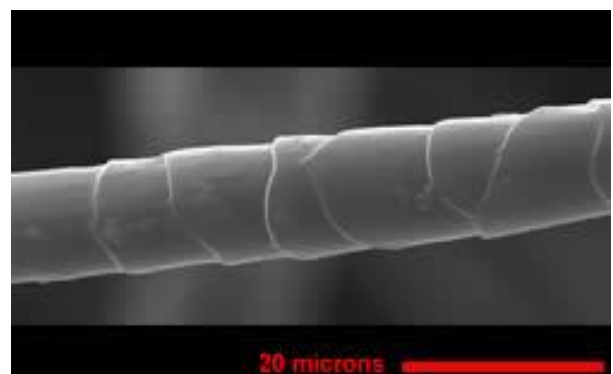
A.



B. Micrographie électronique scannée (MES) de fibres dans la toison



C. vue transversale des fibres



D. MES d'une fibre

**Figure 3. Les groupements de fibres hautes (A) se forment à partir de fibres qui grandissent rapidement de manière dense, compacte et hautement alignées (B), de taille homogène et forme cylindrique (C). Elles ont des surfaces douces formées par des écailles hautes et non saillantes (D). (B) donne des ondulations profondes et amples à la toison, (C) et (D) de la douceur, alors que (B), (C) et (D) sont toutes nécessaires pour bien montrer la brillance et le lustre.**

Les brebis SRS® ont des toisons à rendement élevé, contenant peu de sueur et une quantité modérée de cire. Les fibres primaires sont très fines et les glandes sudoripares annexes sont petites. En conséquence, la production de sueur est faible et les toisons



sont blanches. Comme les fibres sont très longues, une fine couche de cire est produite tout au long de leur surface.

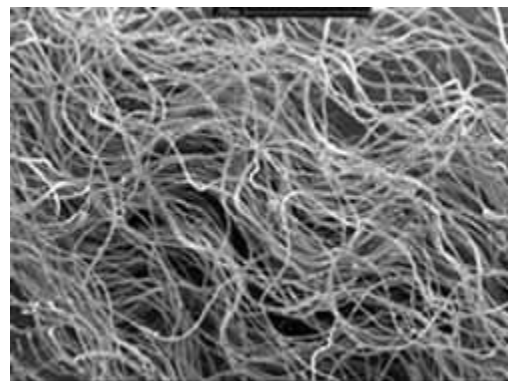
On peut également apprécier la densité et la hauteur si une toison est riche en mèches fines, d'environ 5 à 10 mm de diamètre et de longueur équivalente à celle des animaux SRS. Les animaux qui ont des mèches fines et hautes ont peu de fibres entremêlées et donc moins de groupements entremêlés. Mais il existe moins de ramification de follicules secondaires que celle observée chez les animaux SRS® (Relation S/P aux alentours de 30 pour 1). La densité de follicules est un peu plus basse (près de 70 follicules par  $\text{mm}^2$ ) et la peau est légèrement plus grossière.

Lorsque les mèches deviennent plus grossières (de 20 à 30 mm de diamètre), les fibres sont très entremêlées et des groupements de fibres se mêlent en formant une mèche (figure 5a). La ramification des follicules secondaires est encore plus faible (Relation S/P aux alentours de 20 pour 1 au minimum) et la densité folliculaire est faible (généralement moins de 55 follicules par  $\text{mm}^2$ ).

Si la densité est faible, les fibres non seulement vont s'entremêler mais vont aussi être plus grossières et de diamètres variables. Les fibres aussi deviennent plus ovales (au lieu de cylindriques) et plus variables en forme. Les écailles des fibres sont plus saillantes. La distribution de l'ortho et du paracortex redevient hétérogène, ce dernier étant plus important. Au fur et à mesure qu'elle grandit, la fibre forme une ondulation d'amplitude faible et irrégulière. Ces changements de fibres s'illustrent figure 4.



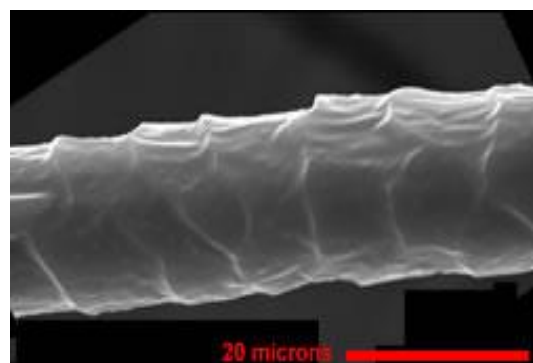
**A.**



**B. MES de fibres dans la toison**



**C. vue transversale des fibres**



**D. MES d'une fibre**

**Figure 4. Les mèches courtes et grossières (A) sont formées de fibres à croissance lente, éparées et entremêlées (B), grossières et à forme irrégulière (C). Les fibres ont des surfaces rêches formées par des écailles courtes et saillantes (D). Les caractéristiques de la fibre illustrées en (B) produisent une ondulation mal définie**

**dans la toison; (C) et (D) produisent une laine rêche, et les effets combinés de (B), (C) et (D) donnent une apparence terne à la toison.**

Les brebis qui ont des mèches grossières ont la peau grossière et produisent des quantités excessives de cire et de sueur. Les glandes sébacées sont à peu près 3 fois plus grandes que celles rencontrées chez les brebis SRS®. En conséquence, les brebis à peau grossière produisent une quantité excessive de cire qui diminue le rendement de la laine et forme une couche épaisse sur les fibres courtes (à croissance lente).

Les fibres primaires et les glandes sudoripares sont grandes. La production de sueur en grande quantité colore les laines en jaune et transforme l'excès de cire en une émulsion qui absorbe de grandes quantités d'eau. La toison a une texture collante et mouillée.

### **Quantité et qualité de la laine**

Les programmes d'amélioration des Mérinos SRS® débutèrent en Australie en 1988. En 2003, il y avait 60 éleveurs sélectionneurs et environ 300 producteurs commerciaux qui appliquaient ces méthodes de sélection.

Dans ces élevages, le poids LAF de la toison augmenta en moyenne de 0,2 kg par an et le diamètre de la fibre diminua de 0,2 microns par an.

Les élevages de Mérinos Strong qui produisaient 10 ans auparavant 7,3 kg de laine de 22,5 microns par brebis, produisaient en 2003 8,5 kg de laine de 19,1 microns par brebis. Les élevages de Mérinos Fin obtenaient des productions de 6,5 kg de laine de 15,5 microns de laine par brebis. Les élevages Superfins ont commencé à produire de bonnes quantités de laine de 12 à 13 microns.

Le rendement de la laine a augmenté de 3 à 4% principalement grâce à une moindre pénétration de la terre et également à un plus bas taux de matière végétale. La résistance de la fibre a été améliorée grâce à sa croissance plus uniforme. Depuis lors, les traitements chimiques des ovins par bains ont été rarement utilisés car la « pourriture de la toison » et les myases n'étaient plus un problème majeur.

### **Transformation des fibres**

Les essais de transformation des fibres réalisés entre 1997-2002 par Itochu Wool Limited, le plus grand acheteur de laines australiennes, montrent que les laines SRS® se comportent de manière exceptionnelle pendant le peignage, le filage et le tissage. Au total, 16 essais furent réalisés en Italie, Japon, Thaïlande, Inde et Australie avec une gamme de finesses de laine Mérinos allant de 17,3 à 20,7 microns.

A chaque essai, la laine SRS® a été comparée avec des laines traditionnelles de haute qualité. Les laines utilisées dans les essais ont été soigneusement sélectionnées pour que le diamètre et la hauteur de la fibre, la résistance à la traction, le point de rupture et le taux de matière végétale soient équivalents. Comme les laines SRS® sont naturellement plus longues, une partie importante des laines SRS® achetées étaient des « Premium » (moins de 12 mois de croissance).

Pour le fabricant de tops, l'important est de minimiser le point de rupture et le cassage des fibres durant la transformation. Il s'agit d'obtenir une hauteur de mèche élevée, un faible taux de fibres courtes ainsi qu'un faible taux de noils.

La « hauteur » est la grandeur moyenne des fibres dans le top. Les fibres courtes sont celles dont la hauteur dans le top est inférieure à 30 mm. Le noil est la fibre très courte qui est éliminée au cours du peignage et qui se vend comme sous-produit. Les avantages des laines SRS® dans ces essais sont résumés dans le tableau 1.

**Tableau 1. Avantages des laines SRS® en comparaison avec les laines traditionnelles de haute qualité utilisées dans la fabrication de tops.**

	<b>Italie</b>	<b>Japon</b>	<b>Thaïlande</b>	<b>Australie</b>
<b>Nombre d'essais</b>	4	6	4	2
<b>Diamètre des fibres (microns)</b>	17,3 – 17,9	18,7 – 20,7	18,7	18,2 – 18,7
<b>Gain de Hauteur</b>	11%	4% - 9%	14%	9%
<b>Diminution de la quantité de fibres courtes (%)</b>	12% - 25%	21% - 35%	25%	58%
<b>Diminution de la quantité de noil (%)</b>	7% - 13%	0% - 25%	22%	39%

Dans ces 16 essais, les laines SRS® ont donné des hauteurs plus importantes, moins de fibres courtes et moins de noil. Itochu Wool Ltd a constaté que la laine SRS® était douce et soyeuse. Elle était exceptionnellement résistante et avait une très bonne élasticité naturelle. Les cassures pendant le filage ont été réduites de 20% à 30%. La qualité des vêtements fabriqués avec des laines SRS® a été décrite comme étant plus semblable au cachemire que les fibres traditionnelles grâce à différents facteurs: un excellent tombé, une élasticité naturelle, moins de froissabilité et un très bon aspect après teinture, particulièrement avec les couleurs pastel.

La laine SRS® se travaille bien parce que les fibres sont fines et de diamètre uniforme, très bien alignées et hautes. Elles ont une grande résistance à la traction et une bonne élasticité, elles ont une surface douce et une plus grande affinité à la teinture.

### **Fécondité et caractéristiques de la carcasse**

Nous sommes en train de maximiser le revenu de l'éleveur par la vente de laine, de la viande et des peaux des brebis SRS®, et par la vente des animaux excédentaires.

Notre objectif est de produire une brebis Mérinos qui soit capable d'assurer le sevrage d'au moins 1,6 agneaux, et apte à produire des agneaux « Premium » comme ceux des races terminales bouchères.

Dès le début, nous avons sélectionné un animal de grande conformation et de corps sans plis, semblable au bélier Mérinos de 12 mois d'âge de la figure 5.



**Figure 5. Ce béliet de 12 mois récemment tondu a la conformation et le corps lisse que nous recherchons**

Les animaux doivent avoir un tempérament calme (docile), et dans le cas de la brebis, un fort instinct maternel. Elle doit avoir le « coup de dent large », des mandibules profondes et le cou large pour pâturer efficacement.

La brebis doit avoir une tête découverte pour voir le mâle à l'accouplement, voir les prédateurs et éviter l'infection qui peut être occasionnée par des graines. Un « nez romain » paraît être une caractéristique associée à une meilleure respiration. Le cou large et des épaules angulaires chez l'agneau et un arrière ascendant permettent un agnelage plus facile. Le corps doit être large et profond avec des os forts. L'arrière devra être bien musclé avec une excellente masse musculaire interne. Les onglons doivent être bien structurés, les testicules être grands et fermes.

Nos éleveurs sélectionneurs SRS® font partie du projet de validation du Mérinos (Merino Validation Project) qui est géré par Merino Genetic Services (MGS) et Meat and Livestock Australia. MGS nous fournit les prévisions de descendance de nos béliers pour des poids corporels mesurés après 100, 200 et 300 jours, la profondeur du « rib eye », la couverture de gras dorsal, la circonférence scrotale et le nombre d'agneaux sevrés. Ces informations s'ajoutent à nos critères d'élevage (Voir figure 6).

Selon une expérience indépendante, nous avons appris que les brebis Mérinos SRS®, croisées avec des béliers Poll Dorset, ont produit des agneaux « Premium » avec un poids de carcasse de 20% supérieur à celui observé lors d'un croisement Mérinos x Border Leicester (voir Tableau 2).

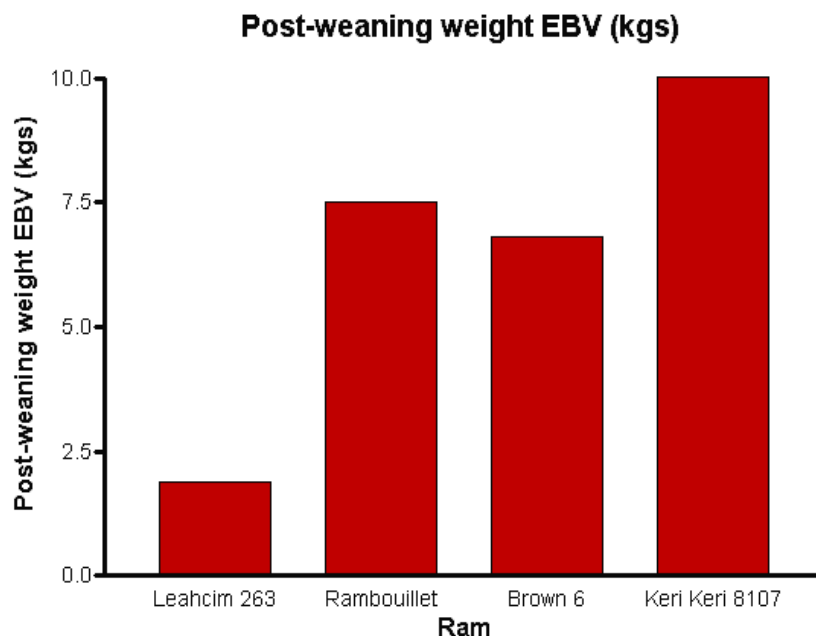
**Tableau 2. Les brebis Mérinos SRS® produisent des agneaux plus lourds que les brebis Mérinos x Border Leicester (source: Meat and Livestock, Australia, 2000).**

Brebis	Béliers	Poids d'abattage à 6 mois
500 brebis Mérinos (élevage ex SRS®)	10 béliers Poll Dorset	27 kg
500 brebis premier croise-	Mêmes béliers	22,5 kg



ment		
------	--	--

Plus récemment, les analyses du MGS des résultats de nos registres de production ont indiquées que nos béliers ont donné de très bons résultats en ce qui concerne la conformation de la carcasse (voir Figure 6).



**Figure 6. DEP de béliers Mérinos SRS®, pour poids corporel de la descendance à 200 jours.**

(Source: Lambplan, Meat & Livestock, Australia)

Nos éleveurs sélectionneurs ont repéré les brebis qui sèvrant plusieurs agneaux chaque année, dès qu'elles sont antenaises. Ils ont également identifié les brebis qui produisent du lait à partir de 4 trayons au lieu de 2 normalement (voir figure 7).



**Figure 7. Brebis Mérinos à 4 trayons de l'élevage SRS® 'Keri Keri', Australie.**

Ces stratégies élèvent les pourcentages d'agnelage a beaucoup plus de 130% (référence argentine) et minimise les pertes d'agneaux.

## Autres systèmes d'élevage

Selon certains chercheurs et éleveurs de béliers, d'autres systèmes d'élevage auraient la capacité de générer des animaux SRS® et, seul un léger changement du système de sélection traditionnel serait peut-être nécessaire.

Mais les systèmes d'amélioration traditionnels mettent l'accent, de façon erronée, sur des mèches grossières (« peaux serrées, laines tassées ») comme source de densité de fibres et sur les laines d'ondulations fines (laines courtes) comme condition requise pour affiner les fibres de laine et pour obtenir un meilleur résultat au moment de la transformation. Cette sélection est diamétralement opposée à la sélection SRS® et il n'est pas possible de les réconcilier.

Dans les systèmes de sélection par index qui incorporent le poids de la toison LAF, les mesures du diamètre de la fibre, on prétend que les laines SRS® seraient un résultat naturel, ou le seraient avec une légère modification de l'index. Nous doutons de cette affirmation.

Dans la conception des programmes d'amélioration, il est nécessaire de reconnaître que la régulation génétique des follicules primaires est totalement différente de celles des follicules secondaires. La sélection génétique testée pour obtenir une grande profondeur de follicules, en imitant une peau grossière chez une brebis Mérinos (CSIRO expérience no.32), montre qu'elle produit une augmentation rapide du diamètre des fibres primaires, sans aucune modification du diamètre des fibres secondaires (même après trois générations de sélection), ni de la finesse moyenne ni du poids de la toison. Dans tous les cas, la qualité de la toison se dégrade rapidement. Le toucher est rugueux, les toisons sont jaunes et atteintes de la pourriture de la toison.

Si le système d'amélioration de la laine n'inclut pas une décision consciente de sélectionner des animaux à peau fine (pour diminuer la taille des follicules primaires) et d'exclure les animaux à peaux grossières, l'amélioration du poids de la toison et du diamètre de la fibre ne vont pas se produire ou ne vont pas durer. Si l'amélioration est réalisée sans contrôle, des follicules primaires surdimensionnés se développeront. Ceci aura pour conséquence de réduire la quantité de cellules prépapillaires disponibles pour la formation de follicules secondaires. La densité diminuera. La hauteur se réduira elle aussi au fur et à mesure que l'animal aura tendance à muer et à avoir une croissance saisonnière des fibres. Finalement, le poids de la toison pourra diminuer et le diamètre de la fibre augmenter.

Il y a un certain nombre d'essais de recherches indépendantes qui ont prétendu réaliser une évaluation du système de sélection SRS® et en ont tiré des résultats erronés. L'un d'entre nous (Dr. Jim Watts) a suivi l'avancement de ces essais. Il soutient que, selon les longueurs des fibres et des follicules et des photographies d'ovins publiées, les animaux obtenus lors de ces essais n'atteignent pas les hauts niveaux de densité et de hauteur de fibres produit par les ovins SRS® et beaucoup de ces ovins ayant une toison traditionnelle seront considérés comme ayant un type de peau incorrect.

## CONCLUSIONS

Nous avons développé un ovin avec d'excellentes capacités de production de hauts revenus à partir de la laine, de la viande et des animaux excédentaires. Au cours de ce développement, nous nous sommes rendu compte que le potentiel génétique de la brebis commençait tout juste à être découvert.

Pour nous, le saut qualitatif a été réalisé avec la compréhension que le groupement des fibres est l'unité visible de base de la structure de la toison (et non la mèche) et que la laine Mérinos peut être au moins deux fois plus haute de ce qu'elle est actuellement. Pour obtenir ces résultats, la peau des ovins doit être fine et lâche et absolument pas grossière et plissée. Nous pensons aujourd'hui que nous commençons à voir les évidences qui démontrent qu'il n'existe pas d'antagonisme génétique absolu entre les productions de laine, de viande et la fécondité.

## Références

- Jackson, N., Maddocks, I.G., Lax, J., Moore, G.P.M. and Watts, J.E. (1990). Merino evolution, skin characteristics and fleece quality. 46 pages, unpublished manuscript.
- Moore, G.P.M. (1984) Growth and development of follicle populations and critical stages of growth. In: Proceedings of Wool Production in Western Australia (Baker, S.K., Masters, D.G., and Williams, I.H., eds) pp 69 – 76.
- Perth, WA Australian of Animal Production.
- Moore, G.P.M., Jackson, N. and Lax, J. (1989). Evidence of a unique developmental mechanism specifying both wool follicle density and fibre size in sheep selected for single skin and fleece characteristics. Genet. Res. Cambridge. 53, 57 – 62.
- Moore, G.P.M., Jackson, N., Isaacs, K and Brown, G. (1998). Pattern and morphogenesis in skin. J. theor. Biol. 191, 87 – 94.