Le gène majeur Booroola pour améliorer la prolificité des brebis... Pourquoi pas?

Cette fiche technique est rendue possible grâce à la participation des membres du Club Boolys, à l'implication des partenaires, soit la Fédération des producteurs d'agneaux et de moutons du Québec (FPAMQ), le Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ), le Centre canadien pour l'amélioration des porcs (CCAP) et finalement grâce au financement du MAPAQ dans le cadre de son programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés, volet C "appui à la réalisation de projets novateurs et structurants". Cet ouvrage résume et synthétise les principaux résultats d'une étude réalisée en 2009-2010 sur l'analyse des possibilités d'intégration du gène majeur Booroola au schéma génétique ovin québécois et son utilisation dans un système de production de 5 agnelages sur 3 ans.

Un peu d'histoire sur le gène majeur Booroola

La mutation du gène BMPR-1B, communément appelé gène Booroola, a un effet additif sur le taux d'ovulation. L'impact sur la taille de portée varie en fonction du nombre de copies du gène selon les races étudiées.

Au Canada, le gène Booroola a été introduit dans une population d'animaux de race DLS en 1985 (Fahmy et al., 1997), ce qui a conduit à la création d'une lignée porteuse, comme le démontre la **figure 1**. Avec l'augmentation de la proportion des femelles B^+ ou BB, le nombre d'agneaux nés et sevrés, de même que le nombre de kg d'agneau sevré par brebis par année, ont été haussés progressivement. À la fin de l'étude, le troupeau était constitué de 36 % de B^+ et de 11,5 % de BB. Ainsi, entre 1990 et 1996, le nombre de kg d'agneau sevré par femelle a augmenté de 80 % (63,7 kg / brebis / année), le nombre d'agneaux nés de 35 % (1,87 agneau né / agnelage) et le nombre d'agneaux sevrés de 45 % (1,51 agneau sevré / agnelage). Le rythme d'agnelage était quant à lui, de 1,5 agnelage / brebis / année en saillie naturelle sur pâturage.

La mutation Booroola (notée FecB, ou B, ou F) est due au polymorphisme d'un seul nucléotide (SNP) dans le gène BMPR-1B (bone morphogenetic protein receptor 1-B) sur le chromosome 6. Ce changement infime dans la séquence ADN provoque un changement dans la structure de la protéine codée par ce gène, avec pour principale conséquence la hausse du taux d'ovulation, donc de la taille de portée.

Le portrait actuel de cette population, en termes de génotype ($^{++}$, B^+ et BB) et de performances, se devait d'être précisé, d'où l'intérêt de réaliser un projet de recherche sur le sujet.

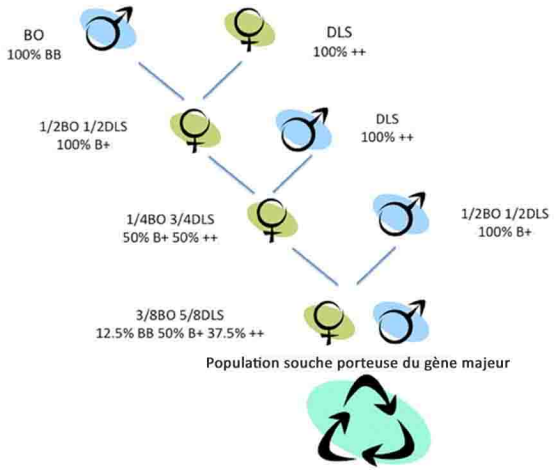


Figure 1. *Schéma d'obtention de la population Boolys qui provient d'un croisement entre la lignée composite DLS (composée à 50% de Dorset australien, 25% Leicester et 25% Suffolk) et le Mérinos néo-zélandais porteur du gène Booroola appelé « Mérinos Booroola » (BO).*

Les objectifs du projets

- Analyser la productivité des brebis $^{++}$ (homozygotes non porteuses du gène Booroola), B^+ (hétérozygotes pour le gène Booroola) et BB (homozygotes porteuses du gène Booroola) dans le cadre d'un système d'agnelage accéléré de 5 agnelages sur 3 ans;
- Étudier l'héritabilité de l'intervalle agnelage et de la prolificité de brebis de la lignée Boolys porteuse du gène Booroola, accouplant hors saison sur pâturage sans photopériode ni hormones;
- Entamer la réflexion sur les possibilités d'introduire les gènes majeurs, et plus spécifiquement le gène Booroola, au sein des populations ovines non porteuses, tant en race pure qu'en élevage commercial.

Quelles sont les caractéristiques de la population porteuse du gène majeur?

Les brebis de la lignée Boolys, au moment de l'étude, étaient âgées en moyenne de 53 mois (**figure 2**). Leur âge variait de 1 à 11 ans, avec 29 % de brebis de plus de 6 ans. Cette pyramide des âges se révèle plus étalée que dans d'autres populations de brebis maternelles. Par exemple, la proportion de brebis âgées de 6 ans et plus est de 23,6%, 9,1 % et 13,6 % chez la Dorset, l'Arcott Rideau et la Polypay respectivement. Ainsi, on constate une bonne longévité des sujets de l'étude.

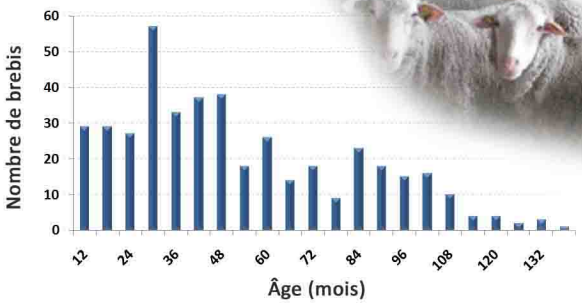


Figure 2. Pyramide des âges des brebis à l'étude.

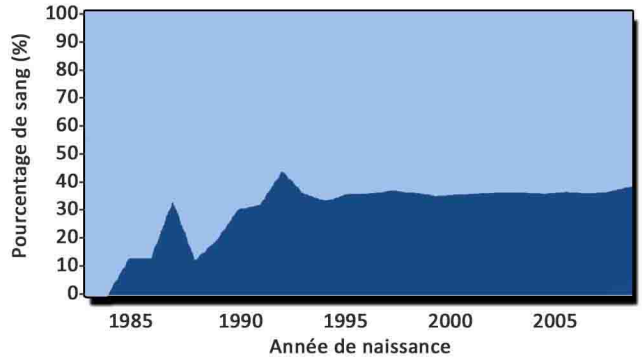


Figure 3. Évolution de la proportion de sang DLS ( ) et Mérinos Booroola ( ) dans la population à l'étude entre 1983 et 2008.

Depuis la fin des années 1990, la proportion de sang Mérinos Booroola oscille entre 35 % et 38 % en moyenne dans la population (**figure 3**).

De même, on peut constater cette proportion dans la population porteuse au moment de l'étude (**figure 4**). Ceci correspond bien au taux de 3/8 attendu tel que présenté par le schéma de croisement de la page précédente.

Par ailleurs, l'étude à permis de calculer le nombre de générations depuis la population souche. En moyenne, le nombre de générations parcourues est de 5,6 (entre 5 et 7 pour la majorité des brebis). La lignée Boolys à l'étude, s'est stabilisée au cours des 15 dernières années et est soumise à une politique constante de sélection sur la conformation.

On observe une bonne homogénéité de la population au niveau morphologique*. Brièvement, les sujets Boolys sont de taille moyenne sans corne, ils sont instinctivement très grégaires, dociles et faciles à manipuler. Leur tête est blanche avec tolérance de quelques taches pigmentées sur les lèvres ou le museau alors que la toison doit être blanche dans son entier; aucune coloration n'est tolérée pour la toison. Enfin, ces animaux ont un poids à maturité de 85-100 kg pour les béliers et de 65-80 kg pour les brebis.

* *Pour connaître les caractéristiques morphologiques complètes, veuillez vous référer au rapport final du projet, disponible en ligne sur le site Internet du CEPOQ.*

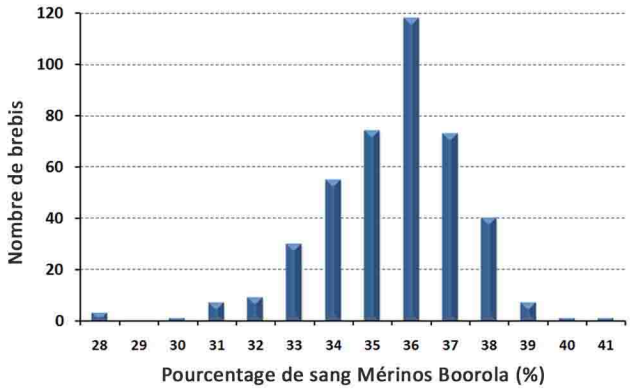


Figure 4: Pourcentage de sang Mérinos Booroola dans la population porteuse du gène au moment de l'étude.

Impact du génotype Booroola sur la productivité des brebis

Les moyennes présentées dans le **tableau 1** proviennent de brebis ayant 0, 1 ou 2 copies du gène Booroola. De façon générale, elles ont un intervalle entre les agnelages de 239 jours correspondant à 1,53 agnelage / brebis / an, ce qui explique la bonne productivité annuelle de 3,27 agneaux nés et de 2,65 agneaux sevrés. Par ailleurs, le **tableau 2**, présente les données de productivité des brebis en fonction de leur génotype ($^{++}$, B^{+}, BB).

Tableau 1. Données de reproduction moyennes pour la population porteuse du gène.

	Nombre d'observations	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Agneaux nés / agnelage	2999	1,81	0,77	1	5
Intervalle entre agnelages (jours)	2352	239	44	175	399
Agneaux nés / année *	326	3,27	0,84	1,85	6,62
Agneaux sevrés / agnelage	2985	1,58	0,80	0	5
Agneaux sevrés / année *	326	2,65	0,70	0,71	5,37
Poids moyen à la naissance (kg)	1792	3,85	0,74	1,0	7,0

** Calculé pour les brebis ayant au moins 4 agnelages*

Dans la population Boolys à l'étude:

- Une copie du gène (B^+) confère 0,45 agneau né supplémentaire par agnelage tandis que 2 copies du gènes (BB) en confèrent 0,59;

- Le génotype Booroola n'a pas d'effet sur l'intervalle entre les agnelages;

- Les brebis porteuses de l'allèle B donnent naissance à des agneaux plus légers à la naissance, ce qui est cohérent avec la hausse de la taille de portée;

Tableau 2. Données de reproduction moyennes par génotype.

	++	B^+	BB
Nombre de brebis dans l'analyse	216	266	28
Agneaux nés / agnelage	1,74 a	2,19 b	2,33 c
Intervalle entre agnelages (jours)	238,6 a	239,3 a	236,0 a
Agneaux nés / année *	2,66 a	3,65 b	3,89 c
Agneaux sevrés / agnelage	1,46 a	1,65 b	1,56 b
Agneaux sevrés / année *	2,41 a	2,80 b	2,78 b
Poids moyen à la naissance (kg)	3,90 a	3,46 b	3,35 b

** Calculé pour les brebis ayant au moins 4 agnelages*

- Le nombre d'agneaux sevrés par agnelage et par an n'est pas différent entre les brebis B^+ et BB.

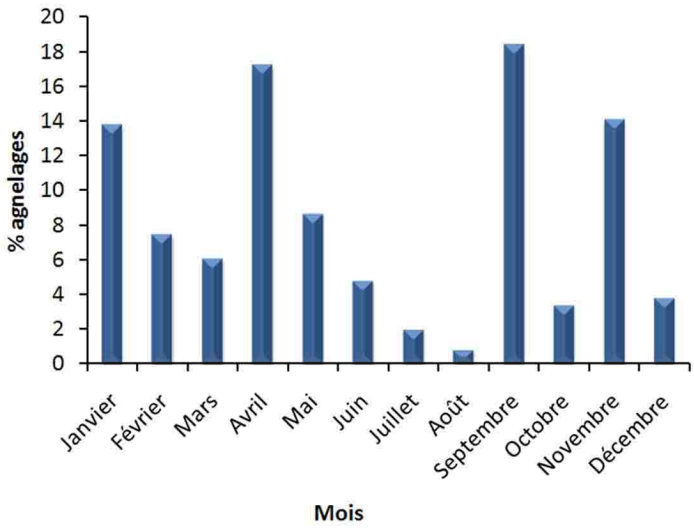


Figure 5: Distribution des agnelages au cours d'une année moyenne.

La **figure 5** illustre la répartition des agnelages de la population à l'étude au cours d'une année moyenne. Ces agnelages sont répartis sur toute l'année avec des pics au mois de janvier, avril, septembre et novembre.

Cette répartition correspond au système de production présenté à la page suivante.

Possibilité d'utilisation du gène Booroola

L'utilisation d'un bélier de la lignée Boolys en croisement sur d'autres races, pour produire des brebis commerciales, représente la meilleure option pour introduire le gène Booroola au schéma génétique québécois.

Quatre scénarios** peuvent être envisagés:

A. Brebis ½ Boolys issues d'une étape de croisement avec des béliers homozygotes porteurs (BB);

B. Brebis ½ Boolys issues d'une étape de croisement avec des béliers hétérozygotes (B^+);

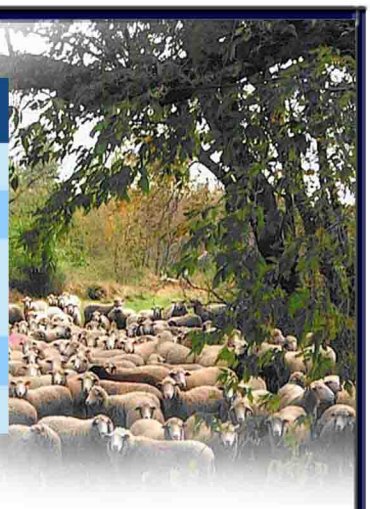
C. Brebis ¾ Boolys issues de deux étapes de croisement avec des béliers homozygotes porteurs (BB);

D. Brebis ¾ Boolys issues de deux étapes de croisement avec des béliers hétérozygotes (B^+).

***Les résultats théoriques de l'application de ces scénarios sont présentés au **tableau 3**.*

Tableau 3. Progrès théoriques sur la prolificité des brebis provenant de la présence du gène Booroola

		Scénario A	Scénario B	Scénario C	Scénario D
Agneaux nés / agnelage dans la population d'origine*		1,74	1,74	1,74	1,74
Proportion de brebis croisées porteuses du gène Booroola		100 %	50 %	100 %	62,5 %
Détail des génotypes des brebis croisées	++	0 %	50 %	0 %	37,5 %
	B^+	100 %	50 %	50 %	50 %
	BB	0 %	0 %	50 %	12,5 %
Agneaux nés / agnelage des brebis croisées**		2,19	1,97	2,26	2,02
Progrès sur la prolificité dû à la présence du gène		+ 26 %	+ 13 %	+ 30 %	+ 16 %



** Prolificité issue de l'étude du coût de production 2009 (CECPA)*
*** Prolificité théorique suivant une ou deux étapes de croisement*

Selon le scénario, un producteur peut s'attendre à un progrès théorique allant de 13 à 30 % au niveau de la prolificité des sujets commerciaux croisés obtenus suite à un ou deux croisement.

Par ailleurs, puisque la lignée Boolys est reconnue pour son aptitude au désaisonnement, l'intégration du gène Booroola dans une population non porteuse pourrait s'accompagner d'un progrès potentiel du rythme d'agnelage. Ainsi, selon la proportion de sang Boolys chez les brebis croisées (½ ou ¾), on s'attendrait, à une diminution de l'intervalle entre les agnelages de 15 à 23 % ce qui se traduirait par un progrès sur la prolificité annuelle des brebis encore plus élevé. Ces prévisions sont obtenues en supposant que la population initiale a un intervalle entre les agnelages de 344 jours (CECPA, 2009) et que les brebis obtenues suite à une ou deux étapes de croisement, seraient conduites selon le système accéléré de 5 agnelages sur 3 ans.

Système de production de 5 agnelages sur 3 ans (1,66 agnelage/an)

- Les accouplements et les agnelages se font sur pâturage (à proximité des bâtiments) de mai à novembre;

- Régie permanente du troupeau en 3 groupes (gestation, lactation et accouplement);

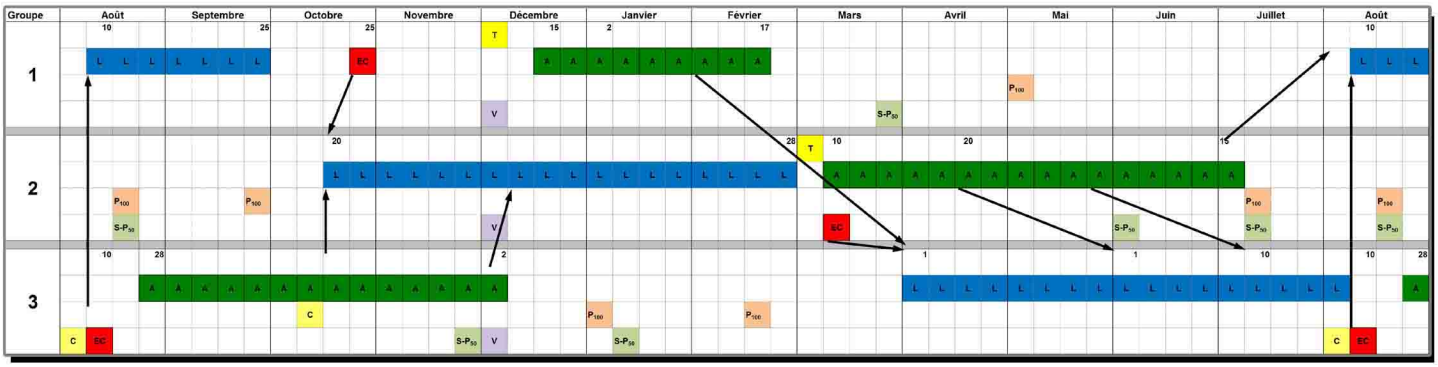
- Les périodes d'accouplements fixes ont lieu du 10 août au 25 septembre, du 20 octobre au 28 février et du 1er avril au 10 juillet;

- Les agnelles sont saillies vers l'âge de 8-10 mois;

- Les béliers sont introduits à chacun des groupes même si des brebis n'ont pas encore agnelé. Cela permet une saillie de "*rattrapage*" chez les brebis qui auraient eu, par exemple, une mortalité embryonnaire;

- En jours courts naturels, les agnelages ont lieu d'août à décembre, les brebis sont saillies pendant la lactation et deviennent gestantes généralement 40-60 jours après l'agnelage;

- En jours longs naturels, les agnelages ont lieu de décembre à juillet, tous les agneaux sont sevrés entre l'âge de 40 et 75 jours; les brebis deviennent gestantes habituellement 70-90 jours après l'agnelage.



A : Agnelage — L : Lutte — T : Tonte et parage d'onglons — V : Vermifugation — C : Crutching ou tonte partielle
EC : Échographie — S-P_{50} : Sevrage et Pesée à 50 jours — P_{100} : Pesée à 100 jours

Fédération des producteurs d'agneaux et moutons du Québec
CEPOQ Centre d'expertise en production ovine du Québec
Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec
CLUB Boolys