

Amélioration de la productivité des troupeaux ovins par le contrôle de la reproduction des béliers

Projet # 6349

— Rapport Final —



Février 2012



CONSEIL POUR
LE DÉVELOPPEMENT DE
L'AGRICULTURE DU QUÉBEC

FINANCÉ PAR :



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Canada



CEPOQ

Centre d'expertise en production
ovine du Québec



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Rapport final

Amélioration de la productivité des troupeaux ovins par le contrôle de la reproduction des béliers

Projet #6349

Demandeur

Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ)

Organisme conjoint

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)

Rédigé par

Mireille Thériault, M. Sc. adjointe de recherche, AAC
François Castonguay, Ph. D. chercheur, AAC
Catherine Element-Boulianne, B. Sc., coresponsable de la R&D, CEPOQ

Février 2012

Rédigé par Mireille Thériault, François Castonguay et Catherine Element-Boulianne

La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce à la contribution financière du Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire (PASCAA). Ce programme d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) est livré par l'intermédiaire du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ).



La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source en entier.

Cette publication se trouve aussi en version électronique sur le Web aux adresses suivantes :

www.ovins.fsaa.ulaval.ca

<http://cepoq.com/publications.php?cat=3>

Pour plus de renseignements :

François Castonguay, Ph.D.

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centre de recherche et de développement sur les bovins laitiers et le porc de Lennoxville

En poste au Département des Sciences Animales, Pavillon Paul-Comtois, Université Laval

2425 rue de l'Agriculture

Québec, G1V 0A6

Tél. : (418) 656-2131 poste 8358

Courrier électronique : françois.castonguay@fsaa.ulaval.ca

Résumé

Ce projet avait pour but d'évaluer les effets d'une préparation photopériodique des béliers sur les performances de reproduction en contre-saison (printemps) et en saison sexuelle (automne). En novembre, 14 béliers Suffolk ont été répartis dans trois traitements de préparation photopériodique : **LN**) béliers maintenus en lumière naturelle durant toute l'expérimentation (groupe témoin); **Photo**) béliers exposés à un programme de photopériode alternant des périodes de 1 mois de jours longs (JL : 16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (JC : 8 h/j de lumière); **Photo/LN**) béliers exposés à une photopériode alternant des périodes de 1 mois de JL et 1 mois de JC de novembre à la mi-mai, puis placés en lumière naturelle jusqu'en octobre. En contre-saison sexuelle (mai-juin), les béliers ont été mis en accouplement pour évaluer leur fertilité *in vivo*. Le premier test s'est fait avec 48 brebis Dorset chez qui les chaleurs ont été synchronisées par un traitement hormonal (SYN : *chaleurs synchronisées*) alors que le deuxième test a été réalisé sur 119 brebis n'ayant subi aucune préparation particulière (NAT : *chaleurs naturelles*). En septembre (saison sexuelle), les béliers ont été placés avec 129 brebis Dorset n'ayant subi aucun traitement d'induction des chaleurs.

Pendant le projet, la circonférence scrotale (CS), la qualité de la semence et la concentration de testostérone sanguine ont été évaluées toutes les deux semaines. Des tests de libido ont également été réalisés avant les saillies en contre-saison et en saison sexuelle et les données de fertilité et de prolificité des brebis lors des trois périodes d'accouplements ont été comparées.

En contre-saison, la CS des béliers **Photo** a été plus élevée que celle des béliers **LN** lors des accouplements (35.6 vs 32.4 cm; $P = 0.0253$). Pour sa part, la qualité de la semence a été variable d'une récolte à l'autre, mais le traitement de photopériode n'a pas affecté la qualité de la semence. Seules quelques différences ponctuelles entre les traitements ont été relevées. La sécrétion de testostérone (niveaux faibles de décembre à juillet) et la libido des béliers n'ont pas non plus été améliorées par la préparation photopériodique. Toutefois, des

effets intéressants ont été décelés sur les performances reproductives en contre-saison en saillies naturelles. Le pourcentage d'agnelage, quoique numériquement supérieur de 9 % chez les béliers **Photo**, n'a pas été significativement différent entre les deux groupes. L'analyse des résultats de fertilité sans un bélier **LN** « extrême » pour la CS et la fertilité a cependant fait ressortir une différence significative en faveur du traitement **Photo** (81.7 vs 63.6 % pour **Photo** et **LN**). De plus, une corrélation positive de 0.70 a été mesurée entre les résultats de fertilité de cet accouplement et la CS des béliers. Enfin, la prolificité des brebis saillies par les béliers préparés en photopériode a été supérieure à celles saillies par les béliers **LN** (1.76 vs 1.51 agneau né/brebis).

En saison sexuelle, aucune différence n'a été notée entre les mâles des trois groupes avant la mise en accouplement (CS, niveau de testostérone, libido). Cette absence de différence entre les trois groupes de béliers s'est reflétée de façon logique sur les résultats en saison où la fertilité et la prolificité ont été similaires dans les différents groupes.

Sachant qu'il existe une corrélation positive entre la taille des testicules et la fertilité en contre-saison et que le traitement de photopériode a favorisé la croissance testiculaire des béliers en contre-saison, il est logique de croire qu'il favorise également l'atteinte de meilleurs taux de fertilité. Par ailleurs, une meilleure libido ne peut pas être à l'origine de ces résultats de fertilité puisque la préparation photopériodique n'a influencé ni la sécrétion de testostérone ni le comportement sexuel des mâles. Les meilleures performances reproductives obtenues en contre-saison avec ce traitement fournissent donc plutôt des évidences de l'effet positif de la photopériode sur le pouvoir fécondant de la semence des béliers. Malgré le nombre important de paramètres évalués dans la présente étude, aucun n'a été amélioré de façon substantielle par le traitement de photopériode. Les particularités des spermatozoïdes responsables de ce « pouvoir » restent donc à déterminer.

L'évaluation de la CS et la préparation photopériodique (traitement ponctuel ou en continu) des mâles sont deux pratiques qui pourraient améliorer les performances reproductives des béliers en contre-saison.

Remerciements

En tant que coordonnateur de l'équipe de recherche, je voudrais adresser des remerciements à toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce projet.

En tout premier lieu, des remerciements s'adressent au Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) pour avoir accepté de supporter cette étude via le Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire (PASCAA) financé par Agriculture et Agroalimentaire Canada. Je veux évidemment souligner la contribution financière du Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ) qui a été importante. Je tiens sincèrement à remercier Hélène Méthot, directrice générale du CEPOQ, qui a mis à notre disposition l'argent et les ressources nécessaires à la réalisation de cette étude.

Je tiens à remercier Johanne Cameron, chargée de projet en recherche et développement au CEPOQ, pour sa collaboration lors de l'élaboration des protocoles. Merci à Sylvain Blanchette, gérant de la ferme de recherche au CEPOQ, et à toute son équipe (Marie-Claude Litalien et François Dionne) qui ont collaboré d'une manière exceptionnelle à la réalisation des protocoles.

Merci à Janice Bailey, du Centre de recherche en biologie de la reproduction (CRBR) du Département des sciences animales de l'Université Laval, qui a assuré l'encadrement scientifique du projet pour tout le volet touchant à la qualité de la semence. Un énorme merci à Christian Lessard, son professionnel de recherche, pour la formation et le soutien technique en laboratoire.

Du côté de mon équipe de recherche, je tiens à remercier Catherine Element-Boulianne, étudiante de 2^e cycle au Département des sciences animales de l'Université Laval, qui a fait de ce projet son sujet d'étude de maîtrise et qui a su mener à terme cette expérience multifacette d'une grande complexité technique. Catherine a évidemment participé à la

rédaction des protocoles et a assuré leur exécution en bergerie et en laboratoire. Elle a également réalisé la compilation des résultats et s'est chargée de la rédaction des articles de vulgarisation.

Des remerciements s'adressent à Mireille Thériault, adjointe de recherche à Agriculture et Agroalimentaire Canada, qui a participé à la planification, au suivi technique, au travail en bergerie et en laboratoire, à la compilation et à l'analyse des données ainsi qu'à la rédaction du rapport.

Sans l'appui des organismes précédemment cités et sans le travail de tous ces nombreux collaborateurs, ce projet n'aurait pu être réalisé avec autant de succès. Merci sincèrement à tous!

A handwritten signature in black ink, reading "François Castonguay". The signature is fluid and cursive, with the first name and last name clearly distinguishable.

Dr François Castonguay, Ph.D.

*Chercheur en production ovine
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Centre de recherche et de développement sur les bovins laitiers et le porc
En poste au Département des Sciences Animales, Pavillon Paul-Comtois
2425 rue de l'Agriculture,
Université Laval, Québec, G1V 0A6
Tél. : (418) 656-2131 poste 8358
Courrier électronique : françois.castonguay@fsaa.ulaval.ca*

Table des Matières

Résumé	iii
Remerciements	v
Table des Matières	vii
Table des Tableaux	ix
Table des Figures	x
1 - Mise en contexte	12
1.1. Objectif général	13
1.2. Objectifs spécifiques	13
2 - Matériel et Méthode	14
2.1. Animaux, logement et alimentation	14
2.2. Traitements photopériodiques	15
2.3. Mesures physiques	17
2.4. Évaluation de la qualité de la semence	18
2.5. Évaluation de la libido	19
2.6. Performances de reproduction	21
2.7. Dosages hormonaux	23
2.8. Analyses statistiques	24
2.9. Références	26
3 - Résultats et Analyses	28
3.1. Répartition initiale des béliers	28
3.2. Poids et état de chair des béliers	29
3.3. Circonférence scrotale des béliers	31
3.4. Qualité de la semence	33
3.5. Concentration de testostérone sanguine	39
3.6. Capacité de reproduction	41
4 - Discussion	48

4.1. Variations saisonnières en lumière naturelle.....	48
4.2. Effet de la préparation photopériodique des béliers sur la reproduction en contre-saison.....	50
4.3. Effet de la préparation photopériodique des béliers sur la reproduction en saison sexuelle	55
4.4. Références.....	57
5 - Diffusion des Résultats	60
6 - Conclusions	63
7 - Histoire d'une réussite.....	64
8 - Plan de Financement et Conciliation des Dépenses	65
Annexe A - Figures.....	66
Annexe B – Publications	77
Annexe C – Budget et pièces justificatives	Erreur ! Signet non défini.

Table des Tableaux

Tableau 1.	Répartition initiale des béliers à l'intérieur des traitements de photopériode.....	28
Tableau 2.	Paramètres de la qualité de la semence des béliers (moyennes ajustées) en fonction des traitements photopériodiques pour la période 1 (novembre à mai; n = 13 béliers et 13 récoltes).....	37
Tableau 3.	Paramètres de la qualité de la semence des béliers (moyennes ajustées) en fonction des traitements photopériodiques pour la période 2 (juillet à août; n = 12 béliers et 5 récoltes).....	38
Tableau 4.	Répartition des béliers et performances reproductives lors des accouplements sur chaleurs synchronisés en contre-saison sexuelle.....	41
Tableau 5.	Répartition des béliers et performances reproductives des brebis lors des accouplements sur chaleurs naturelles en contre-saison sexuelle.....	42
Tableau 6.	Différence individuelle dans les performances de reproduction entre les béliers des traitements LN et Photo* lors des accouplements sur chaleurs naturelles en contre-saison.....	43
Tableau 7.	Répartition des béliers et performances reproductives des brebis lors des accouplements en saison sexuelle.....	45

Table des Figures

Figure 1.	Photopériode reçue par les béliers des trois traitements et schématisation du protocole expérimental.	17
Figure 2.	Évolution du poids vif (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	30
Figure 3.	Évolution de la circonférence scrotale (—○—) des béliers selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.....	32
Figure 4.	Évolution du volume des éjaculats (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	34
Figure 5.	Évolution de la mortalité des spermatozoïdes (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.....	35
Figure 6.	Évolution du pourcentage de spermatozoïdes ayant effectués la réaction acrosomiale (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	36
Figure 7.	Évolution des concentrations de testostérone sanguine (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	40
Figure 8.	Répartition des saillies fécondantes lors des accouplements sur chaleurs naturelles en contre-saison sexuelle	44
Figure 9.	Répartition des saillies fécondantes lors des accouplements sur chaleurs naturelles en saison sexuelle	47
Figure A. 1.	Températures minimales (A) et maximales (B) auxquelles ont été exposés les béliers des groupes LN (○), Photo (✱) et Photo/LN (✱ jusqu'à l'accouplement en contre-saison sexuelle, puis ○ jusqu'à la fin de l'étude).....	67
Figure A. 2.	Évolution de la concentration spermatique des éjaculats (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	68
Figure A. 3.	Évolution de la motilité massale des éjaculats (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.....	69
Figure A. 4.	Évolution de la motilité totale des spermatozoïdes (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.....	70
Figure A. 5.	Évolution des différents patrons de capacitation (F, B et AR) des spermatozoïdes selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	71

Figure A. 6. Évolution de la motilité totale des spermatozoïdes au CASA (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	72
Figure A. 7. Évolution de la motilité progressive des spermatozoïdes au CASA (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	73
Figure A. 8. Évolution de la mortalité des spermatozoïdes en cytométrie en flux (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	74
Figure A. 9. Évolution du pourcentage de spermatozoïdes réactés et capacités en cytométrie en flux (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	75
Figure A. 10. Évolution de l'indice de fragmentation de l'ADN en cytométrie en flux (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.	76

1 - MISE EN CONTEXTE

La productivité des fermes ovines est généralement faible. Une des composantes de la productivité est le nombre d'agnelages/brebis/année qui témoigne du rythme de reproduction. Dans les élevages ovins, ce paramètre se situe à seulement 1.06, mais pourrait potentiellement s'élever à 1.3. Ceci s'explique principalement par les faibles résultats de fertilité obtenus pour les accouplements réalisés en contre-saison sexuelle (printemps-été). Lorsqu'il est question de fertilité et de productivité d'un troupeau, les brebis sont souvent pointées du doigt, la capacité de reproduction des béliers étant souvent tenue pour acquise. Toutefois, la part de responsabilité revenant aux béliers est majeure, comme démontré par de nombreuses observations « terrain » faites par notre équipe de recherche.

La faible fertilité en contre-saison pourrait être améliorée en augmentant la capacité de reproduction des béliers (production spermatique, qualité de la semence, pouvoir fécondant, libido...) qui est, tout comme celle des brebis, influencée par les saisons. Comme la brebis, les paramètres de reproduction des mâles sont à leur plus bas niveau en période de jours longs, en contre-saison sexuelle, soit au printemps et en été. Cependant, les béliers, contrairement aux brebis, ne perdent pas totalement la capacité de s'accoupler en contre-saison. Il est donc facile d'oublier que leur fertilité est, elle aussi, affectée par les saisons. Aucune étude ne s'est attardée à démontrer clairement l'influence de la capacité de reproduction des mâles sur les résultats de fertilité lors d'accouplements naturels en contre-saison.

Comme c'est le cas chez la brebis, il a été démontré que c'est la photopériode qui est le principal signal expliquant cette variation saisonnière de la capacité de reproduction des béliers. Une des façons de contrôler l'activité sexuelle des béliers serait donc de leur faire subir un traitement de photopériode alternant des jours longs et des jours courts. Toutefois aucune étude n'a démontré si les améliorations des mesures indirectes de la capacité de reproduction (production spermatique, libido...) observées avec la photopériode se reflétaient sur la fertilité et la prolificité des brebis en conditions naturelles. Par ailleurs, un des constats qui ressort à la fois des recherches scientifiques et des observations rapportées

par les producteurs, est que les béliers préparés en photopériode seulement pour des saillies en contre-saison (pas à longueur d'année) sont inaptes à la reproduction l'automne suivant le traitement lumineux du printemps. C'est ce qu'on appelle l'effet « résiduel ». Cet effet n'a jamais fait l'objet de recherche poussée.

1.1. Objectif général

Accroître la productivité annuelle des élevages ovins en augmentant l'efficacité de la reproduction des troupeaux par l'amélioration de la capacité reproductive des béliers.

1.2. Objectifs spécifiques

- 1) Évaluer les effets d'une préparation photopériodique des béliers consistant en l'alternance mensuelle de jours longs et de jours courts sur :
 - la circonférence scrotale;
 - la qualité de la semence (concentration des spermatozoïdes, motilité, viabilité...);
 - la concentration sanguine de testostérone.
- 2) Évaluer les effets d'une préparation photopériodique sur les performances de reproduction (libido, fertilité et prolificité) pour la réalisation d'accouplements:
 - en contre-saison, sur des chaleurs synchronisées par un traitement hormonal, en situation de demande sexuelle élevée;
 - en contre-saison, sur des chaleurs naturelles afin d'évaluer l'influence du mâle et de son comportement sur la réponse des femelles à l'effet bélier;
 - en saison sexuelle, sur des chaleurs naturelles.
- 3) Évaluer les effets d'une préparation photopériodique au printemps sur la capacité de reproduction des béliers lors des accouplements réalisés à l'automne.

2 - MATÉRIEL ET MÉTHODE

Durant cette étude, toutes les conditions expérimentales respectaient les lignes directrices préconisées par le Conseil canadien de protection des animaux (Canadian Council on Animal Care, 2009). Ce projet a été réalisé au Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ), située à La Pocatière au Québec, Canada (latitude 47° 21' 0" Nord, longitude 70° 1' 0" Ouest).

2.1. Animaux, logement et alimentation

Le projet a été réalisé avec 15 béliers de race pure Suffolk (SU). Cette race a été choisie, car il s'agit de la race paternelle terminale la plus utilisée pour produire des agneaux de marché au Québec et parce que c'est une race dont la reproduction est reconnue pour connaître de grandes variations saisonnières.

Tout au long de la phase expérimentale, la température (Annexe A -Figure A. 1), l'humidité et l'intensité lumineuse dans chaque section où logeaient les animaux ont été enregistrées chaque 15 min à l'aide d'enregistreurs automatiques de données (HOBO U12, Onset Computer Corporation, Cape Cod, MA, États-Unis). Ces données ont permis de vérifier l'homogénéité des conditions d'élevage entre les traitements. La superficie allouée par bélier était de 4.35 m² à 6.93 m² (2-3 béliers/parc).

Avant le début de l'expérimentation, de mai à novembre, tous les mâles étaient exposés à la lumière naturelle. La section logeant les béliers en traitement photopériodique était complètement dépourvue de fenêtres. Dans cette section, la durée de la photopériode était changée une fois par mois en fonction du calendrier photopériodique expérimental. La section logeant les béliers en lumière naturelle possédait des fenêtres et un éclairage artificiel dont la durée était ajustée toutes les semaines pour suivre les variations naturelles de la durée du jour. Dans les deux sections, l'éclairage était fourni par des fluorescents et

l'intensité lumineuse était supérieure à 400 lx. L'ouverture des lumières à l'intérieur des deux sections était contrôlée par des minuteries.

Les béliers ont reçu une alimentation principalement composée de foin sec de graminées, d'ensilage d'herbe de graminées ainsi que d'une moulée cubée spécialement formulée contenant principalement du maïs et de l'orge. L'alimentation des béliers a été ajustée afin de permettre aux béliers d'atteindre, avant le début de l'expérimentation, un poids correspondant à 70 % du poids adulte estimé à 140 kg. L'alimentation des béliers a aussi été ajustée de façon à maintenir un état de chair moyen de 3.5 tout au long de la durée du projet.

2.2. Traitements photopériodiques

Les béliers ont été répartis dans les traitements photopériodiques de façon à former trois groupes similaires en termes d'âge, de poids, de circonférence scrotale (CS), de libido et de qualité de la semence (volume, concentration spermatique, motilité massale, motilité totale et viabilité). La qualité de la semence a été déterminée en faisant la moyenne des paramètres de deux récoltes, effectuées à 6 j d'intervalle avant le début des traitements de photopériode. Un des trois traitements de photopériode (Figure 1) a ensuite été attribué à chacun des trois groupes de béliers :

Photo : dans lequel les béliers ont subi un traitement de photopériode alternant des périodes de 1 mois de jours longs (JL, 16 h de lumière : 8 h de nuit, 16L:8N) et 1 mois de jours courts (JC, 8 h de lumière : 16 h de nuit, 8L:16N) durant toute la période d'expérimentation, excepté durant les accouplements, où tous les animaux étaient en **LN**;

Photo/LN : dans lequel les béliers ont subi un traitement de photopériode alternant des périodes de 1 mois de JL (16L:8N) et 1 mois de JC (8L:16N) du mois de novembre à la mi-mai (accouplements en contre-saison), après quoi ils étaient placés en **LN** jusqu'au mois d'octobre.

LN : dans lequel les béliers ont été laissés en lumière naturelle (**LN**) durant toute la période d'expérimentation (groupe témoin);

Les traitements photopériodiques ont débuté le 16 novembre 2009 et se sont terminés le 11 octobre 2010. Il est à noter que les brebis des traitements **Photo** et **Photo/LN** subissaient le même traitement photopériodique de novembre jusqu'à la fin de la période d'accouplement en juillet (période 1). Par la suite, le groupe **Photo** a été maintenu en photopériode artificielle alors que le groupe **Photo/LN** est passé en lumière naturelle jusqu'aux accouplements en saison sexuelle (Figure 1). Lors des périodes d'accouplement, tous les animaux étaient en **LN**.

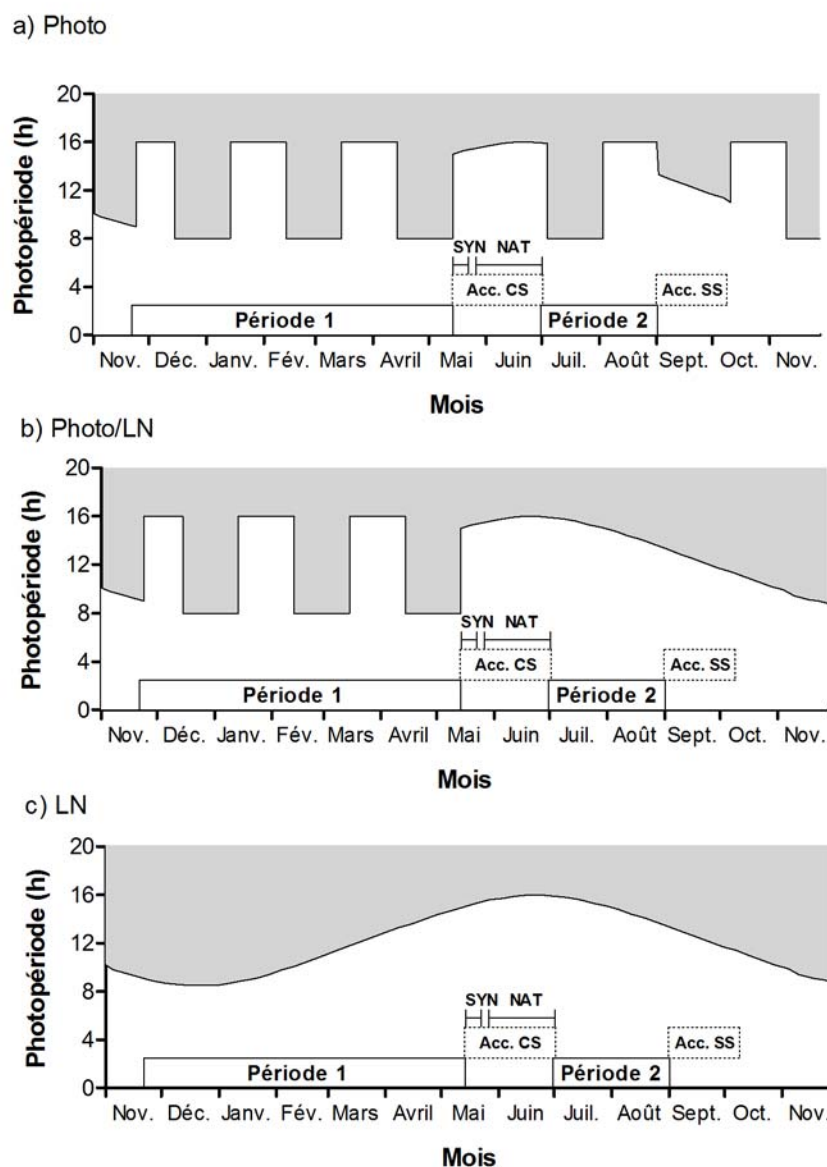


Figure 1. Photopériode reçue par les béliers des trois traitements et schématisation du protocole expérimental.

(Acc. CS : accouplements en contre-saison; SYN : chaleurs synchronisées; NAT : chaleurs naturelles; Acc. SS : accouplements en saison sexuelle)

2.3. Mesures physiques

Le poids ainsi que l'état de chair (1 à 5; 1 étant très maigre et 5 étant très gras) des béliers ont été mesurés avant chaque récolte de semence, soit toutes les deux semaines durant

l'expérience (excepté au cours des deux périodes d'accouplement). Au même moment, la circonférence scrotale (CS) a été évaluée à l'aide d'un ruban à mesurer conçu à cette fin (Lane Manufacturing Co., Denver, CO, États-Unis).

2.4. Évaluation de la qualité de la semence

2.4.1. Récolte de la semence

La semence des béliers a été récoltée toutes les deux semaines par électroéjaculation (EE) (ElectroJac 5, Neogen/Ideal Instruments inc., Chicago, IL, États-Unis). Une sonde munie de trois électrodes et spécialement conçue pour les béliers (16.5 cm de long et 2.5 cm de diamètre) a été utilisée. La sonde était lubrifiée puis délicatement insérée dans le rectum du bélier de façon à ce que les électrodes soient orientées en position ventrale. L'électroéjaculateur était utilisé en mode automatique et fournissait une stimulation électrique pendant deux secondes avec un temps de repos de deux secondes entre chaque nouvelle impulsion. La semence était récoltée dans un tube de verre gradué installé au bout d'un entonnoir en caoutchouc, les deux maintenus à 37 °C jusqu'au moment de la récolte. Le tube de semence était ensuite conservé dans un bain à 30 °C, le temps de réaliser les tests subséquents.

2.4.2. Analyses standards réalisées à chaque récolte

Le volume de semence était noté et une évaluation visuelle de la motilité massale (grossissement 4X; échelle de 0 à 5, 0 = immobilité totale et 5 = mouvement rapide avec remous) et de la motilité totale (grossissement 40X; pourcentage de motilité) était effectuée au microscope standard. Ensuite, la concentration spermatique était déterminée. Pour ce faire, l'absorbance à 540 λ d'un mélange de 20 μ l de semence et 8 ml de citrate de sodium était déterminée avec un spectrophotomètre calibré à cette fin (Spectronic 20D, Milton Roy Company, Ivyland, PA, États-Unis).

Dans les minutes suivant la récolte, la semence était diluée dans le PBS (tampon phosphate salin, 1.5 mM KH_2PO_4 , 8.1 mM Na_2HPO_4 , 137 mM NaCl et 2.7 mM KCl) pour obtenir une concentration de 40×10^6 spermatozoïdes/ml. Des lames étaient préparées pour estimer la proportion de spermatozoïdes vivants dans l'éjaculat (coloration à l'éosine-négrosine décrite

par Bamba, 1988) et pour évaluer le pourcentage de spermatozoïdes ayant subi leur réaction acrosomale (coloration à la lectine de *Pisum sativum* marquée à l'isothiocyanate de fluorescéine - PSA-FITC, décrite par Tardif *et al.*, 1999). La semence fraîche restante était ensuite placée dans des microtubes et gardée à la température de la pièce pendant 20 min. Les microtubes étaient par la suite placés dans une glacière maintenue à 18 °C (Koolatron P-75 Kool Kaddy, Koolatron, Brantford, ON, Canada) pour être transportés vers le laboratoire de l'Université Laval. À l'arrivée, approximativement 5 h après la récolte, la semence était diluée et incubée à 37 °C pendant 30 min. Les motilités totale et progressive ainsi que les paramètres de cinétique du mouvement (vitesse, linéarité, fréquence des battements...) étaient déterminées à l'aide d'un système automatisé de mesure assisté par ordinateur ou CASA (Ceros Analyzer, Hamilton Thorn Research, Beverly, MA, États-Unis).

2.4.3. Analyses avancées réalisées chaque mois

Immédiatement après la récolte, une coloration à la chlortétracycline (CTC; Morrier *et al.*, 2002) a permis d'évaluer l'état de capacitation des spermatozoïdes.

Après le transport de la semence dans les laboratoires de l'Université, trois autres tests étaient effectués à l'aide d'un cytomètre en flux (Easycyte Plus, IMV Technologies, L'Aigle, France): intégrité membranaire (viabilité; Iodure de propidium, Live/dead sperm viability kit L7011, Invitrogen Canada Inc., Burlington, ON, Canada), intégrité de l'acrosome (réaction acrosomiale et capacitation; Lectine d'*Arachis Hypogaea* liée au FITC, PNA-FITC L7381, Sigma-Aldrich, Saint-Louis, MO, États-Unis) et stabilité de la structure de la chromatine spermatique (Indice de fragmentation de l'ADN, DFI; Acridine Orange A1301, Invitrogen Canada Inc., Burlington, ON, Canada).

2.5. Évaluation de la libido

Le protocole utilisé est principalement inspiré de la méthode décrite par Stellflug *et al.*, 2008. Tous les tests ont été effectués avec des brebis Dorset (DP).

Puisque le niveau de libido était un des critères de répartition des béliers au départ du projet, une première évaluation a eu lieu en octobre, tout juste avant le début des traitements

photopériodiques. Ce premier test avait pour but de former trois groupes de béliers avec des niveaux de libido identiques. Dix brebis DP ont été traitées à l'aide de CIDR (Pfizer Animal Health, Montréal, QC, Canada) pendant 12 j. Au moment du retrait du CIDR, 500 U.I. d'eCG (Folligon, Intervet Canada Ltd., Whitby, ON, Canada) ont été injectées à chaque brebis. De l'œstradiol (1.5 mg/brebis; Estrus, Rafter 8 Products, Calgary, AB, Canada) a aussi été injecté à 24 et 48 h après le retrait des CIDR pour prolonger la période d'œstrus des brebis. Environ 48 h après le retrait des CIDR, chaque bélier a été placé avec trois brebis en chaleur. Les animaux ont été laissés ensemble pour une durée d'observation de 20 min. Chaque bélier a été évalué quatre fois, soit deux fois par jour (environ 4 h entre 2 tests d'une même journée) sur deux jours consécutifs. Les éléments notés pour chaque bélier ont été le nombre de saillies, de montes et de tentatives de monte. Ces résultats ont permis de classer les béliers selon leur niveau d'activité sexuelle et de les répartir de façon uniforme à l'intérieur des trois traitements photopériodiques.

Une évaluation de la libido a également été effectuée à la mise en accouplement des béliers en saillies synchronisées au mois de mai (contre-saison sexuelle). Cette fois-ci, l'évaluation a été faite lorsque les béliers ont été placés avec les brebis pour les accouplements. Les observations comportementales ont eu lieu sur une période de 2 h tout de suite après l'introduction des béliers avec les brebis. Le protocole de synchronisation des brebis est décrit dans la section « Accouplements en contre-saison sexuelle ».

Des tests de libido ont également été effectués tout juste avant la mise en accouplement des béliers en saillies naturelles au mois d'août (saison sexuelle). Pour ce faire, des brebis ont été traitées avec des CIDR pendant 14 j et 500 U.I./brebis d'eCG ont été injectées au retrait. Environ 30 h après le retrait du CIDR, chaque bélier a été placé avec deux ou trois brebis en chaleur. Les animaux ont été laissés ensemble pour une durée d'observation de 20 min. Chaque bélier a subi quatre tests, soit deux tests par jour sur deux jours consécutifs. De l'œstradiol (1.5 mg/brebis) a aussi été injecté à la fin de la première journée des tests. Les

éléments notés pour chaque bélier ont été le nombre de saillies, de montes et de tentatives de monte.

2.6. Performances de reproduction

Pour évaluer l'effet des traitements photopériodiques sur les performances de reproduction des béliers, ceux-ci ont été placés en accouplements à deux reprises en contre-saison sexuelle et à une occasion en saison sexuelle.

Lors des périodes d'accouplement, les béliers étaient toujours munis de harnais-marqueurs de façon à identifier et noter le moment de la venue en chaleur des femelles. Tous les accouplements se sont déroulés en lumière naturelle. Au moment de la mise aux béliers, les brebis DP utilisées pour ces tests de fertilité étaient taries depuis au moins 25 j et avaient agnelé depuis au moins 80 j. Les femelles étaient toujours séparées de façon à former des groupes d'accouplement uniformes pour l'âge, le poids, l'état de chair ainsi que la prolificité moyenne antérieure. Les poids et états de chair des brebis étaient suivis afin de s'assurer que toutes les femelles étaient en bonne condition pour la mise en accouplement, la gestation, l'agnelage et la lactation. Les brebis ont été exposées à la lumière naturelle durant toute la durée du projet. Des diagnostics de gestation ont été effectués par échographie (Ultrascan50, Alliance Médicale Inc., Montréal, QC, Canada) autour de 85 j après la mise au bélier. À l'agnelage, le sexe et le poids de chaque agneau étaient notés.

2.6.1. Accouplements en contre-saison sexuelle

Comme les béliers Photo et Photo/LN ont subi le même traitement photopériodique (3 cycles alternant 1 mois de JL et 1 mois de JC) de novembre à mai (Période 1), 2 béliers Photo et 2 béliers Photo/LN ont été sélectionnés pour les accouplements. Les deux groupes de béliers ont été formés afin d'obtenir deux groupes semblables pour la provenance, l'âge, le poids et l'état de chair des mâles. La CS des béliers choisis en Photo et Photo/LN devait être représentative du traitement (comparable à la moyenne). L'appellation *Photo** est utilisée pour désigner cette particularité dans le reste du document. Les autres béliers qui n'ont pas été

utilisés pour les accouplements expérimentaux ont tout de même été mis en saillie avec d'autres brebis DP pour une période identique.

Fertilité sur chaleurs synchronisées (SYN). Du 13 au 16 mai, 8 béliers (4 **Photo*** et 4 **LN**) ont été mis en accouplement avec 48 brebis en chaleurs. Les béliers **LN** et **Photo*** ont donc été exposés, respectivement, à 23 et 25 brebis en chaleurs. Pour ce faire, 85 brebis DP ont été synchronisées à l'aide d'un traitement progestatif (CIDR 12 j + 650 U.I. eCG au retrait). Environ 48 h après le retrait des CIDR, des béliers munis de tablier empêchant la saillie ont été introduits dans de petits groupes de brebis. Les femelles en chaleurs étaient retirées une à une et placées à l'écart des béliers. Les brebis en œstrus ont été réparties en deux groupes comparables en termes d'âge, de poids, d'état de chair, de parité, d'intervalle post-partum et de prolificité antérieure ($P > 0.2$). À la mise en accouplement, les brebis adultes (4.8 ± 2.0 ans) étaient en bonne condition (poids : 84.3 ± 13.0 kg et état de chair : 3.7 ± 0.5). Leur prolificité antérieure moyenne était de 1.5 ± 0.3 . Elles ont ensuite été séparées en huit groupes d'accouplement de 6 à 7 brebis. La période de saillies a duré 3 j, après quoi les béliers ont été retirés et mis au repos en lumière naturelle pour 8 j avant leur utilisation pour le test de fertilité sur chaleurs naturelles.

Fertilité sur chaleurs naturelles (NAT). Du 25 mai au 5 juillet (42 j), les mêmes 8 béliers utilisés pour le test de fertilité sur chaleurs synchronisées ont été placés avec 119 brebis DP n'ayant subi aucun traitement d'induction des chaleurs (1 bélier : 14-15 brebis). Les brebis ont été réparties en deux groupes homogènes ($P > 0.6$; âge : 4.7 ± 1.7 ans; poids : 82.1 ± 12.5 kg; EC : 3.6 ± 0.6 ; prolificité antérieure : 1.6 ± 0.4), dans lesquels 16 brebis étaient cycliques au moment de la mise au bélier.

Deux prélèvements sanguins espacés de 10 j ont été effectués sur les brebis dans les semaines précédant la mise en accouplement afin d'évaluer leur statut physiologique (cyclique ou non cyclique) par le dosage de la progestérone sanguine. Cette procédure a permis de placer un nombre égal de brebis cycliques ($n = 32$) et non cycliques ($n = 88$) avec chaque bélier.

2.6.2. Accouplements en saison sexuelle

Du 31 août au 11 octobre (42 j), les 12 béliers (4 Photo; 4 **Photo/LN**; 4 **LN**) ont été placés avec 129 brebis DP n'ayant subi aucun traitement d'induction des chaleurs, afin d'évaluer si le protocole de photopériode réalisé à l'hiver et au printemps pouvait influencer la capacité de reproduction des béliers à l'automne suivant. Les traitements ont été assignés à trois groupes comparables de brebis (âge : 4.6 ± 2.5 ans; poids : 83.3 ± 15.7 kg; EC : 3.3 ± 0.7 ; prolificité antérieure : 1.5 ± 0.4 ; $P > 0.5$ entre les groupes). Chaque bélier a été placé avec 10 à 12 brebis.

Ici encore, des mesures de progestérone ont permis d'attribuer un nombre égal de brebis cycliques ($n = 84$) et non cycliques ($n = 26$) à chaque bélier. Dix-neuf (19) des 129 brebis n'ont pas été prélevées puisqu'elles avaient été synchronisées avec des CIDR pour les tests de libido. Huit (8) jours après le retrait des CIDR, les 12 brebis venues en chaleur suite à la synchronisation avaient reçu une injection de prostaglandine (15 mg/brebis; Lutalyse, Pfizer Animal Health, Montréal, QC, Canada) pour détruire le corps jaune en place et permettre leur venue en chaleur. Ces 19 brebis ont été réparties équitablement entre les béliers.

2.7. Dosages hormonaux

Les échantillons sanguins ont été prélevés dans la veine jugulaire à l'aide de tubes héparinés de 10 ml (Vacutainer, Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ, États-Unis). Après le prélèvement, les tubes étaient placés sur la glace et centrifugés dans l'heure suivante (2 500 rpm durant 20 min à 4 °C). Le plasma était recueilli et congelé à -20 °C dans des microtubes en polypropylène jusqu'au moment des dosages. La progestérone plasmatique a été dosée à l'aide d'une trousse commerciale (Ovucheck Plasma, Biovet Inc., Ste-Hyacinthe, QC, Canada). Une brebis était considérée cyclique lorsqu'une concentration > 1 ng/ml de progestérone étaient observée au moins une fois chez cette brebis.

Afin de suivre l'évolution des concentrations de la testostérone, des prélèvements sanguins ont été réalisés sur chacun des béliers les 2^e et 4^e semaines de chaque cycle d'un mois de photopériode (excepté durant les deux périodes d'accouplement). Un total de 19 séries de prélèvements a été réalisé. La journée des prises de sang, trois prélèvements étaient

pratiqués à 11:00, 13:00 et 15:00 à l'aide de tubes héparinés de 10 ml. Après le prélèvement, les tubes étaient placés sur la glace et centrifugés dans l'heure suivante (2 500 rpm durant 20 min à 4 °C). Pour chacun des trois prélèvements journaliers de chaque animal, un aliquot de 0.5 ml de plasma était prélevé et mis dans un même microtube en polypropylène, mélangé et congelé à -20 °C jusqu'au moment des dosages. Le dosage a été effectué sur ce mélange des trois prélèvements journaliers afin de minimiser l'impact de la variation journalière de la testostérone sanguine (Sanford *et al.*, 1974; Lincoln *et al.*, 1977). Les dosages ont été faits à l'aide d'une autre trousse commerciale (Testosterone ELISA kit, Neogen, Lexington, KY, États-Unis).

2.8. Analyses statistiques

Des 15 béliers entrés à la station, un est mort pendant la période d'acclimatation et un autre a été retiré de l'étude en raison de sa mauvaise réponse à l'EE. Treize béliers ont donc été suivis entre novembre 2008 et mai 2009 (Période 1). Par contre, à la sortie des accouplements en juillet, un bélier est mort d'une listériose. Il y avait donc 12 béliers à récolter pour la période de juillet à août 2009 (Période 2). Ces 12 béliers ont été mis en accouplement en saison sexuelle avec 129 brebis, mais les résultats d'un bélier n'ont pas été considérés lors des analyses des performances de reproduction puisqu'il a été malade pendant les saillies (n = 117 brebis). Pour ce qui est de l'évaluation de la semence, quelques éjaculats de mauvaise qualité en raison de la technique de récolte, sans relation avec le traitement, ont été retirés des analyses (motilité massale inférieure à 3, motilité totale inférieure à 60 % et mortalité supérieure à 45 %).

Le poids vif, l'âge, la circonférence scrotale, les paramètres de qualité de semence (volume de l'éjaculat, concentration spermatique, motilité totale et viabilité) ainsi que la libido lors de la répartition des béliers dans les traitements ont été comparés à l'aide de la procédure MIXED de SAS (SAS Institute Inc.) en utilisant le traitement (**LN**, Photo, **Photo/LN**) comme facteur fixe. Pour ce qui est de l'état de chair des béliers et de la motilité massale de

l'éjaculat (données catégoriques), la procédure LOGISTIC a été utilisée, avec le traitement comme facteur fixe dans le modèle.

L'évolution du poids vif, de la CS, des niveaux sanguins de testostérone et des différents paramètres de qualité de la semence des béliers dans le temps a été étudiée avec la procédure MIXED pour les deux périodes distinctes (Période 1 : novembre 2009 à mai 2010 et période 2 : juillet à août 2010). Les facteurs fixes inclus dans le modèle ont été la semaine de récolte (sem), le traitement (trt) et l'interaction sem $\times$ trt. Dans cette analyse, la semaine de récolte a été considérée en mesures répétées. La structure de covariance a été choisie en se basant sur le critère d'Akaike (AIC; le plus petit étant le meilleur). Comme les groupes de béliers **Photo** et **Photo/LN** ont reçu la même photopériode lors de la période 1, l'énoncé CONTRAST a été utilisé pour déterminer si le traitement **LN** différait des traitements **Photo** et **Photo/LN** au cours de cette période. L'énoncé CONTRAST a donc été utilisé pour comparer les traitements **Photo** et **Photo/LN** au traitement **LN**. Pour la période 2 (juillet à août 2010), les moyennes des trois traitements ont été comparées en utilisant le test de comparaison multiple de Tukey-Kramer (LSMEANS/PDIFF). Lorsque l'interaction sem $\times$ trt était significative, la comparaison des traitements de photopériode a été effectuée pour chaque semaine de récolte dans un modèle incluant uniquement le traitement comme facteur fixe.

L'effet des différents traitements photopériodiques sur les mesures prises au début des accouplements (poids, CS, libido, testostérone, qualité de la semence (tous sauf motilité massale) ainsi que sur l'intervalle entre la mise aux béliers et la saillie fécondante (IMBSF) a été étudié avec la procédure MIXED de SAS en utilisant le traitement comme facteur fixe. Lors des accouplements en contre-saison, deux traitements ont été comparés (**LN** vs **Photo***). Lors des accouplements en saison, la comparaison entre les trois traitements (**LN**, **Photo** et **Photo/LN**) a été effectuée à l'aide des énoncés CONTRAST et LSMEANS (PDIFF), comme décrit précédemment.

Le moment de la saillie fécondante a été déterminé en soustrayant 145 j à la date d'agnelage et aussi en se basant sur les détections des chaleurs (harnais-marqueur). La répartition des saillies fécondantes dans une période donnée (dans les 17 premiers jours de la mise aux béliers et entre les jours 18 et 30 de la mise aux béliers), la fertilité et la prolificité lors des deux périodes d'accouplement ont été analysées avec la procédure GLIMMIX. La répartition des saillies fécondantes et la fertilité ont été traitées comme des données binomiales (0 et 1) en utilisant une fonction de lien logit (link=logit) et la prolificité comme une donnée multinomiale (1, 2, 3 et 4) en utilisant une fonction des logits cumulés (link=cumlogit). Dans les deux cas, le modèle incluait seulement le traitement comme facteur fixe. Lors des accouplements en contre-saison, deux traitements ont été comparés (**LN** et Photo). Lors des accouplements en saison, la comparaison entre les trois traitements a été effectuée à l'aide des énoncés CONTRAST et LSMEANS (PDIFF).

La procédure CORR a permis de déterminer le coefficient de corrélation de Pearson entre différentes variables (circonférence scrotale, fertilité, prolificité...).

2.9. Références

- Bamba, K. 1988. Evaluation of acrosomal integrity of boar spermatozoa by bright field microscopy using an eosin-nigrosin stain. *Theriogenology* 29: 1245-1251.
- Lincoln, G.A., M.J. Peet et R.A. Cunningham. 1977. Seasonal and circadian changes in the episodic release of follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone and testosterone in rams exposed to artificial photoperiod. *J. Endocrinol.* 72: 337-349.
- Morrier, A., F. Castonguay et J.L. Bailey. 2002. Glycerol addition and conservation of fresh and cryopreserved ram spermatozoa. *Can. J. Anim. Sci.* 82: 347–356.
- Sanford, L.M., J.S.D. Winter, W.M. Palmer et B.E. Howland. 1974. The profile of LH and testosterone secretion in the ram. *Endocrinology* 95: 627-631.
- Stellflug, J.N., G.S. Lewis, C.A. Moffet et T.D. Leeds. 2008. Evaluation of three-ram cohort serving capacity tests as a substitute for individual serving capacity tests. *J. Anim. Sci.* 86: 2024-2031.

Tardif, S., M.A. Sirard, R. Sullivan et J.L. Bailey. 1999. Identification of capacitation-associated phosphoproteins in porcine sperm electroporated with ATP- γ -32P. *Mol. Reprod. Dev.* 54: 292-302.

3 - RÉSULTATS ET ANALYSES

3.1. Répartition initiale des béliers

Le tableau 1 montre que les trois groupes de béliers étaient comparables au départ du projet (novembre) en termes d'âge, de poids, d'état de chair, de circonférence scrotale, de libido et de qualité de semence ($P > 0.1$). Les paramètres de qualité correspondent à la moyenne de deux récoltes effectuées avant le début des traitements de photopériode. Les niveaux de testostérone sanguine avant le début des traitements sont présentés ici, mais n'ont pas été pris en compte lors de la répartition.

Tableau 1. Répartition initiale des béliers à l'intérieur des traitements de photopériode

	Traitement ^z			ÉTM ^y	Valeur de <i>P</i>
	LN	Photo	Photo/LN		
Nombre	5	4	4	-	-
Âge (mois)	16.1	15.5	16.3	1.6	0.9298
Poids (kg)	110.8	110.5	113.5	6.9	0.9420
État de chair	3.7	3.6	3.6	0.1	0.7975
Circonférence scrotale (cm)	36.7	35.6	36.2	1.0	0.7171
Libido ^x	3.3	3.5	3.1	0.5	0.8639
Testostérone (ng/ml)	6.6	7.7	9.1	2.3	0.7508
Qualité de la semence fraîche					
Volume (ml)	1.2	1.0	1.1	0.2	0.8385
Concentration (spz×10 ⁹ /ml)	1.119	1.311	1.071	0.002	0.8040
Motilité massale	3.9	4.8	4.3	1.2	0.2760
Motilité totale (%)	95.0	90.6	91.9	2.1	0.3028
Moortalité (%)	16.8	17.7	16.4	2.6	0.9348

^z **LN** : lumière naturelle durant toute l'expérience (groupe *témoin*); **Photo** : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière) durant toute l'expérience; **Photo/LN** : même traitement que **Photo** de novembre à mai (période 1) et retour en lumière naturelle de mai à octobre (période 2).

^y ÉTM : Écart-type de la moyenne

^x Nombre moyen de saillies lors de quatre périodes d'observation de 20 min.

3.2. Poids et état de chair des béliers

Le poids (Figure 2) et l'état de chair ont été notés lors de chaque récolte au cours de la phase expérimentale. Les béliers ont maintenu leur croissance jusqu'à la première saillie en mai 2010 et ont atteint le poids adulte ciblé de 135-140 kg. Une perte de poids a été observée lors des accouplements de mai et septembre, en raison de l'activité intense des mâles au cours de ces périodes.

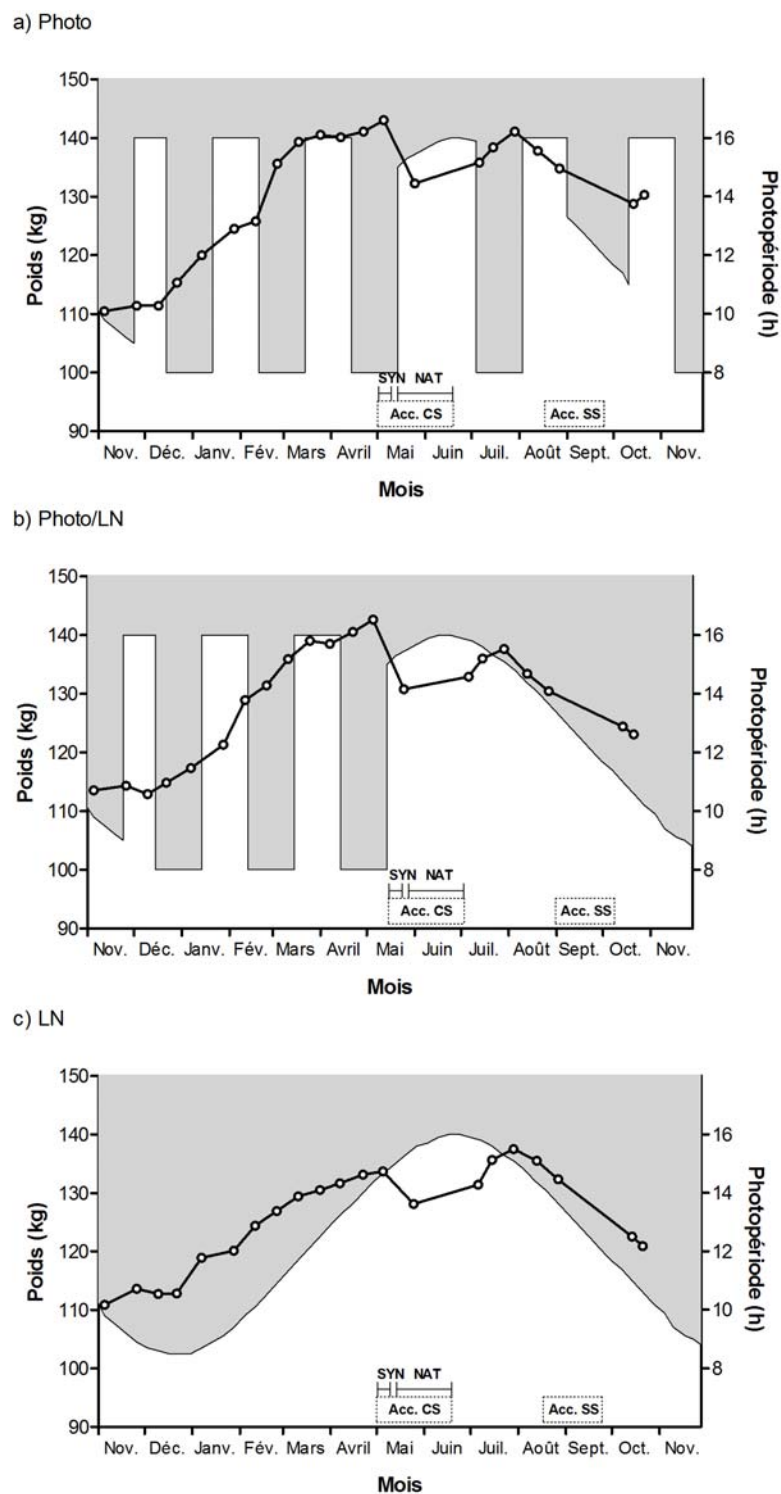


Figure 2. Évolution du poids vif (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

3.3. Circonférence scrotale des béliers

La figure 3 présente l'évolution de la CS des béliers. Les béliers **LN** ont vu leur CS diminuer à partir de décembre, pour atteindre leur plus bas niveau en mai et augmenter par la suite jusqu'en octobre.

Lors de la période 1 (nov. à mai), l'évolution de la CS a été différente pour les béliers **LN** et **Photo*** (interaction sem $\times$ trt; $P = 0.0031$). Au cours des deux premiers mois d'expérimentation (novembre à janvier), les béliers des trois traitements ont montré une baisse de CS. Cette diminution a même été plus rapide chez les béliers en photopériode, comparativement aux béliers **LN** (Figure 3). La CS des béliers sous contrôle lumineux (**Photo** et **Photo/LN**) s'est alors stabilisée, puis a augmenté jusqu'en mai. Pour sa part, la CS des béliers **LN** a continué de chuter pour atteindre son plus bas niveau en mai. À ce moment (dernière semaine avant les accouplements), la CS des béliers **Photo*** était supérieure à celle des béliers **LN** (35.6 vs 32.4 cm; P contraste = 0.0253). Cette différence aurait pu être plus marquée sans la présence du bélier #4 **LN** dont la CS était particulièrement élevée. Par contre, puisqu'il s'agissait d'une donnée valable, ce bélier n'a pas été retiré des analyses. Sans les valeurs de ce bélier discordant, la CS des béliers aurait été très significativement différente entre les groupes (35.6 vs 31.3 cm; **Photo*** vs **LN**; P contraste = 0.0015). Aussi, en analysant la variation de CS entre le début des traitements et les accouplements sur chaleurs synchronisées (SYN) et naturelles (NAT) en contre-saison pour tous les béliers, la diminution de la CS a été plus importante pour les béliers **LN** que pour les béliers **Photo*** (accouplement NAT : -4.3 vs -0.3 cm; P contraste=0.0024).

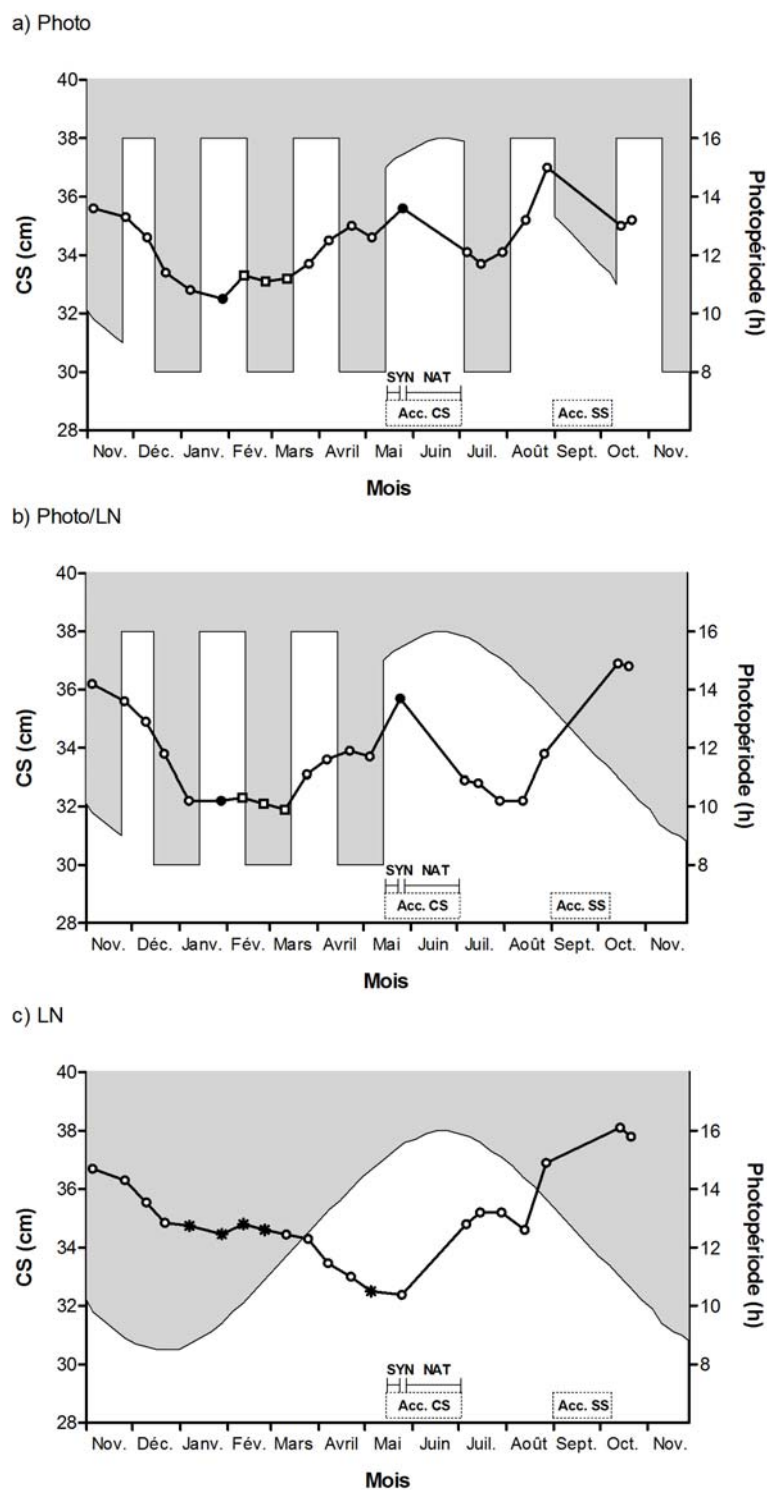


Figure 3. Évolution de la circonférence scrotale (—○—) des béliers selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

Effet traitement : * vs • $P < 0.05$ et * vs □ $P < 0.10$

Lors de la période 2 (juillet à août), l'évolution de la taille des testicules semblait différer d'un traitement à l'autre (interaction sem $\times$ trt; $P = 0.1081$). Numériquement, la CS mesurée chez les béliers du traitement **Photo/LN** dans les semaines précédant la mise en accouplement de septembre était inférieure à celle des béliers **Photo** et/ou **LN** ($P < 0.2$). Toutefois, aucune différence significative n'était détectable entre les traitements. Au moment de la mise au bélier en saison sexuelle, la CS des béliers **Photo/LN** était inférieure de 3 cm à celle des béliers **Photo** et **LN** (33.8 vs 37.0 et 36.9 cm; $P = 0.1158$). À la fin des accouplements à la mi-octobre, la CS des béliers **Photo/LN** était comparable à celle des béliers **LN**, mais c'est celle des béliers **Photo** qui était légèrement inférieure (38.0 et 38.1 vs 35.0 cm; $P = 0.0977$).

3.4. Qualité de la semence

Les figures 4 à 7 présentent l'évolution des paramètres qualité de la semence dans le temps. Les paramètres de qualité de la semence ont été très variables d'une récolte à l'autre. Dans le groupe témoin, seuls le volume et le pourcentage de mortalité des spermatozoïdes ont été affectés par la saison (béliers **LN**; Figure 4 et Figure 5).

Le tableau 2 présente les paramètres de la qualité de la semence obtenus au cours de la période 1. Pour la plupart des variables mesurées, le traitement de photopériode n'a pas affecté la qualité de la semence de façon évidente et beaucoup de variations ont été notées entre les récoltes. Seules quelques différences ponctuelles entre les béliers **Photo*** et **LN** ont été relevées (interaction sem $\times$ trt significative pour le volume et le pourcentage de spermatozoïdes avec acrosomes réactés). Ces différences sont illustrées aux figures 4 et 6. Aucune différence de qualité n'a été détectée à la mise en accouplement en mai.

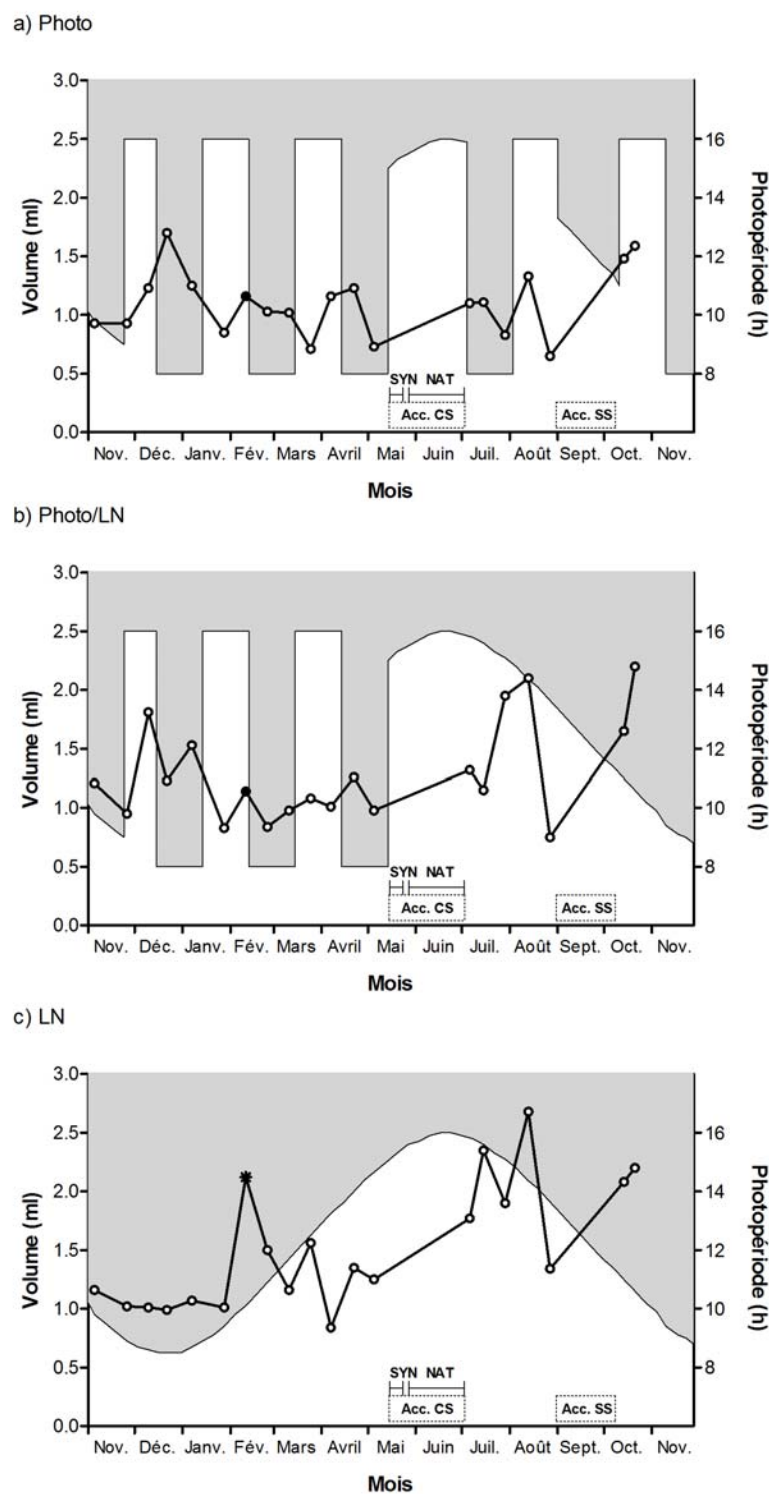


Figure 4. Évolution du volume des éjaculats (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

Effet traitement : * vs • $P < 0.05$

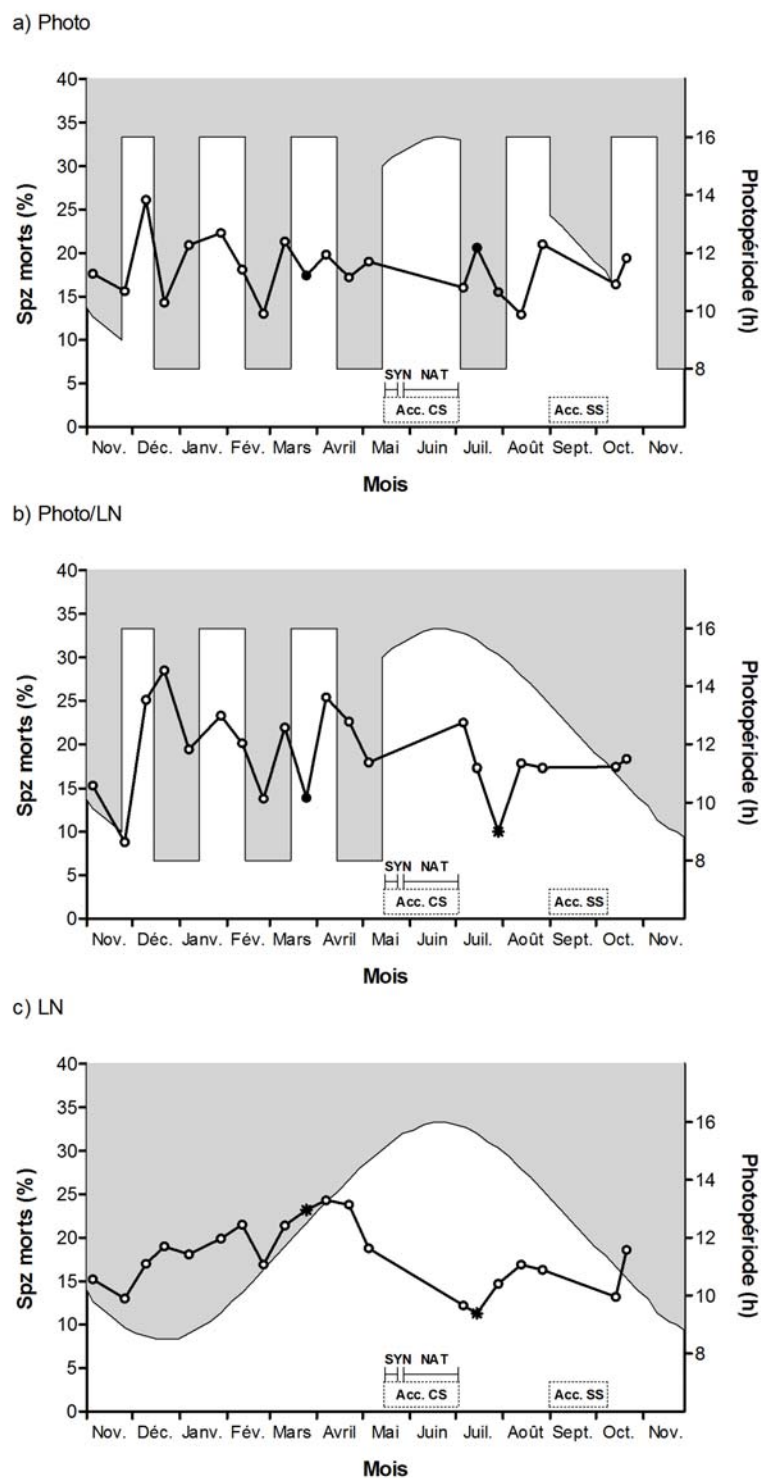


Figure 5. Évolution de la mortalité des spermatozoïdes (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.
Effet traitement : * vs • $P < 0.05$

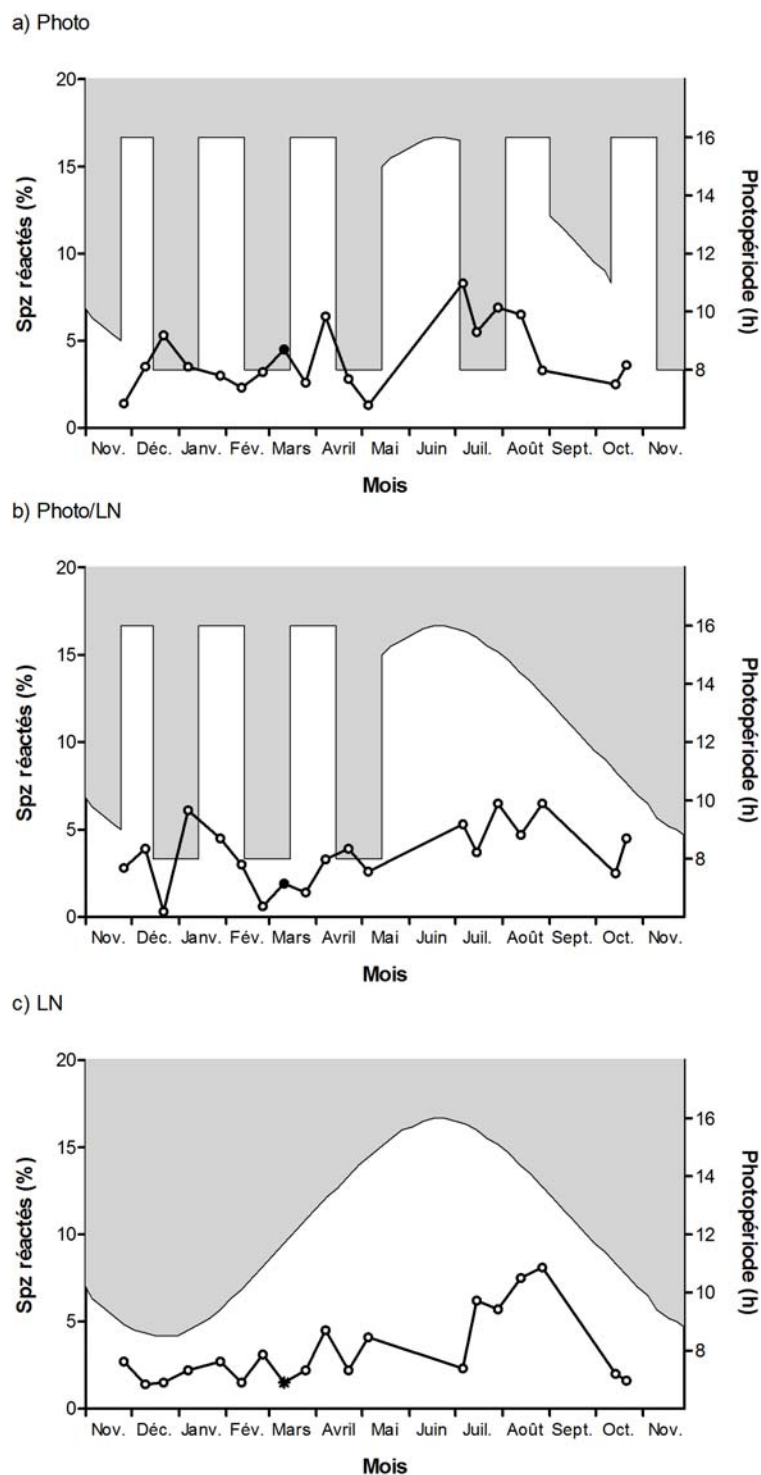


Figure 6. Évolution du pourcentage de spermatozoïdes ayant effectués la réaction acrosomiale (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

Effet traitement : * vs • $P < 0.05$

Tableau 2. Paramètres de la qualité de la semence des béliers (moyennes ajustées) en fonction des traitements photopériodiques pour la période 1 (novembre à mai; n = 13 béliers et 13 récoltes)

Paramètre	Traitement ^z			ÉTM ^y	Valeur de P ^x		
	LN	Photo	Photo/LN		Sem	Trt	Trt×Sem
<i>Semence fraîche</i>							
Volume (ml)	1.2	1.1	1.2	0.2	0.0179	0.8838	0.0028
Concentration (spz×10 ⁹ /ml)	1.967	1.594	2.077	0.002	0.0186	0.2821	0.4528
Motilité massale	4.9	4.7	4.8	0.6		0.2378	
Motilité totale (%)	93.3	91.0	91.2	1.9	0.0777	0.5869	0.6872
Mortalité (%)	19.7	18.9	20.1	1.3	<0.0001	0.8095	0.0816
Spz ^w réactés (%)	2.5	3.3	2.9	0.5	0.4330	0.5678	<0.0001
Spz capacités (%)	3.0	3.6	3.9	0.7	0.2066	0.6593	0.8853
<i>≅ 5 h post-récolte</i>							
Motilité totale au CASA (%)	81.8	74.5	78.2	3.0	0.0124	0.1725	0.0568
Motilité progressive au CASA (%)	49.3	45.6	39.6	4.6	0.5782	0.2878	0.5906
Cytométrie en flux							
Mortalité (%)	48.1	45.8	43.8	3.7	0.0081	0.6861	0.7536
Spz vivants + non-réactés (%)	43.0	46.3	47.0	4.3	<0.0001	0.7570	0.6075
Spz réactés + capacités (%)	20.0	20.2	19.0	2.4	<0.0001	0.9228	0.6552
DFI ^v (%)	9.7	12.6	11.8	1.6	0.1695	0.3585	0.4070

^z **LN** : lumière naturelle (**LN**) durant toute l'expérience (groupe *témoin*); **Photo** : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière); **Photo/LN** : idem **Photo** de novembre à mai et retour en lumière naturelle de mai à octobre.

^y ÉTM : Écart-type de la moyenne.

^x Sem : Semaine; Trt : Traitement; tous les contrastes LN vs Photo* étaient non-significatifs.

^w Spz : spermatozoïdes

^v Indice de fragmentation de l'ADN

Le tableau 3 présente les valeurs de P associées aux paramètres de la qualité de la semence obtenus au cours de la période 2. Pour les variables dont l'interaction sem × trt était significative au tableau 3 (motilité, mortalité, motilité progressive au CASA et DFI), l'analyse par semaine n'a pas permis d'établir de différences significatives entre les traitements, sauf pour la mortalité en juillet (Figure 5).

Tableau 3. Paramètres de la qualité de la semence des béliers (moyennes ajustées) en fonction des traitements photopériodiques pour la période 2 (juillet à août; n = 12 béliers et 5 récoltes)

Paramètre	Traitement ^z			ÉTM ^y	Valeur de P ^x		
	LN	Photo	Photo/LN		Sem	Trt	Trt×Sem
<i>Semence fraîche</i>							
Volume (ml)	2.0	1.0	1.5	0.4	0.0202	0.1863	0.6033
Concentration (spz×10 ⁹ /ml)	2.199	1.850	1.688	0.004	0.0019	0.6281	0.1114
Motilité massale	4.7	4.9	4.4	0.8		0.3092	
Motilité totale (%)	87.6	91.2	92.9	1.7	0.0012	0.1008	0.0097
Mortalité (%)	14.7	18.0	15.9	0.9	0.0032	0.0509	<0.0001
Spz ^w réactés (%)	7.0	5.4	5.6	1.6	0.6251	0.6783	0.3759
Spz capacités (%)	6.5	4.8	4.1	2.8	0.1692	0.7247	0.9627
<i>≅ 5 h post-récolte</i>							
Motilité totale au CASA (%)	55.7	60.8	64.7	5.2	0.0036	0.4358	0.1162
Motilité progressive au CASA (%)	32.1	33.1	38.5	7.9	<0.0001	0.8158	0.0147
Cytométrie en flux							
Mortalité (%)	52.9	48.7	55.7	10.9	0.9107	0.8618	0.3127
Spz vivants + non-réactés (%)	36.3	38.0	34.0	7.5	0.0153	0.9086	0.7338
Spz réactés + capacités (%)	30.3	28.7	31.3	5.1	0.0101	0.9061	0.8278
DFI ^v (%)	20.2	12.9	13.4	4.6	0.6938	0.3548	0.0007

^z **LN** : lumière naturelle (**LN**) durant toute l'expérience (groupe *témoin*); **Photo** : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière); **Photo/LN** : idem **Photo** de novembre à mai et retour en lumière naturelle de mai à octobre.

^y ÉTM : Écart-type de la moyenne.

^x Sem : Semaine; Trt : Traitement.

^w Spz : spermatozoïdes

^v Indice de fragmentation de l'ADN

Les figures montrant l'évolution des autres paramètres de qualité de la semence, ceux pour lesquels aucune différence significative n'a été observée, sont présentées à l'annexe A. Aussi, les paramètres de cinétique du mouvement déterminés à l'aide du CASA ont été analysés et aucune différence significative n'a été détectée.

3.5. Concentration de testostérone sanguine

La figure 7 présente l'évolution de la concentration de testostérone des béliers. Les concentrations de testostérone étaient faibles de janvier à août et élevées en septembre, octobre et novembre.

Pour la période 1, l'évolution de la testostérone a été différente pour les béliers **LN** et **Photo*** (interaction sem $\times$ trt; $P = 0.1117$). Chez les béliers **LN**, la concentration de testostérone était élevée avant le début des traitements, en novembre, et a été faible de décembre à juillet (Figure 7). Étonnamment, cette baisse de testostérone a également été observée chez les béliers soumis au traitement photopériodique (**Photo***) et s'est même effectuée plus rapidement chez ces derniers. En effet, entre le début décembre et la mi-janvier, les béliers en photopériode avaient des niveaux de testostérone sanguine plus faibles que les béliers **LN** (Figure 7). Ainsi, la testostérone des béliers **LN** a été à son plus bas niveau au début du mois de février, comparativement à décembre pour les béliers **Photo***. À la figure 7, les concentrations semblaient remonter vers avril-mai pour les béliers en photopériode, cependant cette hausse n'était pas significative. Donc, à la mise en accouplements de mai, la concentration en testostérone était similaire, soit de 3.1, 2.2 et 3.5 ng/ml pour **LN**, **Photo** et **Photo/LN**, respectivement ($P = 0.5416$).

Pour la période 2, seul un effet semaine était détectable ($P < 0.0001$). La concentration en testostérone était donc comparable entre les trois traitements, notamment avant la mise en accouplements en saison sexuelle (4.7, 3.9 et 3.4 ng/ml pour **LN**, **Photo** et **Photo/LN** respectivement; $P = 0.7201$).

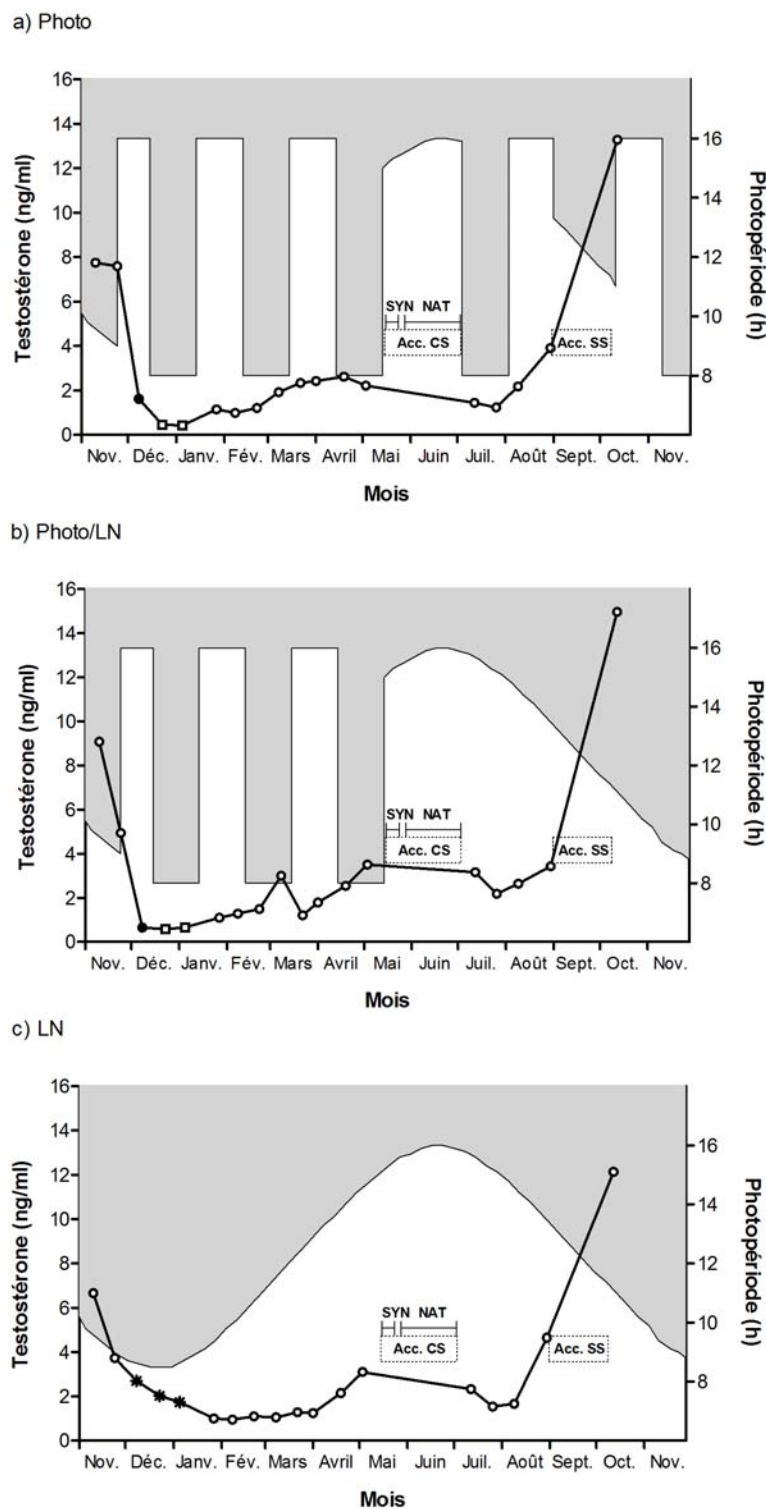


Figure 7. Évolution des concentrations de testostérone sanguine (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

Effet traitement : * vs • $P < 0.05$ et * vs □ $P < 0.10$

3.6. Capacité de reproduction

Les performances de reproduction en contre-saison et en saison n'ont pas été comparées statistiquement puisque les béliers utilisés aux deux accouplements n'étaient pas les mêmes.

3.6.1. Accouplements en contre-saison-sexuelle

Sur chaleurs synchronisées. Suite à la période d'accouplement de 3 j avec des brebis en chaleurs synchronisées, les béliers **LN** et **Photo*** ont obtenu des performances reproductives comparables (fertilité et prolificité; Tableau 4).

Tableau 4. Répartition des béliers et performances reproductives lors des accouplements sur chaleurs synchronisés en contre-saison sexuelle

	Traitement ^z		ÉTM ^y	Valeur de <i>P</i>
	LN	Photo*		
Béliers				
Nombre	4	4		
Poids (kg)	134.4	135.0	1.8	0.8164
État de chair	3.8	3.7	0.1	0.2070
Circonférence scrotale (cm)	32.4	34.2	1.4	0.3994
Libido ^x	6.0	6.0	3.2	1.0000
Testostérone (ng/ml)	3.1	2.9	0.7	0.7989
Résultats des accouplements				
Nombre de brebis	23	25		
Fertilité à l'agnelage (%)	73.9	76.0	9.2	0.8683
Prolificité (agneaux nés/brebis)	1.95	1.95	0.72	0.7974
Poids des agneaux à la naissance (kg)	4.5	4.5	0.2	0.9841

^z **LN** : lumière naturelle (**LN**) durant toute l'expérience (groupe *témoin*); **Photo*** : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière).

^y ÉTM : Écart-type de la moyenne

^x Nombre de saillies lors d'une période d'observation de 120 min.

Sur chaleurs naturelles. Malgré un écart de 2.6 cm entre les groupes **LN** et **Photo***, la CS des béliers n'était pas significativement différente à la mise en accouplement sur chaleurs naturelles en contre-saison ($P = 0.1644$; Tableau 5). Le pourcentage d'agnelage, quoique

numériquement supérieur de 9 % chez les béliers **Photo***, n'a pas non plus été significativement différent entre les deux groupes (72.9 et 81.7 % pour **LN** et **Photo***; $P = 0.2573$). Toutefois, la présence du bélier #4 dans le groupe **LN** a, en quelque sorte, masqué les différences entre les traitements. En effet, ce bélier, tel que mentionné précédemment, avait une CS supérieure à tous les autres béliers du projet et il est, en plus, parvenu à féconder 100 % des femelles de son groupe (Tableau 6). L'analyse des résultats sans le bélier #4 fait ressortir une différence significative en faveur du traitement **Photo***, par rapport au traitement **LN**, pour la CS (34.8 vs 30.6 cm; $P = 0.0043$) et la fertilité (81.7 vs 63.6 %; $P = 0.0438$). Aussi, une corrélation de 0.70 ($P = 0.05$) a été mesurée entre les résultats de fertilité de l'accouplement sur chaleurs naturelles en contre-saison et la CS des béliers (incluant le bélier #4).

Tableau 5. Répartition des béliers et performances reproductives des brebis lors des accouplements sur chaleurs naturelles en contre-saison sexuelle

	Traitement ^z		ÉTM ^y	Valeur de <i>P</i>
	LN	Photo*		
Béliers				
Circonférence scrotale (cm)	32.2	34.8	1.2	0.1644
Résultats des accouplements				
Nombre de brebis	59	60		
Intervalle mise au bélier – saillie fécondante (j)	16.0	17.4	1.3	0.4238
Saillies fécondantes dans les 17 j (%)	58.1	44.9		0.2095
Saillies fécondantes entre 18-30 j (%)	34.9	49.0		0.1773
Fertilité à l'agnelage (%)	72.9	81.7		0.2573
Prolificité (agneaux nés/brebis)	1.51	1.76	0.59	0.0492
Poids des agneaux à la naissance (kg)	5.3	5.3	0.1	0.9185

^z **LN** : lumière naturelle (**LN**) durant toute l'expérience (groupe *témoin*); **Photo*** : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière).

^y ÉTM : Écart-type de la moyenne

Tableau 6. Différence individuelle dans les performances de reproduction entre les béliers des traitements LN et Photo* lors des accouplements sur chaleurs naturelles en contre-saison

Traitement ^z	# bélier	CS (cm)	Prolificité	Fertilité (%)
LN	4	37.7	1.40	100.0
	7	30.4	1.50	71.4
	9	31.6	1.50	53.3
	14	29.9	1.70	66.7
Photo*	3	32.1	1.92	86.7
	5	35.3	1.85	86.7
	8	36.0	1.64	73.3
	11	33.5	1.58	80.0

^z **LN** : lumière naturelle (**LN**) durant toute l'expérience (groupe *témoin*); **Photo*** : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière).

Pour sa part, la prolificité des brebis saillies par les béliers préparés en photopériode a été supérieure à celles saillies par les béliers témoins (1.76 vs 1.51 agneau/nés/brebis; $P = 0.0461$). Il n'existait pas de corrélation entre la CS des mâles et la prolificité ($P = 0.6328$).

Aucune différence statistique n'a pu être établie entre les deux traitements pour l'intervalle entre l'introduction des mâles et la saillie fécondante (Tableau 5). La répartition des saillies fécondantes des brebis saillies par les béliers **LN** et **Photo***, illustrée à la figure 8, apparaissait différente entre les deux groupes. Par contre, l'analyse des pourcentages de brebis saillies par période (0-17 et 18-30 j) n'a pas permis de démontrer un effet significatif du traitement photopériodique (Tableau 5).

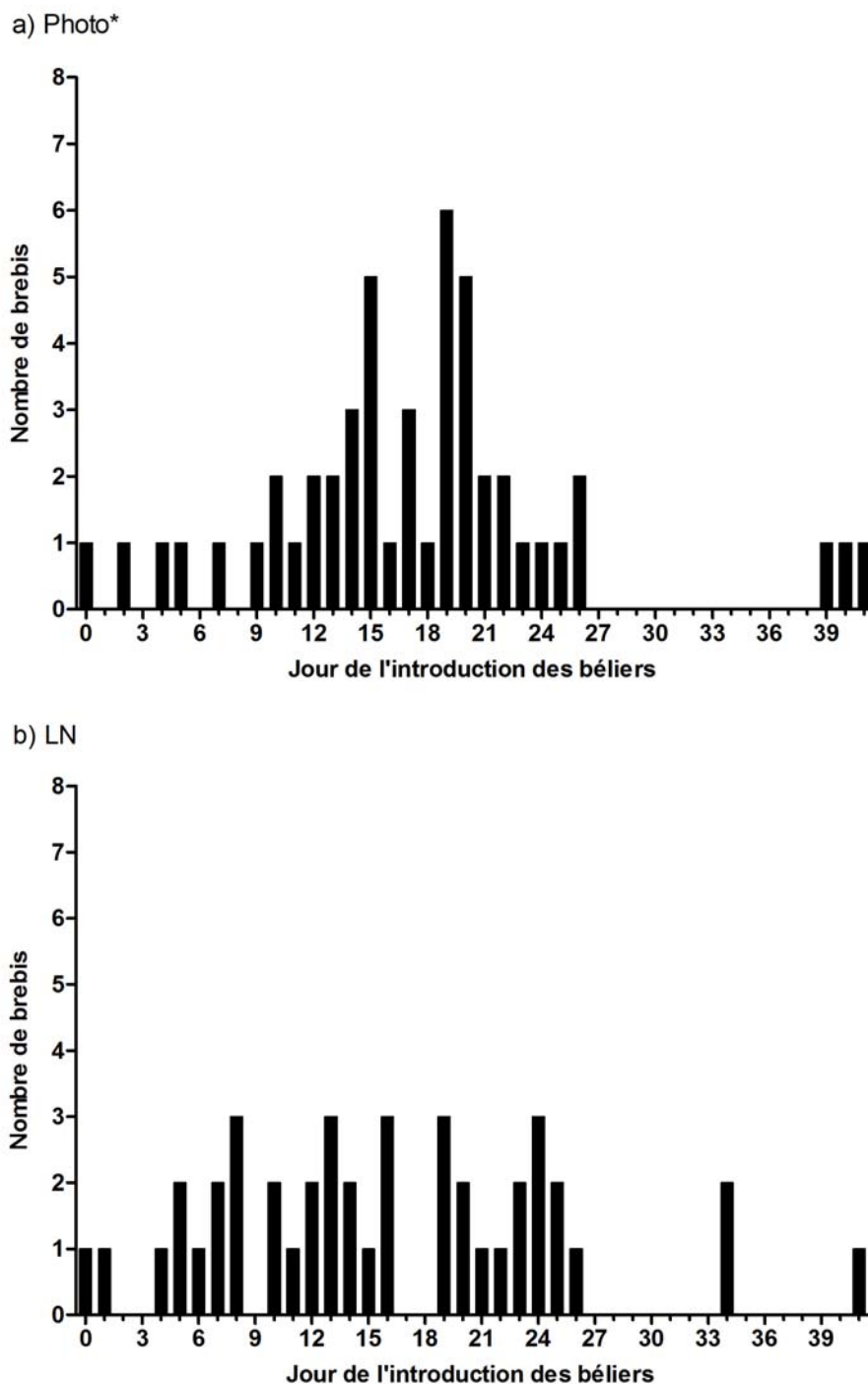


Figure 8. Répartition des saillies fécondantes lors des accouplements sur chaleurs naturelles en contre-saison sexuelle

LN : lumière naturelle (LN) durant toute l'expérience (groupe témoin);
 Photo : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière).

3.6.2. Accouplement en saison sexuelle

Les caractéristiques (CS, niveau de testostérone, libido) des mâles des trois groupes avant la mise en accouplement étaient similaires (Tableau 7). Les résultats de fertilité obtenus en saison sexuelle, soit le pourcentage d'agnelage (81.4 %, 78.6 % et 81.3 % respectivement pour **LN**, **Photo** et **Photo/LN**; $P = 0.9371$) et la prolificité (1.50, 1.51 et 1.52 agneau/né/brebis, respectivement pour **LN**, **Photo** et **Photo/LN**; $P = 0.8789$) n'ont pas non plus été significativement différents entre les groupes. À cet accouplement en saison sexuelle, aucune corrélation ne s'est révélée significative entre les performances de reproduction et la CS des béliers (fertilité : $P = 0.2584$ et prolificité : $P = 0.7245$).

Tableau 7. Répartition des béliers et performances reproductives des brebis lors des accouplements en saison sexuelle

	Traitement ^z			ÉTM ^y	Valeur de P
	LN	Photo	Photo/LN		
Béliers					
Nombre	3	4	4		
Poids (kg)	132.3	134.8	132.3	4.9	0.9008
État de chair	3.8	3.9	3.5	0.2	0.5052
Circonférence scrotale (cm)	36.9	37.0	34.5	1.2	0.3187
Libido ^x	2.8	3.8	2.8	0.5	0.2431
Testostérone (ng/ml)	4.7	3.9	3.4	1.1	0.7201
Résultats des accouplements					
Nombre de brebis	43	42	32		
Intervalle mise au bélier – saillie fécondante (j)	19.0	18.1	17.7	1.9	0.8512
Saillies fécondantes dans les 17 j (%)	34.3	39.4	38.5		0.8993
Saillies fécondantes entre 18-30 j (%)	48.6	45.5	57.7		0.6356
Fertilité à l'agnelage (%)	81.4	78.6	81.3		0.9371
Prolificité (agneau né/brebis)	1.49	1.55	1.50	0.51	0.8789
Poids des agneaux à la naissance	6.2	6.0	6.4	0.2	0.2845

^z **LN** : lumière naturelle (**LN**) durant toute l'expérience (groupe *témoin*); **Photo*** : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière).

^y ÉTM : Écart-type de la moyenne

^x Nombre moyen de saillies lors de quatre périodes d'observation de 20 min.

Lors des accouplements en saison sexuelle, la répartition des saillies fécondantes, soit l'intervalle moyen entre la mise au bélier ($P = 0.8512$; Tableau 7) et la saillie fécondante et le pourcentage des brebis saillies entre le 18^e et le 30^e j suivant la mise aux béliers ($P = 0.6356$; Tableau 7), a été comparable entre les traitements (Figure 9). Par ailleurs, les dosages de progestérone avaient montré que la majorité des femelles étaient déjà cycliques lors de l'introduction des mâles (76.4 %).

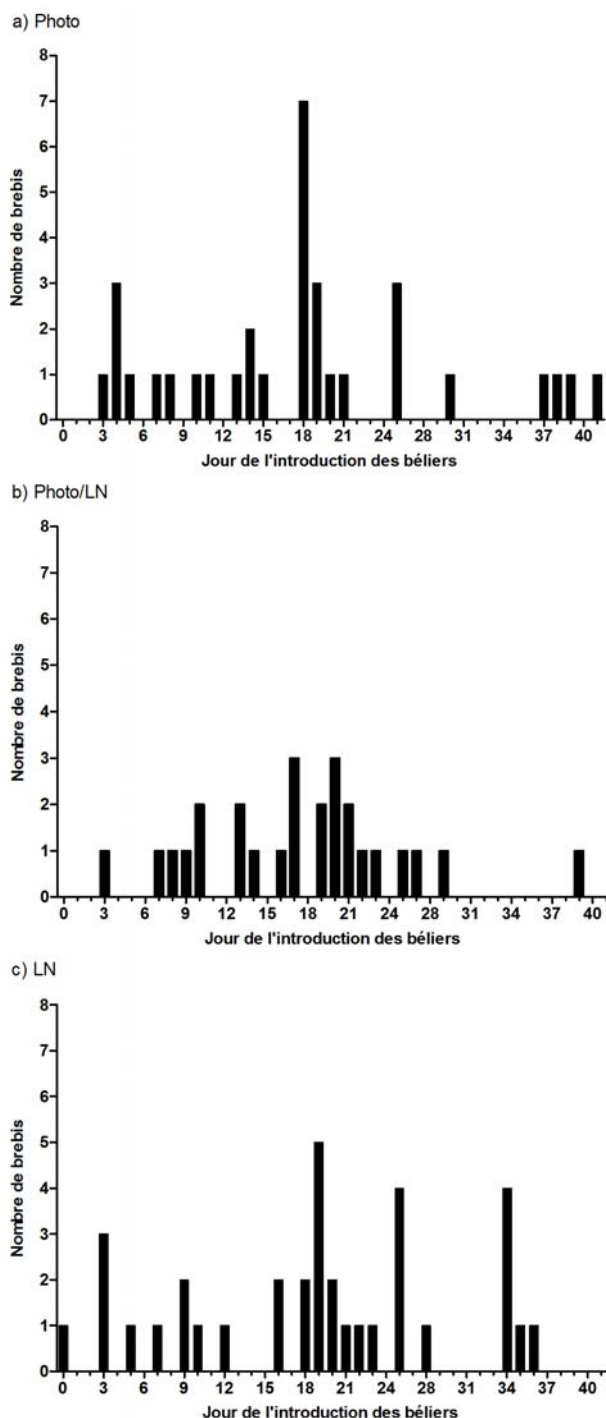


Figure 9. Répartition des saillies fécondantes lors des accouplements sur chaleurs naturelles en saison sexuelle

LN : lumière naturelle (LN) durant toute l'expérience (groupe témoin); **Photo** : photopériode alternant 1 mois de jours longs (16 h/j de lumière) et 1 mois de jours courts (8 h/j de lumière); **Photo/LN** : idem **Photo** de novembre à mai et retour en LN de mai à octobre.

4 - DISCUSSION

4.1. Variations saisonnières en lumière naturelle

Comme anticipée, la CS des béliers en lumière naturelle a chuté en contre-saison sexuelle. Le patron saisonnier observé est comparable à ceux rapportés dans la littérature où la croissance testiculaire est à son plus bas à la fin de l'hiver et reprend dès le début du mois de juin pour être à son maximum à la fin de l'été et au début de l'automne (Mickelsen *et al.*, 1981b; Dufour *et al.*, 1984; Schanbacher, 1988; Chemineau *et al.*, 1992; Mandiki *et al.*, 1998). L'évaluation de la CS est, en fait, une mesure indirecte de la production spermatique des béliers (Ott et Memon, 1980; Amann et Schanbacher, 1983) qui, elle aussi, varie entre la saison et la contre-saison lorsque récoltée à l'aide de canule testiculaire (Dacheux *et al.*, 1981) ou suite à des éjaculations successives le même jour (Mandiki *et al.*, 1998). La production totale n'a toutefois pas été évaluée directement dans le présent projet.

Des variations saisonnières plus ou moins grandes de certains paramètres de qualité de la semence sont également rapportées dans la littérature chez les béliers LN (Colas *et al.*, 1972; Colas, 1980; Dacheux *et al.*, 1981; Mandiki *et al.*, 1998; Karagiannidis *et al.*, 2000; Kafi *et al.*, 2004).

Malgré des variations importantes d'une récolte à l'autre, l'analyse de l'évolution des paramètres de qualité de la semence dans le temps a permis de déceler un effet de la saison pour le volume de l'éjaculat et le pourcentage de mortalité des spermatozoïdes pour les béliers LN. En effet, les volumes de semence récoltés ont été plus élevés en saison qu'en contre-saison. Certains auteurs ont noté des volumes supérieurs d'environ 0.3 à 0.5 ml à l'automne comparativement au printemps avec des récoltes deux fois par semaine ou aux deux semaines (Karagiannidis *et al.*, 2000; Kafi *et al.*, 2004). Dans l'étude de Karagiannidis *et al.* (2000), la concentration en spermatozoïdes des éjaculats récoltés a aussi été plus élevée l'automne. Toutefois, comme la quantité de gamètes recueillie, dans les cas de collectes hebdomadaires ou aux deux semaines, est beaucoup plus faible que la quantité produite ou

mise en réserve par les mâles, le volume d'un éjaculat aux deux semaines n'est pas un bon indicateur de la production spermatique réelle (Colas *et al.*, 1972).

Pour leur part, le taux de mortalité des spermatozoïdes a été inférieur en saison sexuelle. Mandiki *et al.* (1998) ont, eux aussi, rapporté des variations de mortalité des spermatozoïdes au fil des saisons, mais, dans leur étude, ces différences semblaient plus liées à l'âge, le pourcentage de mortalité diminuant chez les béliers entre 10 mois et 3 ans.

La motilité massale et/ou totale, tout comme dans notre étude, serait un paramètre indépendant des saisons (Colas, 1980; Langford *et al.*, 1987; Mandiki *et al.*, 1998). Seuls Kafi *et al.* (2004) ont rapporté de meilleures motilités massales à l'automne.

Plusieurs études déterminent la qualité de la semence sur la base du taux de spermatozoïdes anormaux. La plupart ont constaté une diminution du nombre de spermatozoïdes anormaux à l'automne (Colas, 1980; Mickelsen *et al.*, 1981b; Mandiki *et al.*, 1998; Karagiannidis *et al.*, 2000). Cette variable n'a cependant pas été mesurée dans le présent projet. Par ailleurs, de nombreux autres paramètres plus « élaborés » de la qualité de la semence ont été évalués (motilité et cinétique du mouvement au CASA, viabilité, réaction acrosomiale, capacitation, intégrité de l'ADN en cytométrie en flux), mais aucun de ceux-ci n'a démontré de patrons saisonniers clairs. Certains des paramètres de qualité de la semence mesurés ici ont varié d'une récolte à l'autre, mais ces variations semblent principalement le reflet de la qualité de l'éjaculat à proprement parler, sans lien direct avec la saison de récolte.

Enfin, la testostérone est une hormone impliquée dans plusieurs événements physiologiques liés à la fonction reproductive mâle. La variation saisonnière de la sécrétion de cette hormone, tout comme la fonction reproductive elle-même, est bien documentée dans la littérature (Schanbacher et Lunstra, 1976; Dufour *et al.*, 1984; Pelletier et Almeida, 1987) et a également été observée dans notre étude. Les niveaux de testostérone des béliers LN étaient effectivement maximaux en septembre, octobre et novembre et plus bas de décembre à juillet, un patron et des concentrations comparables à ceux rapportés par Schanbacher et Lunstra (1976) et Dufour *et al.* (1984) chez des béliers Suffolk. Les JL ou croissants auraient un effet inhibiteur sur l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire, ce qui fait qu'au printemps

et en été (JL), une baisse de la sécrétion de testostérone est généralement observée (Langford *et al.*, 1987; Pelletier et Almeida, 1987). Les variations de testostérone liées aux changements de saison ou de photopériode correspondent généralement aux variations concomitantes observées sur la taille des testicules (Schanbacher et Lunstra, 1976; Dufour *et al.*, 1984; Pelletier, 1986; Langford *et al.*, 1999).

4.2. Effet de la préparation photopériodique des béliers sur la reproduction en contre-saison

Chez des béliers soumis à des traitements de photopériode de cycles plus longs (3-6 mois de JL ou croissants et 3-6 mois de JC ou décroissants), la taille des testicules (Lincoln et Davidson, 1977; D'Occhio *et al.*, 1984; Lindsay *et al.*, 1984; Poulton et Robinson, 1987; Sanford *et al.*, 1993; Sanford et Baker, 2010), la quantité et/ou certains paramètres de qualité de la semence (Colas *et al.*, 1985; Langford *et al.*, 1987) ainsi que la concentration de testostérone dans le sang (Lincoln et Davidson, 1977; D'Occhio *et al.*, 1984; Pelletier, 1986; Langford *et al.*, 1987; Poulton et Robinson, 1987; Sanford *et al.*, 1993; Sanford et Baker, 2010) sont favorisés en JC et défavorisés en JL. Cependant, peu d'études ont été menées afin d'évaluer l'impact des traitements de photopériode de cycles courts (1-2 mois de JL et 1-2 mois de JC) sur ces variables liées à la capacité de reproduction des béliers.

Est-ce que la préparation photopériodique des béliers (Photo*) consistant à l'alternance mensuelle continue de JC (8 h de lumière/j) et de JL (16 h de lumière/j) prévient les variations saisonnières de la CS, de la qualité de la semence et de la concentration de testostérone sanguine?

La CS des béliers soumis au programme photopériodique alternant un mois de JL et un mois de JC a démontré un patron d'évolution différent de celui des béliers maintenus en lumière naturelle. Malgré une chute de CS plus rapide en début de traitement, le protocole de photopériode a ultimement permis aux béliers d'atteindre une CS sensiblement plus élevée que les béliers LN lors de la mise en accouplement en contre-saison en mai. Par ailleurs, les béliers étant âgés de seulement 16 mois au début de notre étude, les différences de CS entre les groupes LN et Photo* auraient pu être sous-évaluées. En effet, Mandiki *et al.* (1998) ont

rapporté des valeurs de diamètres scrotaux plus élevées et des variations saisonnières plus marquées au cours de la troisième année d'âge des béliers suivis depuis l'âge de 10 mois.

Le patron de CS mesuré dans la présente étude s'accorde avec ceux obtenus par Schanbacher (1988) et Pelletier et Almeida (1987). En effet, dans l'étude de Schanbacher (1988), les cycles de photopériode artificielle d'une durée de 2 mois (un mois de JC et un mois de JL) appliqués à partir de la mi-décembre ont permis de contrer la baisse saisonnière de l'activité testiculaire de béliers Suffolk en contre-saison et d'augmenter le diamètre des testicules en juin à un niveau comparable à celui observé en saison sexuelle. Avec le même type de programme photopériodique, Pelletier et Almeida (1987) ont également rapporté que les béliers Ile-de-France, une race moins saisonnière, présentaient une augmentation progressive de leur poids testiculaire pour atteindre un maximum en juin. Dans l'étude de Pelletier et Almeida (1987), le poids testiculaire s'était ensuite stabilisé près du niveau maximal, variant peu pendant les 12 mois de traitement suivants. En fait, avec ce programme, l'amplitude de la variation du poids testiculaire avait été quatre fois moins importante que celle observée avec un régime lumineux de 6 mois (Pelletier et Almeida, 1987), régime s'apparentant à la variation saisonnière de la durée du jour. Toutefois, dans notre étude, il n'a pas été possible d'établir si la CS des béliers en photopériode était plus stable que celle des béliers LN en raison de la courte durée d'expérimentation (10 mois vs 18 mois dans l'étude de Pelletier et Almeida de 1987) et du fait que le traitement photopériodique des béliers était entrecoupé de périodes d'accouplements en lumière naturelle. Par contre, dans notre étude, la CS des mâles LN et Photo était semblable en saison sexuelle.

Pour ce qui est de la qualité de la semence, elle n'a pas été affectée de façon évidente par le traitement de photopériode et seules quelques différences ponctuelles entre les béliers des différents traitements ont été notées pour le volume, le taux de mortalité des spermatozoïdes, le pourcentage de spermatozoïdes avec acrosome réacté et leur motilité totale au CASA. La variation de la qualité de la semence chez des béliers maintenus sous alternance continue de cycles photopériodiques courts n'a fait l'objet d'aucune autre étude.

Schanbacher (1979) a également démontré que des béliers soumis à 9 semaines de JC depuis février avaient un nombre de spermatozoïdes avec acrosomes normaux supérieur en avril par rapport à des béliers témoins maintenus en LN en contre-saison (63 vs 36 %). Dans cette étude, la motilité, la mortalité et la morphologie des spermatozoïdes n'ont pas été affectées par le traitement de JC.

Étonnamment, la sécrétion de testostérone des béliers soumis au programme de photopériode a suivi un patron saisonnier similaire à celui des béliers LN. Le traitement d'alternance photopériodique n'a donc pas permis de contrer les variations saisonnières de sécrétion de testostérone en contre-saison sexuelle. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus dans l'étude de El-Alamy *et al.* (2001) où les concentrations de testostérone ont suivi un patron saisonnier, indépendamment du traitement de photopériode appliqué. Dans cette expérimentation, deux groupes de béliers étaient soumis, à partir de la mi-décembre, à près de 3 mois de JC et 3 mois de JL et l'inverse. Ces auteurs ont émis l'hypothèse qu'un rythme circannuel endogène était le principal agent impliqué dans la régulation des changements hormonaux. Toutefois, la CS des béliers n'a pas été évaluée par El-Alamy *et al.* (2001) et peu de différences ont été notées dans la production spermatique qui, comme discuté précédemment, est reconnue pour être étroitement liée à la CS.

Pour leur part, Almeida et Pelletier (1988) ont noté que les concentrations de testostérone variaient avec la durée du jour pendant un traitement lumineux alternant des cycles courts de deux mois (1 mois de JL et 1 mois de JC). Cependant, les niveaux mesurés chez ces béliers en photopériode depuis plus d'un an et demi étaient demeurés inférieurs à 2.5 ng/ml au cours des 6 mois d'investigation (prélèvements de novembre à avril), ce qui est bien en deçà de ceux observés en saison sexuelle. Au moment des prélèvements, la taille des testicules était à peu près stable autour de 300 g, ce qui est au-dessus des valeurs observées au printemps (< 200 g) rapportées par Almeida et Pelletier (1988). Dans notre étude, les béliers en photopériode ont montré des patrons de CS différents de ceux des niveaux de testostérone, laissant présager l'absence d'une relation de causalité entre les deux. Cet aspect serait à étudier davantage.

Est-ce qu'une préparation photopériodique des béliers (Photo*) consistant à l'alternance mensuelle continue de JC (8 h de lumière/j) et de JL (16 h de lumière/j) améliore les performances reproductives des béliers (libido, fertilité et prolificité) lors d'accouplements en contre-saison?

Il est bien démontré que le désir sexuel (libido) des béliers influence la fertilité des brebis (Perkins *et al.*, 1992; Ibarra *et al.*, 2000; Stellflug *et al.*, 2008b). Cependant, à la mise en accouplement en contre-saison, les béliers LN et Photo* avaient une libido comparable. Ces résultats sont contradictoires avec plusieurs études démontrant que la libido des mâles est normalement plus faible au printemps et à l'été en JL (Pepelko et Clegg, 1965; Land, 1970; Derycke *et al.*, 1990). Toutefois, puisqu'il existe une forte relation entre la testostérone et le comportement sexuel des béliers (Poulton et Robinson, 1987) et que tous les béliers présentaient des niveaux de testostérone comparables à ce moment, il est cohérent de n'avoir obtenu aucune différence de libido entre les différents groupes de béliers.

Lors des accouplements sur chaleurs synchronisées en contre-saison, la fertilité totale des brebis accouplées par des béliers préparés en photopériode n'a pas été meilleure que celle des brebis saillies par les béliers témoins. Le fait de placer les béliers dans une situation de « sollicitation sexuelle » élevée aurait pu accentuer les différences entre les béliers, tel qu'énoncé par Stellflug *et al.* (2008a). Cependant, le faible nombre de brebis venues en chaleur avec la méthode de synchronisation ne nous a pas permis de « challenger » les béliers autant que souhaité (seulement 6 brebis/bélier). Malgré cela, le ratio 1:6 est un ratio bélier:brebis couramment utilisé par les éleveurs pour des saillies sur œstrus synchronisés. Ainsi, la libido des béliers de tous les groupes a été suffisante pour répondre à la demande et la préparation photopériodique des béliers n'aurait pas d'avantage dans ces conditions.

Quoique différente numériquement de 9 %, la fertilité des béliers sur chaleurs naturelles en contre-saison n'a pas différé de manière significative entre les groupes Photo* et LN. Cette absence de différence marquée peut s'expliquer, en partie, par le fait que l'écart de CS entre les béliers LN et Photo* choisis pour les accouplements en contre-saison était moins grand

que celui observé en mai sur l'ensemble des béliers. De plus, les résultats « extrêmes » pour la CS et la fertilité d'un des béliers du groupe LN semblent avoir contribué à atténuer les écarts entre les traitements lors des accouplements naturels en contre-saison. Malgré tout, et ce, sans égard au traitement, il a été possible d'établir une relation linéaire entre la CS des mâles et la fertilité en contre-saison. Ainsi, plus la CS était élevée, meilleure a été la fertilité. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a montré directement un lien entre la CS et la fertilité *in vivo* chez le bélier. Il est plausible que le traitement de photopériode, ayant favorisé la croissance testiculaire des béliers en contre-saison en mai, favorise également l'atteinte de meilleurs taux de fertilité.

En saillie naturelle en contre-saison, un effet bélier, c'est-à-dire l'apparition des chaleurs et ovulations suite à l'introduction d'un bélier dans un groupe de brebis, était attendu. Cependant, la répartition des saillies fécondantes observée ici n'a pas été typique de ce phénomène puisque moins de 50 % sont survenues entre 18 et 30 jours suivant le début des accouplements. En réponse à l'effet bélier, la majorité des saillies auraient dû se produire dans la deuxième moitié de la période d'accouplement (Thimonier *et al.*, 2000). Selon les données rapportées par Lindsay et Signoret (1980), dans un groupe de brebis comme le nôtre, où environ 25 % des brebis étaient cycliques, près de 75 % des brebis auraient dû répondre à ce stimulus. Outre l'intensité de l'anoestrus des brebis, le comportement des mâles serait aussi un facteur important pouvant influencer la réponse des femelles à l'effet bélier. Ces résultats pourraient indiquer d'une part, que la libido des béliers n'a pas permis de stimuler efficacement la venue en chaleur et d'autre part, que d'autres facteurs sont responsables des meilleurs résultats de fertilité des béliers ayant subi un traitement photopériodique. Comme, en plus de la fertilité, la prolificité a aussi été favorisée chez les brebis accouplées par les béliers préparés en photopériode, ces résultats laissent présager un meilleur pouvoir fécondant.

Aucune étude n'a porté sur la fertilité *in vivo* des béliers soumis à des programmes de photopériode de cycles courts. Toutefois, certains chercheurs ont obtenu des pourcentages d'agnelage supérieurs avec des béliers préparés en JC ou traités avec des implants de mélatonine mimant les JC au printemps, en comparaison avec des béliers en lumière

naturelle (Schanbacher, 1979; Fitzgerald et Stellflug, 1991). Dans l'étude de Schanbacher (1979), la prolificité a été numériquement supérieure chez les béliers en JC que chez ceux en lumière naturelle (1.95 vs 1.72 agneau né/brebis agnelée). Indirectement, les résultats de Colas *et al.* (1985) corroborent aussi les nôtres. Ce dernier a démontré que la semence récoltée en JC (six mois de lumière croissante et six mois de lumière décroissante) et utiliser pour des inséminations avec la semence fraîche permettait d'obtenir une fertilité à l'agnelage supérieure, comparée à la semence récoltée en JL. En plus, ces résultats en insémination artificielle témoignent de l'influence directe de la qualité des spermatozoïdes, sans égard à la libido du mâle ou à la quantité de semence produite, qui étaient similaires entre les groupes dans notre étude. Cet auteur n'a pas noté d'effet direct de la préparation photopériodique des béliers sur la prolificité, mais une corrélation entre la fertilité et la prolificité a été relevée. La qualité de la semence, propre aux béliers recevant un traitement lumineux, pourrait donc favoriser la fécondation des ovocytes et/ou la survie des embryons dans le tractus femelle (Schanbacher, 1979; Colas *et al.*, 1985). Malgré le nombre important de paramètres évalués dans la présente étude, les particularités des spermatozoïdes responsables de ce « pouvoir » n'ont pas pu être mises en évidence. À titre d'hypothèse, le degré de maturation des spermatozoïdes dans l'épididyme pourrait être impliqué puisqu'il influencerait la mortalité embryonnaire (Fournier-Delpech *et al.*, 1982 cités par Colas *et al.*, 1985).

À notre connaissance, nous sommes les premiers à établir clairement un lien entre la préparation photopériodique des béliers et la prolificité. Ces essais devraient être répétés avec un plus grand nombre de béliers, mais nos résultats fournissent des évidences de l'effet positif de la photopériode sur la fertilité et le pouvoir fécondant des béliers.

4.3. Effet de la préparation photopériodique des béliers sur la reproduction en saison sexuelle

Est-ce qu'une préparation photopériodique (Photo) consistant à l'alternance mensuelle continue de JC (8 h de lumière/j) et de JL (16 h de lumière/j) permet aux béliers d'atteindre des performances reproductives (libido, fertilité et prolificité) comparables à celles des béliers LN lors des accouplements en saison sexuelle?

En saison sexuelle, l'alternance photopériodique d'un mois de JL et d'un mois de JC a permis aux béliers Photo d'obtenir des CS, une libido, des concentrations de testostérone sanguines et des performances reproductives (fertilité et prolificité) comparables aux béliers LN. Les béliers Photo ont aussi obtenu des taux de fertilité semblables en saison qu'en contre-saison (78.6 et 81.7 %). Les fertilités et prolificités mesurées en saison sexuelle ont toutefois été en deçà de celles normalement attendues à ce moment de l'année pour des brebis et béliers en lumière naturelle. Les mesures prises sur les béliers avant le début des accouplements montraient pourtant qu'ils étaient « prêts ». En effet, la CS des béliers LN et Photo étaient alors à des niveaux équivalents à ceux obtenus initialement en novembre, et supérieurs ou égaux à ceux mesurés en contre-saison et leurs concentrations en testostérone était en augmentation. Aussi, on peut penser que les brebis sont en cause puisque même les béliers LN, qui auraient théoriquement dû mieux performer à ce moment de l'année qu'en contre-saison (Dunstan *et al.*, 1977; Poulton *et al.*, 1988; Chemineau *et al.*, 1992; Haresign, 1992; Cameron *et al.*, 2010), ont eu des fertilités et prolificités décevantes (81.4 % et 1.5 agneau né/agnelage). Ainsi, les femelles n'ont peut-être pas permis aux mâles d'exprimer leur plein potentiel reproductif et ainsi produire des effets différents entre les groupes. Le fait qu'aucune corrélation n'ait été obtenue entre la fertilité et la CS des béliers en saison appuie cette hypothèse. Par contre, certains chercheurs n'ont pas non plus observé de relation entre la CS des béliers et la fertilité ou la qualité de la semence en saison sexuelle (Mickelsen *et al.*, 1981a).

En comparaison avec les béliers LN et Photo, est-ce que les béliers préparés en photopériode pour les accouplements en contre-saison et retournant en lumière naturelle après ce traitement voient la reprise de leur activité sexuelle (CS, concentration de testostérone, libido, fertilité et prolificité) retardée l'automne suivant?

Certaines études ont montré que les béliers préparés en photopériode pour des saillies en contre-saison et remis en lumière naturelle suite à ces accouplements subissaient un effet « résiduel » du traitement. En effet, l'automne suivant, la taille des testicules de ces béliers

était diminuée, en comparaison à des béliers gardés en photopériode ou en lumière naturelle (Ortavant, 1977; Colas *et al.*, 1987). Lors de la saison sexuelle, les résultats de CS tendent à appuyer cette hypothèse. Numériquement, la CS mesurée chez les béliers du traitement Photo/LN dans les semaines précédant la mise au bélier de septembre était inférieure à celle des béliers Photo et/ou LN. À la sortie des accouplements à la mi-octobre, la CS des béliers Photo/LN était comparable à celle des béliers LN. Par ailleurs, les niveaux de testostérone, la libido et la qualité de la semence des béliers Photo/LN ont été semblables à ceux des autres traitements, ce qui s'est reflété de façon logique lors des accouplements où la fertilité et la prolificité ont été similaires dans les différents groupes.

4.4. Références

- Almeida, G. et J. Pelletier. 1988. Abolition of seasonal testis changes in the Ile-de-France ram by short light cycles: relationship to luteinizing hormone and testosterone release. *Theriogenology* 29: 681-691.
- Amann, R.P. et B.D. Schanbacher. 1983. Physiology of male reproduction. *J. Anim. Sci.* 57: 380-403.
- Cameron, J., B. Malpaux et F.W. Castonguay. 2010. Accelerated lambing achieved by a photoperiod regimen consisting of alternating 4-month sequences of long and short days applied year-round. *J. Anim. Sci.* 88: 3280-3290.
- Chemineau, P., B. Malpaux, J.A. Delgadillo, Y. Guérin, J.P. Ravault, J. Thimonier et J. Pelletier. 1992. Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 157-184.
- Colas, G. 1980. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. I. Étude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. *Reprod. Nutr. Dev.* 20: 1789-1799.
- Colas, G., Y. Guérin, V. Clanet et A. Solari. 1985. Influence de la durée d'éclairement sur la production et la fécondance des spermatozoïdes chez le bélier adulte Ile-de-France. *Reprod. Nutr. Dev.* 25: 101-111.
- Colas, G., A. Laszczka, G. Brice et R. Ortavant. 1972. Variations saisonnières de la production de sperme chez le bélier. Seasonal variations in semen production in the ram. *Acta Agr. Silv. Zoo.* 12: 3-15.
- D'Occhio, M.J., B.D. Schanbacher et J.E. Kinder. 1984. Profiles of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, testosterone and prolactin in rams of diverse breeds: effects of

- contrasting short (8L:16D) and long (16L:8D) photoperiods. *Biol. Reprod.* 30: 1039-1054.
- Dacheux, J.L., C. Pisselet, M.R. Blanc, M.T. Hochereau-de-Revier et M. Courrot. 1981. Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. *J. Reprod. Fertil.* 61: 363-371.
- Derycke, G., R. Paquay et J.L. Bister. 1990. Reproductive capacity in rams : effect of season and breed. *Proc. 41st Ann. Meet. E.A.A.P, Toulouse.* 244-245.
- Dufour, J.J., M.H. Fahmy et F. Minvielle. 1984. Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season. *J. Anim. Sci.* 58: 416-421.
- Dunstan, E.A., I.A. Cumming et J.K. Findlay. 1977. Increasing ovulation rate (OR) in the ewe by changing photoperiod. *Theriogenology* 8: 170.
- El-Alamy, M.A., R.H. Foote et E. Hare. 2001. Sperm output and hormone concentrations in finn and dorset rams exposed to long- and short-day lighting. *Theriogenology* 56: 839-854.
- Fitzgerald, J.A. et J.N. Stellflug. 1991. Effects of melatonin on seasonal changes in reproduction of rams. *J. Anim. Sci.* 69: 264-275.
- Haresign, W. 1992. Responses of ewes to melatonin implants: importance of the interval between treatment and ram introduction on the synchrony of mating, and effects on ovulation rate. *Anim. Prod.* 54: 41-45.
- Ibarra, D., D. Laborde et E. van Lier. 2000. Repeatability and relationship with field mating performance of a serving capacity pen test in rams. *Small Rumin. Res.* 37: 165-169.
- Kafi, M., M. Safdarian et M. Hashemi. 2004. Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams. *Small Ruminant Res.* 53: 133-139.
- Karagiannidis, A., S. Varsakeli, C. Alexopoulos et I. Amarantidis. 2000. Seasonal variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. *Small Ruminant Res.* 37: 125-130.
- Land, R.B. 1970. The mating behaviour and semen characteristics of Finnish Landrace and Scottish Blackface rams. *Anim. Prod.* 12: 551-560.
- Langford, G.A., L. Ainsworth, G.J. Marcus et J.N.B. Shrestha. 1987. Photoperiod entrainment of testosterone, luteinizing Hormones, follicle-stimulating Hormones, and prolactin cycles in rams in relation to testis size and semen quality. *Biol. Reprod.* 37: 489-499.

- Langford, G.A., L.M. Sanford, G.J. Marcus et J.N.B. Shrestha. 1999. Seasonal cyclic pituitary and testicular activities in rams. *Small Ruminant Res.* 33: 43-53.
- Lincoln, G.A. et W. Davidson. 1977. The relationship between sexual and aggressive behaviour, and pituitary and testicular activity during the seasonal sexual cycle of rams, and the influence of photoperiod. *J. Reprod. Fertil.* 49: 267-276.
- Lindsay, D.R., J. Pelletier, C. Pisselet et M. Courot. 1984. Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. *J. Reprod. Fertil.* 71: 351-356.
- Lindsay, D.R. et J.P. Signoret. 1980. Influence of behaviour on reproduction. *Proc. 9th Int. Congr. Anim. Reprod. and A. I., Madrid.* 83-92.
- Mandiki, S.N.M., G. Derycke, J.L. Bister et R. Paquay. 1998. Influence of season and age on sexual maturation parameters of Texel, Suffolk and Ile-de-France rams 1. Testicular size, semen quality and reproductive capacity. *Small Ruminant Res.* 28: 67-79.
- Mickelsen, W.D., L.G. Paisley et J.J. Dahmen. 1981a. The effect of scrotal circumference, sperm motility and morphology in the ram on conception rates and lambing percentage in the ewe. *Theriogenology* 16: 53-59.
- Mickelsen, W.D., L.G. Paisley et J.J. Dahmen. 1981b. The effect of season on the scrotal circumference and sperm motility and morphology in rams. *Theriogenology* 16: 45-51.
- Ott, R.S. et M.A. Memon. 1980. Breeding soundness examinations of rams and bucks, a review. *Theriogenology* 13: 155-164.
- Pelletier, J. 1986. Contribution of increasing and decreasing daylength to the photoperiodic control of LH secretion in the Ile-de-France ram. *J. Reprod. Fertil.* 77: 505-512.
- Pelletier, J. et G. Almeida. 1987. Short light cycles induce persistent reproductive activity in Ile-de-France rams. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 34: 215-226.
- Pepelko, W.E. et M.T. Clegg. 1965. Influence of Season of the Year upon Patterns of Sexual Behavior in Male Sheep. *J. Anim. Sci.* 24: 633-637.
- Perkins, A., J.A. Fitzgerald et E.O. Price. 1992. Sexual performance of rams in serving capacity tests predicts success in pen breeding. *J. Anim. Sci.* 70: 2722-2725.
- Poulton, A., D. Brown, E. Thomas, M. Kelly, A. Symons et J. Arendt. 1988. Use of an intraruminal soluble glass bolus containing melatonin for early lamb production. *Vet. Rec.* 122: 226-228.
- Poulton, A.L. et T.J. Robinson. 1987. The response of rams and ewes of three breeds to artificial photoperiod. *J. Reprod. Fertil.* 79: 609-626.

- Sanford, L.M. et S.J. Baker. 2010. Prolactin regulation of testosterone secretion and testes growth in DLS rams at the onset of seasonal testicular recrudescence. *Reproduction* 139: 197-207.
- Sanford, L.M., J.K. Voglmayr, W.W. Vale et B. Robaire. 1993. Photoperiod-mediated increases in serum concentrations of inhibin, follicle-stimulating hormone, and luteinizing hormone are accentuated in adult shortened-scrotum rams without corresponding decreases in testosterone and estradiol. *Biol. Reprod.* 49: 365-373.
- Schanbacher, B.D. 1979. Increased lamb production with rams exposed to short day lengths during the nonbreeding season. *J. Anim. Sci.* 49: p.927-932.
- Schanbacher, B.D. 1988. Responses of market lambs and Suffolk rams to a stimulatory skeleton photoperiod. *Reprod. Nutr. Dev.* 28: 431-441.
- Schanbacher, B.D. et D.D. Lunstra. 1976. Seasonal Changes in Sexual Activity and Serum Levels of LH and Testosterone in Finish Landrace and Suffolk Rams. *J. Anim. Sci.* 43: 644-650.
- Stellflug, J.N., N.E. Cockett et G.S. Lewis. 2008a. The influence of breeding intensity on above- and below-average sexual performance rams in single- and multiple-sire breeding environments. *Anim. Reprod. Sci.* 104: 248-256.
- Stellflug, J.N., G.S. Lewis, C.A. Moffet et T.D. Leeds. 2008b. Evaluation of three-ram cohort serving capacity tests as a substitute for individual serving capacity tests. *J. Anim. Sci.* 86: 2024-2031.
- Thimonier, J., Y. Cogné, N. Lassoued et G. Khaldi. 2000. L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod. Anim.* 13: 223-231.

5 - DIFFUSION DES RÉSULTATS

En octobre 2009, un article de vulgarisation a été publié dans l'Ovin Québec (publication conjointe de la FPAMQ, de la SEMRPQ et du CEPOQ) afin de présenter le projet :

Element-Boulianne, C., Thériault, M., Castonguay, F. 2009. « Pas ce soir chérie, je suis en contre-saison... » - Un bélier. *Ovin Québec*, 9(4):38-39.

Au printemps 2012, un article de vulgarisation sera publié dans la même revue afin de présenter les résultats du projet :

Element-Boulianne, C., F. Castonguay et M. Thériault. 2012 « Être ou ne pas être ... en photopériode ? », telle est la question pour un bélier! Ovin Québec, 12(2):xx-yy.

Ces deux articles sont présentés à l'annexe B.

Les autres activités de diffusion prévues (conférences, articles scientifiques...) auront lieu prochainement.

Activités prévues de L'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (Thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nbre de pers. rejointes	Visibilité accordée au CDAQ et à AAC (logo, mention)
Article de vulgarisation	Présentation du projet avant le début de l'expérience – Ovin Québec	Pas ce soir chérie, je suis en contre-saison... » - Un bélier	Octobre 2009	1 500	Mention de l'apport financier et logos
Article de vulgarisation	Présentation des résultats du projet – Ovin Québec	« Être ou ne pas être ? ... en photopériode », telle est la question pour un bélier!	Printemps 2012	1 500	Mention de l'apport financier et logos

6 - CONCLUSIONS

Des effets intéressants ont été décelés sur la taille des testicules et les performances reproductives en contre-saison (fertilité et prolificité en saillies naturelles). La mise en évidence d'une corrélation positive entre la taille des testicules et la fertilité en contre-saison a permis de confirmer que le traitement photopériodique des béliers favorise l'atteinte de meilleurs taux de fertilité. Par ailleurs, une meilleure libido des béliers ne serait pas à l'origine de ces meilleurs résultats puisque la préparation photopériodique n'a influencé ni la sécrétion de testostérone ni le comportement sexuel des mâles. Ces observations suggèrent que l'effet positif du traitement de photopériode serait sur le pouvoir fécondant de la semence des béliers. Cependant, malgré le nombre important de paramètres reliés à la qualité de la semence évalués dans la présente étude, aucun n'a été amélioré de façon substantielle par le traitement de photopériode. Les particularités des spermatozoïdes responsables de ce présumé meilleur pouvoir fécondant restent donc à déterminer.

D'un côté pratique, l'évaluation de la CS et la préparation photopériodique (traitement ponctuel ou en continu) des mâles sont deux techniques qui devraient être adoptés par les producteurs pour améliorer les performances reproductives en contre-saison.

Ces résultats prometteurs nous encouragent à répéter ce protocole de photopériode avec un effectif de béliers plus nombreux et avec d'autres races afin de valider la reproductibilité de nos conclusions à plus grande échelle. Il serait également intéressant de vérifier les performances à plus long terme des béliers soumis à des traitements de photopériode en continu. Aussi, puisque les particularités des spermatozoïdes responsables du meilleur « pouvoir fécondant » chez les béliers soumis à un programme photopériodique n'ont pas pu être mises en évidence dans le projet, nous aimerions pousser davantage l'investigation afin d'identifier les caractéristiques des spermatozoïdes responsables de ce « phénomène ». La solide expertise en récolte et en évaluation de semence que le projet nous a permis de développer pourra être mise à profit.

7 - HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE

Dans les élevages ovins, le nombre moyen d'agnelage par brebis par année est de seulement 1.06, mais pourrait potentiellement s'élever à 1.3 si les résultats de fertilité au printemps étaient optimisés. Nous croyons que les mâles sont, en partie, responsables des contre-performances du printemps et que leur capacité de reproduction peut être améliorée par une exposition à un programme de photopériode précis. Ce projet avait donc pour but d'évaluer les effets d'une préparation photopériodique des béliers sur les performances de reproduction en contre-saison (printemps) et en saison sexuelle (automne).

Quatorze béliers Suffolk ont été répartis en novembre dans l'un des traitements suivants : **LN**) groupe témoin en lumière naturelle durant toute l'expérimentation; **Photo**) photopériode alternant 1 mois de jours longs et 1 mois de jours courts; **Photo/LN**) photopériode de novembre à mai et lumière naturelle de mai à octobre.

La circonférence scrotale (CS), la qualité de la semence et la concentration de testostérone sanguine ont été évaluées toutes les deux semaines. Au printemps, les béliers ont été accouplés avec des brebis Dorset chez qui les chaleurs ont été induites par un traitement hormonal puis avec des brebis n'ayant subi aucune préparation particulière. En septembre, les béliers ont été placés avec des brebis n'ayant subi aucun traitement particulier.

Ce projet a mis en évidence l'importance d'évaluer la CS des béliers avant les accouplements en contre-saison. Il s'agit d'une mesure simple permettant aux producteurs ovins d'évaluer la fertilité de leurs béliers. Il a également permis de démontrer l'influence positive de la préparation photopériodique des béliers sur la fertilité, mais surtout sur la prolificité en contre-saison. L'application du traitement en contre-saison seulement ne nuirait pas à la fertilité l'automne suivant. Ainsi, l'utilisation de programmes ponctuels ou en continu améliorerait la productivité des élevages en contre-saison.

L'analyse de la qualité de la semence n'a pas permis d'identifier un facteur particulier pouvant expliquer les meilleures performances des béliers préparés en photopériode au printemps. Il serait donc intéressant de pousser cette investigation plus loin.

8 - PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES

Le budget alloué au départ du projet a été respecté. Voir documents à l'annexe C.

Annexe A - Figures

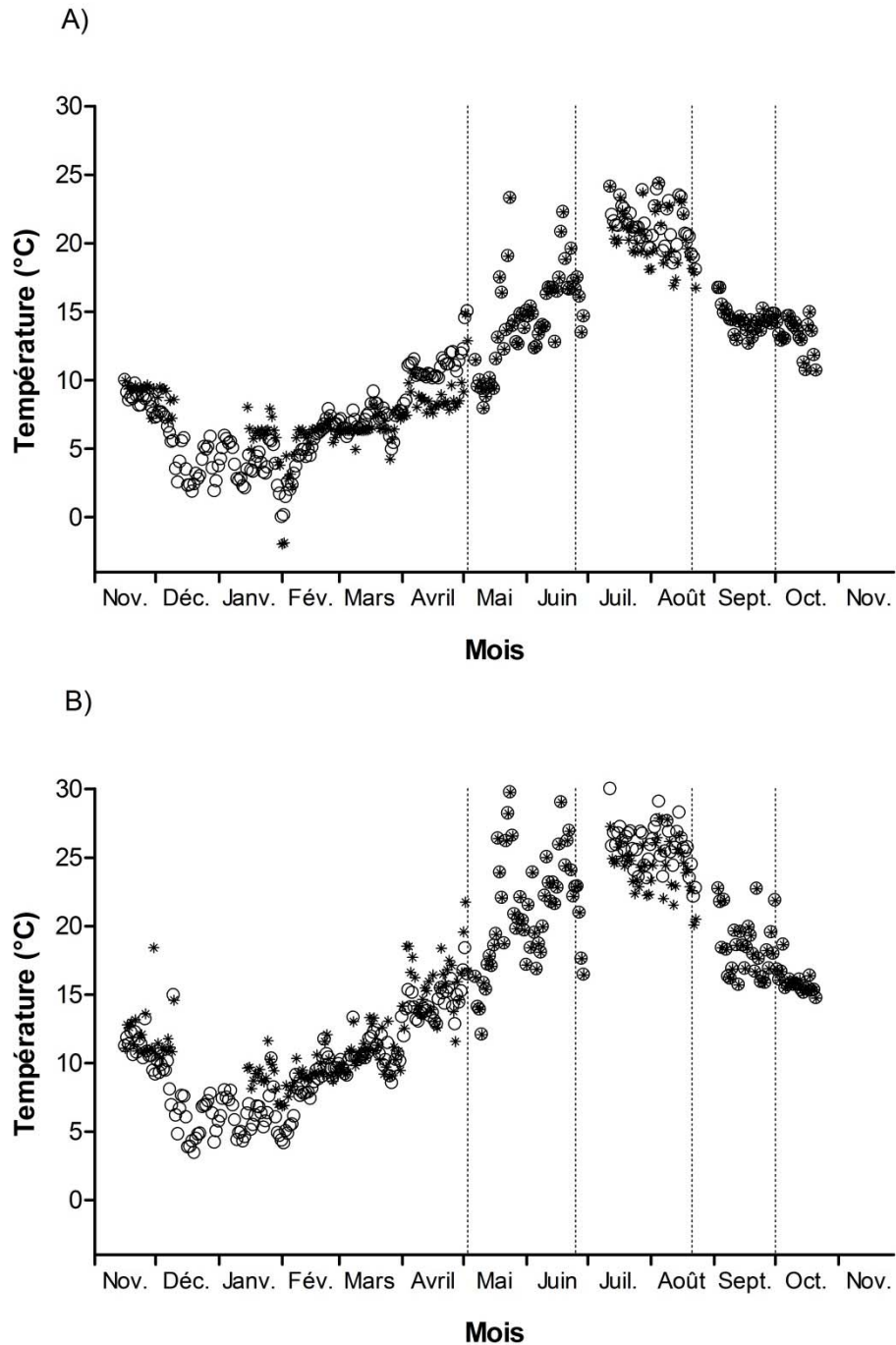
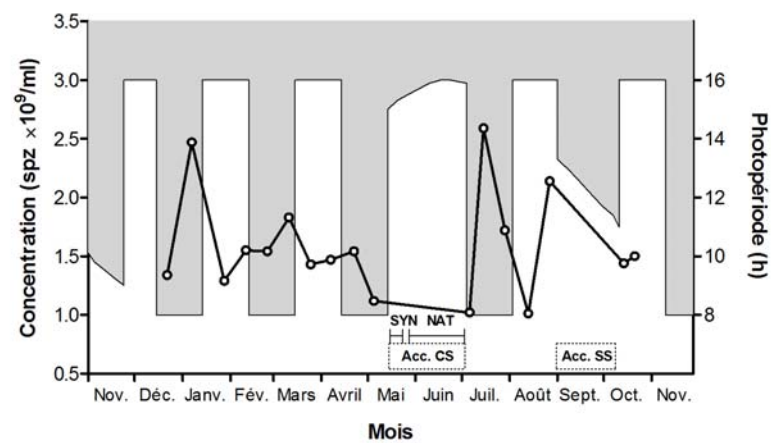


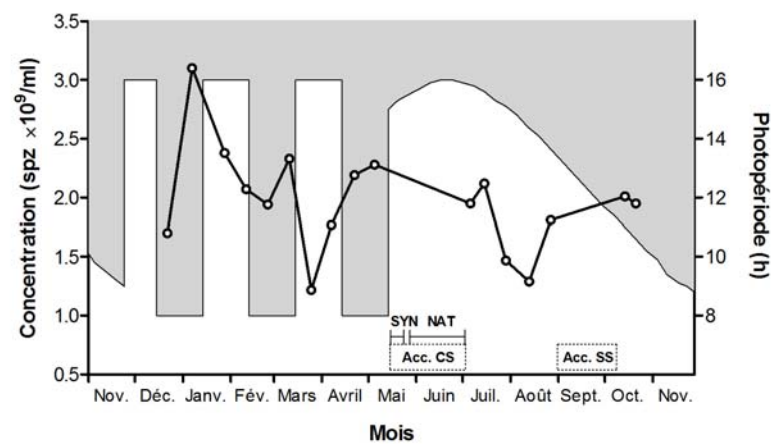
Figure A. 1. Températures minimales (A) et maximales (B) auxquelles ont été exposés les béliers des groupes LN (○), Photo (*) et Photo/LN (*) jusqu'à l'accouplement en contre-saison sexuelle, puis ○ jusqu'à la fin de l'étude).

Le début et la fin des deux périodes d'accouplement sont délimités sur la figure par des barres pointillées (---), moment où tous les animaux étaient exposés aux mêmes conditions environnementales.

a) Photo



b) Photo/LN



c) LN

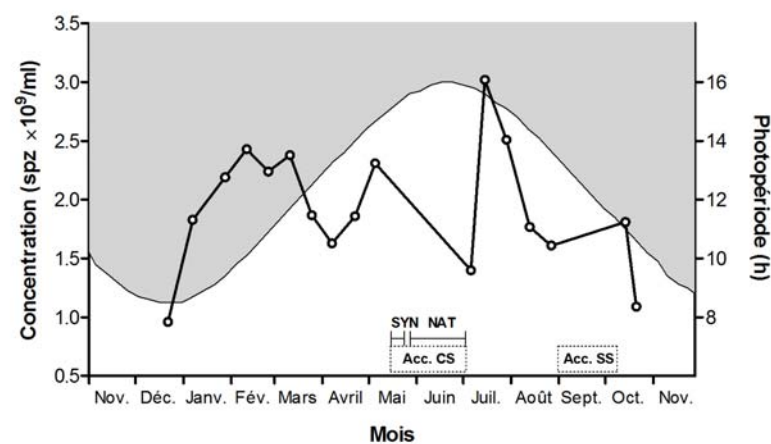
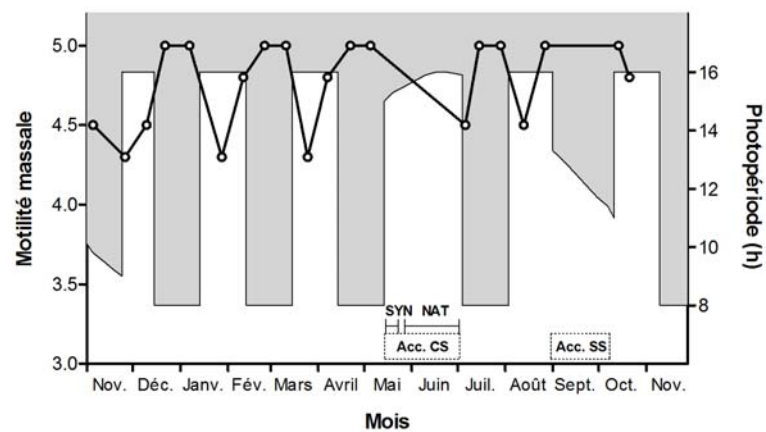
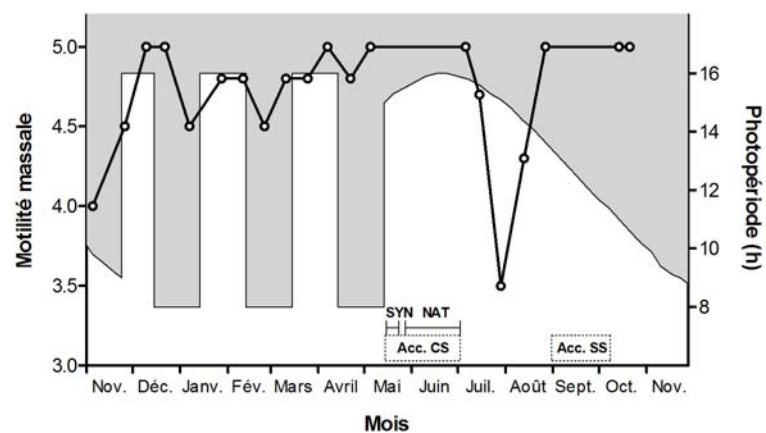


Figure A. 2. Évolution de la concentration spermatique des éjaculats (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

a) Photo



b) Photo/LN



c) LN

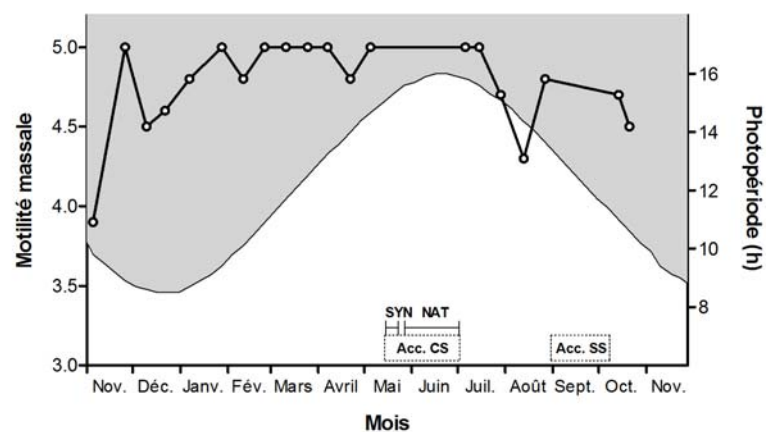
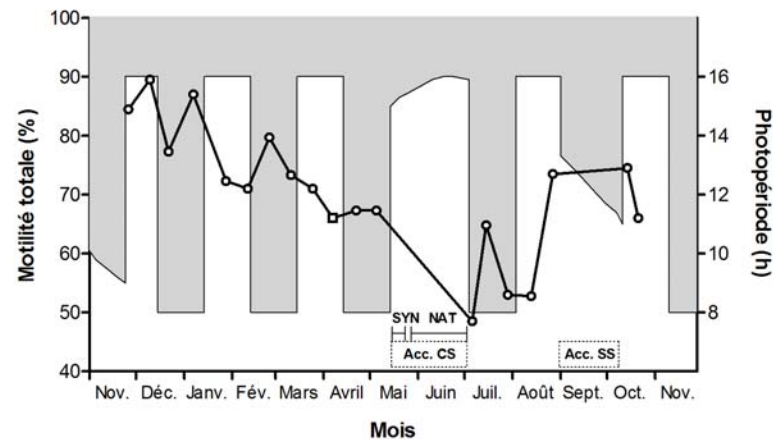
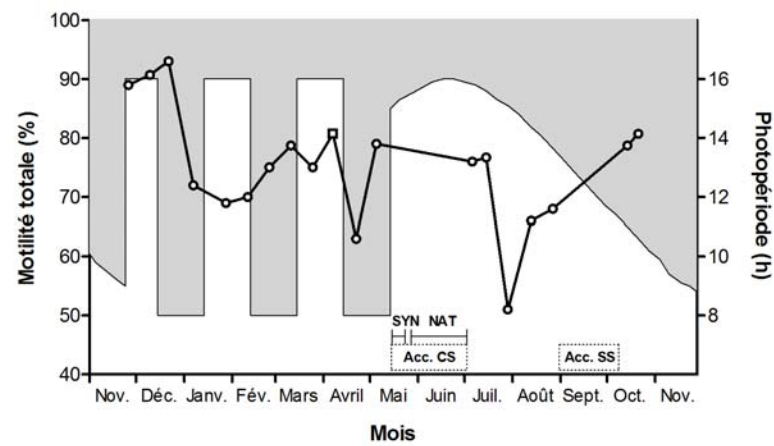


Figure A. 3. Évolution de la motilité massale des éjaculats (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

a) Photo



b) Photo/LN



c) LN

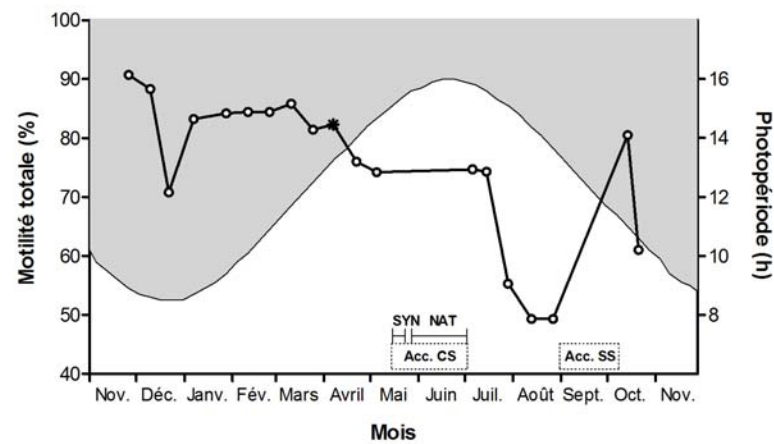


Figure A. 4. Évolution de la motilité totale des spermatozoïdes (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

Effet traitement : * vs □ P < 0.10

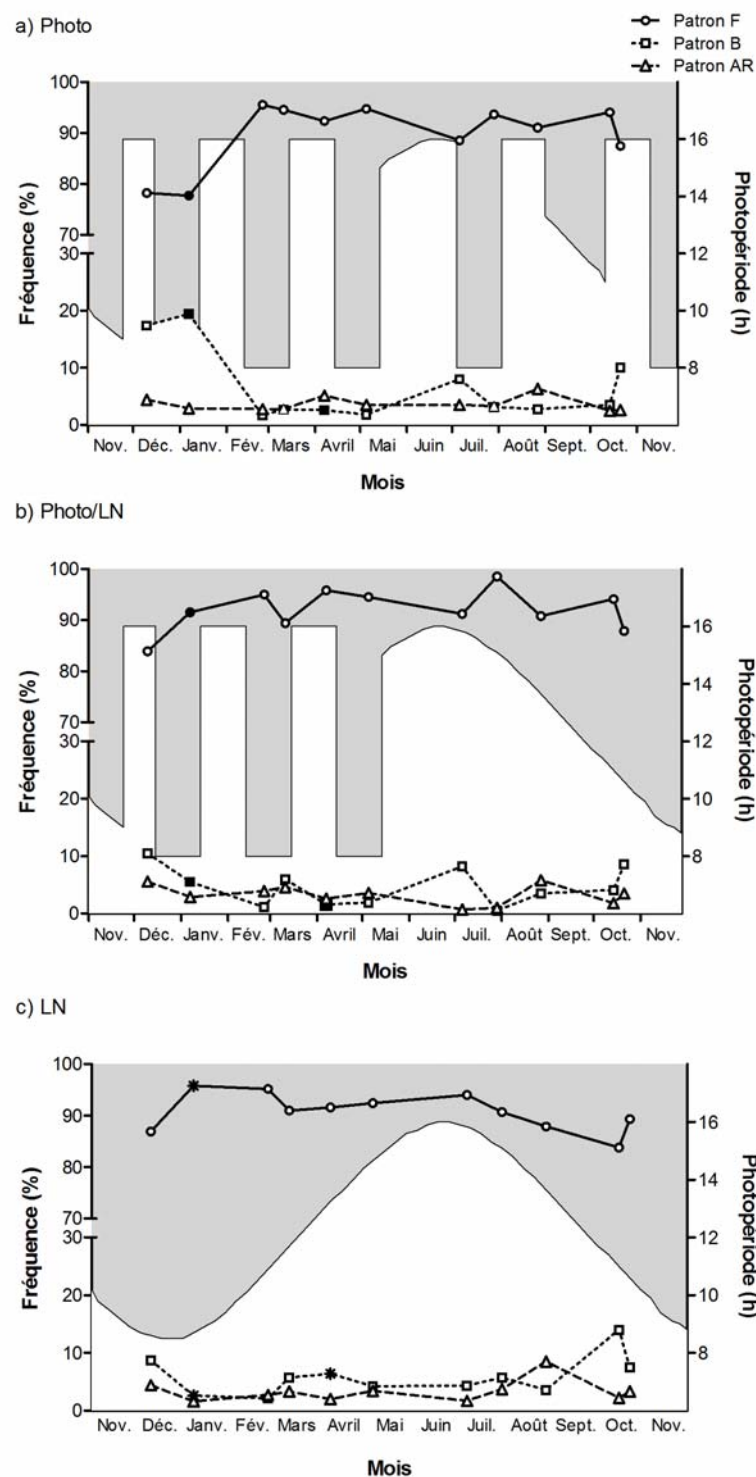
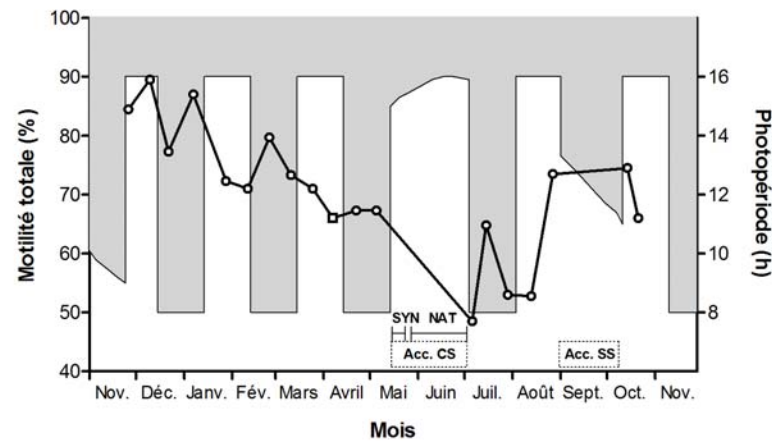
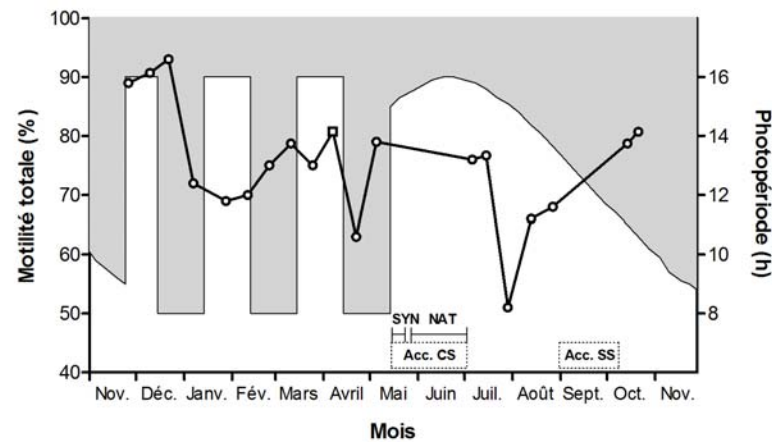


Figure A. 5. Évolution des différents patrons de capacitation (F, B et AR) des spermatozoïdes selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

a) Photo



b) Photo/LN



c) LN

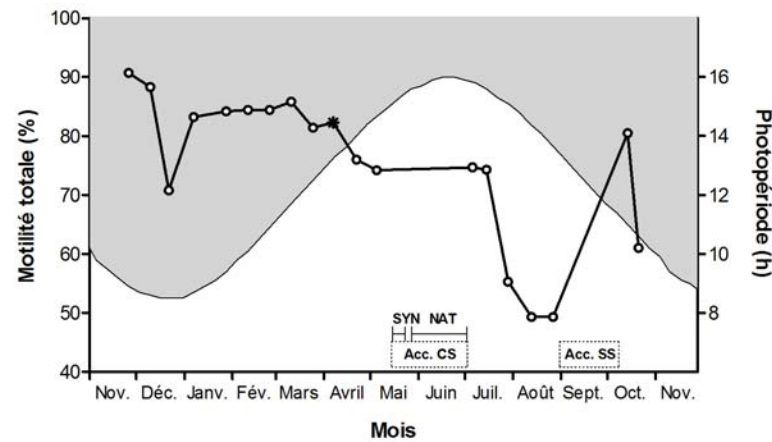
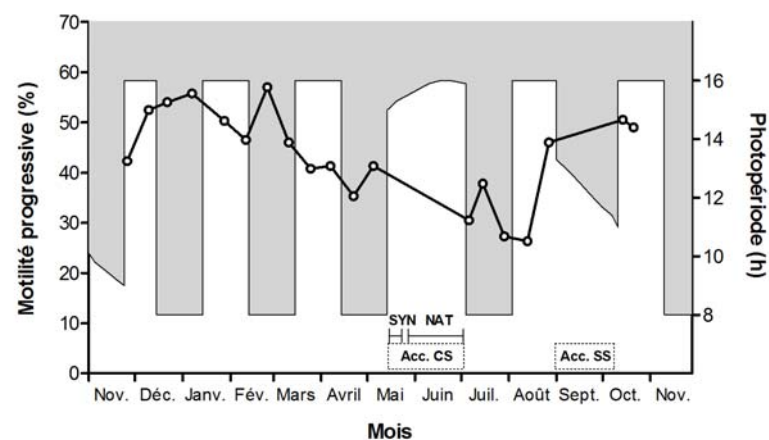


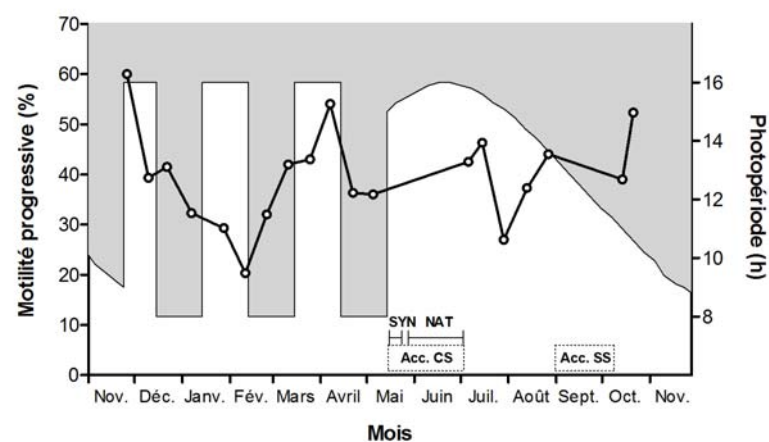
Figure A. 6. Évolution de la motilité totale des spermatozoïdes au CASA (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

Effet traitement : * vs □ P < 0.10

a) Photo



b) Photo/LN



c) LN

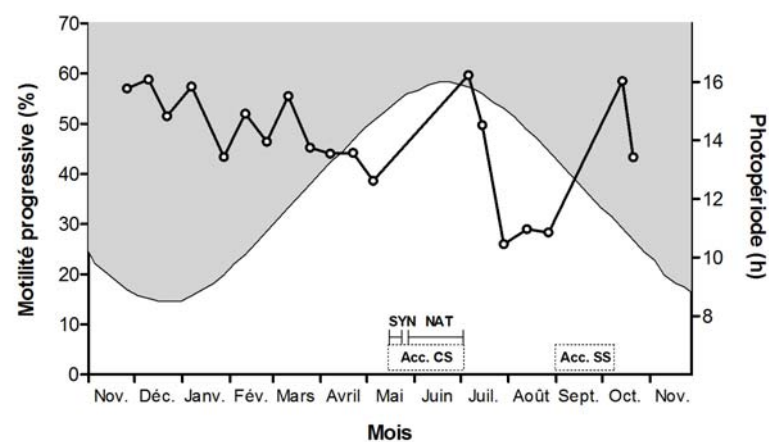
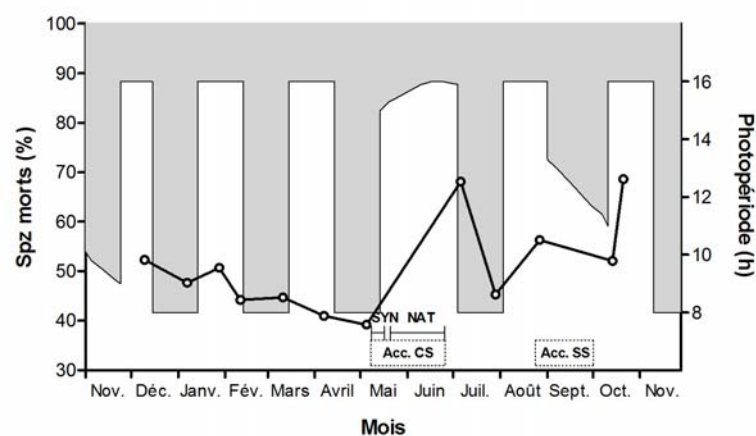
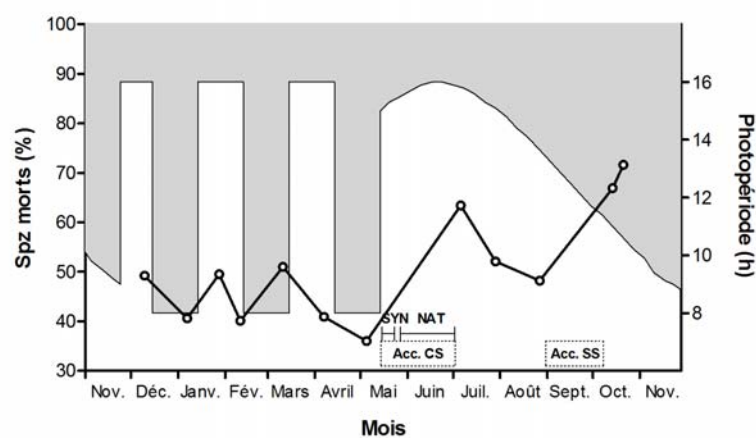


Figure A. 7. Évolution de la motilité progressive des spermatozoïdes au CASA (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

a) Photo



b) Photo/LN



c) LN

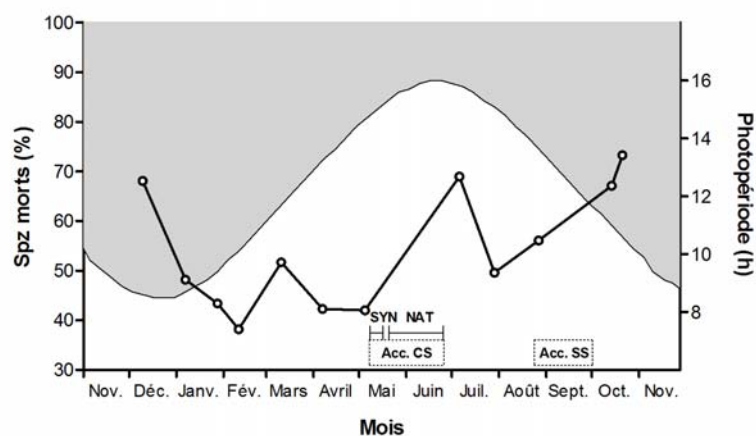
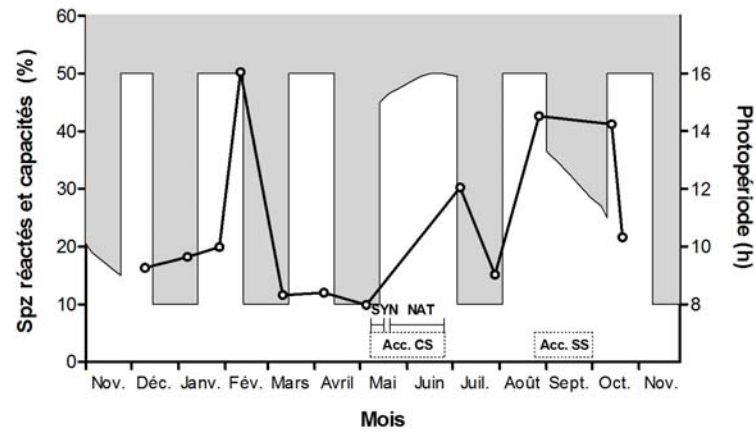
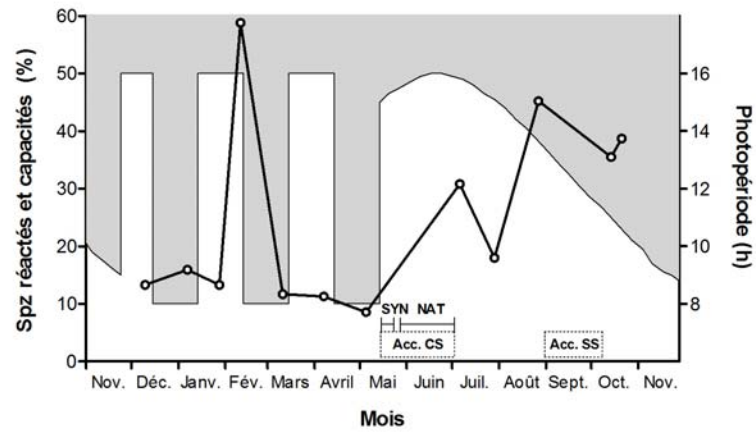


Figure A. 8. Évolution de la mortalité des spermatozoïdes en cytométrie en flux (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

a) Photo



b) Photo/LN



c) LN

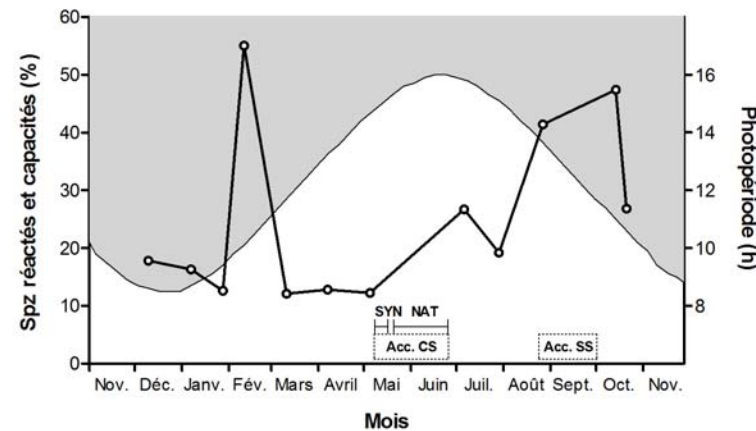
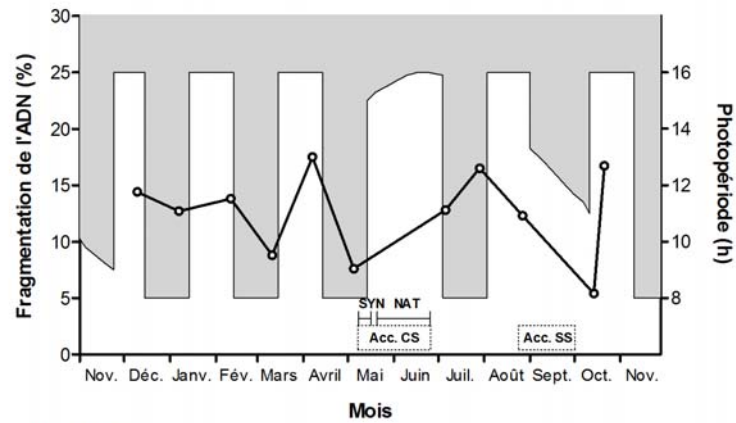
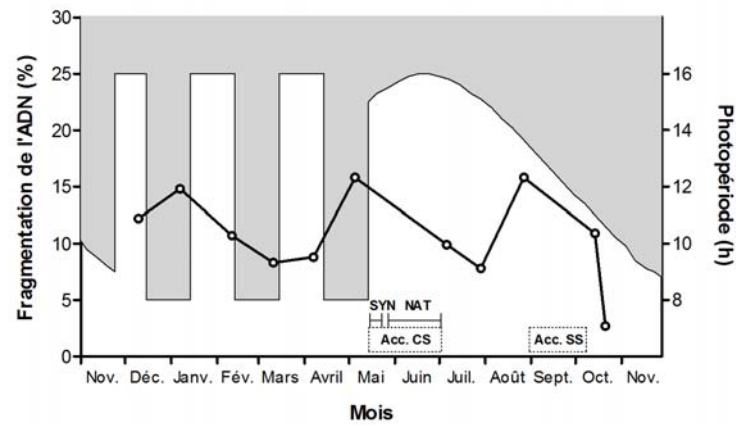


Figure A.9. Évolution du pourcentage de spermatozoïdes réactés et capités en cytométrie en flux (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

a) Photo



b) Photo/LN



c) LN

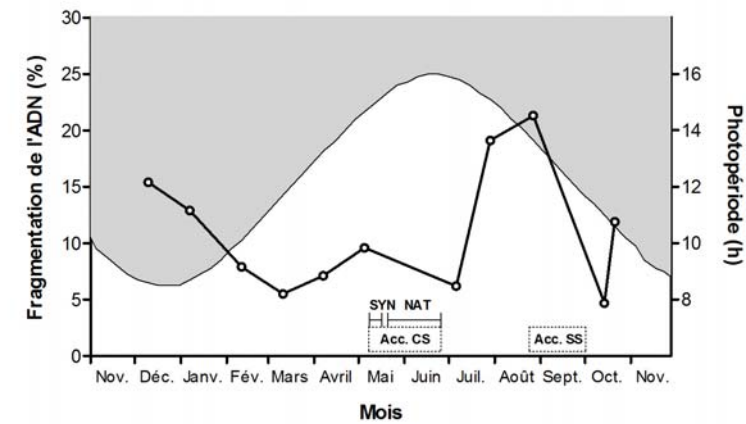


Figure A. 10. Évolution de l'indice de fragmentation de l'ADN en cytométrie en flux (—○—) selon le traitement photopériodique (—) appliqué aux béliers.

Annexe B – Publications

« Pas ce soir chérie, je suis en contre-saison... » - Un bélier



Catherine Element-Boulianne¹, étudiante à la maîtrise,

En collaboration avec **François Castonguay^{1,2}** et **Mireille Thériault^{1,2}**

¹ Département des sciences animales, Université Laval;

² Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les bovins laitiers et le porc de Sherbrooke.



Malgré le fait que les brebis soient souvent pointées du doigt lorsqu'il est question de fertilité et de productivité d'un troupeau, la part de responsabilité revenant aux béliers est assurément non négligeable. Malheureusement, la capacité de reproduction des béliers est souvent tenue pour acquise. Pourtant, certaines études ailleurs dans le monde rapportent que la proportion des béliers ayant des problèmes de reproduction dans un troupeau ovin peut être très élevée. Ici au Québec, seules de nombreuses observations « terrain » nous laissent croire que la capacité de reproduction des béliers pourrait être mise en cause dans l'explication de certains succès ou insuccès de reproduction.

Tout comme c'est le cas pour la brebis, la capacité de reproduction des béliers (production spermatique, pouvoir fécondant, libido ou désir sexuel...) présente des variations saisonnières attribuables, tout comme chez la brebis, aux variations annuelles de la durée du jour, ou photopériode. Ainsi, les paramètres de reproduction des béliers sont à leur plus bas niveau en période de jours longs soit au printemps et en été, en contre-saison sexuelle. Cependant, puisque les béliers ne perdent pas totalement la capacité de s'accoupler en contre-saison, comme c'est le cas des brebis, il est facile d'oublier que leur fertilité puisse être influencée par la saison de reproduction. Pourtant, il est bien démontré que la qualité de la semence diminue pendant la contre-saison. Mais plus encore, il a été démontré que la libido des béliers, qui diminue aussi généralement en contre-saison, influence également les résultats de fertilité.

Ainsi, plusieurs études montrent que l'utilisation de béliers présentant une libido plus élevée permettrait d'obtenir de meilleurs taux de fertilité que ceux obtenus avec des béliers présentant une libido plus faible.

Tout comme chez la brebis, une des façons de contrôler l'activité sexuelle des béliers est de leur faire subir un traitement de photopériode (je suis sûre que vous l'aviez deviné!!!). Ainsi, il a été démontré que l'alternance de jours longs (JL : 16 h/jour de lumière) et de jours courts (JC : 8 h/jour de lumière), tous les mois, aux deux ou aux trois mois, permet de maintenir à un niveau optimal la circonférence scrotale des béliers, une mesure physique reliée à la capacité de production spermatique et à la qualité de la semence. C'est d'ailleurs ce type de programme de photopériode alternant les JC avec les JL, qui est utilisé dans les centres d'insémination ovine

pour maintenir tant la quantité, que la qualité de la semence des béliers à un niveau élevé tout au long de l'année.

C'est dans le but d'étudier la question de la fertilité des béliers que les équipes de recherche du Dr François Castonguay d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, du Dr Janice Bailey du Département des sciences animales de l'Université Laval et du CEPOQ ont obtenu une subvention du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ). Le projet, intitulé « *Amélioration de la productivité des troupeaux ovins par le contrôle de la reproduction des béliers* », a pour objectif général d'accroître la productivité annuelle des élevages ovins par l'amélioration de la capacité reproductive des mâles reproducteurs. Plus spécifiquement, ce projet évaluera les effets d'une préparation photopériodique des béliers sur la qualité de la semence et sur les performances de reproduction en contre-saison et en saison sexuelle.

Pour ce faire, 15 béliers de race Suffolk nés entre février et octobre 2008 et répondant aux normes sanitaires du CEPOQ ont été sélectionnés chez cinq éleveurs du Québec. Ces béliers sont entrés à la station d'évaluation du CEPOQ à la fin du mois d'avril 2009. En novembre, ils seront répartis de façon à



La race Suffolk a été choisie pour deux raisons :

- 1) C'est la race paternelle terminale la plus utilisée pour produire des agneaux de marché actuellement au Québec;
- 2) C'est une race qui est très saisonnière, donc les béliers de cette race sont parmi les moins actifs en contre-saison sexuelle. Ainsi, si nous démontrons un effet positif de notre traitement sur cette race, nous serons assurés du succès de notre programme pour l'ensemble des autres races terminales.



obtenir trois groupes homogènes pour la capacité « théorique » de reproduction (qualité de la semence et libido). À ces trois groupes, un des trois traitements de préparation des béliers sera attribué :

- 1) **LN** : les béliers ne subissent aucune préparation photopériodique et sont laissés en lumière naturelle (groupe témoin) durant toute la période d'expérimentation.
- 2) **Photo** : les béliers subissent un traitement de photopériode alternant des périodes de 30 jours de jours longs (16 h/jour de lumière) et 30 jours de jours courts (8 h/jour de lumière) durant toute la période d'expérimentation;
- 3) **Photo/LN** : les béliers subissent un traitement de photopériode alternant des périodes de 30 jours de jours longs (16 h/jour de lumière) et 30 jours de jours courts (8 h/jour de lumière) du mois de décembre au mois d'avril, après quoi ils retournent en lumière naturelle.

Pendant toute la durée des traitements de photopériode, les béliers seront récoltés toutes les deux semaines pour évaluer la qualité de la semence. En mai 2010, suite à leur préparation photopériodique, les béliers seront mis en accouplement afin de valider les effets de la photopériode sur la fertilité et la prolificité des brebis (en saillies naturelles et sur chaleurs induites).

En septembre 2010, ces mêmes béliers, toujours soumis à différents traitements de photopériode, seront remis en accouplement afin de juger de l'effet potentiel du traitement photopériodique sur leur capacité de reproduction en saison sexuelle (évaluer la présence d'un effet résiduel du programme lumineux).

En attendant le début du projet, nous nous affairons à mettre au point la méthode de récolte de ces béliers par électroéjaculation (voir encadré). Jusqu'à maintenant, ces essais se déroulent très bien et l'utilisation de cet appareil, de même que le perfectionnement de la technique de récolte par l'équipe de recherche, pourrait éventuellement être profitable aux producteurs soupçonnant des problématiques d'infertilité chez certains reproducteurs de leur élevage. Ainsi, cet outil permettrait de faciliter la récolte de semence directement à la ferme et, par la suite, son évaluation.

La semence des béliers est récoltée à l'aide d'un appareil appelé « électroéjaculateur ». Une sonde électrique spécialement faite pour cet usage est introduite dans le rectum du bélier près de la prostate. L'appareil génère une série de courtes impulsions électriques de bas voltage qui stimule la contraction des muscles pelviens et produit une érection qui résulte en une éjaculation. Le programme de stimulation est automatisé de façon à respecter le bien-être de l'animal. C'est une technique largement utilisée en recherche et également en situation commerciale, et même chez l'humain pour certaines applications médicales.

Bref, le projet est lancé!!! En attendant les résultats, rappelez-vous de l'importance de vos béliers dans l'atteinte de vos objectifs de production!!! 🐑



RECHERCHE

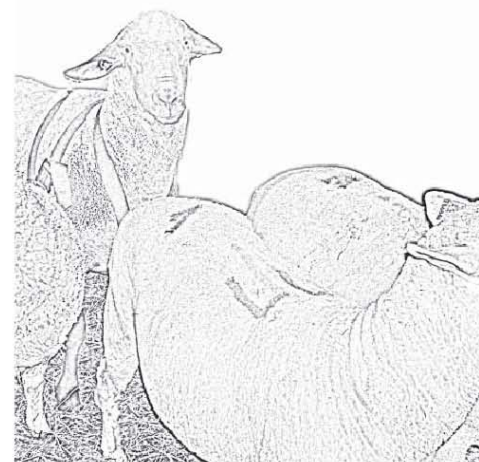
Catherine Element-Boulianne, B. Sc., coresponsable de la R&D, CEPOQ

François Castonguay, Ph. D., chercheur en production ovine, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Mireille Thériault, M. Sc., adjointe de recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada

« Être ou ne pas être ? ...
en photopériode »,

telle est la question pour un bélier !



La capacité de reproduction des béliers est malheureusement trop souvent tenue pour acquise. Pourtant, de nombreuses observations « terrain » nous laissent croire que les mâles pourraient avoir un rôle majeur à jouer dans l'explication des faibles résultats de fertilité souvent obtenus lors des accouplements réalisés en contre-saison sexuelle (printemps-été). En effet, les béliers présentent, tout comme les brebis, des variations saisonnières dans leur activité sexuelle. Nous croyons que cette faible fertilité pourrait être améliorée en augmentant la capacité de reproduction des béliers via l'utilisation d'un programme de photopériode adapté. Pour évaluer cette hypothèse, un projet intitulé « **Amélioration de la productivité des troupeaux ovins par le contrôle de la reproduction des béliers** » a été débuté à l'automne 2009.

Objectifs

Ce projet avait pour but d'évaluer les effets d'une préparation photopériodique des béliers sur les modifications physiques, physiologiques et comportementales ainsi que sur la qualité de leur semence et leurs performances de reproduction (fertilité, prolificité...) en contre-saison et en saison sexuelle.

Et que l'expérience¹ commence !

En novembre 2009, 14 béliers de race Suffolk ont été répartis dans l'un des traitements suivants (Figure 1) :

- **LN** = béliers maintenus en lumière naturelle (LN) durant toute l'expérimentation (groupe témoin);
- **Photo** = béliers exposés à un programme de photopériode alternant des périodes de 30 j de jours longs (JL:16 h/jour de lumière) et 30 j de jours courts (JC:8 h/jour de lumière);
- **Photo/LN** = béliers exposés à un traitement de photopériode alternant des périodes de 30 jours de JL (16L:8N) et 30 jours de JC (8L:16N) de novembre à la mi-mai, après quoi ils étaient placés en LN jusqu'en octobre.

¹Pour en savoir un peu plus sur les motivations du projet et le protocole, nous vous invitons à relire l'article déjà paru sur le sujet dans l'*Ovin Québec* de l'automne 2009 (disponible sur le site de la FPAMQ - www.agneauduquebec.com/FPAMQ - ou du Groupe de recherche sur les ovins - www.ovins.fsaa.ulaval.ca).

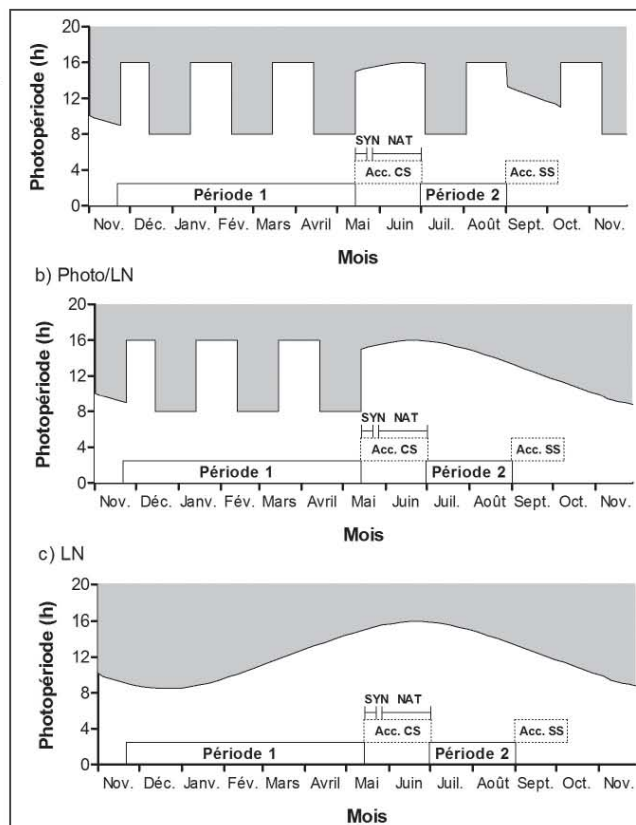


Figure 1. Photopériode reçue par les béliers des trois traitements et schématisation du protocole expérimental [Acc. CS : accouplements en contre-saison; SYN : chaleurs synchronisées; NAT : chaleurs naturelles; Acc. SS : accouplements en saison sexuelle].

En contre-saison (mai-juin), 4 béliers en LN et 4 ayant subi le traitement de photopériode (2 Photo et 2 Photo/LN) ont été mis en accouplement avec 48 brebis Dorset chez qui les chaleurs ont été synchronisées par un traitement hormonal (CIDR^{MD} + PMSG) puis, après une période de repos d'une semaine, avec 119 brebis n'ayant subi aucune préparation particulière. Afin d'évaluer si le traitement de photopériode subi à l'hiver et au printemps affecte la reproduction des béliers à l'automne

suivant, en septembre, 12 béliers (4/traitement) ont été placés avec 129 brebis Dorset n'ayant subi aucun traitement d'induction des chaleurs.

Il est à noter que les béliers Photo et Photo/LN ont reçu le même traitement photopériodique lors de la période 1. Leurs résultats pour cette période sont donc regroupés sous le terme « Photo* ».

...Roulement de tambours pour les résultats...

➔ Circonférence scrotale

Comme anticipé, les béliers en LN ont subi une baisse de leur circonférence scrotale (CS) pour atteindre le niveau le plus bas en mai, en contre-saison sexuelle (Figure 2).

Le patron saisonnier observé est comparable à ceux rapportés dans la littérature où la croissance testiculaire est à son plus bas à la fin de l'hiver et reprend dès le début du mois de juin pour être à son maximum à la fin de l'été et au début de l'automne.

Le protocole de photopériode a permis aux béliers d'atteindre une circonférence scrotale plus élevée lors des accouplements en contre-saison.

lumière naturelle. La CS a chuté plus rapidement chez les béliers Photo*, comparativement aux béliers LN, mais elle s'est stabilisée, pour ensuite augmenter jusqu'en mai.

La semaine avant les accouplements en contre-saison, la CS des béliers Photo* était significativement supérieure à celle des béliers LN (35,6 vs 32,4 cm).

Dans les semaines précédant les accouplements de septembre, les CS mesurées chez les béliers du traitement Photo/LN étaient numériquement inférieures à celles des béliers Photo et/ou LN (Figure 2).

La CS des béliers en photopériode a démontré un patron d'évolution différent de celui des béliers maintenus en

lumière naturelle. La CS a chuté plus rapidement chez les béliers Photo*, comparativement aux béliers LN, mais elle s'est stabilisée, pour ensuite augmenter jusqu'en mai.

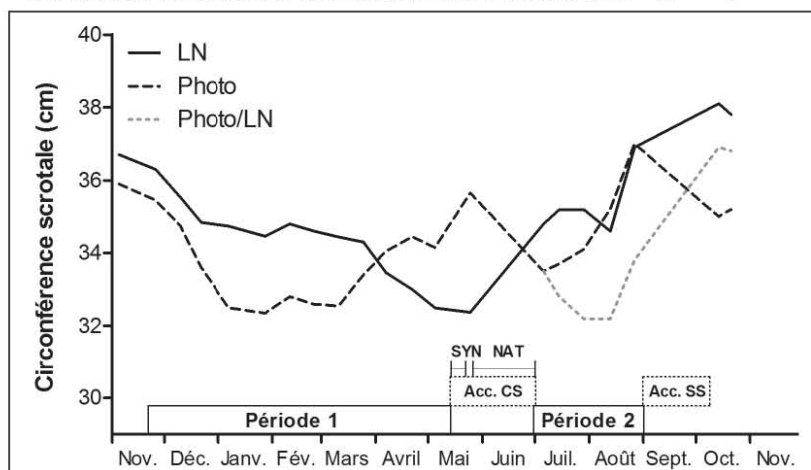


Figure 2. Évolution de la circonférence scrotale des béliers selon le traitement photopériodique. Jusqu'à la fin de la période d'accouplement en contre-saison, les données des béliers Photo et Photo/LN ont été regroupées puisque les béliers ont suivi le même protocole photopériodique.

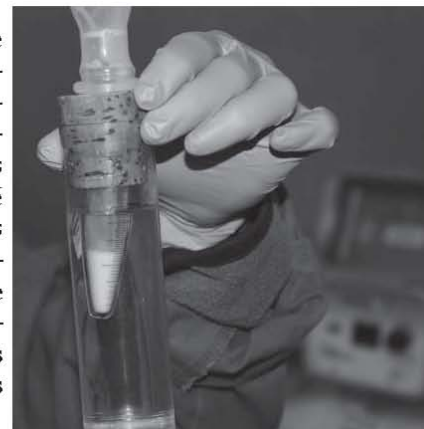


➔ Qualité de la semence

En ce qui a trait à la qualité de la semence, il faut d'abord souligner qu'elle était très variable d'une récolte à l'autre. Des variations saisonnières plus ou moins grandes de la quantité et/ou de la qualité de la semence sont rapportées dans la littérature chez les béliers en LN. Cependant, sur la base des paramètres évalués dans notre étude, les béliers témoins en LN n'ont pas vu la qualité de leur semence diminuer en contre-saison.

De la même manière, le traitement de photopériode étudié n'a pas affecté la qualité de la semence. En contre-saison et en saison sexuelle, seules quelques différences ponctuelles entre les traitements ont été relevées pour

le volume, le taux de mortalité des spermatozoïdes, le pourcentage des spermatozoïdes avec acrosomes réactés et la motilité totale 5 heures après la récolte. **Aucune différence de qualité de semence n'a été détectée entre les béliers avant les deux mises en accouplement.**



➔ Testostérone

La variation saisonnière de la sécrétion de la testostérone, tout comme la fonction reproductive elle-même, est bien documentée dans la littérature. Pour les béliers LN, la concentration sanguine de testostérone était élevée avant le début des traitements en novembre et a été faible de décembre à juillet, ce qui est comparable au patron et aux concentrations rapportés dans la littérature chez des Suffolk.

Étonnamment, la sécrétion de testostérone des béliers soumis au programme de photopériode a suivi un patron saisonnier similaire à celui des béliers LN. **Le traitement d'alternance photopériodique n'a donc pas permis de contrer les variations saisonnières de sécrétion de testostérone.** Lors de la mise en accouplements en contre-saison et en saison sexuelle, la concentration en testostérone était similaire entre les traitements.

➔ Capacité de reproduction

Au début des accouplements en contre-saison, les béliers LN et Photo* avaient une libido comparable (6,0 saillies/120 min). Ces résultats sont contradictoires avec plusieurs études démontrant que la libido des mâles est normalement plus faible au printemps et à l'été en jours longs. Toutefois, puisqu'il existe une forte relation entre la testostérone et le comportement sexuel des béliers et que tous les béliers présentaient des niveaux de testostérone comparables à ce moment, il est cohérent de n'avoir obtenu aucune différence de libido entre les différents groupes de béliers.

Lors des accouplements sur chaleurs synchronisées (SYN) en contre-saison, les béliers LN et Photo* ont obtenu des performances reproductives comparables

avec respectivement 73,9 et 76,0 % de fertilité et 1,95 agneau né/brebis.

En contre-saison, plus la circonférence scrotale des béliers est élevée, meilleure est la fertilité !

Lors des saillies sur chaleurs naturelles (NAT) en contre-saison, la fertilité totale des brebis accouplées par des béliers Photo* n'a pas été meilleure que celle des brebis saillies par les béliers LN. Le pourcentage d'agnelage,

quoique numériquement supérieur de 9 % chez les béliers Photo*, n'a pas été significativement différent entre les deux groupes (72,9 et 81,7 %, pour LN et Photo*; **Tableau 1**).

Toutefois, la présence d'un excellent bélier dans le groupe LN a, en quelque sorte, masqué les différences entre les traitements. En effet, ce bélier avait une CS supérieure à tous les autres béliers du projet et il est, en

plus, parvenu à saillir 100 % des femelles de son groupe. L'analyse des résultats sans ce bélier fait ressortir une différence significative en faveur du traitement Photo*, par rapport au traitement LN, pour la CS à la mise au bélier (34,8 vs 30,6 cm) et la fertilité (81,7 vs 63,6 %). Aussi, une corrélation positive de 0,70 a été mesurée entre les résultats de fertilité de l'accouplement naturel en contre-saison et la CS des béliers (incluant le bélier extrême) (Figure 3). Ainsi, **plus la CS est élevée, meilleure est la fertilité en contre-saison !** À notre connaissance, aucune étude n'a, à ce jour, montré directement ce lien entre la taille testiculaire et la fertilité. Il est tout à fait plausible que le traitement de photopériode, ayant favorisé la croissance testiculaire des béliers en contre-saison, favorise l'atteinte de meilleurs taux de fertilité.

Pour sa part, la prolificité des brebis saillies par les béliers préparés en photopériode a été supérieure à celles saillies par les béliers LN (1,76 vs 1,51 agneau né/brebis ;

En contre-saison, la prolificité a été supérieure chez les brebis accouplées par les béliers préparés en photopériode.

Tableau 1). Aucune relation entre la CS des mâles et la prolificité n'a pu être démontrée.

En saison sexuelle, aucune différence n'était perceptible entre les mâles des trois groupes

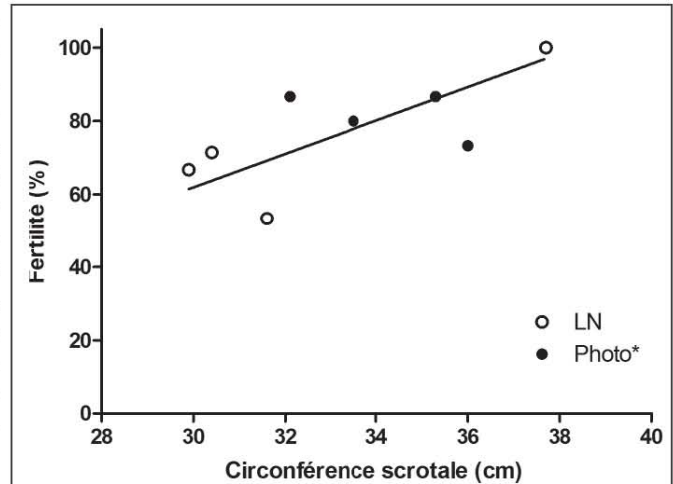


Figure 3. Corrélation entre les résultats de fertilité de l'accouplement sur chaleurs naturelles en contre-saison et la circonférence scrotale des béliers.

avant la mise en accouplement (CS, niveau de testostérone, libido). Cette absence de différence entre les trois groupes de béliers s'est reflétée lors des accouplements en saison où la fertilité et la prolificité ont été similaires dans les différents groupes. À l'accouplement en saison, aucune corrélation significative n'a donc été mesurée entre les performances de reproduction et la CS des béliers.

Tableau 1. Performances reproductives lors des accouplements naturels (NAT) en contre-saison sexuelle

	Traitements ^a		Différence significative ^c
	LN	Photo*	
Béliers			
Nombre	4	4	
Circonférence scrotale (cm)	32,2	34,8	NS
Résultats des accouplements			
Nombre de brebis mises au bélier	59	60	
Intervalle mise au bélier – saillie fécondante ^w (j)	16,0	17,4	NS
Saillie fécondante entre 18-30 j (%)	15 [34,9]	24 [49,0]	NS
Fertilité à l'agnelage (%)	72,9	81,7	NS
Prolificité (agneau né/brebis)	1,51	1,76	*

^aLN : lumière naturelle (LN) durant toute l'expérience (groupe témoin);
Photo* : photopériode alternant 30 j de jours longs (16 h/j de lumière) et 30 j de jours courts (8 h/j de lumière).

^cNS : Différence statistiquement non significative;

* : Différence statistiquement significative à P < 0,05.

^bSaillie fécondante : Date d'agnelage à laquelle on soustrait 145 jours (temps de gestation).

Conclusions et suite...

Ce projet a permis de démontrer l'influence positive de la préparation photopériodique des béliers sur les performances reproductives des brebis, non seulement sur la fertilité, mais surtout sur la prolificité en contre-saison. Ainsi, de tels programmes auraient avantage à être utilisés pour améliorer la productivité des élevages en contre-saison. Aussi, la circonférence scrotale des béliers devrait être mesurée par les producteurs ovins avant les accouplements, puisqu'il s'agit d'une action simple qui leur permettrait d'obtenir une évaluation de la capacité de reproduction de leurs béliers.

Ces résultats prometteurs nous encouragent à répéter ce protocole de photopériode avec un effectif de béliers plus nombreux et avec d'autres races afin de valider la reproductibilité de nos conclusions à plus grande échelle. Il serait également intéressant de vérifier les

performances à plus long terme des béliers soumis à des traitements de photopériode en continu. Aussi, puisque les particularités des spermatozoïdes responsables du « pouvoir fécondant » chez les béliers soumis à un programme photopériodique n'ont pas pu être mises en évidence dans le projet, nous aimerions pousser davantage l'investigation afin de cibler les caractéristiques des spermatozoïdes responsables de ce « phénomène ».

Pour l'instant, la récolte de données se poursuit ! Ces béliers sont encore au CEPOQ et nous les soumettons, depuis février 2011, à un traitement photopériodique de 2 mois de JL et 2 mois de JC en alternance. Nous voulons ainsi vérifier si ce traitement parviendra à contrer les variations saisonnières observées dans la mesure de la circonférence scrotale et de la concentration de testostérone... Les résultats de cette partie du projet seront à venir à l'hiver 2013 ! 🏠

Pour en savoir encore plus !

Il n'est pas possible de vous présenter, dans un si court article, tous les résultats obtenus dans le cadre de ce projet. Pour les plus curieux, vous pouvez consulter le rapport final disponible sur le site internet du CEPOQ, à l'adresse www.cepoq.com, dans la section *Publications* et ensuite dans *Rapports de recherche*. Le rapport est également disponible sur le site du Groupe de recherche sur les ovins (www.ovins.fsaa.ulaval.ca).



Financement

La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce à la contribution financière du Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire (PASCAA). Ce programme d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) est livré par l'intermédiaire du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ).

Remerciements

- Merci à toute l'équipe du CEPOQ (Sylvain Blanchette, Marie-Claude Litalien, François Dionne, Hélène Méthot et Léda Villeneuve) pour la réalisation des nombreuses activités qui se sont déroulées dans les installations du CEPOQ;
- Merci à Dre Janice L. Bailey et à Christian Lessard du Centre de recherche en biologie de la reproduction (CRBR) du Département des sciences animales de l'Université Laval;
- Merci à la SEMRPQ ainsi qu'à la FPAMQ pour leur appui à la réalisation de ce projet.