Exploitation de la lumière naturelle dans les programmes de photopériode pour maîtriser la reproduction des ovins

(Projet #6266)

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

RAPPORT FINAL

Rédigé par :

Mireille Thériault
Adjointe de recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada

François Castonguay
Chercheur en production ovine, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Johanne Cameron
Chargée de projet en recherche et développement, CEPOQ

Catherine Element-Boulianne
Coresponsable de la recherche et du développement, CEPOQ

Projet réalisé dans le cadre du programme
Recherche appliquée, innovation et transfert technologique du CDAQ

Octobre 2011

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

Une partie du financement de ce projet a été assurée par Agriculture et Agroalimentaire Canada, par l'entremise du Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA). Au Québec, la part de ce programme destinée au secteur de la production agricole est gérée par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec.

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

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 financer cette étude. 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 son expertise qu'elle a partagée ouvertement avec tous les membres de l'équipe tout au long du projet. Johanne a acquis de solides connaissances sur la photopériode lors de ses études graduées, ce qui fait d'elle LA référence dans le domaine. Elle a donc été un soutien scientifique important pendant toute la durée du projet. Merci à Sylvain Blanchette, gérant de la ferme de recherche au CEPOQ, et à toute son équipe (Marie-Claude L'italien, François Dionne et Mathieu Perron) qui ont collaboré d'une manière exceptionnelle à la réalisation des protocoles.

Du côté de mon équipe de recherche, je tiens à remercier Mireille Thériault, adjointe de recherche à Agriculture et Agroalimentaire Canada, qui mérite, sans aucun doute, la plus grande part du crédit pour le succès de ce projet d'envergure. Elle a assuré la coordination et la réalisation du projet de main de maître. Mireille a participé à la planification des expériences, au suivi technique, au travail en bergerie, à la compilation et à l'analyse des données et à la rédaction du rapport. Merci à Richard Prince, animalier au Département des sciences animales de l'Université Laval, qui nous a secondés pour plusieurs activités en bergerie.

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!

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

Résumé

Les résultats zootechniques exceptionnels obtenus grâce à l'utilisation du programme photopériodique *AAC Type CC4* ainsi que ses répercussions sur la productivité des élevages ont bien été démontrées dans les recherches antérieures. Un des obstacles à l'application de ce programme est qu'il nécessite de garder les brebis dans un bâtiment « hermétique » à la lumière du jour, notamment l'été pour les périodes d'exposition aux jours courts. Dans le but de trouver une solution à cet inconvénient et, ainsi, permettre l'accessibilité de la technique à la plupart des installations d'élevage, nous avons imaginé un programme de photopériode où la lumière du jour pourrait être mise à profit. En effet, la lumière naturelle journalière pourrait être utilisée comme jours courts (JC) et la durée d'éclairement des jours longs (JL) fixée pour respecter l'écart minimal de 6 à 8 h recommandé entre la durée des JC et des JL.

L'objectif de ce projet était de mesurer les effets, sur la reproduction et la productivité des brebis, de l'extension de la durée des JL à 22 h/j et de l'utilisation de la lumière naturelle en guise de JC dans un programme photopériodique constitué d'un cycle alternatif continu de 4 mois de JL et de 4 mois de JC (traitement 22/LN), et ce, en comparaison au programme « conventionnel » de 16 h/j de lumière en JL et de 8 h/j en JC (traitement 16/8) et à un groupe de brebis maintenues en lumière naturelle (témoin LN).

Pour ce faire, 97 brebis Dorset ont été réparties en trois groupes égaux et assignées à un des traitements suivants :

- **Traitement témoin LN :** les brebis sont exposées à la lumière naturelle (LN) durant toute la durée du projet;
- **Traitement AAC type CC4 - 16/8** : traitement alternant, en continu, des périodes de 4 mois de JL (16 h/j de lumière) et de 4 mois de JC (8 h/j de lumière);
- **Traitement AAC type CC4 - 22/LN :** traitement qui expose les femelles à une alternance continue de séquences de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière en JL et de 4 mois de lumière naturelle en guise de JC.

Les trois groupes de femelles ont été suivis sur trois périodes d'accouplements consécutives (système intensif de 3 agnelages en 2 ans) qui se sont déroulées du 12 juin au 17 juillet 2008 (cycle #1; contre-saison), du 6 février au 13 mars 2009 (cycle #2; fin de saison) et du 5 octobre au 9 novembre 2009 (cycle #3; saison sexuelle). Plusieurs paramètres ont été évalués chez les brebis : taux de fertilité et de prolificité, concentration sanguine en mélatonine (réponse aux changements lumineux) et en progestérone (début de la cyclicité), production laitière, poids et état de chair.

La cyclicité et la réponse hormonale ont été comparables entre les traitements photopériodiques 16/8 et 22/LN pour les trois cycles de production. En moyenne, pour les brebis sous photopériode 16/8 et 22/LN, 69 % des premières ovulations sont survenues avant l'introduction des mâles, pour un intervalle moyen entre le début des jours courts et la 1re ovulation de 42 j. Pour ce qui est des saillies fécondantes, 66 % ont eu lieu dans les 17 j suivant l'introduction des béliers, pour un intervalle moyen entre la mise au bélier et la saillie

fécondante de 13.1 j. Toutefois, l'incidence des cycles œstraux irréguliers chez les brebis sous photopériode 22/LN tendait à être supérieure à celle des brebis du traitement 16/8 (17.8 vs 2.2 %; $P = 0.0982$). La fertilité à l'agnelage a été similaire pour les traitements 16/8 et 22/LN, et ce, pour les trois cycles de production (86.5 et 85.7 %; $P = 0.8750$). L'effet des traitements photopériodiques sur la prolificité a varié selon la période d'accouplement, mais, globalement, les brebis 22/LN ont eu des tailles de portée inférieures ou équivalentes à celles des femelles du groupe 16/8. Les deux traitements 16/8 et 22/LN ont permis de produire respectivement 2.66 et 2.32 agneaux/brebis/année. Bien que non significative statistiquement, cette différence de 0.34 agneau/brebis/année en défaveur du traitement 22/LN pourrait représenter une perte non négligeable pour les producteurs.

La comparaison des traitements photopériodiques avec le groupe témoin en lumière naturelle montre que la cyclicité des brebis 16/8 et 22/LN n'a pas été différente de celle du groupe témoin LN. Les brebis LN avaient leur première ovulation en moyenne 39.9 j après le début des JC (la date du début des JC des deux traitements photopériodiques a été utilisée comme point de repère pour les brebis témoins LN même si ce groupe n'était pas soumis à un traitement de photopériode). De plus, 69 % des brebis témoins en lumière naturelle avaient ovulé au moment de l'introduction des béliers (autour de 55 j après le début des JC), ce qui représente la même proportion que pour les brebis sous photopériode. De plus, les brebis LN ont été saillies avec un taux de fertilité global de 83 %, comparable à ceux de 86.5 et 85.7 % obtenus avec les programmes de photopériode 16/8 et 22/LN, et ce, sans l'utilisation de technique de désaisonnement. Lors des accouplements naturels (brebis LN) en contre-saison sexuelle, une répartition des saillies fécondantes typique d'un effet bélier a été observée, la majorité des saillies, soit 83 %, étant survenues dans la seconde moitié de la période d'accouplements. Toutes ces observations démontrent qu'une bonne proportion (environ 40 %) des brebis Dorset du troupeau du CEPOQ cyclent toujours durant la pleine contre-saison (juillet) et que des accouplements naturels à cette période de l'année peuvent tout de même donner une fertilité intéressante grâce à l'effet bélier. D'autre part, les deux traitements photopériodiques n'ont pas eu d'effet néfaste, en comparaison avec le groupe témoin LN sur la production laitière, la croissance des agneaux ou encore l'évolution des réserves corporelles des brebis.

Globalement, les résultats de cette étude ont permis de démontrer que, bien que comparable à plusieurs égards, le traitement photopériodique 16/8 était sensiblement plus efficace que le programme d'extension lumineuse pour réguler le cycle des brebis. Le traitement 16/8 a également eu un léger avantage en termes de prolificité. En comparaison avec le groupe témoin LN, les programmes photopériodiques 16/8 et 22/LN ont permis d'induire les saillies fécondantes plus tôt en contre-saison sexuelle. Aussi, contrairement au groupe LN, les deux traitements de photopériode ont maintenu une prolificité constante au cours des trois cycles de production. En conclusion, nos résultats suggèrent que le programme 22/LN pourrait remplacer le conventionnel 16/8, dans les cas où l'application technique de ce dernier n'est pas envisageable. Cependant, étant donné les excellents taux de fertilité en contre-saison des brebis Dorset dans la présente étude, les résultats du programme 22/LN devraient être validés avec des races plus saisonnières avant d'en faire la promotion à l'ensemble des producteurs.

Table des Matières

REMERCIEMENTS III

RÉSUMÉ IV

TABLE DES MATIÈRES VI

LISTE DES TABLEAUX VIII

LISTE DES FIGURES IX

1. OBJECTIFS 11

1.1. Objectif général 11

1.2. Objectifs spécifiques 11

2. PROTOCOLE GÉNÉRAL 11

2.1. Animaux 11

2.2. Traitements photopériodiques 11

2.3. Bâtiments 12

2.4. Calendrier de production 15

2.5. Alimentation 17

2.6. Dosages hormonaux 17

2.7. Mesures de la production laitière 18

2.8. Dates importantes 20

2.9. Analyses statistiques 21

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION 23

3.1. Répartition initiale des brebis 23

3.2. Cyclicité naturelle et réponse hormonale aux traitements 23

3.2.1. Effet et comparaison des traitements 23

3.2.2. Effet de la saison 24

3.3. Performances de reproduction 29

3.3.1. Effet et comparaison des traitements 29

3.3.2. Effet de la saison 29

3.4. Patron de sécrétion de mélatonine 31

3.5. Lactation 33

3.5.1. Croissance des agneaux en période présevrage 33

3.5.2. Production laitière des brebis 36
3.6. Poids et état de chair des brebis 40
3.7. Discussion 42
3.8. Références 44

4. ANALYSE ÉCONOMIQUE 45

5. CONCLUSIONS 45

6. DIFFUSION DES RÉSULTATS 46

7. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET 48

ANNEXE 1. RÉPARTITION DES SAILLIES FÉCONDANTES 49

ANNEXE 2. PUBLICATIONS 52

Liste des Tableaux

TABLEAU 1. TEMPÉRATURES ET HUMIDITÉS ENREGISTRÉES ENTRE AVRIL 2008 ET MARS 2010 DANS LES BÂTIMENTS OCCUPÉS PAR LES BREBIS DE CHAQUE TRAITEMENT PHOTOPÉRIODIQUE 14

TABLEAU 2. RÉPARTITION INITIALE (GESTATION ET AGNELAGE #0) DES BREBIS SOUMISES AUX DIFFÉRENTS TRAITEMENTS LUMINEUX 23

TABLEAU 3. RÉPARTITION DES SAILLIES FÉCONDANTES DES BREBIS SOUMISES AUX DIFFÉRENTS TRAITEMENTS LUMINEUX[X] 26

TABLEAU 4. FERTILITÉ ET PROLIFICITÉ DES BREBIS SOUMISES AUX DIFFÉRENTS TRAITEMENTS LUMINEUX[Y] À CHAQUE CYCLE DE PRODUCTION 30

TABLEAU 5. CONCENTRATIONS MOYENNES DE MÉLATONINE (PG/ML) PENDANT LES PÉRIODES D'ÉCLAIREMENT (JOUR) ET D'OBSCURITÉ (NUIT) EN AVRIL ET JUIN 2008 SELON LES TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES[Y] 31

TABLEAU 6. RÉPARTITION DES AGNEAUX FEMELLES ET MÂLES ÉLEVÉS SOUS LA MÈRE SELON LE TRAITEMENT PHOTOPÉRIODIQUE[Z] POUR LES LACTATIONS #0, 1 ET 2 34

TABLEAU 7. TAUX DE MORTALITÉ (% ET NOMBRE ENTRE PARENTHÈSES) PRÉSEVRAGE DES AGNEAUX ÉLEVÉS SOUS LA MÈRE SELON LE TRAITEMENT PHOTOPÉRIODIQUE [Z] POUR LES CYCLES DE PRODUCTION #0, 1 ET 2 36

TABLEAU 8. COMPTAGE DES CELLULES SOMATIQUES (× 1000) DANS LE LAIT DES BREBIS SOUMISES AUX DIFFÉRENTS TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES AU COURS DES TROIS LACTATIONS 39

TABLEAU 9. RÉPARTITION DES BREBIS DANS TROIS CATÉGORIES DE COMPTAGE DES CELLULES SOMATIQUES (0 À 499, 500 À 749 ET 750 ET PLUS; × 1000) SELON LES DIFFÉRENTS TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES AU COURS DES TROIS LACTATIONS ÉTUDIÉES 40

TABLEAU 10. ÉVOLUTION DU POIDS ET DE L'ÉTAT DE CHAIR DES BREBIS À DIFFÉRENTES ÉTAPES DU PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL SELON LE TRAITEMENT LUMINEUX[Y] 41

Liste des Figures

FIGURE 1. CALENDRIER DE PRODUCTION ET PROGRAMME PHOTOPÉRIODIQUE DES TROIS TRAITEMENTS EXPÉRIMENTAUX 13

FIGURE 2. EXEMPLE DU SUIVI DE LA PHOTOPÉRIODE SUR TROIS JOURS CONSÉCUTIFS POUR LES BREBIS EXPOSÉES AUX DIFFÉRENTS TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES. À CE MOMENT, LES BREBIS 16/8 ÉTAIENT EXPOSÉES À 8 H DE LUMIÈRE PAR JOUR ALORS QUE LES BREBIS LN ET 22/LN ÉTAIENT EN LUMIÈRE NATURELLE (14 H DE LUMIÈRE). 15

FIGURE 3. FRÉQUENCE CUMULATIVE DES 1RES OVULATIONS EN FONCTION DES TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES [16/8 : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS DE JL (16L:8N) ET DE 4 MOIS DE JC (8L:16N); 22/LN : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS D'EXTENSION LUMINEUSE À 22 H/J DE LUMIÈRE (JL; 22L:2N) ET DE 4 MOIS DE LUMIÈRE NATURELLE (LN) EN GUISE DE JC; LN = BREBIS EXPOSÉES À LA LUMIÈRE NATURELLE (LN)] POUR LES TROIS CYCLES DE PRODUCTION 27

FIGURE 4. FRÉQUENCE DES SAILLIES FÉCONDANTES EN CONTRE-SAISON (CYCLE #1) EN FONCTION DES TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES [16/8 : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS DE JL (16L:8N) ET DE 4 MOIS DE JC (8L:16N); 22/LN : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS D'EXTENSION LUMINEUSE À 22 H/J DE LUMIÈRE (JL; 22L:2N) ET DE 4 MOIS DE LUMIÈRE NATURELLE (LN) EN GUISE DE JC; LN = BREBIS EXPOSÉES À LA LUMIÈRE NATURELLE (LN)] 28

FIGURE 5. PATRONS DE SÉCRÉTION DE LA MÉLATONINE SELON LES TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUE (MOYENNE ET ERREUR TYPE; N = 30). LES ZONES OMBRAGÉES REPRÉSENTENT LES PÉRIODES D'OBSCURITÉ CORRESPONDANT À CHAQUE TRAITEMENT [16/8 : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS DE JL (16L:8N) ET DE 4 MOIS DE JC (8L:16N); 22/LN : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS D'EXTENSION LUMINEUSE À 22 H/J DE LUMIÈRE (JL; 22L:2N) ET DE 4 MOIS DE LUMIÈRE NATURELLE (LN) EN GUISE DE JC; LN = BREBIS EXPOSÉES À LA LUMIÈRE NATURELLE (LN)] 32

FIGURE 6. CROISSANCE DES AGNEAUX ÉLEVÉS SOUS LA MÈRE SELON LE TRAITEMENT PHOTOPÉRIODIQUE [16/8 : ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS DE JL (16L:8N) ET DE 4 MOIS DE JC (8L:16N); 22/LN : ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS D'EXTENSION LUMINEUSE À 22 H/J DE LUMIÈRE (JL; 22L:2N) ET DE 4 MOIS DE LUMIÈRE NATURELLE (LN) EN GUISE DE JC; LN = EN LUMIÈRE NATURELLE (LN)] ET LE CYCLE DE PRODUCTION (#0, 1 ET 2). LA PHOTOPÉRIODE REÇUE PAR CHAQUE TRAITEMENT EST INDIQUÉE AU BAS DU GRAPHIQUE (AXE DE DROITE). 35

FIGURE 7. COURBES DE LACTATION DES BREBIS SOUMISES AUX DIFFÉRENTS TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES [16/8 : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS DE JL (16L:8N) ET DE 4 MOIS DE JC (8L:16N); 22/LN : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS D'EXTENSION LUMINEUSE À 22 H/J DE LUMIÈRE (JL; 22L:2N) ET DE 4 MOIS DE LUMIÈRE NATURELLE (LN) EN GUISE DE JC; LN = BREBIS EXPOSÉES À LA LUMIÈRE NATURELLE (LN)]. LA PHOTOPÉRIODE REÇUE PAR CHAQUE TRAITEMENT EST INDIQUÉE AU BAS DU GRAPHIQUE (AXE DE DROITE). 37

FIGURE 8. RELATION ENTRE LE POURCENTAGE DE GRAS DU LAIT DE BREBIS ANALYSÉ PAR INFRAROUGE (VALACTA) ET CHIMIQUEMENT (MOJONNIER) POUR LES LACTATIONS #0 ET 1 38

FIGURE 9. RÉPARTITION DES SAILLIES FÉCONDANTES (CYCLE #2) DES BREBIS SOUMISES AUX DIFFÉRENTS TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES [16/8 : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS DE JL (16L:8N) ET DE 4 MOIS DE JC (8L:16N); 22/LN : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS D'EXTENSION LUMINEUSE À 22 H/J DE LUMIÈRE (JL; 22L:2N) ET DE 4 MOIS DE LUMIÈRE NATURELLE (LN) EN GUISE DE JC; LN = BREBIS EXPOSÉES À LA LUMIÈRE NATURELLE (LN)] 50

FIGURE 10. RÉPARTITION DES SAILLIES FÉCONDANTES (CYCLE #3) DES BREBIS SOUMISES AUX DIFFÉRENTS TRAITEMENTS PHOTOPÉRIODIQUES [16/8 : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS DE JL (16L:8N) ET DE 4 MOIS DE JC (8L:16N); 22/LN : BREBIS EXPOSÉES À UNE ALTERNANCE CONTINUE DE 4 MOIS D'EXTENSION LUMINEUSE À 22 H/J DE LUMIÈRE (JL; 22L:2N) ET DE 4 MOIS DE LUMIÈRE NATURELLE (LN) EN GUISE DE JC; LN = BREBIS EXPOSÉES À LA LUMIÈRE NATURELLE (LN)] 51

1. OBJECTIFS

1.1. Objectif général

Développer une nouvelle variante du programme photopériodique *AAC Type CC4* pour permettre la diffusion de la technique dans un plus grand nombre d'entreprises, en permettant son utilisation dans des bergeries où il est impossible de restreindre complètement l'entrée de lumière naturelle, types de bâtiments fréquemment retrouvés en élevage ovin.

1.2. Objectifs spécifiques

- Mesurer les effets de l'extension de la durée des jours longs (JL) à 22 h/j de lumière et de l'utilisation de la lumière naturelle en guise de jours courts (JC) sur la reproduction et la productivité des brebis, dans un programme photopériodique constitué d'un cycle alternatif continu de 4 mois de JL et de 4 mois de JC (dans un système de production accéléré);
- Comparer le traitement d'extension lumineuse au programme « conventionnel » de 16 h/j de lumière en JL et de 8 h/j de lumière en JC;
- Évaluer la cyclicité des brebis exposées aux traitements lumineux en comparaison à celles gardées sous lumière naturelle;
- Mesurer la réponse hormonale des brebis aux différents protocoles lumineux;
- Réaliser une comparaison économique de l'utilisation des différents programmes de photopériode.

2. PROTOCOLE GÉNÉRAL

2.1. Animaux

Cent quatre-vingt-deux (182) brebis adultes de race pure Dorset ont été traitées pendant 14 j avec des éponges vaginales (Veramix, Upjohn, Orangeville, ON) et 500 UI de ECg (Folligon, Intervet, Kirkland, QC) au retrait pour une mise à l'accouplement le 25 octobre 2007. Environ 40 j après les saillies synchronisées, les brebis ont été échographiées et 97 brebis gestantes, au même stade de gestation, ont été sélectionnées pour le démarrage du projet.

2.2. Traitements photopériodiques

Les 97 brebis gestantes ont été divisées aléatoirement en trois groupes de 33 femelles. L'âge, le nombre de parités, la prolificité et la productivité antérieure ont été considérés afin de constituer trois groupes uniformes de brebis. Chaque groupe a ensuite été assigné à un des trois traitements photopériodiques expérimentaux :

LN (Traitement témoin) : les brebis sont exposées à la lumière naturelle (LN) durant toute la durée du projet;

16/8 (Traitement AAC Type CC4 « conventionnel ») : les brebis sont exposées à une alternance continue de périodes de quatre mois de jours longs (JL : 16 h/j de lumière; 16L:8N) et de quatre mois de jours courts (JC : 8 h/j de lumière; 8L:16N);

22/LN (Traitement AAC Type CC4 « modifié ») : les brebis sont exposées à une alternance continue de séquences de quatre mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (22L:2N) en guise de JL et de quatre mois de lumière naturelle en guise de JC. Le groupe de brebis exposé au traitement d'extension lumineuse est soumis à une luminosité contrôlée uniquement en période de JL.

Une fois assigné à leur traitement, chaque groupe de brebis a été déplacé dans leurs sections de bâtiments respectives pour le début des traitements photopériodiques. La figure 1 illustre les changements de photopériode des trois groupes.

2.3. Bâtiments

Ce projet s'est déroulé dans les installations du Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ) situé à La Pocatière (47°22'00″N de latitude et 70°02'00″O de longitude). Deux bâtiments distincts ont été utilisés pour loger les animaux, soit la bergerie principale et la bergerie n°5, qui comportent chacune deux sections distinctes et indépendantes.

La bergerie n°5 est un bâtiment non isolé, ventilé mécaniquement et ne comportant aucune fenêtre. Pour les besoins du projet, deux sections indépendantes ont été aménagées. L'éclairage est assuré par des fluorescents. Le système de ventilation a été modifié pour bloquer l'entrée extérieure de lumière. L'intensité lumineuse de la bergerie est constante puisque l'éclairage est artificiel et coupé de la lumière extérieure (entre 90 et 250 lux, selon l'endroit par rapport aux lumières). Puisque ce bâtiment n'est pas isolé, la température intérieure est dépendante des conditions météorologiques à l'extérieur et varie selon la saison. Les deux sections de ce bâtiment ont été utilisées pour les brebis 16/8 et 22/LN en période de JL (16L:8N ou 22L:2N).

La bergerie principale est un bâtiment isolé et ventilé mécaniquement. L'hiver, la bergerie principale est tempérée par un système de chauffage électrique et la ventilation s'effectue de façon mécanique. L'été, une ventilation longitudinale assure un contrôle de la température ambiante. La bergerie principale compte deux sections indépendantes et distinctes : la section *élevage* et la section *agnelage*.

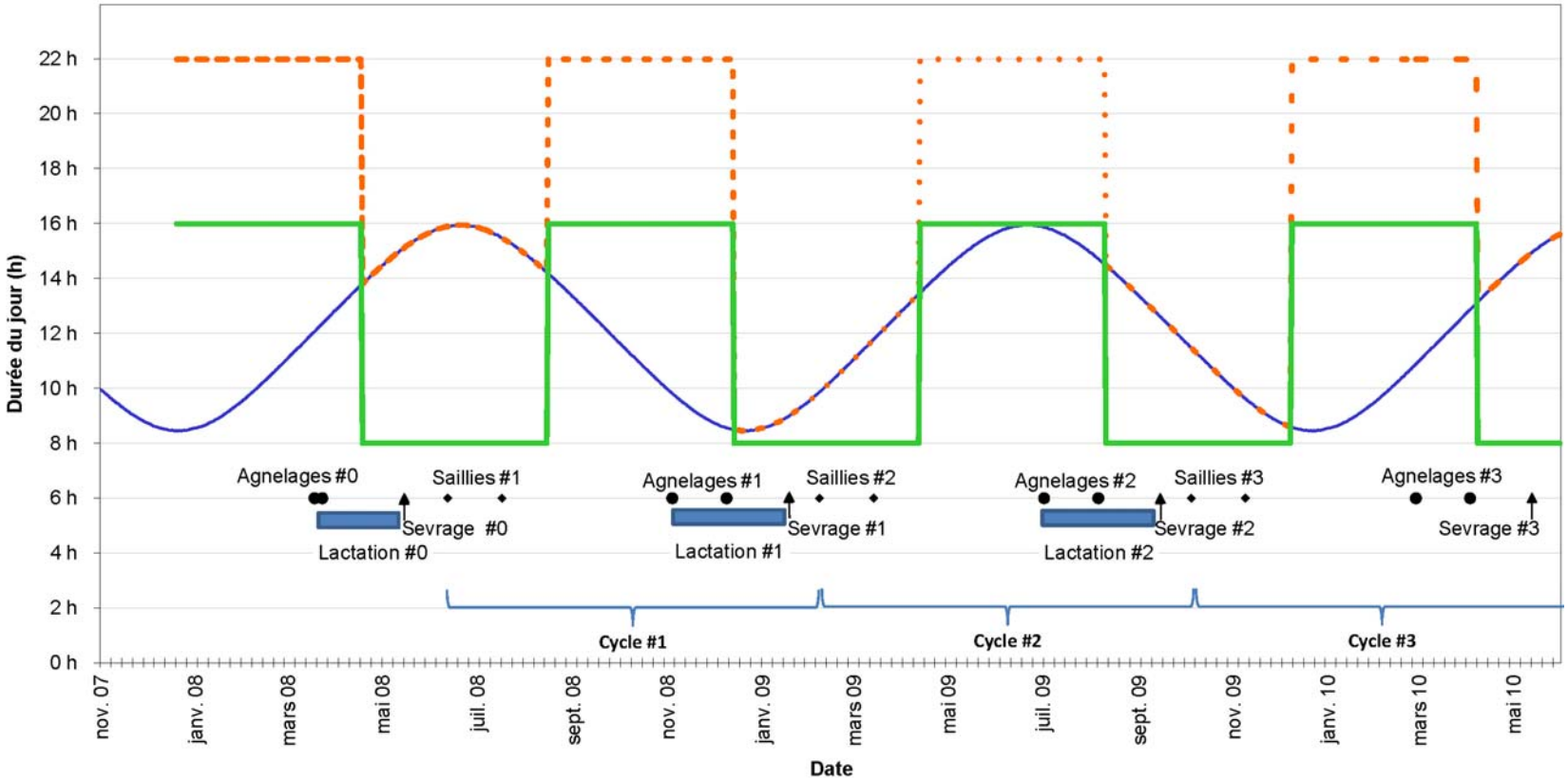


Figure 1. **Calendrier de production et programme photopériodique des trois traitements expérimentaux**

(LN ——— ; 16/8 ——— ; 22/LN - -)

Dans la section *élevage*, des fenêtres et d'autres sources d'entrées de lumière (entrées d'air composées de panneaux isolants avec fenêtres, portes fenêtrées) donnent accès à la lumière extérieure sur deux façades dans la section *élevage*. Durant le jour, l'intensité lumineuse de cette section de la bergerie principale varie selon la luminosité extérieure. Un éclairage artificiel complémentaire (fluorescents) assure toutefois le maintien d'une intensité minimale de 50 lux. Les fluorescents sont allumés lorsque le soleil se lève et sont fermés dès l'aube. Le groupe de brebis exposé à la lumière naturelle (LN) a été logé dans la section *élevage* pendant toute la durée du projet. Les brebis du traitement 22/LN s'y sont également retrouvées pour y subir leur traitement de quatre mois de LN.
La section *agnelage* possède également des fenêtres, mais celles-ci ont été obstruées afin de bloquer l'entrée de lumière extérieure. Le système de ventilation a également été modifié de façon à couper l'entrée de lumière extérieure. L'intensité lumineuse de la section *agnelage* ne fluctue donc pas puisque l'éclairage y est artificiel et qu'il n'y a pas d'entrée de lumière extérieure. Les brebis en lactation du traitement 16/8 et leurs agneaux sont déplacés dans la section *agnelage* pour y subir les JC.

Tout au long de la phase expérimentale, la température et l'humidité dans chaque section où logeaient les brebis ont été enregistrées chaque 15 min à l'aide d'enregistreurs automatiques de données (HOBO U12, Onset Computer Corporation, Cape Cod, MA). Ces enregistrements ont permis de vérifier l'homogénéité des conditions d'élevage entre les traitements. Les moyennes de températures et humidités sont présentées au tableau 1 à titre indicatif.

Tableau 1. Températures et humidités enregistrées entre avril 2008 et mars 2010 dans les bâtiments occupés par les brebis de chaque traitement photopériodique

	Traitements[y]		
Données	**16/8**	**22/LN**	**LN**
Température (°C)	12.5	11.9	13.9
Humidité (%)	77.4	71.1	72.5

[y] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.

L'intensité lumineuse a également été mesurée automatiquement toutes les heures à l'aide des d'enregistreurs de données (HOBO U12, Onset Computer Corporation, Cape Cod, MA. Ces enregistreurs, bien que moins sensibles qu'un luxmètre, ont permis de s'assurer que les brebis recevaient la bonne photopériode. À titre d'exemple, la figure 2 présente des données d'intensité lumineuse enregistrées sur une période de trois jours consécutifs, au moment où les

brebis 16/8 étaient en JC (8 h de lumière) et les brebis LN et 22/LN en lumière naturelle (14 h de lumière).

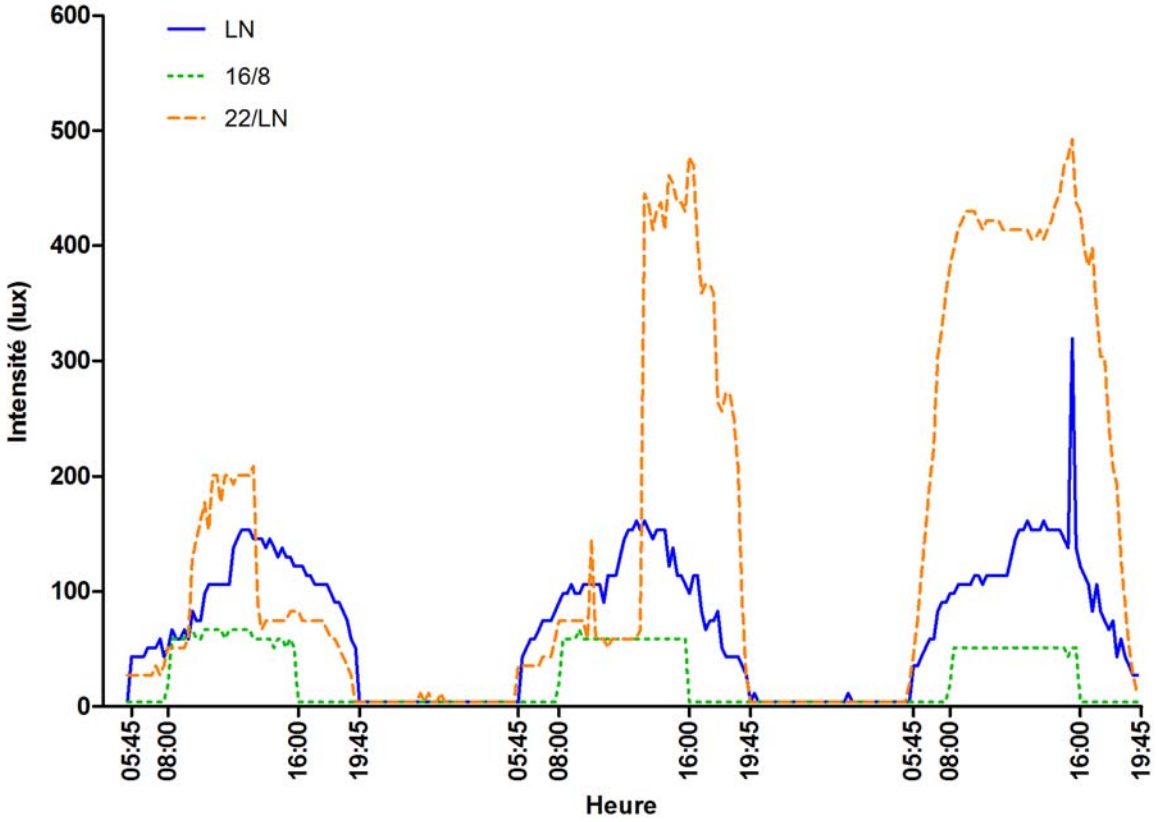


Figure 2. Exemple du suivi de la photopériode sur trois jours consécutifs pour les brebis exposées aux différents traitements photopériodiques. À ce moment, les brebis 16/8 étaient exposées à 8 h de lumière par jour alors que les brebis LN et 22/LN étaient en lumière naturelle (14 h de lumière).

2.4. Calendrier de production

Les trois groupes de brebis ont été soumis à une régie de reproduction intensive similaire visant une production de trois agnelages en deux ans (accouplements chaque huit mois). La productivité des brebis a été suivie sur une période de deux ans et donc sur trois cycles de production. Le déroulement du projet sur trois cycles visait à étudier les effets à moyen terme des différents programmes lumineux. De plus, le passage des JL aux jours naturels s'effectuait à différents moments dans l'année, ce qui permettait d'évaluer comment le différentiel de durée de luminosité entre les JL et la lumière naturelle pouvait affecter les différents cycles de production (durée du jour croissante au cycle #2 et décroissante au cycle #3; Figure 1).

Les dates de saillies, d'agnelages, de sevrages ainsi que les diverses interventions (tonte, vaccination, flushing alimentaire, prélèvements sanguins, etc.) ont eu lieu aux mêmes moments

pour chacun des groupes (Figure 1). Ces dates étaient basées sur le calendrier de production du traitement 16/8 (Traitement AAC Type CC4 « conventionnel »).

Seules les brebis qui sont décédées ou qui avaient de graves problèmes de santé ont été retirées de l'étude. L'improductivité des femelles n'a pas été considérée comme une cause de réforme. Les problèmes reliés à la santé des femelles et pouvant affecter les performances zootechniques (sans lien avec le protocole expérimental) ont été les seules causes de réforme acceptées (mammite, listériose…).

Mise en accouplement. Pour les accouplements, toutes les brebis d'un même traitement étaient regroupées dans un seul parc. Trois béliers de race Dorset étaient introduits avec les brebis d'un même traitement pour obtenir un ratio bélier:brebis d'environ 1:11. Chaque bélier était muni d'un harnais-marqueur de façon à pouvoir identifier les brebis en chaleur. La période de saillies débutait 55 j après le début des JC et durait 35 j. Pour tous les groupes, la mise en accouplement survenait donc environ 20 j après le sevrage et aux environs du 75e j post-partum en moyenne. Trois béliers ont été utilisés pour éviter tout risque qu'un bélier infertile compromette les performances de fertilité des femelles.

Gestation. Un diagnostic de gestation a été réalisé par échographie autour de 75 j après la mise aux béliers. L'état de chair des brebis a été noté à ce moment.

La phase de préparation à l'agnelage débutait six semaines avant la date d'agnelage prévue au calendrier. Les brebis étaient tondues et l'état de chair des brebis noté. Cette mesure de la condition corporelle permettait d'ajuster l'alimentation afin d'obtenir une condition de chair optimale d'environ 3,5 au moment de l'agnelage. Les brebis étaient également vaccinées (1 ml de *Glanvac 6*^{MD}) un mois avant la date d'agnelage.

Agnelage. À l'agnelage, la brebis et ses agneaux étaient placés dans une case individuelle pour environ 24 à 48 h selon les besoins. Dans les 24 h suivant la naissance, le poids et l'état de chair de la brebis étaient notés et les agneaux étaient pesés et identifiés. Ils recevaient également différents soins : désinfection du nombril, injections de vitamines A, D, E et de Se et caudectomie à l'aide d'un élastique spécialement conçu à cette fin. Les suppléments étaient administrés à raison de 0,25 ml d'une solution de vitamine E et Se (*Dystocel*^{MD}) et 0,25 ml de vitamines A et D (*Vit. AD 500*^{MD}).

Lactation. Des parcs à la dérobée étaient installés dans chaque parquet quelques jours après le début des agnelages. Durant la lactation, les agneaux ont été pesés chaque semaine. À cette occasion, l'état de santé général des brebis (amaigrissement excessif, affaiblissement…), l'état de la glande mammaire (blessures, induration, mammite…) et la santé des agneaux (diarrhée, pneumonie, amaigrissement…) ont été vérifiés.

Un changement de la durée lumineuse (JL vers JC) s'effectuait durant la période de lactation pour les deux groupes de brebis exposés aux régimes lumineux contrôlés. Ce changement avait lieu aux environs du jour 25 de la lactation.

Sevrage et tarissement. Les agneaux étaient sevrés en différents groupes de façon à ce que l'âge moyen des agneaux au sevrage soit de 50-55 j. Lors du sevrage, les brebis étaient laissées dans les enclos et les agneaux étaient retirés des parcs. Les agneaux et les brebis ont été pesés au sevrage. L'état de chair des brebis a également été noté à cette occasion.

Béliers. Les béliers utilisés pour les saillies de tous les groupes de brebis étaient exposés à un régime photopériodique alternant, en continu, deux mois de JL (16L:8N) et deux mois de JC (8L:16N), et ce, pour la durée complète du projet (excepté en période de saillies pour les béliers accouplant le groupe témoin qui étaient exposés à la lumière naturelle pour une période de 35 j). Le poids, l'état de chair et la circonférence scrotale de tous les béliers ont été notés lors de l'entrée en JC et au début des JL, de même que lors des mises en accouplement. Pour les trois périodes d'accouplement, la circonférence scrotale moyenne à la mise en accouplement était de 37.5 cm (variant de 34 à 41 cm).

2.5. Alimentation

Brebis. La ration de base était composée d'un mélange de 50 % d'ensilage d'herbe et de 50 % d'ensilage de maïs. Le minéral *Ovation 18-12* était distribué sur l'ensilage à raison de 30 g/brebis/j. Ces aliments étaient servis, peu importe le stade physiologique. Du grain était ajouté à la ration des brebis en fin de gestation et au flushing. Le choix des ingrédients et des quantités était basé sur l'analyse des fourrages. Pour la période de lactation, un supplément protéique et du grain étaient ajoutés au besoin. Cette fois encore, cet ajout était fait en fonction de l'analyse des aliments.

Agneaux. Une moulée commerciale de type « début » contenant 18 % de protéine brute et additionnée de décoquinate (*Deccox*), était servie à la dérobée (à volonté) aux agneaux à partir de la première semaine de leur naissance. La moulée distribuée était pesée. Chaque semaine, les mangeoires étaient nettoyées au moins une fois et la moulée non consommée a été pesée de manière à connaître exactement la quantité consommée pour la période. Du foin était servi à volonté.

2.6. Dosages hormonaux

Les dosages ont été réalisés au laboratoire du Département des sciences animales de l'Université Laval situé à Québec.

Mélatonine. La mélatonine a été mesurée chez les brebis afin d'évaluer leur perception de la durée lumineuse. L'objectif de ces prélèvements était de connaître le profil de sécrétion de mélatonine sur 24 h pour des femelles exposées à des durées lumineuses différentes.

Afin de mesurer cette hormone, des prélèvements sanguins ont été faits sur 10 brebis/traitement. Les prélèvements ont été réalisés à différentes heures pendant la période de clarté et de noirceur, et ce, pour couvrir une période de 24 h. Pour les brebis des traitements

16/8 et 22/LN, un prélèvement a été effectué 30 min avant l'ouverture des lumières et un autre 30 min après l'ouverture. Le même protocole a été répété lors de la fermeture des lumières.
Les prélèvements ont été réalisés à deux moments durant le projet. Les premiers prélèvements ont eu lieu en avril 2008, juste avant le début des agnelages #0. Les deux groupes en traitement lumineux 16/8 et 22/LN étaient alors exposés aux JL (16 ou 22 h/j de lumière) et celui en LN à des jours croissants de 13.5 h, au jour du prélèvement. Les seconds prélèvements sanguins ont eu lieu juste avant le début de la période d'accouplement #1, soit au mois de juin 2008. Durant ces prélèvements, le groupe en traitement lumineux « conventionnel » 16/8 était en JC contrôlés (8 h/j de lumière), tandis que les groupes 22/LN et LN étaient tous deux en lumière naturelle (16 h/j de lumière).

Des tubes héparinés *Vacutainer*MD pour le plasma d'une capacité de 10 ml ont été utilisés. Les prélèvements étaient placés sur la glace. À la fin des prises de sang, les échantillons sanguins étaient centrifugés à 4 °C (2000 G) pendant 20 min. Le surnageant (plasma) était réparti dans deux microtubes de 2 ml qui étaient ensuite congelés à -20 °C. Les dosages de la mélatonine ont été réalisés à l'aide d'un kit radio-immunologique (BA R-3900, LDN Labor Diagnostika Nord GmbH & Co. KG, Nordhorn, Germany).

Progestérone. Les profils de progestérone des brebis ont été établis afin de déterminer à quels moments les brebis soumises à des traitements photopériodiques (16/8 et 22/LN) commençaient à cycler suite à l'exposition aux JC. Pour le groupe en LN, ce dosage a permis d'établir l'activité sexuelle des brebis à différents moments de l'année. Les brebis de tous les groupes ont été prélevées au même moment. Les prélèvements débutaient environ 40 j après l'agnelage (écart entre 35 à 55 j) et se poursuivaient jusqu'au retrait des béliers et ils ont été répétés lors des trois périodes entourant l'accouplement. Les prélèvements sanguins ont été faits sur 12 à 15 brebis de chaque traitement, deux fois par semaine.

Les échantillons ont été récoltés dans des tubes VacutainerMD contenant de l'héparine d'une capacité de 10 ml. Les tubes de sang étaient placés sur la glace après leur prélèvement. Ils étaient ensuite centrifugés à 2000 G pendant 20 min. Le surnageant était placé dans deux microtubes de 2 ml et le plasma était congelé à –20 °C jusqu'aux analyses. La progestérone a été dosée à partir du kit OVUCHECK Plasma (Biovet Canada, St-Hyacinthe, QC) et du kit ELISA Progestérone ultra de Neogen Corporation (Lexington, KY).

2.7. Mesures de la production laitière

Pour les brebis ayant donné naissance à plus de deux agneaux, les deux agneaux dont les poids étaient semblables étaient laissés avec leur mère alors que le ou les agneaux surnuméraires (3 et +) étaient placés à l'allaitement artificiel environ 24 h après leur naissance. Après leur sortie de la case d'agnelage, les brebis étaient regroupées en parquet selon le nombre d'agneaux allaité.

La production laitière des brebis allaitant des doubles et ayant une glande mammaire saine a été évaluée pour chacun des trois traitements lors des trois périodes de lactation. La production

laitière était mesurée une fois par jour pendant deux jours consécutifs. Pour la lactation #1 (accouplement #0, synchronisé), la production laitière a été évaluée à six moments au cours de la lactation soit aux jours 7, 14, 21, 28, 35 ainsi que 42. Pour la lactation #2, les tests ont eu lieu, en moyenne, aux jours 14, 21 et 39 et pour la lactation #3, aux jours 15, 22 et 43 de la lactation.

Pour les mesures de production laitière, les agneaux étaient d'abord séparés de leur mère en les isolant dans le parc à la dérobée. Les brebis étaient traites une première fois tout de suite après la mise à l'écart des agneaux. D'abord, une injection intramusculaire de 10 UI d'ocytocine (0.5 ml, *Oxytocin*, Vétoquinol Canada Inc., Lavaltrie, QC) était effectuée afin de favoriser la descente du lait des alvéoles et ainsi s'assurer d'une vidange complète de la glande mammaire. La traite proprement dite commençait deux minutes après l'injection d'ocytocine. Les deux premiers jets étaient jetés et le lait était récolté grâce à un outil de traite manuelle appelé *Udderly E-Z milker* (EZ Animal Products LLC, Ellendale, MN, USA). Après la première éjection continue de lait, un massage de la glande mammaire, mimant celui des agneaux lors de la tétée, était fait afin de stimuler une deuxième éjection de lait et, ainsi, vider complètement la glande. Une dernière traite était faite à la main pour s'assurer que la glande était complètement vide. Le lait de cette première traite n'était pas pesé. Par la suite, les brebis restaient isolées de leurs agneaux pour une période de quatre heures, période après laquelle les brebis étaient de nouveau traites selon la même méthodologie. Cette fois, le lait récolté était conservé et les bouteilles de lait préalablement identifiées étaient placées sur la glace. Les agneaux étaient replacés avec les brebis une heure après la deuxième traite pour permettre à la brebis de reprendre sa production laitière avant le retour de ses agneaux. Au laboratoire, le lait récolté était pesé. Les bouteilles de lait étaient ensuite placées au réfrigérateur à 4 °C jusqu'au lendemain où la même procédure de traite était répétée exactement au même moment de la journée. Après la deuxième journée de traite, le lait récolté était mélangé à celui de la première journée et un échantillon représentatif était prélevé et placé dans des tubes avec préservatif (*Bronopol*) spécialement conçus pour la conservation et le transport du lait frais. Les échantillons ont été analysés par la compagnie *Valacta* (Sainte-Anne-de-Bellevue, QC) pour la teneur en gras et en protéines par la méthode à l'infrarouge (MilkoScan 4000 ou MilkoScan FT 6000, Foss Electric, Hillerod, Denmark; ou Bentley 2000, Bentley Instruments, Chaska, MN). La numération des cellules somatiques était faite par la technique de cytométrie en flux (Fossomatic 5000, Foss Electric, Hillerod, Denmark). Un échantillon supplémentaire d'environ 30 ml de chaque pool de traite de chaque brebis était conservé à -20 °C pour des analyses chimiques subséquentes du gras (méthode Mojonnier).

2.8. Dates importantes

Activités	Dates
Agnelage #0	15 au 26 mars 2008
Test de lactation #0	27 mars au 2 mai 2008
Prélèvement de progestérone #1	29 avril au 18 juil. 2008
Prélèvement de mélatonine #1	15-16 avril 2008
Prélèvement de mélatonine #2	11-12 juin 2008
Accouplement #1	12 juin au 17 juil. 2008
Agnelage #1	6 nov. au 9 déc. 2008
Test de lactation #1	27 nov. 2008 au 6 janv. 2009
Prélèvement de progestérone #2	9 janv. au 13 mars 2009
Accouplement #2	6 fév. au 13 mars 2009
Agnelage #2	30 juin au 3 août 2009
Test de lactation #2	20 juil. au 3 sept. 2009
Prélèvement de progestérone #3	18 août au 13 nov. 2009
Accouplement #3	5 oct. au 9 nov. 2009
Agnelage #3	27 févr. au 5 avril 2010

2.9. Analyses statistiques

À l'accouplement #1, 97 brebis ont été mises aux béliers. En raison de mortalités et/ou réformes, ce nombre est passé à 92 et 87 femelles pour les accouplements #2 et 3, respectivement.

Pour les données dont les valeurs sont continues, les analyses ont été réalisées à l'aide de la procédure MIXED de SAS (SAS Institute Inc.). L'intervalle de temps entre le début des JC et la 1re ovulation (IJCO; analyse de progestérone) a été analysé en utilisant le traitement (16/8, 22/LN et LN), le cycle de production et l'interaction cycle × traitement (cycle × trt) comme facteurs fixes. La période d'accouplement n'a pas été considérée en mesures répétées puisque ce n'est pas les mêmes brebis qui ont été prélevées à chaque accouplement.
Pour le poids et l'état de chair des brebis, l'intervalle entre la mise aux béliers et la saillie fécondante (IMBSF) ainsi que l'intervalle entre le début des JC et la saillie fécondante (IJCSF), les facteurs fixes inclus dans le modèle ont été le traitement, le cycle de production et l'interaction cycle × trt. Dans ce cas, la période d'accouplements a été considérée comme étant des mesures répétées puisque les mêmes brebis revenaient à chaque saillie. La structure de covariance a été choisie en se basant sur le critère d'Akaike (AIC; le plus petit étant le meilleur). Le test de comparaison multiple de Tukey-Kramer a été utilisé pour comparer les moyennes des traitements ou encore celles des cycles de production.

L'analyse des profils de progestérone a permis de déterminer l'incidence des cycles sexuels irréguliers, principalement la présence de corps jaune persistant (niveau de progestérone élevé pour plus de 14 j) ou une longueur de cycle anormal (écart de plus de 7 j entre deux hausses de progestérone). La date des saillies fécondantes a été déterminée à l'aide du profil de la progestérone (niveau < 1 ng/ml juste avant une hausse persistante des niveaux nettement au-dessus de 1 ng/ml). Pour les brebis n'ayant pas été prélevées, le moment de la saillie fécondante a été calculé en soustrayant la durée de la gestation moyenne (145 j) à la date d'agnelage.
Les variables catégoriques telles que l'incidence de cycles irréguliers, la fertilité et la répartition des saillies fécondantes dans une période donnée (dans les 17 premiers jours de la mise aux béliers ou entre les jours 18 et 25 de la mise aux béliers), ont été analysées avec la procédure GLIMMIX et traitées comme une donnée binomiale (0 et 1) en utilisant une fonction de lien logistique (link=logit). Pour évaluer l'incidence des cycles irréguliers, un modèle incluant le traitement et le cycle de production en facteurs fixes a été utilisé. L'interaction n'a pas été testée, car la fréquence était nulle pour certaines combinaisons cycle × trt. Pour étudier l'effet des traitements et de la saison (cycle de production) sur la répartition des saillies fécondantes, le modèle incluait le traitement, le cycle de production ainsi que l'interaction cycle × trt. La période d'accouplements a été considérée en mesures répétées. Le même modèle a été utilisé pour évaluer l'effet des traitements et de la saison (cycle de production) sur la fertilité. La prolificité des brebis a été analysée avec la procédure LOGISTIC. L'analyse a été effectuée par cycle de production avec le traitement comme source de variation dans le modèle. L'interaction n'a pas été testée, car la fréquence était nulle pour certaines combinaisons cycle × traitement. L'énoncé CONTRAST a permis de comparer les traitements deux à deux.

La quantité totale de mélatonine sécrétée lors de la nuit a été calculée grâce à une matrice construite pour déterminer l'aire sous la courbe (ASC). L'effet des traitements de photopériode sur la quantité de mélatonine sécrétée (ASC) et les niveaux moyens le jour et la nuit a été évalué avec la procédure MIXED, en utilisant le temps de l'année (avril ou juin), le traitement et l'interaction temps × trt comme facteurs fixes et le jour de dosage comme facteur aléatoire. Le test de comparaison multiple de Tukey-Kramer a été utilisé avec l'énoncé LSMEANS pour comparer les moyennes des traitements de photopériode.

Les brebis démontrant des signes de mammites et d'indurations à la glande mammaire ont été écartées des tests de lactation. Lors de l'analyse préliminaire des données, les courbes de lactation de chaque brebis ont été scrutées attentivement ainsi que les commentaires inscrits lors des tests. Suite à ces observations, les brebis présentant à la fois des problèmes de santé et une courbe de lactation « anormale » comparativement aux autres brebis du traitement ont été retirées. Des données individuelles de certaines brebis à un jour de lactation donné ont aussi été éliminées. Le coefficient de variation (CV) entre la production laitière du jour 1 et celle du jour 2 de chaque semaine a été calculé et les données présentant un CV supérieur à 30 % ont été éliminées. Selon le cas, une des deux ou les deux données ont été enlevées (données extrêmes ou ambigües). Pour la production laitière moyenne des deux jours consécutifs de traite et les composantes du lait (gras, protéines et pointage linéaire), une analyse en mesures répétées (procédure MIXED) a été effectuée. Le pointage linéaire (PL) est une transformation mathématique du comptage des cellules somatiques, où chaque augmentation de 1 échelon correspond au double de l'échelon précédent sur une échelle de 0 à 9. Les valeurs de PL ont été déterminées, comme décrit dans le rapport de production 1999 du PATLQ (http://www.valacta.com/francais/docs/sommaire_99/Section4.pdf). En moyenne le PL de 0 correspond à un CCS de 12 500 et un PL de 1 à 25 000, et ainsi de suite. Les sources de variation incluses dans le modèle étaient le cycle de production, le traitement, le jour de lactation (temps) et les interactions cycle × trt et temps × trt. La structure de covariance a été choisie en se basant sur le critère d'Akaike (AIC; le plus petit étant le meilleur). Pour comparer les moyennes des traitements de photopériode, l'ajustement de Tukey-Kramer a été utilisé dans l'énoncé LSMEANS. L'option SLICE de la procédure MIXED a été utilisée afin de comparer les traitements pour un jour de lactation donné lorsque l'interaction temps × trt était significative. La santé du pis [répartition dans les catégories de comptage de cellules somatiques (CCS × 1000 : 0 à 499, 500 à 749 et 750 et plus)] a été analysée à chaque période de lactation comme une donnée binomiale (0 et 1) en utilisant une fonction de lien logistique (link=logit) avec la procédure GLIMMIX. Le modèle en mesures répétées incluait le traitement et le jour de lactation (temps) ainsi que l'interaction temps × trt.
La procédure REG a permis de comparer la précision de la détermination du taux de gras du lait par infrarouge aux résultats obtenus avec l'analyse chimique.
Les courbes de croissance des agneaux et le taux de mortalité entre la naissance et le sevrage ont été déterminés. Les analyses statistiques n'ont pas été poussées plus loin en raison de l'effet des traitements sur la prolificité et, par le fait même, la croissance et la mortalité des agneaux.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Répartition initiale des brebis

Le 20 décembre 2007, les brebis gestantes de la période d'accouplements initiale ont été réparties dans les traitements de façon à créer trois groupes homogènes de brebis en termes d'âge, d'état de chair (EC), de parité et de prolificité antérieure (Tableau 2). Comme les traitements photopériodiques n'étaient pas débutés lors du premier accouplement, cet accouplement ainsi que l'agnelage correspondant ont été identifiés comme étant les #0. Les résultats à l'agnelage de ces accouplements ne témoignent pas de l'effet des traitements, mais ils sont tout de même présentés au tableau 2 puisqu'ils représentent le point de départ de la phase expérimentale.

Tableau 2. Répartition initiale (gestation et agnelage #0) des brebis soumises aux différents traitements lumineux

	Traitements[y]				
Données	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**SEM[z]**	***Valeur de P***
Répartition initiale					
Nombre de brebis	32	34	31		
Âge (année)	4.1	4.1	4.2	0.3	0.9535
Nombre de parités	3.6	3.4	3.5	0.4	0.9030
Prolificité antérieure	1.5	1.5	1.5	0.1	0.9936
État de chair	3.3	3.2	3.3	0.1	0.6582
Agnelages #0					
Brebis agnelées	30	34	29		
Poids à l'agnelage (kg)	95.6	91.2	92.9	2.0	0.2873
EC à l'agnelage	3.0	2.9	3.2	0.1	0.0708
Nombre d'agneaux nés/brebis	1.6	2.0	2.0	0.1	0.0119

[y] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.
[z] SEM : Erreur type de la moyenne.

3.2. Cyclicité naturelle et réponse hormonale aux traitements

3.2.1. Effet et comparaison des traitements

En ce qui concerne la cyclicité et la réponse hormonale aux traitements photopériodiques, aucune différence n'a été observée entre les traitements 16/8 et 22/LN pour l'intervalle entre le

début des JC et la première ovulation (IJCO), la répartition des premières ovulations, la proportion de brebis observées en chaleur, l'intervalle entre la mise aux béliers et la saillie fécondante (IMBSF) et la répartition des saillies fécondantes. On peut donc dire que, en moyenne, pour les brebis sous photopériode (16/8 et 22/LN), 69 % des premières ovulations sont survenues avant l'introduction des mâles, pour un IJCO de 42 j et que 66 % des saillies fécondantes ont eu lieu dans les 17 j suivant l'introduction des béliers, pour un IMBSF de 13.1 j. Toutefois, les analyses de progestérone ont fait ressortir que l'incidence des cycles œstraux irréguliers chez les brebis sous photopériode 22/LN tendait à être supérieure à celle des brebis du traitement 22/LN (17.8 vs 2.2 %; $P = 0.0982$).

La cyclicité des brebis sous photopériode 16/8 et 22/LN n'a pas été différente de celle du groupe témoin LN. En fait, l'étude des profils de progestérone a permis d'établir que les femelles des trois traitements avaient leur première ovulation au même moment ($P = 0.2537$; Tableau 3), soit en moyenne 44.1, 40.6 et 39.9 j après le début des JC pour les brebis 16/8, 22/LN et témoins LN (la date du début des JC des deux traitements photopériodiques a été utilisée comme point de repère pour les brebis témoins LN même si ce groupe n'était pas soumis à un traitement de photopériode). De plus, la même proportion (69 %) de brebis témoins en lumière naturelle avaient ovulé au moment de l'introduction des béliers (autour de 55 j après le début des JC; Figure 3). Dans la majorité des cas, 100 % des brebis avaient ovulé au jour 60 du début des JC. Par contre, les brebis témoins LN ont présenté plus de cycles œstraux irréguliers que les brebis 16/8 (22.7 vs 2.2 %; $P = 0.0483$).

Pour l'IMBSF et le pourcentage de saillies fécondantes dans les 17 j suivant l'introduction des béliers, des différences ont été obtenues entre les traitements photopériodiques et le groupe témoin LN, mais seulement pour le cycle #1 (interaction cycle × trt : $P < 0.1$; Tableau 3). Ainsi, en contre-saison sexuelle, l'IMBSF a été plus long pour les brebis du groupe témoin que pour celles ayant reçu un traitement photopériodique (21.2 vs 15.8 et 15.5 j, pour LN vs 16/8 et 22/LN; $P = 0.0054$; Tableau 3). En contre-saison, pour les brebis sous photopériode contrôlée, 57.1 et 51.9 % des saillies fécondantes ont eu lieu dans les 17 jours suivant l'introduction des béliers, comparativement à seulement 16.7 % pour les brebis du groupe témoin LN (cycle #1; $P = 0.0159$). La répartition des saillies fécondantes à la figure 4 illustre bien le décalage entre le groupe LN et les traitements photopériodiques, la majorité des saillies fécondantes ayant eu lieu entre les jours 18 et 30 (Tableau 3).

Afin d'établir si les traitements de photopériode permettent de simuler la saison sexuelle, c'est-à-dire vérifier si les brebis en photopériode démontrent une activité sexuelle en contre-saison comparable à celle des brebis témoins LN en saison sexuelle, les IJCO et IMBSF des brebis 16/8 et 22/LN en contre-saison ont été comparés à ceux des brebis LN en saison. L'IJCO et IMBSF pour les brebis 16/8 et 22/LN en contre-saison ont tous deux été supérieurs aux 29.8 et 10.1 j observés chez les brebis témoins LN en saison (cycle #3; $P < 0.05$; Tableau 3).

3.2.2. Effet de la saison

Pour l'ensemble des brebis, sans égard aux traitements, les premières ovulations ont eu lieu plus tôt lors des saillies en saison sexuelle (cycle #3), soit à 30.6 j du début des JC,

comparativement à 45.1 et 48.9 j pour les périodes d'accouplements en fin de saison sexuelle (cycle #2) et en contre-saison sexuelle (cycle #1).
Le même constat a été fait en analysant le pourcentage des premières ovulations survenues avant l'introduction des béliers (effet cycle $P < 0.0001$). En saison sexuelle, 98 % des 1res ovulations avaient eu lieu avant le début de la période d'accouplements. En fin de saison sexuelle (cycle #2), ce pourcentage avait diminué à 69 % et en contre-saison sexuelle (cycle #1), il n'était que de 40 %, et ce, pour les trois traitements. L'IJCSF n'a pas varié de façon significative entre les cycles de production ($P = 0.1842$).

Aussi, en considérant seulement les brebis en photopériode (16/8 et 22/LN), on note un effet de la saison significatif sur l'IMBSF (effet cycle : $P = 0.0032$, données non présentées). L'IMBSF des brebis en traitements photopériodiques a été supérieur en contre-saison qu'en fin de saison et en saison sexuelle (15.8 vs 12.6 et 11.1 j, pour les cycles #1, 2 et 3, données non présentées).

Tableau 3. Répartition des saillies fécondantes des brebis soumises aux différents traitements lumineux[x]

	Cycle #1			Cycle #2			Cycle #3				Valeur de P		
Données[y]	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**SEM[z]**	**Cycle (C)**	**Trt**	**C × Trt**
IJCO (j)	47.7	51.5	47.5	48.4	44.6	42.4	36.2	25.8	29.8	3.6	<0.0001	0.2537	0.2856
1re ovulation avant la MB (%)	46.7	33.3	38.5	73.3	66.7	66.7	93.3	100	100		0.0087	0.7042	0.9461
Cycles irréguliers (%)	0.0	13.3	28.6	6.7	13.3	20.0	0.0	26.7	20.0		0.9481	0.0617	0.8808
Chaleurs (%)	96.9	100	100	100	100	96.6	100	100	100				
IMBSF (j)	15.8[a]	15.5[a]	21.2[b]	12.2	12.8	12.8	10.9	11.2	10.1	1.4	<0.0001	0.4107	**0.0926**
SF dans les 17 j (%)	57.1[a]	51.9[a]	16.7[b]	76.7	58.1	72.0	73.9	80.8	85.2		<0.0001	0.5785	**0.0237**
SF entre 18 et 30 j (%)	35.7[a]	48.2[a]	83.3[b]	23.3	41.9	24.0	26.1	15.4	11.1		<0.0001	0.6950	**0.0054**

[x] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.

[y] IJCO : intervalle entre le début des jours courts et la première ovulation; MB : Mise aux béliers; IMBSF : Intervalle entre la mise aux béliers et la saillie fécondante; SF : Saillie fécondante.

[z] SEM : Erreur type de la moyenne.

Les valeurs d'une même ligne suivies de lettres distinctes sont significativement différentes pour un cycle donné ($P < 0.05$).

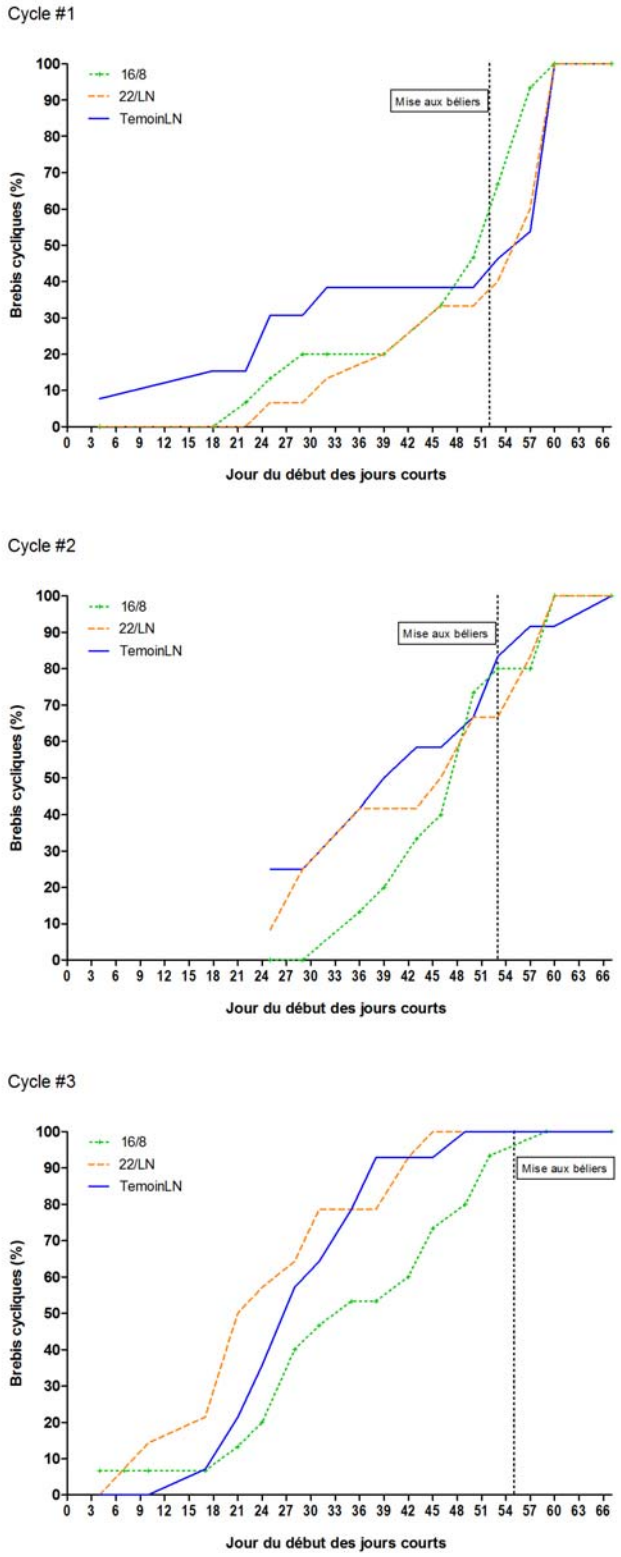


Figure 3. Fréquence cumulative des 1res ovulations en fonction des traitements photopériodiques [16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN)] pour les trois cycles de production

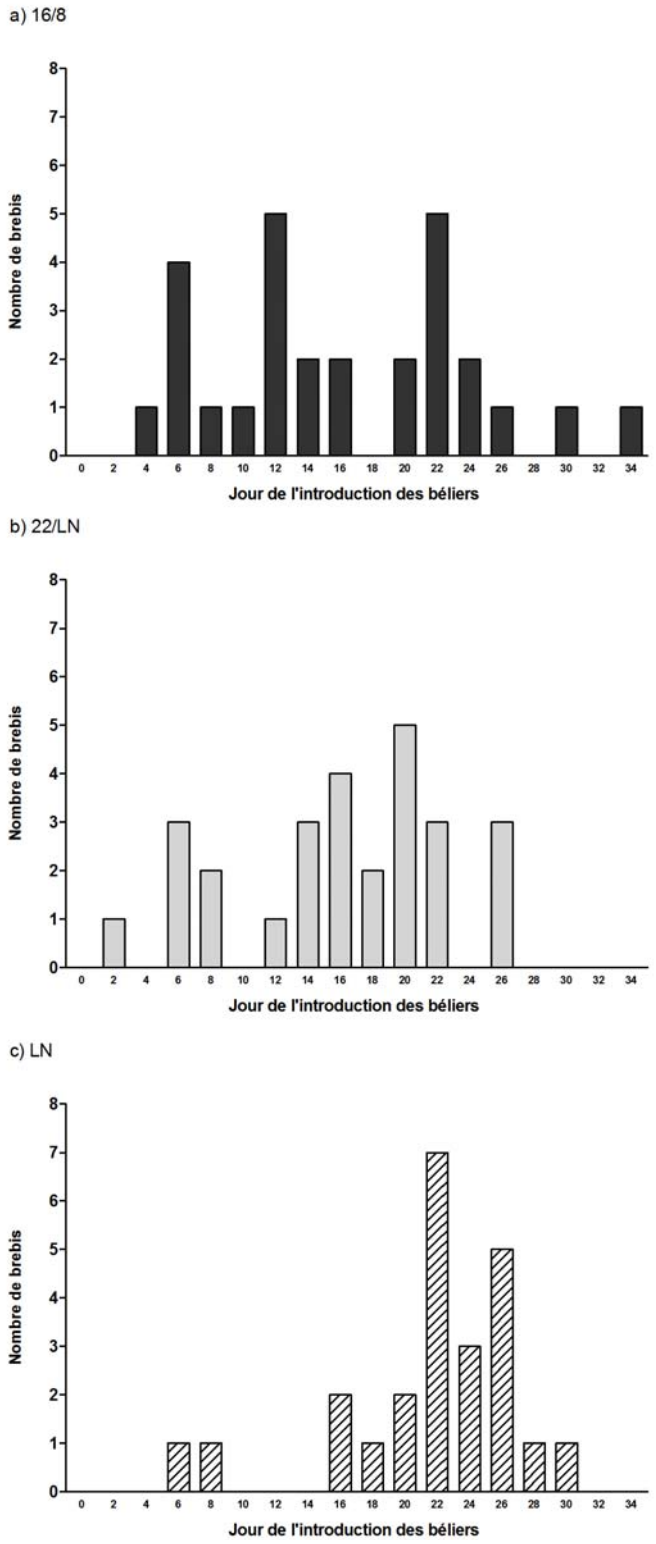


Figure 4. Fréquence des saillies fécondantes en contre-saison (cycle #1) en fonction des traitements photopériodiques [16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN)]

3.3. Performances de reproduction

3.3.1. Effet et comparaison des traitements

La fertilité des brebis au cours de chaque période d'accouplements de la phase expérimentale est présentée au tableau 4. La fertilité à l'agnelage a été similaire entre les traitements, et ce, pour les trois cycles de production (86.5, 85.7 et 83.0 % pour les traitements 16/8, 22/LN et LN respectivement; $P = 0.8750$; Tableau 4).

En contre-saison sexuelle, les brebis du groupe témoin ont obtenu un taux de fertilité de 75 % sans l'utilisation de technique de désaisonnement. Pour la même période (cycle #1), les programmes de photopériode 16/8 et 22/LN ont donné des taux de 83.9 et 79.4 %, respectivement (Tableau 4).

L'effet du traitement sur la prolificité des brebis a varié entre les différents cycles de production (cycle × trt, $P < 0.01$; Tableau 4). Au cycle #1, les brebis 16/8 ont engendré plus d'agneaux que les brebis 22/LN (+0.42 agneau né/brebis; $P = 0.0317$). Toutefois, au cycle #2 et 3, la prolificité des brebis 16/8 et 22/LN a été sensiblement la même ($P = 0.1519$ et 0.8362).

Les deux traitements photopériodiques ont eu une prolificité supérieure à celle des brebis témoins LN en contre-saison et en fin de saison sexuelle (cycle #1 et 2; +0.35 à 0.62). Par contre, au cycle #3 en saison sexuelle, ce sont les brebis du traitement témoin LN qui ont donné significativement plus d'agneaux par brebis que celles du traitement 22/LN (+0.50; $P = 0.0141$) et 16/8 (+0.44; $P = 0.0276$).

Le poids moyen des agneaux par portée à la naissance a varié entre les cycles de production et les traitements (Tableau 4). Cependant, l'écart entre les poids à la naissance est en lien direct avec la différence de prolificité entre les traitements, les plus prolifiques ayant des agneaux plus petits en moyenne en comparaison aux moins prolifiques.

Le rythme d'agnelages des brebis, soit le nombre d'agnelages total divisé par le nombre de brebis dans un traitement donné divisé par les deux années d'expérimentation, a été de 1.33, 1.30 et 1.32 pour les traitements 16/8, 22/LN et LN ($P = 0.9285$). Ces traitements ont permis de produire respectivement 2.66, 2.32 et 2.30 agneaux/brebis/année ($P = 0.1878$; données non présentées).

3.3.2. Effet de la saison

Les deux traitements photopériodiques 16/8 et 22/LN ont obtenu un nombre d'agneau par brebis constant au cours des trois cycles de production (effet cycle : $P = 0.5247$, données non présentées). Les brebis du groupe témoin ont, quant à elle, eu une prolificité inférieure en contre-saison et en fin de saison, comparativement à celle obtenue en saison sexuelle ($P = 0.0002$; données non présentées).

Tableau 4. Fertilité et prolificité des brebis soumises aux différents traitements lumineux[y] à chaque cycle de production

	Cycle #1			Cycle #2			Cycle #3				Valeur de P		
Données	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**SEM[z]**	**Cycle (C)**	**Trt**	**C × Trt**
Brebis mises aux béliers	31	34	32	30	33	29	28	31	28				
Brebis gestantes à l'écho.	27	28	26	29	31	29	24	27	27				
Fertilité à l'écho. (%)	87.1	82.4	81.3	96.7	93.9	100	85.7	87.1	96.4				
Brebis agnelées	26	27	24	28	31	23	23	26	26				
Fertilité à l'agnelage (%)	83.9	79.4	75.0	93.3	93.9	79.3	82.1	83.9	92.9		0.1608	0.8750	0.2451
Nombre d'agneaux nés	55	46	36	59	58	35	43	47	60				
Prolificité (nés/brebis)	2.12	1.70	1.50	2.11	1.87	1.52	1.87	1.81	2.31				**<0.01**
Poids à la naissance (kg)	4.8	5.2	5.7	5.4	5.7	5.9	4.8	4.4	4.0	0.3	<0.0001	0.3536	**<0.0001**

[y] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.

[z] SEM : Erreur type de la moyenne.

3.4. Patron de sécrétion de mélatonine

Les patrons de sécrétion de mélatonine mesurés dans la présente expérience ont reflété fidèlement les traitements de photopériode appliqués. En effet, la figure 5 montre que les niveaux ont été bas le jour et élevés la nuit (zones ombragées), et ce, en respectant la durée d'éclairement propre à chaque traitement. Les études montrent que, durant la période d'obscurité, la mélatonine atteint des niveaux plasmatiques moyens de 100 à 300 pg/ml, tandis que le jour, ces concentrations moyennes chutent sous 30 pg/ml (Notter, 2002).

Une interaction temps × trt (temps= avril ou juin) significative a été obtenue pour les niveaux moyens de mélatonine le jour ($P < 0.0001$; Tableau 5). Il est surtout important de retenir que, malgré les différences significatives, les valeurs des prélèvements du mois d'avril sont en deçà de la limite des 30 pg/ml rapportée par Notter (2002). En juin, les niveaux de mélatonine moyens mesurés le jour, ont été significativement plus élevés chez les brebis 22/LN que chez les brebis 16/8 et LN (66.6 vs 11.2 et 22.8 pg/ml; $P < 0.0001$). Des niveaux de mélatonine supérieurs à 300 pg/ml ont été dosés à 05:15, et ce, malgré l'ouverture des lumières 30 min plus tôt (Figure 5). Ces niveaux élevés ont engendré cette différence de concentration le jour entre les traitements, mais sont difficiles à expliquer. En effet, les brebis 22/LN et LN étaient dans le même bâtiment à ce moment, si l'éclairage était en cause, les deux groupes de brebis auraient présentées le même patron de sécrétion.

Tableau 5. Concentrations moyennes de mélatonine (pg/ml) pendant les périodes d'éclairement (jour) et d'obscurité (nuit) en avril et juin 2008 selon les traitements photopériodiques[y]

	Avril			Juin				Valeur de P		
Données	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**SEM[z]**	**Temps (T)**	**Trt**	**T × Trt**
Photo. (h)	16	*22*	13.5	8	16	16				
Jour	17.7[a]	22.8[a]	9.6[b]	11.2[a]	66.6[b]	22.8[a]	6.3	0.0005	<0.0001	**<0.0001**
Nuit	150.2	100.5	144.1	148.1	274.3	252.0	49.2	0.0129	0.2615	**0.0513**

[y] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.
[z] SEM : Erreur type de la moyenne.
Les valeurs d'une même ligne suivies de lettres distinctes sont significativement différentes pour un temps donné ($P < 0.05$).

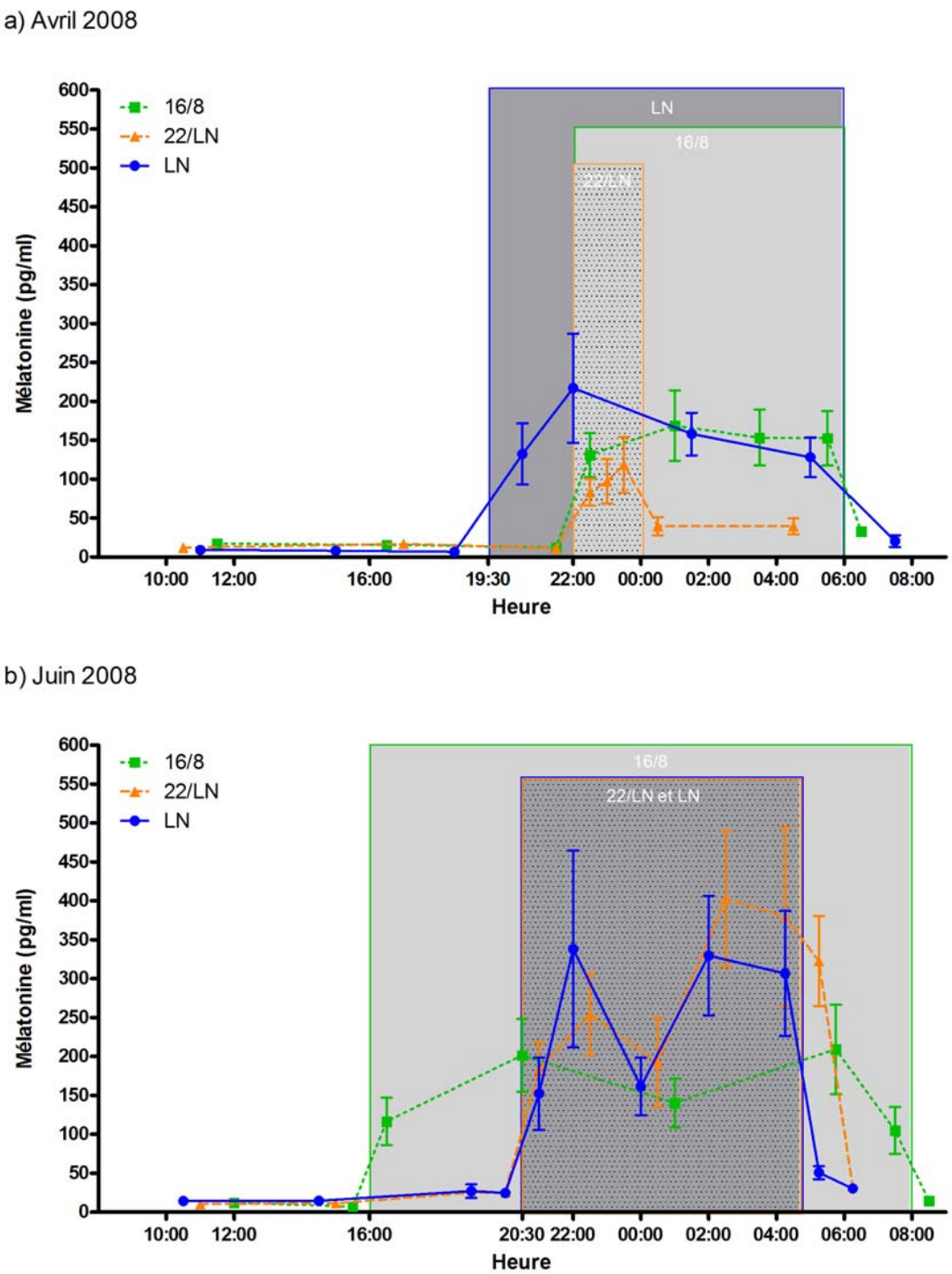


Figure 5. **Patrons de sécrétion de la mélatonine selon les traitements photopériodique (moyenne et erreur type; n = 30). Les zones ombragées représentent les périodes d'obscurité correspondant à chaque traitement [16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN)]**

Tel qu'anticipé, une interaction temps × trt significative a été obtenue lors de l'analyse de l'aire sous la courbe pendant la période d'obscurité ($P = 0.0057$). En avril, les brebis du traitement 22/LN ont sécrété moins de mélatonine pendant la nuit que les brebis 16/8 et témoins LN (ASC = 220 vs 1 215 et 1 462 pg·ml^{-1}·h; $P < 0.0001$), celles-ci ayant une période d'obscurité de seulement 2 h, comparativement à 8 et 10 h. Les niveaux de mélatonine moyens mesurés la nuit ont toutefois été comparables entre les trois groupes (Tableau 5). En juin, aucune différence significative n'a été obtenue entre les différentes photopériodes (ASC = 2 350, 2 451 et 2 200 pg·ml^{-1}·h pour 16/8, 22/LN et LN; $P = 0.9031$). À ce moment, les brebis 16/8, étaient pourtant exposées à 16 h de noirceur, comparativement à 8 h pour les brebis 22/LN et LN, respectivement. Les concentrations moyennes sécrétées la nuit, en juin (Tableau 5), étaient sensiblement inférieures pour les brebis 16/8 par rapport aux brebis 22/LN ($P = 0.1067$), c'est pourquoi, malgré une durée de la nuit plus longue, les quantités de mélatonine sécrétées par celles-ci n'ont pas été plus élevées que celles des deux autres traitements (22/LN et LN). Toutefois, il faut se rappeler que ces valeurs ont été obtenues à un moment précis, pour une seule journée de mesure, elles ne sont peut-être pas le reflet de la sécrétion de mélatonine de toute la période d'accouplements. Une plus grande fréquence de prélèvements la nuit, ainsi que la répétition des prélèvements sur quelques jours pendant les saillies, pourrait donner une estimation plus fiable de la quantité de mélatonine réellement sécrétée.

3.5. Lactation

3.5.1. Croissance des agneaux en période présevrage

La croissance des agneaux a été suivie chaque semaine. Seules les données des agneaux élevés sous la mère jusqu'au sevrage ont été analysées. Nous avons d'abord observé que la répartition des sexes à l'intérieur des différents traitements était statistiquement la même ($P > 0.1$; Tableau 6).

Comme des différences de prolificité ont été mesurées entre les traitements, il est difficile d'isoler l'effet de la photopériode sur la croissance des agneaux. Toutefois, malgré les différences reliées à la taille de portée, la croissance des agneaux ne semble pas avoir été influencée par la photopériode appliquée. À la figure 6, on peut voir que les droites des différents traitements photopériodiques sont distancées, et ce, dès le début de la lactation (effet de la prolificité). Tel que mentionné précédemment, les traitements les plus prolifiques ont eu des poids à la naissance inférieurs (donc une droite plus basse), et vice-versa. Toutefois, on remarque que les droites des différents traitements sont parallèles et que la croissance est constante tout au long de la période (pas d'effet du changement de photopériode autour de la mi-lactation).

Tableau 6. Répartition des agneaux femelles et mâles élevés sous la mère selon le traitement photopériodique[z] pour les lactations #0, 1 et 2

	Traitements[y]		
Données	**16/8**	**22/LN**	**LN**
Lactation #0			
Femelle	17	27	20
Mâle	25	19	20
Lactation #1			
Femelle	16	19	14
Mâle	24	18	19
Lactation #2			
Femelle	19	24	18
Mâle	14	20	10

[z] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.

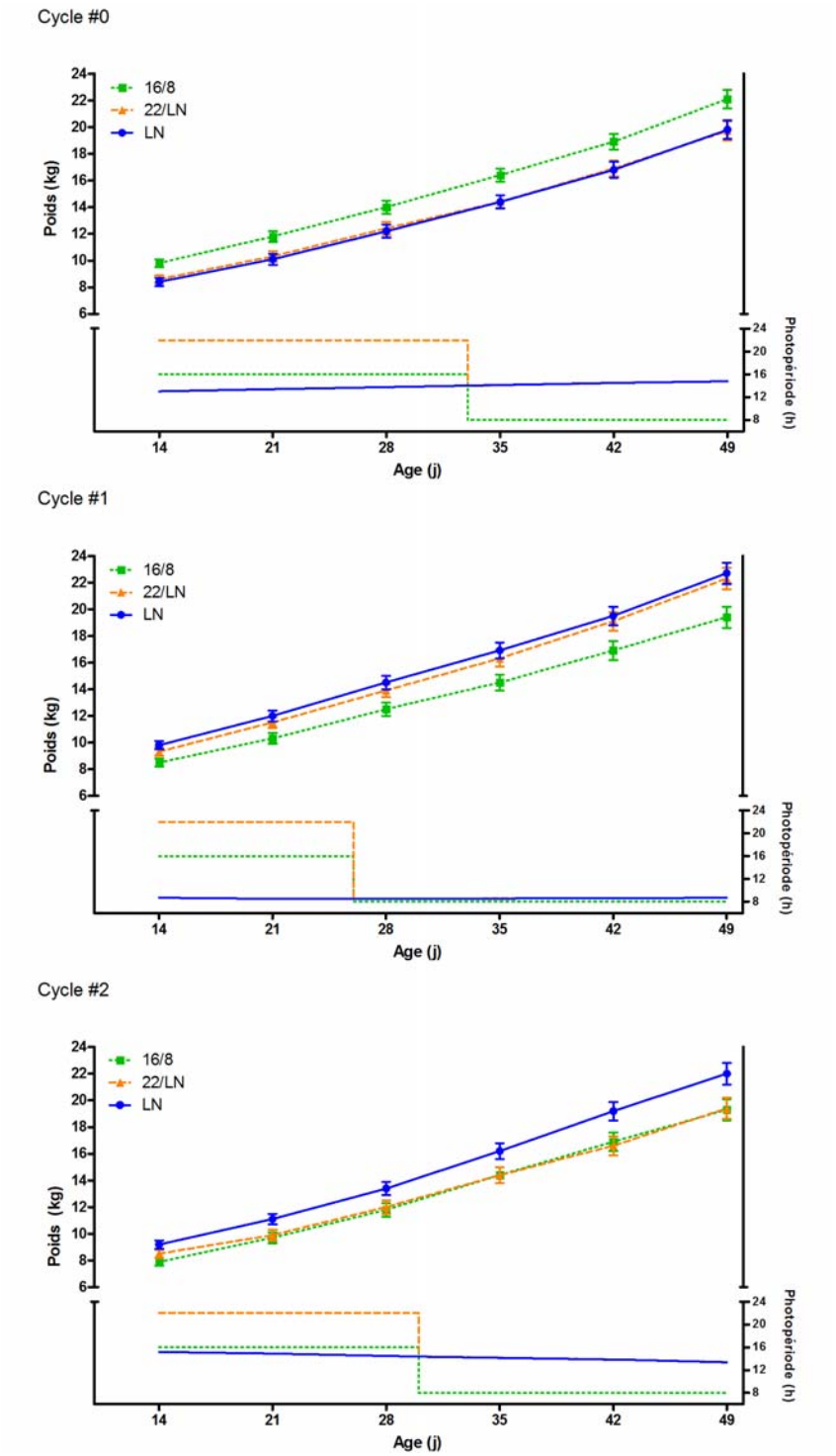


Figure 6. Croissance des agneaux élevés sous la mère selon le traitement photopériodique [16/8 : alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = en lumière naturelle (LN)] et le cycle de production (#0, 1 et 2). La photopériode reçue par chaque traitement est indiquée au bas du graphique (axe de droite).

La mortalité pré-sevrage des agneaux est, elle aussi, fortement influencée par la prolificité, qui a varié entre les traitements. À l'agnelage #0, 22 agneaux sont morts entre la naissance et le sevrage. À l'agnelage #1, un total de 20 agneaux sont morts entre la naissance et le sevrage. Suite à l'agnelage #2, c'est 28 agneaux qui sont morts. La mortalité présevrage des agneaux élevés sous la mère dans les différents traitements est présentée au tableau 7 à titre indicatif.

Tableau 7. Taux de mortalité (% et nombre entre parenthèses) présevrage des agneaux élevés sous la mère selon le traitement photopériodique[z] pour les cycles de production #0, 1 et 2

	Traitements[z]		
	16/8	**22/LN**	**LN**
Cycle #0	4.3 (2/47)	18.3 (11/60)	17.6 (9/51)
Cycle #1	18.4 (9/49)	19.6 (9/46)	5.7 (2/35)
Cycle #2	25.5 (13/51)	15.7 (8/51)	20.0 (7/35)
Total	***16.3***	***17.8***	***14.9***

[z] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.

Suivant la dernière période d'agnelage (#3), la croissance des agneaux n'a pas été suivie donc la mortalité pré-sevrage n'a pas été compilée. La mortalité dans les jours suivants la naissance s'est, quant à elle, chiffrée à 24.4 % (10/41), 14.0 % (6/43) et 30.2 % (16/53) pour les traitements 16/8, 22/LN et LN, respectivement.

3.5.2. Production laitière des brebis

Les analyses statistiques ont fait ressortir une interaction cycle × trt significative ($P = 0.0312$). L'analyse de la production laitière à chaque lactation a alors permis de démontrer que la quantité de lait produite par les brebis sous les deux traitements de photopériode (16/8 et 22/LN) était comparable au cours des trois lactations étudiées (Figure 7). Lors des lactations # 0 et 2, la production laitière des brebis en traitement lumineux a été du même ordre que celle des brebis en lumière naturelle (LN). Par contre, les brebis du groupe témoin ont produit plus de lait que celles du traitement 16/8 en début de 2e lactation (J14 et J21; $P < 0.05$).

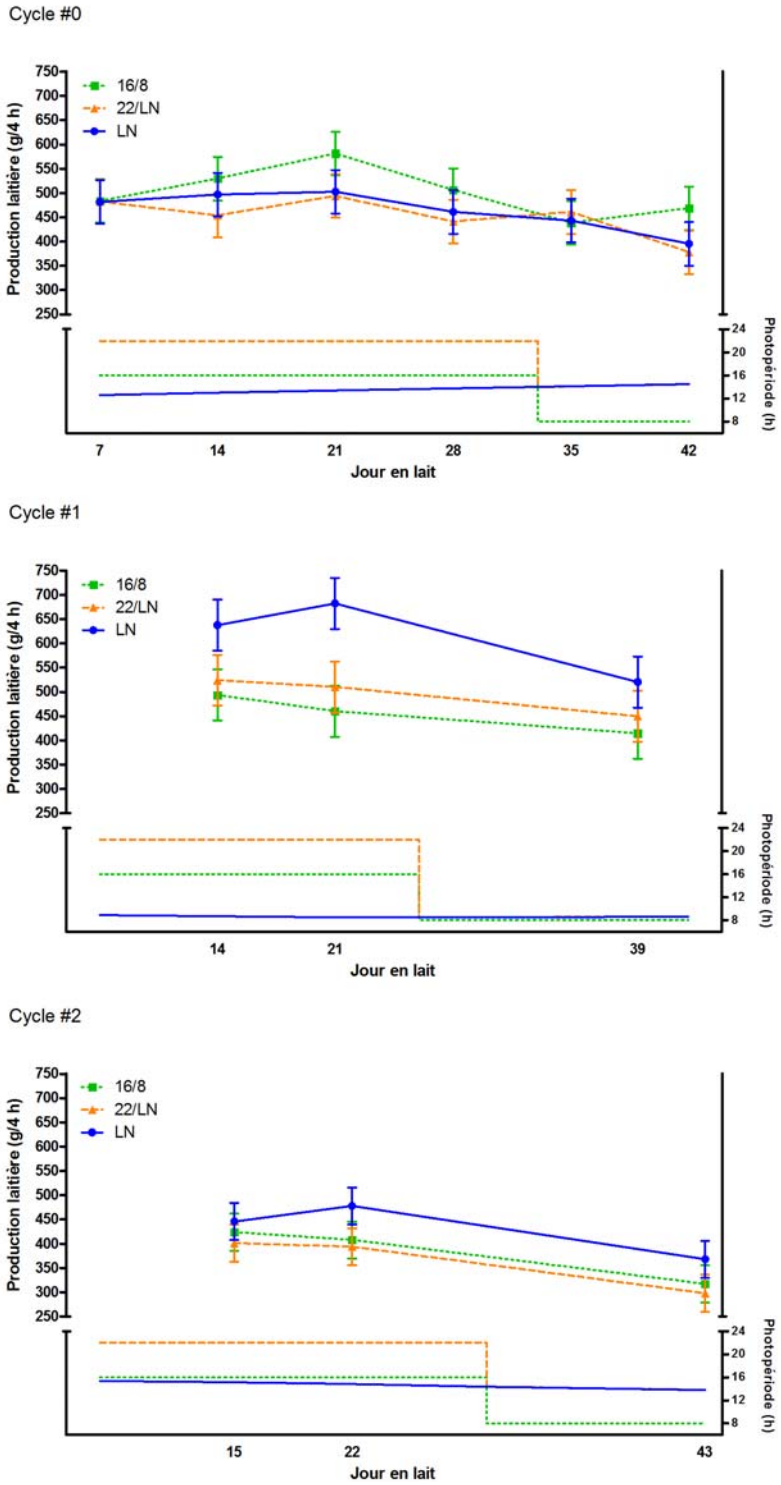


Figure 7. Courbes de lactation des brebis soumises aux différents traitements photopériodiques [16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN)]. La photopériode reçue par chaque traitement est indiquée au bas du graphique (axe de droite).

En ce qui concerne la composition du lait, le taux de gras, mesuré par la méthode à l'infrarouge, a été similaire pour les trois traitements à toutes les lactations (9.2, 8.8 et 8.5 % pour les traitements 16/8, 22/LN et LN; $P = 0.1726$). Par contre, la teneur en protéines du lait a été supérieure chez les brebis 22/LN par rapport à celle des brebis 16/8 et LN (4.24 vs 4.07 et 3.99 % pour 22/LN vs 16/8 et LN; $P = 0.0048$).

Le taux de gras du lait a été analysé par deux méthodes, soit par infrarouge (IR) et par la méthode chimique. La relation entre les deux analyses est présentée à la figure 8. Le R^2 de 0.95 indique que l'analyse IR explique 95 % de la variation du taux de gras du lait, ce qui est très bon. L'analyse IR est plutôt fidèle à des niveaux inférieurs à 7 %. Cette analyse tend toutefois à sous-estimer davantage le taux de gras obtenu par analyse chimique à mesure que le pourcentage de gras dans le lait augmente. Ce biais est compréhensible quand on sait que le lait de vache, pour lequel est calibré ce type d'appareil à la compagnie Valacta, contient autour de 4 % de gras.

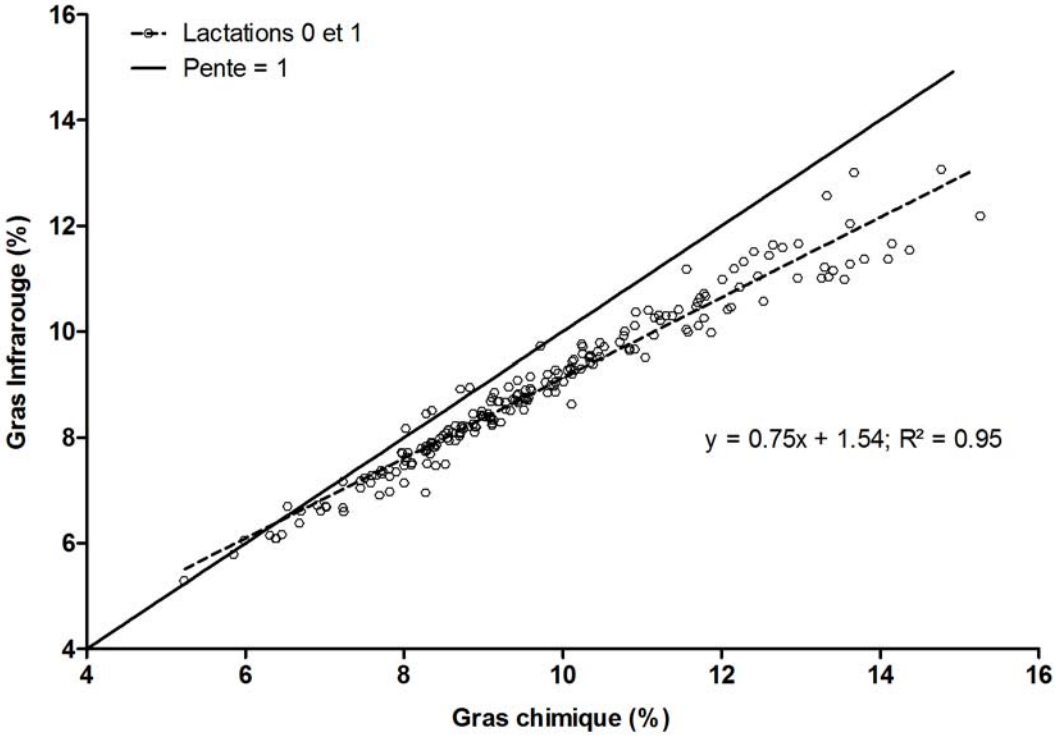


Figure 8. Relation entre le pourcentage de gras du lait de brebis analysé par infrarouge (Valacta) et chimiquement (Mojonnier) pour les lactations #0 et 1

En ce qui a trait à la santé du pis, le tableau 8 présente les moyennes des comptages de cellules somatiques (CCS) au cours des différentes périodes de lactation. Les moyennes de cellules somatiques sont très variables puisqu'il suffit d'une seule brebis aux prises avec un problème de mammite pour la faire monter en flèche. C'est pourquoi, en production laitière bovine, on utilise plutôt une transformation mathématique des CCS, soit le pointage linéaire (PL). Ce

pointage se définit sur une échelle de 0 à 9, où chaque augmentation de 1 correspond au double de l'échelon précédent. Ainsi, en moyenne le PL de 0 correspond à un CCS de 12 500 et un PL de 1 à 25 000, et ainsi de suite. Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements pour le pointage linéaire (4.1, 4.2 et 4.1 pour les brebis 16/8, 22/LN et LN, respectivement; *P* = 0.9839).

Tableau 8. Comptage des cellules somatiques (× 1000) dans le lait des brebis soumises aux différents traitements photopériodiques au cours des trois lactations

		Traitements[z]		
		16/8	**22/LN**	**LN**
Cycle #0				
	2	183	523	342
	3	263	257	289
	4	172	103	428
	5	163	107	160
	6	206	336	355
Cycle #1				
	2	793	883	129
	3	1630	399	692
	6	1844	993	1314
Cycle #2				
	2	456	843	434
	3	465	814	362
	6	602	379	1153

[z] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.

Le tableau 9 montre la répartition du CCS (× 1000) dans trois catégories soit 0 à 499, 500 à 749 et 750 et plus, la première indiquant une glande mammaire saine et la dernière une glande mammaire infectée. Aucune différence statistique dans la répartition entre les traitements n'a été observée.

Tableau 9. Répartition des brebis dans trois catégories de comptage des cellules somatiques (0 à 499, 500 à 749 et 750 et plus; × 1000) selon les différents traitements photopériodiques au cours des trois lactations étudiées

	Traitements[z]		
	16/8	**22/LN**	**LN**
Cycle #0			
0 à 499	15	20	20
500 à 749	1	2	1
750 et plus	2	2	3
Cycle #1			
0 à 499	27	17	13
500 à 749	3	2	4
750 et plus	12	7	4
Cycle #2			
0 à 499	22	14	12
500 à 749	0	0	4
750 et plus	7	10	4

[z] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.

3.6. Poids et état de chair des brebis

Quelques différences entre les traitements ont été décelées pour le poids et l'état de chair des brebis (Tableau 10). Les différences de prolificité des brebis des trois traitements peuvent, en partie, expliquer ces variations de poids et EC suite à la lactation.

Tableau 10. Évolution du poids et de l'état de chair des brebis à différentes étapes du protocole expérimental selon le traitement lumineux[y]

	Cycle #1			Cycle #2			Cycle #3				Valeur de P		
Données	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**16/8**	**22/LN**	**LN**	**SEM[z]**	**Cycle**	**Trt**	**Cycle × Trt**
Brebis agnelées	26	27	24	28	31	23	23	26	26	2.6			
Poids à l'agnelage (kg)	-	-	-	87.7	87.9	96.0	96.0	96.1	98.5	0.1	0.0009	0.0289	0.3616
EC à l'agnelage	-	-	-	3.0	3.1	3.4	3.3	3.3	3.6		0.0124	0.0007	0.6666
Poids au sevrage (kg)	76.8	79.3	83.1	80.5	87.5	89.6	-	-	-		0.0016	0.0056	0.6541
EC au sevrage	2.6	2.9	3.0	2.7	3.2	3.3	-	-	-	0.1	0.0382	<0.0001	0.7217

[y] 16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN) durant tout le projet.

[z] SEM : Erreur type de la moyenne.

3.7. Discussion

Les traitements photopériodiques 16/8 et 22/LN ont eu des effets similaires sur la cyclicité et la réponse hormonale des brebis, à l'exception des cycles irréguliers, qui ont été sensiblement plus présents chez les brebis 22/LN que chez les femelles 16/8. L'efficacité des traitements de photopériode à simuler la saison sexuelle lors des accouplements en contre-saison a été déterminée en comparant la cyclicité et la réponse hormonale des brebis 16/8 et 22/LN en contre-saison à celles des brebis témoins LN en saison sexuelle. Les résultats ont montré que les 1res ovulations et les saillies fécondantes des brebis sous régimes lumineux 16/8 et 22/LN n'étaient pas aussi « précoces » que chez les femelles en accouplement naturel en saison sexuelle. Dans le même ordre d'idée, la réponse hormonale des brebis soumises aux traitements 16/8 et 22/LN a aussi été moins convaincante que lors du projet initial mené par Cameron et al. (2010) sur des brebis prolifiques et saisonnières de race Arcott Rideau. En effet, dans cet essai couvrant une période de 3 agnelages en 2 ans avec le programme AAC Type CC4 (16/8), les saillies fécondantes ont été mieux synchronisées par la photopériode, avec plus de 80 % des saillies fécondantes qui sont survenues dans les 17 j suivant la mise aux béliers (IMBSF = 9.4 j). Par ailleurs, lors d'un autre essai du même programme chez sept producteurs commerciaux (Castonguay et al., 2006), les résultats étaient comparables au 66 % obtenu dans la présente étude (IMBSF = 13.1 j), avec une proportion de 73 % des saillies fécondantes dans les 17 premiers jours de la saillie (IMBSF = 12.9 j). Dans cet essai, diverses races pures et croisements étaient impliqués (Arcott Rideau, Dorset, Polypay, Suffolk, Romanov, Arcott Outaouais et Arcott Canadien). Le taux de fertilité global de 86 % des brebis en traitement photopériodique est toutefois similaire à ceux de 92 et 88 % obtenus dans les deux études précédentes. L'effet des programmes photopériodiques sur la prolificité a varié selon la période d'accouplement, mais, globalement, on peut dire que les brebis 22/LN avaient des tailles de portée inférieures ou équivalentes à celles des femelles du groupe 16/8. Les deux traitements 16/8 et 22/LN ont permis de produire respectivement 2.66 et 2.32 agneaux/brebis/année. Bien que non significative statistiquement, cette différence de 0.34 agneau/brebis/année pourrait représenter une perte considérable pour les producteurs. Enfin, les deux traitements photopériodiques n'ont pas eu d'effets néfastes sur la production laitière, la croissance des agneaux ou encore l'évolution des réserves corporelles de brebis.

Étonnamment, l'initiation de la cyclicité des brebis sous photopériode 16/8 et 22/LN n'a pas été différente de celle du groupe témoin LN. Le fait que les brebis du groupe témoin LN ovulent en même temps que les brebis en traitement photopériodique, et avant l'introduction des béliers, démontre que plusieurs des brebis Dorset du CEPOQ cyclent naturellement en contre-saison sexuelle. Les taux de fertilité et la répartition des saillies fécondantes en contre-saison corroborent aussi le caractère désaisonné des brebis Dorset. En effet, les brebis LN ont été saillies avec un taux de fertilité global de 83 %, comparable à ceux obtenus avec les programmes de photopériode 16/8 et 22/LN (86.5 et 85.7 %), et ce, sans l'utilisation de technique de désaisonnement. Lors des accouplements naturels (brebis LN) en contre-saison sexuelle, une répartition des saillies fécondantes typique d'un effet bélier a été observée, 83 % des saillies étant survenues dans la seconde moitié de la période d'accouplement (Thimonier et al. 2000). Il est alors important de mentionner que l'effet bélier est normalement efficace qu'avec des

brebis en anœstrus léger et que son effet est optimal lorsqu'environ 40 % des brebis sont cycliques dans un groupe (Martin et al. 1986). Aussi, la préparation photopériodique des béliers pourrait expliquer une part du taux de fertilité élevé, tel que démontré par Fitzgerald et Stellflug (1991), pour les brebis du groupe LN en contre-saison. En ce qui a trait à la prolificité, les brebis 16/8 ont eu un plus grand nombre d'agneaux que les brebis témoins LN (et 22/LN) en contre-saison. Cameron et al. (2010) ont également montré que le programme de photopériode 16/8 avait un effet positif sur la taille de portée des brebis. Plusieurs études ont déjà démontré que les JC ou les traitements de mélatonine stimulaient la prolificité, par rapport à des brebis recevant des JL naturels en contre-saison (Dunstan et al., 1977; Poulton et al., 1988; Chemineau et al. 1992; Haresign, 1992). Cameron et ses collaborateurs (2010) ont émis l'hypothèse que, comme la durée de sécrétion de mélatonine, ou la quantité sécrétée, régule l'activité hypothalamo-hypophysaire, ces effets sur la prolificité pourraient être dus au fait que les brebis en traitement photopériodique 16/8 sécrèteraient plus de mélatonine lors des saillies que celles en JL naturelle (LN). Dans la présente étude, au cours de l'accouplement #1, les brebis en traitement lumineux 16/8, alors en JC, étaient soumises à 8 h/j de lumière, tandis que les brebis 22/LN et LN en JL naturels recevaient autour de 15-16 h de lumière par jour. Ainsi, pour les brebis 22/LN et LN, la période d'obscurité, où la sécrétion de mélatonine a lieu, était beaucoup moins importante. Toutefois, les dosages de la mélatonine à l'accouplement #1 n'ont pas permis de prouver que les quantités de mélatonine sécrétées par les brebis 16/8 étaient plus grandes que celles des autres traitements. À l'accouplement #2 et 3, l'inconsistance dans les différences de taille de portée ne collait pas non plus à cette hypothèse. Les résultats obtenus laissent donc croire que la durée de la nuit n'explique pas, à elle seule, les variations de taille de portée. D'autres phénomènes endogènes interviennent sûrement dans la régulation de l'activité ovarienne.
Les brebis des traitements de photopériode (16/8 et 22/LN) et témoin LN ont eu un rythme d'agnelages équivalent et ont produit autant d'agneaux par brebis annuellement. Les tailles de portée exceptionnelles (pour des Dorset!) obtenues par les brebis LN en saison sexuelle ont contribué à niveler la productivité entre les groupes.

C'est sans grande surprise qu'un effet de la saison d'accouplement a été observé sur la cyclicité des brebis LN. Cependant, cet effet a également été observé chez les brebis 16/8 et 22/LN malgré le fait qu'elles soient maintenues sous photopériode artificielle. Contrairement au présent projet, où les saillies fécondantes ont été moins hâtives en contre-saison qu'en saison sexuelle chez les brebis sous régimes lumineux (16/8 et 22/LN), Cameron et al. (2010) et Castonguay et al. (2006) n'ont pas montré de différences dans la répartition des saillies fécondantes des brebis en photopériode en saison et en contre-saison. Par ailleurs, nos résultats de fertilité et de prolificité ont été constants d'un cycle à l'autre pour les traitements de photopériode. La fertilité n'a pas varié de façon significative pour les brebis témoins LN, mais leur prolificité a été nettement inférieure lors des accouplements en contre-saison et en fin de saison sexuelle.

Le fait que les brebis utilisées dans cette étude soient naturellement désaisonnées suggèrent qu'elles sont moins affectées par les variations saisonnières de la photopériode naturelle. Il est donc plausible que ce type de brebis réponde moins efficacement aux stimuli lumineux imposés

lors des traitements photopériodiques que des brebis plus saisonnières, comme les Arcott Rideau utilisées dans l'étude de Cameron et al. (2000). À l'inverse, la proximité entre les résultats de la présente étude et ceux de l'essai chez les sept producteurs commerciaux pourrait s'expliquer par la présence de diverses races plus ou moins désaisonnées. Aussi, la persistance des effets de saison, malgré la photopériode artificielle, pourrait indiquer que les brebis Dorset suivent un rythme endogène et que les deux traitements de photopériode n'ont pas permis de le contrôler complètement.

3.8. Références

Cameron, J., B. Malpaux and 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

Castonguay, F., M. Thériault et J. Cameron. 2006. Étude d'un système de production accéléré en production ovine - Programme de photopériode appliqué à longueur d'année à l'ensemble d'un troupeau. Rapport de recherche remis au CDAQ.

Chemineau, P., B. Malpaux, J. A. Delgadillo, Y. Guérin, J. P. Ravault, J. Thimonier and J. Pelletier. 1992. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. Anim. Reprod. Sci. 30:157–184.

Dunstan, E. A., I. A. Cumming and J. K. Findlay. 1977. Increasing ovulation rate (OR) in the ewe by changing photoperiod. Theriogenology. 8:170 (abstr.).

Fitzgerald, J. A., and 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.

Martin, G. B., C. M. Oldham, Y. Cognie, and D. T. Pearce. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams—A review. Livest. Prod. Sci. 15:219–247.

Notter, D. R. 2002. Opportunities to reduce seasonality of breeding in sheep by selection. Sheep and Goat Res. J. 17:20–32.

Poulton, A. L., D. C. Brown, E. M. Thomas, M. I. Kelly, A. M. Symons and J. Arendt. 1988. Use of an intraruminal soluble glass bolus containing melatonin for early lamb production. Vet. Rec. 122:226–228.

Thimonier, J., Y. Cognié, N. Lassoued, G. Khaldi. 2000. L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. INRA Prod. Anim. 13:223-231.

4. ANALYSE ÉCONOMIQUE

Une comparaison économique de l'implantation des différents programmes de photopériode a été effectuée. Cette analyse a été réalisée à partir de données zootechniques obtenues lors de projets de recherche sur la photopériode réalisés au Québec durant les dernières années. Dans plusieurs cas, l'utilisation de l'extension lumineuse permet d'atteindre un revenu brut final très similaire à l'utilisation de la photopériode conventionnelle (voir document « Rapport final - Analyse économique »).

5. CONCLUSIONS

Les résultats de cette étude ont permis de démontrer que, bien que comparable à plusieurs égards, le traitement photopériodique 16/8 était sensiblement plus efficace que le programme d'extension lumineuse pour réguler le cycle des brebis. Globalement, le traitement 16/8 a également eu un léger avantage en termes de prolificité. En comparaison avec le groupe témoin LN, les programmes photopériodiques 16/8 et 22/LN ont permis d'induire les saillies fécondantes plus tôt en contre-saison sexuelle. Aussi, contrairement au groupe LN, les deux traitements de photopériode ont maintenu une prolificité constante au cours des trois cycles de production.

Ce projet a aussi révélé que plusieurs des brebis Dorset du CEPOQ cyclent naturellement au mois de juillet, soit au milieu de la période de contre-saison sexuelle naturelle. Le niveau de désaisonnement de ce troupeau n'avait jamais vraiment été vérifié puisque des techniques de désaisonnement sont traditionnellement utilisées pour la reproduction en contre-saison sexuelle dans ce troupeau. Ce phénomène a, en quelque sorte, nui à la validation scientifique des protocoles photopériodiques puisque les brebis utilisées dans ce projet ne sont finalement jamais en anœstrus saisonnier profond.

Les résultats suggèrent que le protocole de photopériode alternant une période de 4 mois de 22 h/j de lumière (JL) suivies d'une exposition de 4 mois à la lumière naturelle en guise de JC pourrait remplacer le calendrier conventionnel de 16 h/j de lumière en JL et 8 h/j de lumière en JC, dans les cas où l'application de ce dernier n'est pas envisageable. Cependant, compte tenu des quelques différences observées entre les traitements 16/8 et 22/LN et du caractère désaisonné des brebis du CEPOQ, l'extrapolation de ces résultats à l'ensemble des races de brebis est risquée. Les résultats de cette étude devraient être validés avec des races plus saisonnières avant d'en faire la promotion à grande échelle. Aussi, l'application de ce protocole devrait être réalisée sous la supervision d'un conseiller ovin afin de suivre rigoureusement les performances de reproduction obtenues.

6. DIFFUSION DES RÉSULTATS

Un article a été publié à l'été 2009 dans l'Ovin Québec afin de présenter le projet aux producteurs et intervenants du secteur. Un deuxième article de vulgarisation a été publié à l'automne 2010 pour présenter sommairement les résultats de fertilité obtenus. Ces articles sont annexés au présent document (Annexe 2). D'autres activités de diffusion suivront (articles scientifiques, présentation lors de colloques…).

Cameron, J., Méthot, H., Thériault, M., Castonguay, F. 2009. L'extension lumineuse… de la photopériode… mais quoi encore? Ovin Québec, 9(3):27-29.

Cameron, J., F. Castonguay et M. Thériault. 2010. Extension lumineuse... les résultats arrivent! Ovin Québec 10(4):35-42.

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	L'extension lumineuse… de la photopériode… mais quoi encore?	Été 2009	1 500	Mention de l'apport financier et logo
Article de vulgarisation	Présentation des résultats préliminaires de l'expérience – Ovin Québec	Extension lumineuse... les résultats arrivent!	Automne 2010	1 500	Mention de l'apport financier et logo

7. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET

Les résultats exceptionnels obtenus avec le programme photopériodique AAC Type CC4 conventionnel (cycle alternatif continu de 4 mois de jours longs - JL - et de 4 mois de jours courts - JC) ainsi que ses répercussions positives sur la productivité des élevages ovins qui l'utilisent sont incontestables. Un des obstacles à l'application de ce programme est qu'il nécessite de garder les brebis dans un bâtiment « hermétique » à la lumière du jour, notamment pour les périodes d'exposition aux JC de l'été. Dans le but de trouver une solution à cet inconvénient et, ainsi, permettre l'accessibilité de la technique à un plus grand nombre d'entreprises, nous avons imaginé un programme de photopériode qui utiliserait la lumière du jour en guise de JC.

Les objectifs de ce projet étaient de mesurer les effets sur la reproduction et la productivité des brebis de l'allongement de la durée des JL à 22 h/j de lumière combiné à l'utilisation de la lumière naturelle en guise de JC, dans un programme photopériodique AAC Type CC4 constitué d'un cycle alternatif continu de 4 mois de JL et de 4 mois de JC (traitement 22/LN). Ce traitement a été comparé au programme conventionnel AAC Type CC4 (utilisant 16 h/j de lumière en JL et 8 h/j en JC; traitement 16/8) et à un groupe témoin de brebis maintenues en lumière naturelle (traitement LN).

Pour comparer les trois systèmes (16/8, 22/LN et LN), 99 brebis Dorset du Centre d'expertise en production ovine du Québec ont été réparties en trois groupes. Les femelles ont été suivies sur trois cycles de production consécutifs (système de 3 agnelages en 2 ans). Les accouplements ont eu lieu en pleine contre-saison sexuelle, à la fin et au milieu de la saison sexuelle.

Le résultat le plus probant est le fait que les brebis Dorset du CEPOQ ont obtenu un taux de fertilité élevé en contre-saison, démontrant l'aptitude au désaisonnement naturel de cette race. Cette particularité a fait que les taux de fertilité des trois traitements ont été comparables aux trois cycles étudiés. Les deux protocoles lumineux ont cependant permis d'induire les saillies fécondantes plus tôt en contre-saison sexuelle et de maintenir prolificité constante au cours des trois cycles de production. Globalement, les trois traitements ont produit 2.66, 2.31 et 2.23 agneaux/brebis/année respectivement (16/8, 22/LN et témoin LN). Les traitements 16/8 et 22/LN n'ont pas eu d'effet néfaste sur la production laitière, la croissance des agneaux ou encore l'évolution des réserves corporelles des brebis.

En conclusion, nos résultats suggèrent que le programme 22/LN pourrait remplacer le conventionnel 16/8, dans les cas où l'application technique de ce dernier n'est pas envisageable. Cependant, étant donné les excellents taux de fertilité en contre-saison des brebis Dorset dans la présente étude, les résultats du programme 22/LN devraient être validés avec des races plus saisonnières avant d'en faire la promotion à l'ensemble des producteurs.

Annexe 1. Répartition des saillies fécondantes

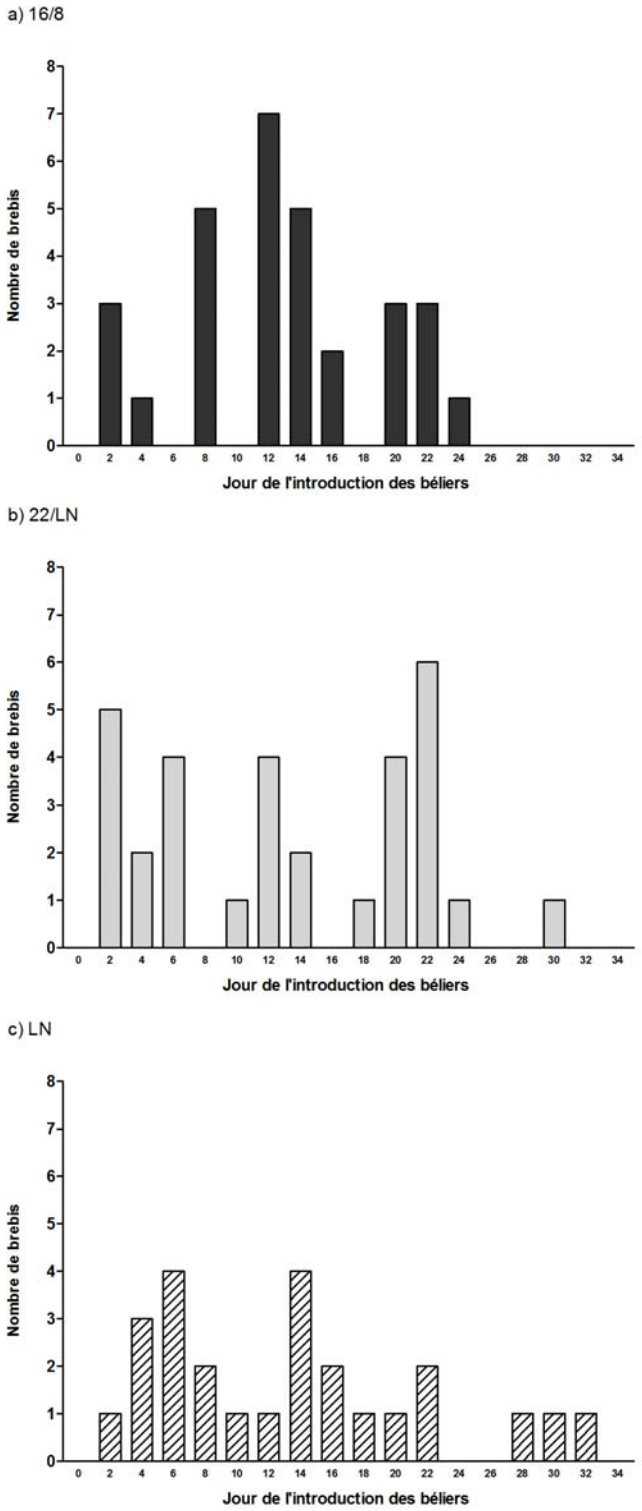


Figure 9. Répartition des saillies fécondantes (cycle #2) des brebis soumises aux différents traitements photopériodiques [16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN)]

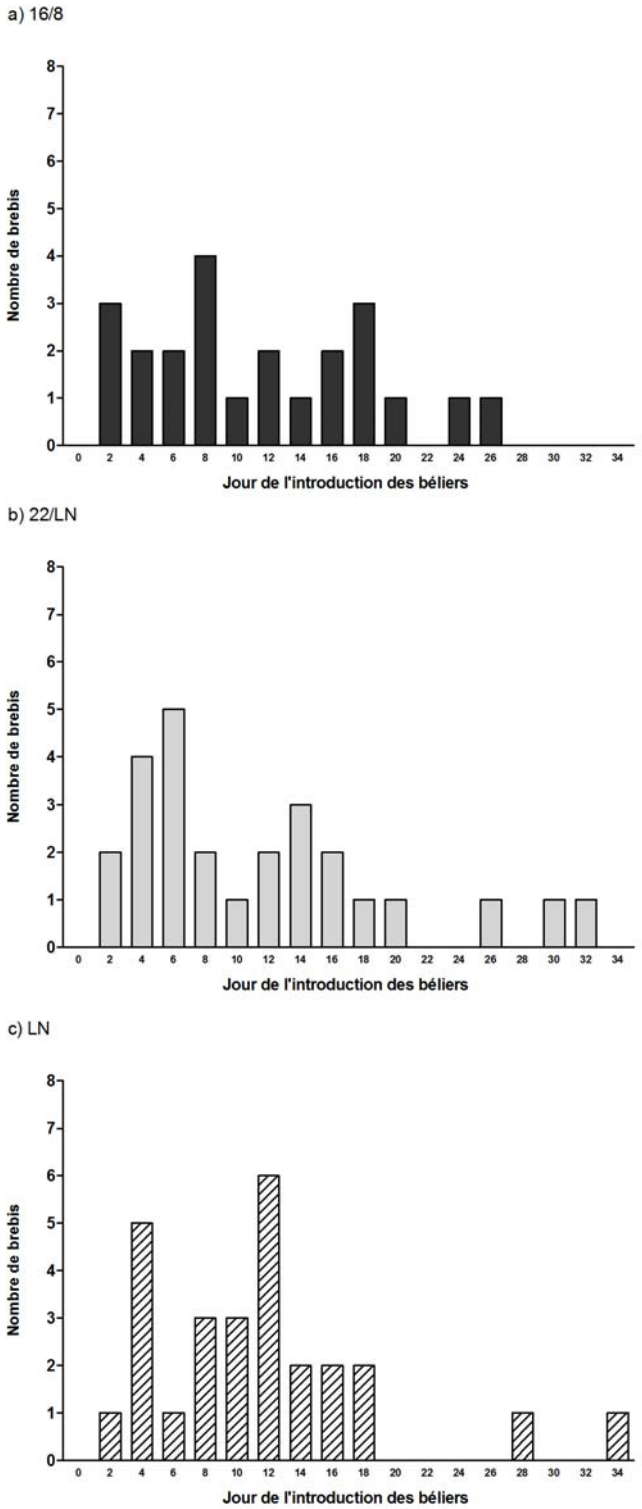


Figure 10. Répartition des saillies fécondantes (cycle #3) des brebis soumises aux différents traitements photopériodiques [16/8 : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois de JL (16L:8N) et de 4 mois de JC (8L:16N); 22/LN : brebis exposées à une alternance continue de 4 mois d'extension lumineuse à 22 h/j de lumière (JL; 22L:2N) et de 4 mois de lumière naturelle (LN) en guise de JC; LN = brebis exposées à la lumière naturelle (LN)]

Annexe 2. Publications

Recherche et transfert technologique

Johanne Cameron agr., M. Sc., Coordonnatrice du secteur vulgarisation, 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.

Extension lumineuse... les résultats arrivent!

À l'automne 2009 débutait un nouveau protocole de photopériode utilisant la lumière naturelle pour mimer des jours courts. Une idée qui semblait folle, certes, mais cette idée avait été longuement réfléchie et il fallait s'y attarder. Maintenant, les premiers résultats arrivent! Avec l'importante demande concernant ce nouveau protocole lumineux sur le terrain, nous avons cru bon de vous présenter plus rapidement les résultats préliminaires, et ce, même si l'évaluation technique n'est pas terminée. Est-ce que ce nouveau protocole de lumière pourra être utilisé à large échelle sur le terrain? À vous de le constater!

Une histoire qui évolue en s'adaptant aux problématiques rencontrées sur le terrain.

Au mois de septembre 2001, dans une ferme située près de l'Université Laval, à Saint-Lambert-de-Lauzon… débutait un nouveau chapitre de l'histoire ovine du Québec. Ce chapitre commençait avec l'essai du programme de photopériode nommé AAC type CC4 utilisé à longueur d'année sur l'ensemble d'un troupeau ovin commercial. Dans les années qui suivirent, soit de 2003 à 2005, un projet de transfert technologique allait confirmer l'efficacité de cette technique, et ce, au sein de sept autres entreprises ovines situées dans différentes régions du Québec. Les résultats de fertilité obtenus dans ces fermes allaient rapidement circuler et être connus à la grandeur de la province, tantôt via leur présentation lors de conférences techniques tenues en région, mais surtout, circulant de bouches à oreilles entre les producteurs ovins! Avec une moyenne de fertilité annuelle frôlant 90 %, cette situation était compréhensible. Ainsi, depuis le moment où ce premier producteur de Saint-Lambert-de-Lauzon a accepté de prêter son entreprise « à la science », la popularité du programme photopériodique n'a jamais cessé de grandir. Ainsi, à ce jour, plus de 100 producteurs ovins du Québec utilisent les calendriers de photopériode AAC type CC4 ou l'une de ses variantes. Des outils de régie, un guide d'utilisation, des références scientifiques et techniques, des roulettes de régie spécialisées, des calendriers mensuels de travail… depuis, tous ces éléments ont été développés afin de permettre aux producteurs, tout comme aux conseillers, de poursuivre le travail entamé et d'obtenir les résultats escomptés.

Pour un grand nombre de producteurs dans la province, cette nouvelle méthode de travail leur permet désormais de produire des agneaux sur une base régulière, à moindre coût, avec une efficacité inégalée, tout en intégrant des paramètres de régie essentiels à la santé de leur entreprise. Il s'agit là de quelques raisons qui expliquent la forte popularité du programme qui, notons-le, est efficace, peu importe la race utilisée (maternelle, terminale, prolifique, saisonnière ou non). Toutefois, cette nouvelle façon de produire exige des bâtiments spécifiques, ce qui la rend inaccessible pour plusieurs fermes du Québec. Les spécificités requises dans les bâtiments utilisés pendant la séquence de jours longs (JL) sont peu restrictives et impliquent simplement d'avoir une section chaude pour les agnelages. Toutefois, les exigences requises pour les bâtiments en jours courts (JC) sont plus restrictives puisqu'elles impliquent l'utilisation d'une section fermée, isolée de la lumière extérieure et suffisamment confortable pour les saillies, et ce, même durant la saison estivale. Pour les entreprises disposant de bâtiments en serre, de bergeries complètement ou partiellement ouvertes ou de bâtiments en planches ajourées, ces exigences sont impossibles à satisfaire. Pour d'autres entreprises valorisant l'utilisation des pâturages l'été, cette technique n'est pas attrayante puisqu'il est impossible de contrôler la photopériode reçue par les animaux à l'extérieur, à moins, de sortir les animaux au champ et de les rentrer en bergerie à l'heure ciblée! Ainsi, pour ces derniers, cette importante contrainte les poussait à se tourner vers d'autres méthodes, souvent plus coûteuses et/ou moins efficaces. Il fallait donc être novateur et trouver une solution pour ces producteurs.

Et c'est là qu'est né un projet fou, mais réfléchi longuement et basé sur des références scientifiques, le projet EXTENSION LUMINEUSE.

Recherche et transfert technologique

L'extension lumineuse, c'est quoi?

Avant tout, faisons un bref rappel sur le concept de photopériode. Premièrement, pour que les femelles répondent positivement au stimulus des jours courts (JC) sur leur activité sexuelle, elles doivent absolument être exposées à une séquence de jours longs (JL) au préalable. Voilà pourquoi dans le programme de photopériode « classique » (3 mois de JL en hiver, suivi de 3 mois de JC au printemps) tout comme dans les différents programmes de photopériode AAC type CC4 (4 mois de JL, suivi de 4 mois de JC, en continu), les séquences de JL et de JC sont alternées. Cette façon de faire permet d'induire les chaleurs à un moment précis suite à l'entrée des femelles dans la période de JC. Deuxièmement, il faut savoir que la durée d'éclairement qui définit un « JC » ou un « JL » est fonction du « passé photopériodique » ou encore de « l'historique photopériodique » auquel l'animal a été exposé. De façon simple, ceci veut dire qu'une brebis exposée à une durée lumineuse de 12 h/j percevra cette luminosité comme étant un JL si elle était exposée au préalable à 8 h de lumière/j, ou comme un JC si elle était au préalable exposée à 16 h/j (Robinson et Karsch, 1987). Cette notion est essentielle lors de l'établissement d'un programme de photopériode dans une entreprise, puisqu'en prenant le contrôle de la luminosité à laquelle sont exposés les animaux, on prend directement le contrôle de leur rythme de reproduction… et il est impératif de leur donner le bon message lumineux si on souhaite obtenir les performances voulues! Une autre notion essentielle concernant les JL et les JC est qu'un écart de plus de 6 h doit être présent entre la durée d'éclairement des JL et des JC pour que l'animal perçoive un changement de lumière significatif et modifie son activité sexuelle.

… puisqu'en prenant le contrôle de la luminosité à laquelle sont exposés les animaux, on prend directement le contrôle de leur rythme de reproduction… et il est impératif de leur donner le bon message lumineux si on souhaite obtenir les performances voulues! …

À la connaissance des principes précédents, nous nous sommes posé la question : « Serait-ce possible que la luminosité naturelle extérieure puisse agir à titre de JC? » Évidemment, à l'extérieur, les fluctuations naturelles de luminosité observées entre les saisons représentaient une contrainte avec laquelle il faudrait composer. Puisqu'à la fin de l'été et à l'automne, la durée du jour diminue, cette période de l'année est « naturellement » considérée comme une période de « JC » par les animaux. Toutefois, après le solstice d'hiver, où la durée d'éclairement est la plus courte de l'année (21 décembre, environ 8 h/j), les journées allongent progressivement (au rythme d'environ 2 à 4 minutes d'éclairement par jour à partir de février-mars), pour atteindre un sommet au solstice d'été, qui représente la journée la plus longue en terme d'éclairement naturel (21 juin, environ 16 h/j). Pour que cette période de l'année soit interprétée comme une période de JC par les animaux, il fallait que ces derniers soient exposés, au préalable, à une période de luminosité nettement supérieure à 16 h/j. Ainsi, dans l'optique d'utiliser la lumière naturelle extérieure en guise de JC, sachant que la durée maximale du jour est d'environ 16 h dans la plupart des régions du Québec et qu'un écart d'au moins 6 h d'éclairement entre les JC et les JL est requis pour contrôler l'activité sexuelle de façon optimale, il fallait extensionner la durée des JL à 22 h de lumière /j, ce qui a donné le nom à ce projet … ***« extension lumineuse »***.

Recherche et transfert technologique

Un projet réalisé au CEPOQ entre l'automne 2007 et le printemps 2010.

En combinant les connaissances scientifiques acquises durant les trois dernières décennies en termes de photopériode et l'expertise développée par notre équipe de recherche lors des derniers projets portant sur le contrôle lumineux, nous avons travaillé autour de cette idée pour bâtir un calendrier de régie photopériodique. Puisque le calendrier lumineux AAC type CC4 avait fait ses preuves en termes d'efficacité et de régie, nous avons simplement repris ce modèle de production en remplaçant les JC de 8 à 10 h de lumière/j par la luminosité naturelle et les périodes de JL de 16 h de lumière/j par une extension à 22 h/j de lumière. Il restait maintenant à mettre ce calendrier à l'essai!

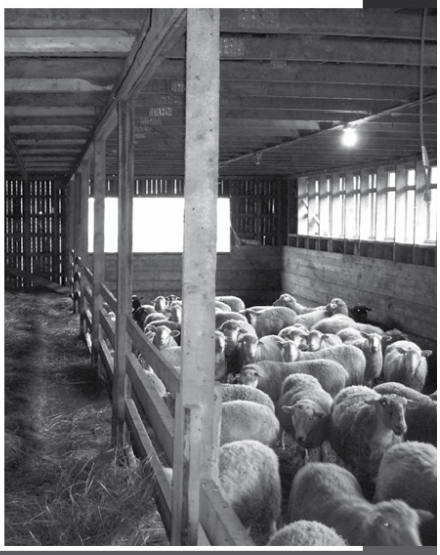
Le projet a donc démarré à l'automne 2007 sur trois groupes de femelles Dorset du CEPOQ. Un premier groupe de brebis a été exposé au protocole d'extension lumineuse (Extension). Afin de comparer l'efficacité du nouveau programme lumineux, un second groupe a été soumis au programme AAC type CC4 conventionnel (JL- 16 h/j ; JC- 8 h/j). Finalement, un dernier groupe de femelles a été exposé à la lumière naturelle durant toute l'expérimentation (Témoin). Les brebis des trois groupes ont toutes été soumises à la même régie intensive visant 3 agnelages en 2 ans. Elles ont été saillies aux mêmes moments et ont reçu les mêmes soins (tonte, vaccination, onglons, alimentation, etc.). Notons finalement que tous les béliers utilisés pour la saillie ont également été soumis à une régie photopériodique de 2 mois de JL (16 h/j de lumière) et de 2 mois de JC (8 h/j de lumière). Aucun groupe de béliers exposé à la lumière naturelle n'a été utilisé durant le projet. L'équipe de recherche a ensuite suivi l'évolution des performances de ces animaux sur une période de 2 ans, soit de l'automne 2007 au printemps 2010. En plus des données zootechniques généralement compilées lors de ce type de projet (fertilité, prolificité), l'équipe de recherche a également mesuré plusieurs autres paramètres dont la réponse hormonale des animaux exposés aux différents protocoles de lumière (mélatonine, progestérone) et la production laitière des femelles. Ces données complémentaires ne sont toutefois pas présentées dans cet article.

Enfin les résultats …

Au tableau suivant, on peut observer les performances zootechniques mesurées dans les différents groupes à l'étude.

Tableau 1. Performances de fertilité et de prolificité obtenues dans les différents groupes.

		TRAITEMENTS		
Date de saillies	Données	AAC type CC4	Extension	Témoin
Mise au bélier #1 Pleine contre-saison 12 juin au 17 juil. 2008	Nbre de brebis	31	34	32
	Fertilité	**83,9 %**	**79,4 %**	**75,0 %**
	Prolificité	2,12	1,70	1,50
Mise au bélier #2 Fin de saison sexuelle 6 fév. au 13 mars 2009	Nbre de brebis	30	33	29
	Fertilité	**93,3 %**	**93,9 %**	**79,3 %**
	Prolificité	2,11	1,84	1,52
Mise au bélier #3 Pleine saison sexuelle 5 oct. au 9 nov. 2009	Nbre de brebis	28	31	28
	Fertilité	**82,1 %**	**83,9 %**	**92,9 %**
	Prolificité	1,87	1,81	2,31
Moyenne finale	Fertilité	86,4 %	85,7 %	82,4 %
	Prolificité	2,03	1,78	1,78



Premier constat : le troupeau du CEPOQ dispose de femelles Dorset bien désaisonnées! En effet, les femelles du groupe témoin, exposées à la lumière naturelle ont obtenu 75 % de fertilité durant les saillies réalisées en pleine contre-saison, c'est-à-dire, durant le mois de juin 2008. Ce taux est donc très intéressant pour des brebis saillies hors saison, sans aucun traitement visant à induire leurs chaleurs. Notons toutefois que ces brebis ont été accouplées avec des béliers exposés à un traitement photopériodique visant à améliorer la capacité reproductive des mâles en contre-saison (meilleure libido, circonférence scrotale soutenue, capacité fécondante des spermatozoïdes supérieure). Par le passé, des chercheurs ont déjà démontré que la préparation photopériodique des mâles améliorait la fertilité et la prolificité, en plus de réduire la mortalité embryonnaire de femelles saillies en contre-saison (Fitzgerald et Stellflug, 1991). Dans cette étude, ces chercheurs avaient observé une hausse de la fertilité chez des femelles Polypay accouplées en contre-saison avec des mâles exposés à la photopériode, comparativement à des saillies réalisées avec des béliers exposés à la lumière naturelle (respectivement 86 % vs 59 %). Dans le présent projet, puisqu'il n'y avait pas de béliers « témoins » exposés à la lumière naturelle, il est impossible de déterminer précisément si le bon taux de fertilité obtenu en contre-saison est le résultat de la préparation photopériodique des béliers ou de la capacité de désaisonnement naturel des brebis Dorset du troupeau du CEPOQ. Sans doute une combinaison des deux!

Concernant les deux autres saillies du groupe témoin, les performances de fertilité ont atteint ce à quoi nous devrions nous attendre pour des femelles exposées à la lumière naturelle, soit à des taux supérieurs à 90 % en saison et avoisinant 80 % en fin de saison de reproduction. Notons finalement que pour le groupe témoin, lors des saillies réalisées en contre-saison, l'introduction du bélier dans le groupe de femelles semble avoir provoqué un effet bélier[1]. En effet, plus de 70 % des femelles ont été saillies 18 à 28 jours après l'introduction du mâle. Or, durant les deux autres périodes de saillies du groupe témoin, ainsi que pour tous les autres groupes à l'étude, cet effet bélier n'a jamais été aussi marqué. Ainsi, pour les producteurs n'utilisant aucune méthode de désaisonnement chez leurs femelles en contre-saison, ces résultats démontrent l'intérêt d'ajouter deux techniques simples et peu coûteuses à leur régie d'élevage: premièrement, la préparation photopériodique de tous les béliers de l'élevage et deuxièmement, l'utilisation de l'effet bélier. Parlez-en à votre conseiller OVIPRO!

En ce qui concerne les femelles exposées au protocole AAC type CC4 conventionnel, les performances globales (85,7 % de fertilité annuelle) ont été comparables à celles obtenues lors des essais précédents réalisés avec les calendriers AAC type CC4. Notons qu'avec plus de 86 % des femelles accouplées dans les 17 premiers jours suivant l'introduction du bélier, ce protocole a permis de synchroniser efficacement l'œstrus des femelles.

Maintenant... ce qui nous intéresse vraiment!!!! En ce qui concerne les femelles exposées au protocole d'extension lumineuse, les résultats obtenus au CEPOQ ont été très encourageants avec tout près de 80 % de fertilité lors de saillies réalisées en contre-saison (juin 2008). Toutefois, les performances reproductives du groupe témoin, exposé à la lumière naturelle, ont été similaires. Alors, il est impossible de tirer des conclusions claires et d'affirmer que le protocole d'extension lumineuse favorise des performances de fertilité

[1] L'effet bélier est une période de saillies intense d'une durée d'environ 10 jours. Cette période débute autour de 18 jours après l'introduction du mâle dans un groupe de femelles en anoestrus léger.

aussi intéressantes que celles obtenues avec un programme de photopériode conventionnel AAC type CC4 puisque des femelles d'un génotype désaisonné peuvent être très fertiles en contre-saison lorsque saillies avec des béliers exposés à un traitement lumineux. Chose certaine, si on le compare aux performances obtenues par le groupe témoin, le nouveau protocole d'extension lumineuse ne semble pas avoir nui aux performances de fertilité obtenues en contre-saison. Par ailleurs, lors de la saillie suivante, réalisée à la fin de la saison de reproduction, les performances de fertilité du groupe exposé à l'extension lumineuse ont été nettement supérieures à celles du groupe témoin et similaires à celles notées pour le groupe sous photopériode conventionnelle.

Ainsi, globalement, après le projet réalisé au CEPOQ, il a été impossible de conclure que le protocole d'extension lumineuse était un programme aussi performant que le programme AAC type CC4, et ce, principalement à cause des bonnes performances de fertilité obtenues par les Dorset exposées à la lumière naturelle. Dans ce projet, le protocole AAC type CC4 demeure celui qui a permis d'obtenir les résultats les plus intéressants. Évidemment, pour déterminer l'efficacité du nouveau protocole d'extension lumineuse, il faudrait procéder à une étude beaucoup plus large, sur un plus grand nombre d'animaux, dans différents environnements et avec beaucoup plus de répétitions, c'est-à-dire en utilisant plusieurs groupes de brebis accouplés à différentes reprises en contre-saison. Finalement, il faudrait réaliser un projet de transfert technologique tel que celui tenu au sein des sept entreprises du Québec entre 2003 et 2005…

Concernant la prolificité, le constat : le troupeau du CEPOQ dispose de femelles passablement prolifiques pour leur race! Et les performances de prolificité semblent avoir varié entre les traitements et surtout, entre les périodes d'accouplement. En général, on a pu observer que les femelles exposées aux deux traitements lumineux (AAC type CC4 et extension lumineuse) présentaient une prolificité supérieure à celle du groupe témoin, et ce, lorsque les accouplements étaient réalisés en contre-saison ou à la fin de la saison reproductive (juin-juillet et février-mars). En ce sens, plusieurs chercheurs ont observé que la prolificité de brebis exposées à la lumière naturelle était supérieure lorsque ces dernières étaient saillies durant la période naturelle de reproduction, c'est-à-dire à l'automne. Des chercheurs américains avaient également observé une baisse de 0,33 à 0,50 agneau né par brebis lorsque les accouplements survenaient durant l'été (Notter et Copenhaver, 1980). Ainsi, des chercheurs ont émis l'hypothèse que le taux d'ovulation pourrait être supérieur lorsque les jours sont courts et que le nombre d'ovulations diminuerait au printemps et en été avec l'allongement de la durée journalière (Forcada *et al.*, 1992; Quirke *et al.*, 1988). Dans le présent projet, il semble que le groupe témoin ait présenté ce type de réponse ovulatoire. En effet, leur prolificité a été similaire à celle observée dans les deux groupes exposés à la photopériode, mais uniquement lorsque les saillies ont eu lieu durant la saison sexuelle (oct.-nov.). Ainsi, les résultats observés dans notre étude suggèrent que lors de saillies réalisées en contre-saison, les programmes lumineux pourraient contribuer à obtenir un niveau de prolificité identique à celui naturellement rencontré pour la race (ou lignée) si ces femelles étaient accouplées durant l'automne. Une constatation qui appuie des observations similaires faites dans les entreprises utilisant les différentes variantes du calendrier AAC type CC4.

Un projet terrain suivi depuis un an déjà... et des résultats encourageants!

À l'automne 2008, face à l'importante demande concernant l'implantation de ce projet au sein des entreprises ovines québécoises et après avoir constaté les premiers résultats de gestation à l'échographie obtenus au CEPOQ durant les saillies de juin, nous avons finalement accepté de démarrer le projet d'extension lumineuse au sein de quelques fermes. Toutefois, puisque le projet n'en était qu'à ses débuts, il fallait procéder avec prudence, et ce, pour ne pas nuire à la santé zootechnique et financière des entreprises participantes. Ainsi, à l'automne 2008, afin de limiter les risques reliés à l'implantation de ce type de programme, seules les entreprises qui répondaient aux exigences du protocole (régie, alimentation, suivi, bâtiments...) et qui avaient des animaux de génotype plus « naturellement désaisonné » ont été sélectionnées. Les producteurs désirant démarrer le programme d'extension lumineuse devaient aussi avoir la volonté de participer activement à la collecte de données qui était exigée, puisqu'ils devenaient des pionniers et que les résultats obtenus dans leur entreprise allaient être très importants pour la survie ou la disparition du nouveau programme. Finalement, seulement deux entreprises ont démarré le protocole d'extension lumineuse, et ce, sous l'encadrement serré de leur conseiller OVIPRO. La ferme A, composée majoritairement de brebis de génotype Polypay, ou de croisements contenant du Polypay, a utilisé un protocole à 6 groupes de brebis (cheptel d'environ 650 femelles, tout en visant un intervalle de 1,5 agnelage/brebis/année (protocole AAC type C4C6 – 6 groupes, un agnelage aux 8 mois). La Ferme B, composée majoritairement de femelles croisées surtout avec du Romanov, a utilisé un protocole lumineux à 4 groupes, mais en visant un agnelage à tous les 9 mois. Ce troupeau, était composé d'environ 450 brebis. Le **tableau 2** présente les résultats d'échographies obtenus dans ces deux fermes pour les saillies synchronisées avec le protocole d'extension lumineuse, et ce, à partir des premières saillies synchronisées par le protocole expérimental, soit d'avril 2009 à aujourd'hui. Ces données reposent sur les performances de toutes les femelles exposées au traitement lumineux, soit autant les brebis que les agnelles.

On peut constater que les performances de fertilité obtenues en contre-saison sont intéressantes. Toutefois, bien que ces producteurs aient noté une nette amélioration de leur productivité annuelle par rapport à ce qu'ils faisaient dans le passé, il faut demeurer prudent dans l'interprétation des résultats. Premièrement, ce sont des données préliminaires qui font état seulement des données recueillies lors des échographies, ainsi, un léger écart peut toujours être présent lorsqu'on compile les données de fertilité obtenues lors de l'agnelage de chacun des groupes. Les données d'agnelage de ces entreprises sont encore sous compilation par l'équipe de travail. Ces données seront présentées dans le futur. Deuxièmement, rappelons-nous que les sujets présents dans ces entreprises étaient composés majoritairement de génotypes désaisonnés (Polypay et croisements Polypay, Dorset et croisements Dorset et femelles croisées surtout avec du Romanov). Ainsi, l'aptitude naturelle au désaisonnement de ces animaux pourrait avoir contribué aux performances observées hors saison. *Il faut donc*

Tableau 2. Taux de gestation mesurés à l'échographie pour les deux entreprises ovines expérimentant le protocole d'extension lumineuse du mois d'avril 2009 à aujourd'hui.

		FERME A	FERME B
Taux de gestation	SAISON	88,6 % 63,3 à 92,2 % (492)**	90,5 % 85,8 à 91,6 % (200)
	CONTRE-SAISON*	79,1 % 67,7 à 96,3 % (813)	84,0 % 86,5 et 93,7 % (462)

* Les saillies réalisées durant le mois de mars, jusqu'au mois d'août inclusivement, sont considérées comme des accouplements réalisés en contre-saison. Notons qu'un plus grand nombre de groupes ont été accouplés hors-saison puisque les premières saillies du projet ont débuté au printemps 2009.
** Entre parenthèses, le nombre total de femelles exposées lors des accouplements.

CEPOQ

être prudent… on ne peut croire que ces performances puissent être transférables dans n'importe quel type de troupeau, surtout pour les troupeaux composés de races ou croisements fortement saisonniers.

À l'automne 2009, deux autres fermes ont été recrutées pour tester le protocole d'extension lumineuse. Par contre, bien que ces troupeaux possèdent des femelles hybrides prolifiques (Dorset X Romanov), la majeure partie des brebis composant ces élevages n'était pas de génotypes désaisonnés (femelles croisées, Arcott Rideau pur sang). Pour ces deux nouvelles entreprises, le protocole sélectionné a été celui visant un agnelage à intervalle de 9 mois, avec 6 groupes de femelles en production. La Ferme C, qui est composée de plus de 600 brebis, possède un troupeau composé majoritairement de femelles Arcott Rideau. La Ferme D, comptant plus de 400 femelles, possède différents génotypes (PO, croisements DP, hybrides) ainsi que des femelles croisées. Le **tableau 3** présente les résultats d'échographie pour les saillies réalisées d'avril à juillet 2010. Notons que les performances sont encore intéressantes, mais couvrent les performances de seulement deux à trois groupes d'accouplement par entreprise. Lors de la rédaction de cet article, certains résultats de fertilité restaient à venir (saillies de fin juillet, août et début septembre).

Avant de se lancer… Il faut réfléchir…

Bien que les données précédentes soient intéressantes et encourageantes pour l'avenir, il faut les interpréter avec prudence. Premièrement, ce sont des données préliminaires et nous n'avons pas terminé les compilations des performances à l'agnelage (fertilité réelle). Deuxièmement, nous allons continuer à recueillir des données dans ces quatre entreprises pour baser nos analyses sur un plus grand nombre de périodes d'accouplement, un plus grand nombre de femelles et sur une plus longue période de temps. Ainsi, il y a fort à parier que l'avenir nous rendra plus confiants face à ces résultats! Troisièmement, mis à part les fermes C et D, la majorité des femelles qui ont été exposées à ce nouveau protocole étaient de génotype plus naturellement désaisonnée, il faut donc agir avec prudence et précaution et ne pas penser que ces résultats peuvent être transférables dans toutes les entreprises. Finalement, nous avons observé des variations de fertilité entre les entreprises, de même qu'entre les groupes d'accouplement au sein des mêmes entreprises. Ces plus faibles performances (sous la barre des 70 % de fertilité) peuvent être attribuables à différentes causes : état de chair des femelles sous-optimal lors de la saillie, femelles improductives à répétition, problèmes de fertilité… Toutefois, en général, on observe que les producteurs suivant le protocole à la lettre et dont les femelles sont bien préparées pour la saillie (alimentation, état de chair) obtiennent des résultats très intéressants.

Ces observations nous ramènent donc encore à la base… les pré requis pour utiliser la photopériode, ou encore, les pré requis pour produire de façon intensive, et ce, peu importe la technique utilisée. Ainsi, toute ferme désireuse de se lancer dans ce type de protocole de photopériode doit avoir une saine gestion en termes d'alimentation et

Tableau 3. Taux de gestation à l'échographie pour deux entreprises ovines expérimentant le protocole d'extension lumineuse depuis avril 2010 (brebis et agnelles).

		FERME C	FERME D
Taux de gestation	CONTRE-SAISON	82,3 % 72,4 à 92,0 % (198)*	73,9 % 72,5 et 75,9 % (138)

* Entre parenthèses, le nombre total de femelles exposées lors des accouplements.

de régie (tonte, onglons, soins aux animaux, densité animale contrôlée, nettoyage des bâtiments, écurage, lavage, désinfection…). Nous savons pertinemment que les écarts au protocole, de même que les états de chair sous optimaux chez les femelles d'élevage, nuisent aux performances de fertilité. Par ailleurs, lorsqu'on implante un protocole lumineux, il ne faut pas se lancer de façon aléatoire et à n'importe quel moment de l'année. Il est **NÉCESSAIRE** de demander l'appui d'un conseiller formé et compétent en la matière. Et ceux qui ont été formés pour vous donner ce service de pointe au Québec, sont les conseillers OVIPRO. Contactez votre conseiller, ce dernier évaluera avec vous si un protocole lumineux est adapté à la situation de votre entreprise et il vous aidera à planifier le démarrage dans votre élevage et vous accompagnera durant l'implantation.

Et pour ceux qui veulent savoir s'il y a des prés requis en termes de bâtiments pour utiliser le protocole d'extension lumineuse, la réponse est « oui ». Il faut avoir une section chaude pour les mises bas et lorsque les animaux se retrouvent en période de luminosité naturelle, ces derniers ne peuvent se retrouver dans la même section que les animaux en JL ou à proximité de ces derniers et ainsi exposés, en partie, au traitement de JL des autres groupes. L'objectif n'étant pas d'allonger la luminosité totale à laquelle tous les animaux sont exposés, mais **d'allonger seulement la durée des JL**! Ainsi, deux prés requis sont nécessaires pour les bâtiments : une section chaude pour les mises bas (qui sera en JL) et une autre section pour exposer les animaux à la lumière naturelle au moment indiqué dans le calendrier (bergerie serre, planches ajourées, ventilation naturelle…).

Et combien ça coûte? Concernant le coût, une analyse précise sera réalisée à la fin de cette étude et publiée dans le rapport final. D'ores et déjà, on peut déjà mentionner que les entreprises qui disposent de plusieurs sections ou bâtiments d'élevage, n'auront pas à débourser de frais pour l'aménagement des sections en JC qui, dans les protocoles de photopériode conventionnels, doivent être parfaitement isolées de la lumière et adéquatement ventilés. Toutefois, l'allongement de la durée de la période de JL peut représenter des frais d'électricité plus important. Voilà pourquoi les entreprises qui disposent des bâtiments ouverts (ex : ventilation naturelle, bergerie serre) seront les plus avantagées par ce type de protocole. En effet, en utilisant la lumière naturelle du jour, seules les périodes de JL demanderont plus d'électricité. Dans les bergeries où la lumière pénètre facilement et où l'intensité lumineuse est suffisante durant le jour, il est imaginable de fermer les lumières au lever du soleil et de les ouvrir à l'aurore, et ce, pour s'assurer de compléter la séquence de 22 h de lumière/j. Cette façon de procéder permettra d'économiser davantage d'électricité qu'un programme lumineux conventionnel, soit environ 6 h d'électricité par jour durant l'été et 14 h durant l'hiver.

En conclusion … Bien que les résultats de ce nouveau protocole soient encourageants et que l'application de ce dernier comporte plusieurs avantages pour certains types d'entreprises, il faut demeurer prudent. Nous n'en sommes qu'au début de cette nouvelle histoire. Par ailleurs, nous n'avons pas encore évalué les performances de fertilité de saillie au champ sous lumière naturelle mimant les JC. Il faudra plus de données, plus de troupeaux, plus de temps… un nouveau projet de transfert technologique? Probablement oui! ***C'est une histoire à suivre…***

Remerciements. Nous tenons à remercier le CDAQ pour sa contribution financière au projet. Un merci tout spécial est donné à toute l'équipe de la ferme du CEPOQ pour leur immense travail, à Catherine Élément-Boulianne (étudiante graduée à l'Université Laval), à Stéphanie Landry et Nicolas Dupont (conseillers OVIPRO). Nous remercions aussi les propriétaires de Bergerie de la Vallée, Ferme Garoloup, Bergerie Patriote et Bergerie Fournier, qui ont accepté de participer à cette « aventure ».

Un projet complètement fou!

Par **Johanne Cameron**, avec la collaboration d'**Hélène Méthot** ainsi que **François Castonguay** et **Mireille Thériault** d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

L'extension lumineuse... de la photopériode... mais quoi encore?

Le projet « extension lumineuse »... mais quoi encore? Peut-être que certains d'entre vous en ont déjà entendu parler et y sont très intéressés... Car, depuis quelques semaines, nous nous sommes aperçus que cette information semblait s'être répandue sur le terrain comme une traînée de poudre! Alors... voici un texte qui vous en dira plus sur ce récent projet mis en branle par l'équipe du CEPOQ et celle du chercheur François Castonguay d'Agriculture et Agroalimentaire Canada... Et lisez attentivement, puisque vous serez à même de constater que ce projet, rendu possible grâce à la contribution financière du CDAQ, est loin d'être terminé!

Un projet de photopériode... encore? En 2001, les premières recherches réalisées sur le développement d'un programme de photopériode utilisé à large échelle (troupeau complet) et sur une base annuelle débutaient (programmes de photopériode AAC type CC4). Suite à la publication de tous les résultats obtenus lors d'une seconde étude réalisée par l'équipe du chercheur François Castonguay et du CEPOQ en 2006, les demandes n'ont cessé de croître! Ainsi, à la fin de l'année 2009, on comptera près de 90 entreprises dans la province ayant démarré l'un ou l'autre de ces calendriers lumineux. Fait intéressant, notons que les entreprises sous photopériode possèdent toutes plus de 120 brebis et que la moyenne de ces troupeaux s'élève à environ 495 têtes. Ainsi, actuellement, on compte un peu plus de 20 000 brebis sous contrôle lumineux. Et ce fait n'est pas surprenant, puisque tous les producteurs utilisant ces programmes photopériodiques réalisent rapidement qu'ils produisent plus d'agneaux, dans les mêmes bâtiments et souvent malgré une réduction de la taille du cheptel! Il s'agit ainsi d'une ***technique très productive et efficace.***

La nécessité de produire en quantité suffisante et sur une base régulière sont désormais deux exigences incontournables, non seulement pour répondre aux besoins du marché, mais aussi dans le contexte actuel qui exige de produire plus de kg d'agneau/brebis/année. Ces exigences, nécessaires à la survie de chaque entreprise, nous obligent à opter pour des systèmes de production qui, tout en augmentant la productivité des élevages, augmentent parfois malheureusement substantiellement les coûts de production, et ce, surtout si les techniques de reproduction utilisées à contre-saison ne sont pas efficaces. Du point de vue de l'efficacité et du coût d'utilisation des femelles, la photopériode a heureusement fait ses preuves, bien que certains éléments doivent toujours être soigneusement évalués.

Tous les producteurs utilisant ces programmes photopériodiques observent rapidement qu'ils produisent plus d'agneaux, dans les mêmes bâtiments et souvent malgré une réduction de la taille du cheptel.

En effet, d'autres dépenses doivent aussi être considérées, dont principalement l'aménagement des bâtiments. Mais notons que les calendriers photopériodiques doivent toujours coller adéquatement à la réalité présente dans l'entreprise pour ne pas sombrer dans les dépenses et accroître le niveau d'endettement... Ainsi, hors de question de tout reconstruire seulement pour faire de la photopériode ou encore changer toute sa régie! Il faut s'adapter à la situation, modeler le calendrier, ou encore opter pour un autre mode de production... ce qui n'est pas toujours facile. Ainsi, bien que près de 90 entreprises fassent maintenant partie de cette grande histoire, une très forte majorité des fermes ne peuvent toujours pas compter sur cette technique de désaisonnement, et ce, surtout à cause des infrastructures...

Pourquoi un autre projet? Malgré les excellents résultats zootechniques et tous les avantages des programmes de photopériode AAC Type CC4, il est impératif de souligner que ces systèmes ne conviennent pas à toutes les situations d'élevage. En effet, afin d'implanter un protocole dans une entreprise, celle-ci doit disposer de sections pour les jours longs (JL) et de sections pour les jours courts (JC). Les éléments requis dans les bâtiments utilisés pendant la séquence de JL sont très peu restrictifs. Ainsi, les producteurs ont seulement besoin d'une section isolée pour les mises bas, et ce, pour assurer un bon contrôle de la température, surtout en hiver (section tempérée). Les autres sections utilisées pour les JL peuvent être rudimentaires (bergerie froide, ventilation naturelle, planches ajourées, serre...), les animaux pouvant même être placés au pâturage durant l'été. Ainsi, lors de l'implantation de programmes lumineux, ce paramètre n'est généralement jamais problématique. Toutefois, les bâtiments utilisés pour les JC sont, la plupart du temps, très limitatifs. En effet, il est essentiel de restreindre l'entrée de lumière extérieure, et ce, dans le but de s'assurer que lorsque

les lumières ferment, la luminosité intérieure se situe à 0 lux… soit le noir complet!

Ainsi, il est impossible d'implanter ces programmes photopériodiques dans les entreprises où on ne peut bloquer l'entrée de lumière extérieure. Et le nombre d'entreprises utilisant des infrastructures « envahies par la lumière » sont nombreuses (serre, ventilation naturelle, planches ajourées,…)! Normal, puisque ces bâtiments sont intéressants non seulement pour la qualité de leurs conditions ambiantes, mais surtout pour leur faible coût de construction! Autre problématique, dans les bâtisses dotées d'une ventilation longitudinale (« tunnel »), très populaire ces temps-ci, on doit user d'ingéniosité afin de limiter les entrées de lumière extérieure par les ventilateurs de très grand diamètre. Autre élément limitant : le contrôle des conditions ambiantes dans les bâtiments en JC… un élément essentiel à l'obtention de bons résultats de fertilité, mais surtout au confort et à la santé des animaux. En effet, dans les bergeries sous photopériode, en JC de même que dans plusieurs autres bergeries, la ventilation est trop souvent déficiente, surtout durant la saison estivale. Comme la durée de luminosité des JC doit être respectée rigoureusement (8 à 10 h de lumière/j), il est impossible de maintenir les portes des bergeries ouvertes toute la journée pour aérer les sections en JC en été. Ainsi, afin d'atteindre les résultats espérés, les producteurs décident souvent d'apporter des améliorations, soit du système de ventilation ou de l'isolation du bâtiment. Évidemment, bien que ces aménagements améliorent nettement le confort du producteur et de ses animaux, ceci entraîne des dépenses supplémentaires. Résultats : une amélioration de la productivité malheureusement associée à des investissements ainsi qu'à une hausse du coût de production. L'amélioration des conditions ambiantes dans les bâtiments n'est pas un désavantage en soi, bien au contraire. Toutefois, si la restriction complète de la lumière extérieure dans les JC n'était pas nécessaire, ces améliorations pourraient se faire à moindre coût. Les programmes photopériodiques du type AAC Type CC4 ne sont donc pas accessibles à tous! Et pour permettre de rendre accessible la technique de photopériode à un plus large éventail d'entreprises, il devenait nécessaire de trouver une solution « photopériodique » pour contourner les limitations de ces types de bâtiments. C'est ce qui a amené la création du projet!

Un peu de littérature… Au lieu d'essayer de bloquer l'entrée de lumière naturelle dans les bergeries, si on imaginait se servir de la lumière naturelle pour mimer les JC? Pour développer un tel protocole, il faut toutefois bien comprendre quelques principes qui régissent le succès d'un programme lumineux.

Pour qu'une brebis réponde positivement au stimulus des JC sur son activité sexuelle, elle doit absolument être exposée à une séquence de JL au préalable. La durée d'éclairement qui définit un JC ou un JL est fonction du « passé photopériodique » ou encore de « l'historique photopériodique » de l'animal. De façon simple, on peut dire que des ovins exposés à une durée lumineuse de 13 h/j percevront cette luminosité comme un JL s'ils étaient au préalable exposés à 10 h de lumière/j ou comme un JC si au préalable exposés à 16 h/j (Robinson et Karsch, 1987). Autre notion essentielle : les études ont démontré qu'un écart minimum était recquis entre la durée d'éclairement des JL et des JC pour que l'animal perçoive un changement de lumière suffisant et modifie ainsi son activité sexuelle. En 1970, des chercheurs ont ainsi démontré que pour synchroniser plus efficacement le début de l'activité sexuelle suite au passage en JC, un écart de plus de 3 h de lumière était suffisant, mais que l'activité sexuelle était contrôlée de façon optimale avec un écart de plus de 7 h entre les séquences de JL et de JC (Ducker et al., 1970). Voilà pourquoi, en pratique, on recommande d'appliquer un écart d'au moins 8 h entre les JL et les JC. Nous avions donc les deux informations de base qui nous permettaient de construire un nouveau programme lumineux…

Sachant que la durée maximale du jour est d'environ 16 h dans la plupart des régions du Québec (**Figure 1**, courbe du milieu) et dans l'optique d'utiliser la lumière naturelle pour mimer les JC, il fallait donc allonger la période de JL. Bien qu'un écart de 8 h aurait été souhaitable, son application était physiologiquement questionnable pour les animaux, puisque dans ce cas, les JL auraient alors du s'étaler sur une période complète de 24 heures. Par ailleurs, puisque des études antérieures avaient démontré que des écarts variant de 3 à 7 heures permettaient d'induire un effet positif sur la venue en chaleur des brebis, notre hypothèse s'est fixée sur un écart de 6 h entre les JL d'une photopériode « contrôlée » et les JC que nous dirons « naturels ». Pour obtenir cette différence, nous avons ainsi imaginé allonger la durée des JL à 22 h de lumière/j (« extension lumineuse »).

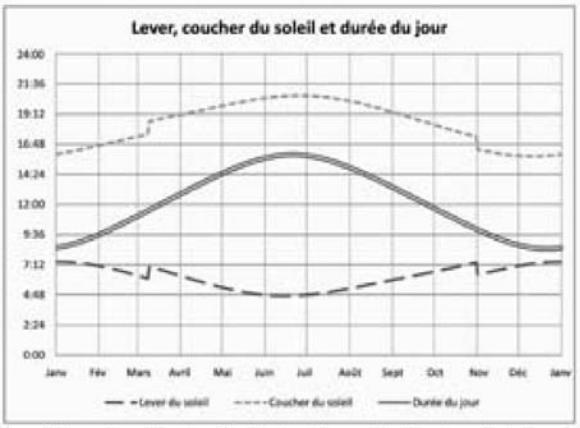


Figure 1. *Lever et coucher du soleil et durée du jour en fonction des mois de l'année dans la région de la ville de La Pocatière. Source :* ***http://ptaff.ca/soleil/***

Dans la littérature, une seule recherche a tenté une approche similaire… et ça ne date pas d'hier. C'est en 1972 que les chercheurs anglais Ducker et Bowman ont tenté de suivre une régie intensive en utilisant la photopériode naturelle. Dans cette étude, qui a duré environ trois ans, les brebis étaient logées dans des bâtiments ouverts et au moment de la saillie, la durée lumineuse était élevée abruptement à 22 h/j de lumière, et ce, pour une durée de 100 ou 145 j. Lors de l'arrêt du traitement de JL-extension, les animaux étaient exposés à la lumière naturelle pour une période minimale de 100 j. Les auteurs ont obtenu de relativement bons résultats de fertilité, soit 73 % et 92 %, et ce, pour les deux groupes suivis. Toutefois, puisque la fertilité baissait entre les périodes de reproduction successives, ce type de programme fut abandonné. Notons qu'à cette époque, les connaissances concernant la photopériode étaient encore très limitées. Ainsi, le moment de la mise au bélier de même que l'utilisation des séquences photopériodiques étaient loin d'être optimaux, ce qui a surement nui aux performances!

Le projet complètement fou! Avec les connaissances scientifiques acquises depuis les années 1980 et l'expertise développée par notre équipe de recherche lors des derniers projets portant sur la photopériode, nous avons donc pensé reprendre le calendrier lumineux AAC type CC4 en remplaçant les JC de 8 à 10 h de lumière/j par la luminosité naturelle et les périodes de JL de 16 h de lumière/j par une extension à 22 h/j de lumière. Puisque les anciens projets ont démontré que la séquence actuelle de 4 mois d'alternance entre les JL et les JC fonctionne adéquatement, il y avait lieu de croire que ce nouveau protocole lumineux permettrait de contrôler la reproduction des femelles. Dans les bergeries où la lumière entre facilement et où l'intensité lumineuse est suffisante durant le jour, il serait même imaginable de fermer les lumières au lever du soleil et de les ouvrir à l'aurore, et ce, pour s'assurer de compléter la séquence de 22 h de lumière/j. Cette façon de procéder permettrait ainsi de sauver encore plus d'électricité qu'un programme lumineux conventionnel!

Dans le projet d'extension lumineuse, la durée naturelle du jour servirait à mimer des jours courts. Pour obtenir une différence adéquate entre JC et JL, on fait une « extension » des JL à 22 h de lumière /jour.

Pour mettre à l'essai cette nouvelle idée, trois groupes de brebis Dorset du CEPOQ sont à l'étude depuis l'automne 2007. Pour vérifier si le nouveau traitement de 4 mois de JL-extension (22 h/j) et de 4 mois de JC (lumière naturelle) fonctionne, nous le comparons à des brebis régies de la même façon, mais exposées à la lumière naturelle à l'année (groupe témoin) ou encore soumises au programme AAC type CC4 (JL : 16 h de lumière/j; JC: 8 h de lumière/j). Les brebis seront suivies pour une période minimale de deux ans, dans une régie intensive visant 3 agnelages/2 ans. Notons que tous les béliers utilisés pour la saillie suivent une régie photopériodique de 2 mois de JL (16 h de lumière/j) et de 2 mois de JC (8 h de lumière/j).

Les résultats… à ce jour! Nous ne les dévoilerons pas tout de suite. Pas avant que le projet soit complètement terminé et les analyses complétées!! Cependant, pour vous garder en haleine, disons simplement qu'actuellement, les résultats du premier agnelage sont encourageants. En fait, peu de différences sont observables entre les performances des brebis du nouveau traitement lumineux (« extension »), celles du groupe témoin et celles élevées sous le programme AAC type CC4. À la lecture de ces pages, les brebis seront dans leur seconde période d'agnelages, donc des résultats à suivre…

Soyez patients, parce que… Tel que mentionné dans le paragraphe précédent, actuellement, seules des Dorset du CEPOQ ont été exposées à ce type de programme lumineux. Ainsi, actuellement, il est encore trop tôt pour conclure que toutes les races, particulièrement celles non désaisonnées, pourraient répondre adéquatement à ce genre de protocole. Le mot d'ordre est donc : PATIENCE! Avec une rentabilité si difficile à atteindre et l'avenir incertain face au programme de stabilisation du revenu agricole, il est essentiel de limiter les risques. Si les résultats du projet au CEPOQ s'avèrent concluants, nous procéderons par étape pour valider le programme sous d'autres environnements et avec d'autres génotypes. Et puisque la photopériode ne s'improvise pas sans risque, ne vous emballez pas sans en discuter, au préalable, avec votre conseiller! De plus, nous vous avons présenté ici une version simplifiée du protocole aux fins de l'article, alors il serait tout à fait hasardeux de vous lancer dans cette avenue sans autre information et appui.

En conclusion! Évidemment, si les résultats s'avèrent concluants, ce type de programme présenterait de nombreux avantages, dont la possibilité d'augmenter l'utilisation des pâturages durant l'année, l'application à presque tous les types de bergeries, un meilleur contrôle des conditions ambiantes, et surtout, une réduction des frais d'aménagement de bergeries. Voici donc une histoire à suivre… *Nous vous tiendrons au courant, soyez sans crainte.*