

Utilisation de la lumière et de la mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins

B. MALPAUX, F. MAURICE-MANDON, A. DAVEAU, P. CHEMINEAU

INRA, Unité de Neuroendocrinologie Sexuelle, Station de Physiologie de la Reproduction des Mammifères Domestiques, 37380 Nouzilly.

Résumé – Les races ovines et caprines originaires des latitudes tempérées présentent des variations saisonnières de leur activité sexuelle qui sont contrôlées par les fluctuations annuelles de la durée du jour. Les jours courts stimulent l'activité de reproduction alors que les jours longs ont une influence opposée. Des états réfractaires à la photopériode se développent et ces effets stimulants et inhibiteurs ne sont que temporaires. Une alternance entre jours longs et jours courts est donc nécessaire pour maintenir un état de sensibilité à la photopériode. Les jours longs peuvent être remplacés par un éclairage nocturne 15 à 16 heures après l'aube et les jours courts par la pose d'un implant de mélatonine.

Le traitement de brebis ou de chèvres avec un implant de mélatonine au printemps permet d'avancer la saison sexuelle. Ce traitement est particulièrement efficace chez les races les moins saisonnées. Une activité sexuelle à contre-saison peut être obtenue en exposant les animaux à des jours longs pendant l'hiver et en les traitant ensuite avec un implant de mélatonine. Ce traitement permet d'induire au printemps des ovulations et un comportement d'œstrus chez la chèvre laitière. La fécondité est alors comparable à celle observée pendant la saison sexuelle. Chez le bélier, ce traitement «jours longs»-mélatonine entraîne une avance de la puberté ainsi qu'une augmentation de la production spermatique en contre-saison chez l'adulte. L'induction d'une activité sexuelle permanente peut être obtenue chez le bélier et le bouc par l'exposition à une alternance rapide entre 1 mois de jours longs et 1 mois de jours courts (ou 2 mois de chaque photopériode chez le bouc). Ces mâles produisent alors un nombre élevé de doses de semence pour l'insémination artificielle pendant toute l'année sans variation de qualité, ni de fertilité.

Une amélioration des traitements actuellement disponibles avec en particulier une diminution de leurs effets secondaires peut être envisagée grâce aux progrès récents dans la connaissance des mécanismes neuroendocriniens et du déterminisme génétique du saisonnement.

Use of light and melatonin to control reproduction in sheep and goats

B. MALPAUX, F. MAURICE-MANDON, A. DAVEAU, P. CHEMINEAU

INRA, Unité de Neuroendocrinologie Sexuelle, Station de Physiologie de la Reproduction des Mammifères Domestiques, 37380 Nouzilly

Summary – Breeds of sheep and goats originating from mid-latitudes display seasonal variations in reproductive activity which are controlled by the annual fluctuations in day length. Short days stimulate reproductive activity whereas long days have the opposite effect. Photorefractoriness occurs and thus these stimulatory and inhibitory effects are only temporary. Alternation between long and short days is therefore necessary to maintain photosensitivity. Long days can be mimicked by a nocturnal illumination 15 to 16 hours after dawn and short days by the insertion of a melatonin implant.

Treatment of ewes and goats with a melatonin implant during spring allows for the advancement of the breeding season. This treatment is particularly effective in less seasonal breeds. Sexual activity can be obtained out-of-season by submitting animals to long days during winter and subsequently treating them with a melatonin implant. This treatment induces ovulations and oestrous behaviour in dairy goats and fecundity is similar to that found during the breeding season. In rams, this «long days»-melatonin treatment causes advanced puberty and an increase in sperm production during the non-breeding season in adults. Permanent sexual activity can be obtained in rams and bucks by submitting them to a rapid alternation between 1 month of long days and 1 month of short days (or 2 months of each in the case of bucks); such males produce a large amount of semen for artificial insemination throughout the year, without variation in quality and fertility.

An improvement of the current treatments, particularly with reduced side effects, is anticipated based on the recent progress in the understanding of the neuroendocrine regulation and the genetic control of seasonal reproduction.

INTRODUCTION

Les petits ruminants originaires des zones tempérées manifestent d'importantes variations saisonnières de leur activité sexuelle (Ortavant et al., 1985). Dans les deux sexes, il existe une période d'activité sexuelle maximale, en général d'août à janvier, et une autre d'activité minimale, en général de février à juillet. Les variations se manifestent chez la femelle par l'existence d'une période d'œstrus saisonnier et chez le mâle par une diminution de l'intensité du comportement sexuel, du poids testiculaire et donc de la production spermatique en quantité et en qualité, entraînant des baisses plus ou moins importantes de fertilité et de prolificité dans les troupeaux.

Chez les ovins et caprins, espèces dites de «jours courts», les variations de la durée du jour ou photopériode constituent le principal facteur responsable des variations saisonnières de reproduction observées pour l'ensemble des

rares d'Europe du Nord. Les progrès récents dans la compréhension des mécanismes impliqués dans l'action de la lumière sur l'activité reproductrice ont permis le développement de traitements permettant de contrôler la reproduction. Après avoir passé en revue les principes de base conduisant au contrôle photopériodique de la reproduction, nous décrirons les principaux traitements utilisés et considérerons les approches qui peuvent être envisagées dans le futur.

1. VARIATIONS PHOTOPÉRIODIQUES ET REPRODUCTION DES PETITS RUMINANTS

1.1. LES EFFETS DES JOURS COURTS ET DES JOURS LONGS ET L'EXISTENCE D'ÉTATS RÉFRACTAIRES

Chez les ovins et les caprins, l'alternance entre des expositions à des jours longs et à des jours courts se traduit respectivement par une inhibition et une stimulation de l'ac-

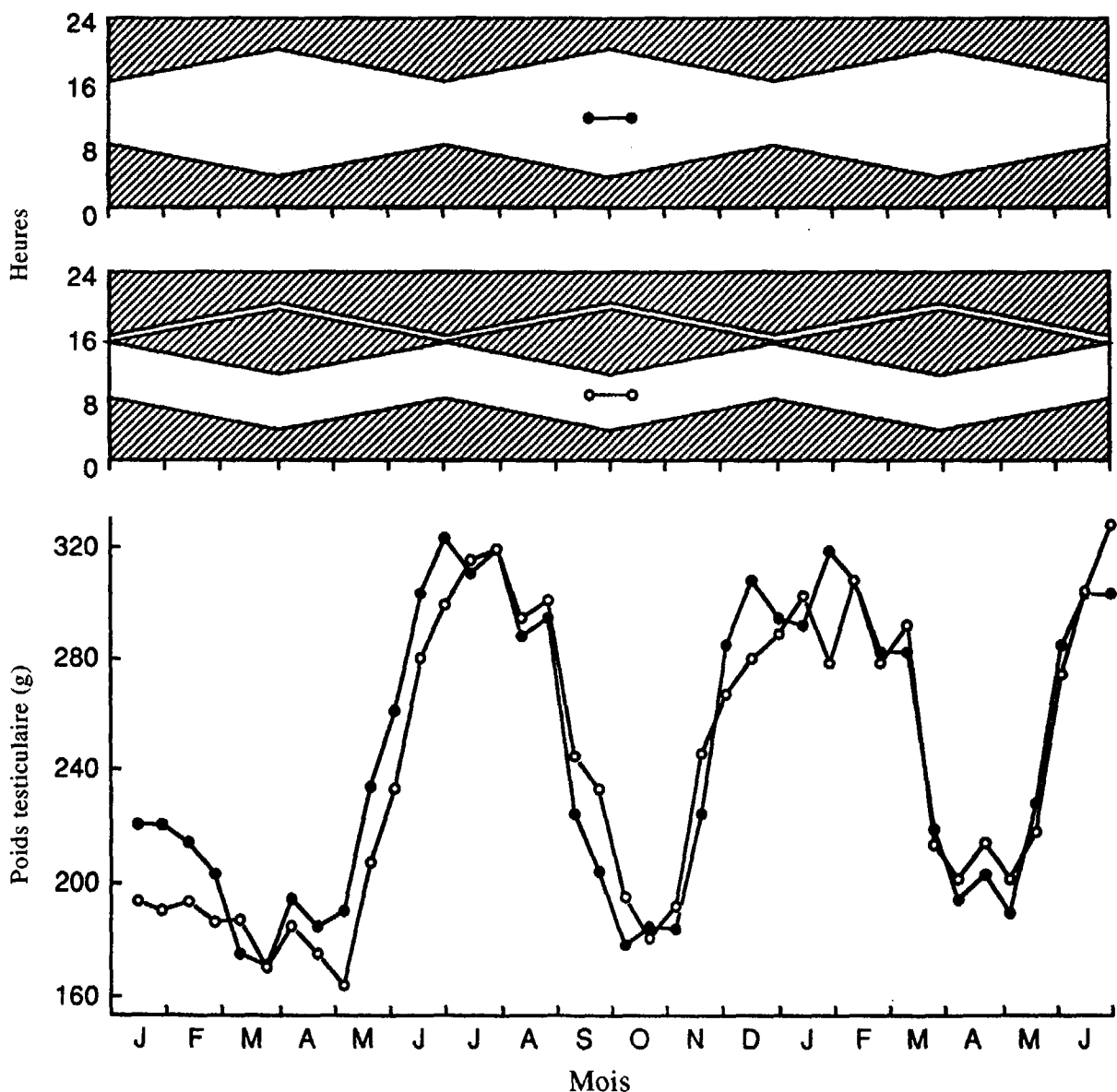


Figure 1: Poids testiculaire chez deux groupes de béliers Ile-de-France soumis à des cycles photopériodiques de 6 mois. La période lumineuse varie entre 8 et 16 heures de lumière par jour (partie supérieure, groupe témoin) ou est fractionnée en deux parties (7 et 1 heure, respectivement) avec l'intervalle entre le début de la période lumineuse principale et la fin de la seconde qui varient entre 8 et 16 heures. Les variations identiques de poids testiculaire dans les deux lots démontrent que les moments d'éclairement au cours du nyctémère sont plus importants que la durée totale d'éclairement (Pelletier et Thimonier, 1987).

tivité de reproduction. Ainsi, chez la brebis, les ovulations débutent environ 50 jours après le début de l'exposition à des jours courts, 8 heures de lumière (Thimonier, 1989). Cet intervalle est de 80 jours chez la chèvre Alpine (Chemineau et al., 1988). A l'opposé, l'exposition à des jours longs se traduit par un arrêt des ovulations après environ 35 jours chez la brebis et 80 jours chez la chèvre.

Ces effets stimulants et inhibiteurs de la durée du jour ne sont pas permanents et des états réfractaires s'installent. En jours courts, la période d'activité sexuelle ne dure qu'environ 70 jours et, en jours longs, le repos sexuel ne se maintient que pendant environ 150 jours (Malpaux et al., 1993). Ces états réfractaires sont importants car, en photopériode naturelle, les animaux sont réfractaires aux jours courts pendant l'hiver; ce phénomène est d'ailleurs responsable de l'arrêt saisonnier des ovulations. De même, les animaux sont réfractaires aux jours longs pendant l'été.

Deux conclusions peuvent être tirées de l'existence de ces états réfractaires en ce qui concerne les applications pratiques. Premièrement, la reproduction ne peut pas être stimulée par les jours courts ou inhibée par les jours longs à n'importe quel moment de l'année. Deuxièmement, le développement des états réfractaires peut être empêché en évitant d'exposer des animaux à une même photopériode pendant des durées prolongées. Il est, au contraire, souhaitable d'alterner les expositions aux jours longs et aux jours courts pour maintenir un état de sensibilité à la photopériode.

1.2. L'INTERRUPTION DE LA PÉRIODE SOMBRE PAR LA LUMIÈRE PERMET DE MIMER UN JOUR LONG.

Les jours longs jouent deux rôles: ils inhibent l'activité sexuelle et resensibilisent les animaux aux effets stimulants des jours courts. Ils sont donc nécessaires dans la plupart des traitements avant une stimulation par les jours courts. Toutefois, la présence de lumière pendant la totalité de la «période claire» n'est pas nécessaire pour obtenir un effet «jours longs» et les moments d'éclairement au cours du nyctémère sont plus importants que la durée totale d'éclairement. Ainsi, chez le mouton, une heure de lumière donnée 15 à 16 heures après le début d'une phase claire principale de 7 heures est lue comme un jour long (Fig. 1; Pelletier et Thimonier, 1987). Un effet «jours longs» peut donc être obtenu avec seulement une heure de lumière supplémentaire, à condition que celle-ci soit bien placée pendant la période sombre par rapport à l'aube.

1.3. UN TRAITEMENT AVEC DE LA MÉLATONINE PERMET DE MIMER DES JOURS COURTS

La mélatonine est une hormone sécrétée par la glande pinéale selon un rythme nyctéméral bien défini. Chez le mouton, les niveaux plasmatiques sont faibles (<10 pg/ml) pendant le jour et élevés pendant la nuit (quelques centaines de pg/ml). La durée de sécrétion est quasiment identique à celle de la nuit. Le profil de sécrétion de mélatonine est le signal endocrinien qui traduit l'information photopériodique au niveau de l'axe reproductif (Malpaux et al., 1993). Comme les jours courts sont caractérisés par une durée plus longue de sécrétion de mélatonine que les jours longs, différentes approches ont eu pour objectif de mimer un effet «jours courts» en prolongeant artificiellement la durée de présence de niveaux élevés de mélatonine. La première approche consiste à administrer une dose élevée de mélatonine (quelques mg) par voie orale ou intra-

musculaire pendant le début de l'après-midi. Un tel traitement appliqué à des brebis ou à des chèvres en juin (jours longs) permet d'induire des ovulations (English et al., 1986; Chemineau et al., 1986). Une autre approche consiste à maintenir des concentrations plasmatiques élevées de mélatonine pendant tout le nyctémère à l'aide d'implants sous-cutanés. Ce traitement permet également de stimuler l'activité reproductrice quand il est utilisé chez des animaux exposés à des jours longs (Chemineau et al., 1991). D'un point de vue pratique, il est donc possible de traiter les animaux avec la mélatonine pour mimer des «jours courts» et stimuler la reproduction alors que leurs yeux continuent à percevoir les jours longs ambiants. En raison de la quantité de mélatonine nécessaire pour un traitement complet (20 mg pour les implants contre 140 mg pour des injections quotidiennes) et de la simplicité d'emploi, l'administration sous forme d'implants est très souvent préférée.

2. MANIPULATIONS PHOTOPÉRIODIQUES PERMETTANT LE CONTRÔLE DE LA REPRODUCTION CHEZ LES PETITS RUMINANTS

Les traitements photopériodiques actuellement expérimentés en vue du contrôle de l'activité sexuelle à contre-saison des ovins et des caprins sont directement dérivés des concepts exposés ci-dessus. Ils poursuivent principalement trois objectifs:

- Avance de la date de saison sexuelle chez la femelle
- Induction et maintien à contre-saison d'une activité spermatogénétique élevée chez le mâle et de la cyclicité chez la femelle, les traitements hormonaux «classiques» actuels ne permettant l'induction que d'une seule période d'ovulation, sans retours en chaleurs
- Abolition totale des variations saisonnières d'activité sexuelle chez les mâles

2.1 AVANCE DE SAISON PAR UTILISATION DE LA MÉLATONINE SEULE

Chez les animaux peu saisonnés tels que les Mérinos et les croisés Mérinos, le traitement par la mélatonine permet d'augmenter le taux d'ovulation, la prolificité et la fécondité et également de raccourcir la période d'agnelage, quelle que soit la date à laquelle il est utilisé (Tab. 1; Staples et al., 1991; Chemineau et al., 1991). Globalement, la fécondité est augmentée de 20 à 40 agneaux pour 100 brebis traitées (Chemineau et al., 1994). Un tel traitement est également efficace chez le bélier pour avancer l'augmentation saisonnière d'activité spermatogénétique. Il est d'ailleurs recommandé de traiter à la fois les mâles et les femelles pour optimiser les résultats de fécondité.

Lorsque des implants de mélatonine sont utilisés chez des races très saisonnées telles que les races ovines britanniques ou les chèvres laitières, l'avance maximale de saison obtenue n'est que de 1,5 mois. Dans ces races, le traitement n'est efficace que s'il commence à partir de la fin mai. Il faut en effet une exposition suffisamment longue aux jours longs naturels pour lever l'état réfractaire aux jours courts observé dans ces races pendant l'hiver. Cette avance de 1,5 mois est le plus souvent insuffisante car les éleveurs, en particulier dans l'industrie laitière caprine fran-

Tableau 1. Fertilité, prolificité et fécondité de brebis témoins ou traitées par la mélatonine et luttées naturellement. L'expérience a été conduite dans 9 troupeaux privés et les mâles ont été introduits pour la lutte, de fin mars à mi-juin, 30-40 jours après l'insertion d'un ou deux implants de mélatonine (Mélovine®). * et *** indiquent des différences significatives par rapport aux témoins aux seuils de 0,05 et 0,0001, respectivement. (Chemineau et al., 1991)

	Brebis témoins	Brebis traitées avec la mélatonine
Nombre de brebis	401	447
Fertilité (%)	76	85***
Prolificité (nombre d'agneaux par mise bas)	1,35	1,42*
Fécondité agneaux par brebis mise en lutte)	1,02	1,21*

çaise, souhaitent une activité sexuelle à contre-saison (d'avril à juillet).

2.2 INDUCTION ET MAINTIEN D'UNE ACTIVITÉ SEXUELLE À CONTRE-SAISON

Le principe retenu pour ce type de traitement est la succession d'une période de jours longs pendant l'hiver et d'une période de «jours courts» ou décroissants pendant le printemps, afin d'aboutir à une activité sexuelle en fin de printemps ou début d'été (Fig. 2). Le traitement lumineux qui est composé soit de jours longs réels, soit d'une période d'éclairage supplémentaire en cours de nuit («flash»), permet de rendre les animaux sensibles aux effets stimulants des jours courts ou de la mélatonine. Chez les chèvres laitières françaises élevées en bâtiments ouverts, l'utilisation de la succession «flash» puis mélatonine, suivie par un «effet bouc» induit une activité ovulatoire et œstrienne suffisante (entre 2 et 3 cycles successifs) pour obtenir une fertilité et une prolificité proche de ce qu'elles sont pendant la saison sexuelle normale. Le traitement lumineux doit durer au moins 2 mois, les concentrations de mélatonine induites par l'implant doivent être au moins égales à 50% des taux nocturnes endogènes et les boucs, traités de la même manière, peuvent être introduits de 35 à 70 jours

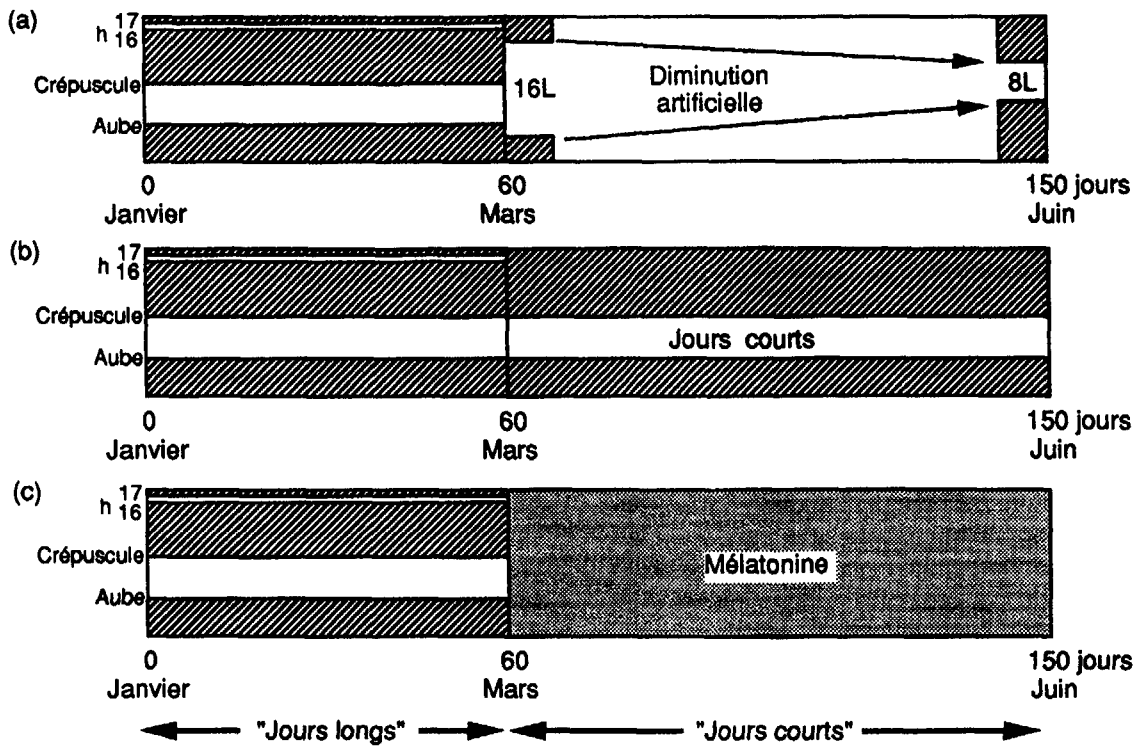
après le début du traitement par la mélatonine pour une durée de 45 jours au moins (Chemineau et al., 1992). Si ces conditions sont respectées, le pic de conceptions se situe généralement 10 jours après l'introduction des boucs et quelques femelles sont fécondées sur les retours en œstrus un cycle plus tard (Tab. 2; Chemineau et al., 1994). Le même traitement peut être utilisé chez le bélier pour induire une augmentation de la production spermatique à contre-saison en vue de l'utilisation en insémination artificielle (IA). Chez les béliers Suffolk, la succession «jours longs»-mélatonine améliore le comportement sexuel en réduisant la latence à l'éjaculation, augmente le poids testiculaire, le volume et la concentration de l'éjaculat (Haniff et Williams, 1991). Appliqué dans les centres d'IA, le traitement «flash» + mélatonine cause une augmentation importante du nombre de doses de semence d'IA produites par collecte (7,9 vs 10,5; Fidelle et Arranz, 1994; Arranz et al., 1995) et de la fertilité de ces doses (56 vs 68% d'agnelage, Chemineau et al., 1992). Ce traitement est maintenant à l'essai dans plusieurs centres d'IA en France.

Dans des bâtiments conditionnés, une variante de ce traitement «jours longs» - «jours courts» peut être utilisée en remplaçant la mélatonine par des jours décroissants (diminution de 16 à 8 heures de lumière par jour sur une durée

Tableau 2. Mise en évidence de la nécessité d'utiliser la succession lumière+mélatonine pour l'obtention d'une activité sexuelle et d'une fertilité maximale, à contre-saison chez la chèvre laitière française. Les femelles de race Alpine, âgées de 1 an, sont en photopériode naturelle dans des bâtiments ouverts. Elles sont non traitées (témoins), reçoivent un implant sous-cutané de mélatonine début mars (mélatonine), 2,5 mois de traitement lumineux (1 heure de «flash» nocturne) de mi-décembre à début mars (Lumière) ou la succession des deux traitements (Lumière+Mélatonine). Les boucs, traités à la fois avec la lumière et la mélatonine, sont introduits 73 jours après la pose des implants de mélatonine. (Chemineau et al., 1992)

	Lots expérimentaux			
	Témoins	Mélatonine	Lumière	Lumière + Mélatonine
Effectif	10	28	8	44
Femelles ovulant pendant la lutte (%)	10	46	63	91
Fertilité des femelles (en % Mise Bas)	10	39	63	86
Date moyenne de fécondation	25/04	28/04	03/05	27/04

Bâtiments fermés :



Bâtiments ouverts :

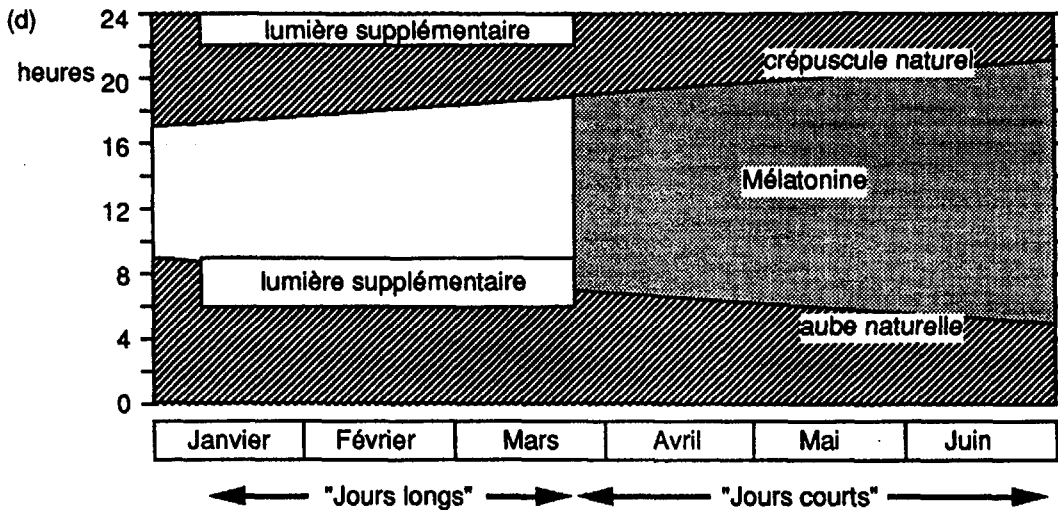


Figure 2: Principes des traitements photopériodiques utilisables en bâtiments fermés ou ouverts pour induire une activité sexuelle en contre saison. Les périodes d'obscurité sont représentées par des hachures, les périodes éclairées en blanc et les traitements par la mélatonine en gris. Les traitements (a), (b) et la première partie de (c) doivent être utilisés en bâtiments fermés. Le traitement (d) peut être utilisé en photopériode naturelle en bâtiments ouverts. Il utilise une aube artificielle et 1 ou 2 heures d'éclairément supplémentaire pendant la nuit; ce traitement lumineux doit durer plus de 2 mois et est suivi par un traitement avec de la mélatonine.

de 3 mois). Chez les jeunes béliers Lacaune de moins d'un an, ce traitement permet d'augmenter le nombre de doses de semence d'IA produites et leur fertilité. Cette avance de la puberté autorise la réalisation des tests sur descendance sur un plus grand nombre d'animaux dans leur première année d'âge (Chemineau et al., 1988).

Dans tous ces traitements, l'augmentation de volume testiculaire et de production spermatique en contre-saison est suivie par une diminution de l'activité sexuelle quand les mâles non traités sont en pleine saison sexuelle. Cet effet à long terme du traitement interdit l'utilisation des mâles

traités pendant la saison sexuelle suivante et a conduit au développement de méthodes permettant de maintenir une activité sexuelle permanente chez les mâles.

2.3. ABOLITION TOTALE DES VARIATIONS SAISONNIÈRES D'ACTIVITÉ SEXUELLE CHEZ LES MÂLES

L'exposition de béliers à des alternances rapides entre 1 mois de jours longs (16 heures d'éclairément par jour) et 1 mois de jours courts (8 heures d'éclairément par jour) permet d'abolir les variations saisonnières de poids testiculaire et de le maintenir à son niveau le plus élevé (Pelletier et al.,

1989). En conséquence, la production spermatique totale et le pourcentage de spermatozoïdes anormaux des béliers ainsi traités sont semblables ou supérieurs à ceux d'animaux non traités pendant la saison sexuelle et beaucoup plus élevés que ceux de ces béliers non traités pendant la saison de repos sexuel. Dans des centres d'IA, les béliers traités de cette manière produisent plus du double de doses utilisables que des animaux non traités en photopériode naturelle (Chemineau et al., 1988). Chez la brebis, des traitements identiques (alternances entre 1 mois de jours longs et 1 mois de jours courts ou 2 mois de jours longs et 2 mois de jours courts) ne permettent pas de maintenir une activité sexuelle permanente (Thimonier, 1989).

Chez le bouc, les alternances rapides entre jours longs et jours courts sont aussi efficaces que chez le bélier. La plus forte amélioration du nombre de doses de semence produites est obtenue avec une alternance entre 2 mois de jours longs et de jours courts, plutôt qu'entre 1 mois de chaque photopériode (Delgado et al., 1993). La fertilité de la semence produite par ces boucs traités n'est pas différente de celle d'animaux témoins et le nombre de doses de semence produites est augmenté de 45 à 70% chez les boucs traités (Delgado et al., 1992).

Ce type de traitement utilisant des jours longs et des jours courts ne peut être réalisé que dans des bâtiments conditionnés coûteux. Pour adapter son utilisation à des bâtiments ouverts, une expérience a été réalisée en remplaçant les jours longs par un «flash» nocturne et l'exposition à des jours courts par la pose d'un implant sous-cutané de mélatonine. Ce traitement a permis de maintenir pendant 2 ans un poids testiculaire élevé chez des béliers en bâtiment ouvert.

3. PERSPECTIVES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX TRAITEMENTS

L'efficacité des traitements décrits dans la partie précédente est suffisante pour rendre possible leur utilisation dans les fermes ou les centres d'IA. Ils pourraient permettre d'améliorer le revenu des éleveurs et répondent à une demande technique. Les implants de mélatonine sont déjà commercialisés en Australie, Nouvelle-Zélande, Grèce et au Royaume-Uni pour avancer la saison sexuelle des ovins et devraient l'être très prochainement en France.

Ces traitements sont également caractérisés par certaines limites. Premièrement, la plupart de ces traitements causent un décalage de la période d'activité sexuelle et non la disparition du saisonnement. Ce problème est particulièrement important pour les mâles traités en contre-saison. Deuxièmement, dans des conditions d'élevage extensif, ces techniques sont difficiles à appliquer. En particulier, l'utilisation de lumière supplémentaire ne peut être considérée chez des animaux maintenues au pâturage en permanence. Troisièmement, la photopériode et la mélatonine agissant également sur d'autres fonctions que la reproduction, ces traitements ont des effets secondaires. Par exemple, ils peuvent modifier la prise alimentaire, la production de lait et la croissance des poils ou de la laine. Enfin, bien que la mélatonine soit une substance naturelle aux effets antitumoraux reconnus, son utilisation pourrait être rendue difficile par la mise en place de réglementations restrictives ou la pression des consommateurs. Pour toutes ces raisons, il apparaît nécessaire d'envisager des solu-

tions alternatives dès maintenant avec pour objectif final de transformer les petits ruminants en animaux à reproduction non saisonnée comme les bovins.

A moyen terme, trois approches peuvent être envisagées pour résoudre les problèmes des traitements actuels. Premièrement, l'immunisation contre la mélatonine permet de rendre les animaux insensibles aux variations de la durée du jour en conditions photopériodiques artificielles (Daveau et al., 1994). Toutefois, les animaux continuent à montrer une alternance entre états de repos et d'activité sexuels qui est l'expression d'un rythme interne à l'animal. Deuxièmement, l'ablation de la glande thyroïde induit une activité sexuelle permanente chez la brebis et le bélier (Nicholls et al., 1988). Des manipulations pharmacologiques de l'axe thyroïdien ou des immunisations contre les hormones thyroïdiennes pourraient être envisagées pour modifier le profil saisonnier de reproduction. Troisièmement, la mélatonine modifie l'activité de reproduction en contrôlant la libération de LHRH (gonadolibérine) par l'hypothalamus. L'action de la mélatonine sur la sécrétion de LHRH comporterait de nombreuses étapes et les plus terminales d'entre elles devraient être spécifiques de la fonction de reproduction. Des manipulations pharmacologiques ou immunologiques de ces étapes terminales pourraient permettre de modifier le saisonnement de la reproduction sans effets secondaires sur les autres fonctions physiologiques sensibles à la mélatonine. Toutefois, aucune de ces approches ne permet de répondre totalement aux objections posées plus haut.

A long terme, une approche intéressante consisterait à explorer et utiliser la variabilité génétique des populations de petits ruminants pour modifier le saisonnement de la reproduction. L'expression du saisonnement de la reproduction dépend de l'origine géographique des races concernées. Les races originaires des latitudes élevées sont très saisonnées alors que les races d'origine tropicale sont peu ou pas saisonnées. Il existe toutefois une interaction génotype-milieu importante. Lorsque des caprins ou des ovins de races originaires des régions tempérées sont transportés en zone tropicale ou soumis à des variations photopériodiques mimant celles de cette zone, ils maintiennent leur saisonnement. A l'opposé, des chèvres créoles d'origine tropicale, importées en France comme embryons et placées en photopériode tempérée (8 à 16 heures de lumière par jour contre 11 à 13 heures dans leur région d'origine), montrent une période d'anovulation et d'œstrus, ce qui indique qu'elles sont sensibles aux variations importantes de photopériode (Chemineau et al., 1994). Même si cette sensibilité des caprins et des ovins tropicaux aux variations photopériodiques des régions tempérées doit être confirmée sur d'autres génotypes, elle suggère qu'il est nécessaire de sélectionner parmi les populations tempérées des lignées d'animaux moins saisonnés. La date de début de saison sexuelle ainsi que la durée de l'œstrus des caprins et des ovins semblent être des caractères répétables dont l'hérédité est différente de zéro (Ricordeau, 1982). Toutefois, la difficulté de mesurer ce caractère dans les conditions d'élevage (mesure du comportement d'œstrus et de l'activité ovulatoire pendant un an sur des femelles mises hors reproduction) impose d'étudier les caractéristiques génétiques du saisonnement dans des conditions expérimentales, d'identifier si d'autres caractères sont associés au

saisonnement (par exemple, des caractéristiques de la sécrétion de mélatonine) et enfin de déterminer les corrélations génétiques entre les caractères mesurables chez les femelles et chez les mâles (par exemple, variations saisonnières de cyclicité ovarienne et de poids testiculaire).

CONCLUSION

La connaissance des mécanismes responsables du saisonnement de la reproduction et de sa régulation par la photopériode a conduit au développement de méthodes de maîtrise de ce phénomène chez les ovins et les caprins. L'utilisation de la mélatonine associée ou non à celle de la lumière permet d'avancer la saison sexuelle ou d'induire une activité sexuelle à contre-saison. Des traitements utilisables en centres d'IA aboutissent au maintien d'une activité sexuelle permanente chez les boucs et les béliers. Ces techniques sont disponibles et commencent à être utilisées à grande échelle.

Les progrès plus récents dans la connaissance des mécanismes neuroendocriniens du saisonnement permettent d'envisager le développement de nouvelles méthodes qui

pourraient permettre d'abolir le phénomène saisonnier chez les animaux. A plus long terme, une meilleure connaissance du contrôle génétique du saisonnement pourrait conduire à la disparition de ce caractère chez les races européennes.

REMERCIEMENTS

L. Brunet, G. Durand et R. Pignon et tout le personnel des installations expérimentales de l'INRA de Nouzilly pour leur aide technique précieuse. Les centres d'IA ovine (Ovitest, Confédération, Ordiarp, Adéo, Intersélection), la SEIA de Rouillé et les nombreux techniciens d'élevage et éleveurs ayant participé aux expérimentations. La région Centre et le CRITT ISIS pour le soutien financier apporté aux expérimentations. Sanofi SNA et Hoechst UK pour la fourniture des implants de mélatonine «Mélovine®» nécessaires aux expérimentations (Mélovine® est fabriqué par Hoescht UK et enregistré en France sous l'AMM N° 675 525-4; il est distribué par SANOFI Santé Nutrition Animale, BP 126, 33501 Libourne Cedex). Mélovine® est aussi connu comme Regulin® dans d'autres pays.

RÉFÉRENCES

- ARRANZ J.M., LAGRIFFOUL G., GUÉRIN Y., CHEMINEAU P., 1995. Maîtrise de la production spermatique de béliers par des traitements associant la lumière et l'utilisation de la mélatonine. (Ce volume)
- CHEMINEAU P., MALPAUX B., DELGADILLO J.A., GUÉRIN Y., RAVAUULT J.P., THIMONIER J., PELLETIER J., 1992. *Anim. Reprod. Sci.*, 30, 157-184.
- CHEMINEAU P., MALPAUX B., DELETANG F., POBEL T., BRICE G., GODDARD S., 1994. Emploi des implants de mélatonine pour maîtriser la reproduction saisonnière des brebis et des chèvres. Premières journées CNVSPA-SNGTV, Reproduction Animale, Joué-les-Tours, 3-5 juin 1994.
- CHEMINEAU P., MARTIN G.B., SAUMANDE J., NORMANT E., 1988. *J. Reprod. Fertil.*, 83, 91-98.
- CHEMINEAU P., NORMANT E., RAVAUULT J.P., THIMONIER J., 1986. *J. Reprod. Fertil.*, 78, 497-504.
- CHEMINEAU P., VANDAELE E., BRICE G., JARDON C., 1991. Utilisation des implants de mélatonine pour l'amélioration des performances de reproduction chez la brebis. *Rec. Méd. Vét.*, 167, 227-239.
- DAVEAU A., MALPAUX B., TILLET Y., ROBLLOT G., WYLDE R., CHEMINEAU P., 1994. *J. Reprod. Fertil.*, 102, 285-292.
- DELGADILLO J.A., LEBOEUF B., CHEMINEAU P., 1992. *Small Rum. Res.*, 9, 47-59.
- DELGADILLO J.A., LEBOEUF B., CHEMINEAU P., 1993. *Reprod. Nutr. Develop.*, 33, 609-617.
- ENGLISH J., POULTON A.L., ARENDT J., SYMONS A.M., 1986. *J. Reprod. Fertil.*, 77, 321-27.
- FIDELLE F., ARRANZ J.M., 1994. Traitement lumineux des antenais et des agneaux de la CIOP. Sica-CREOM, Ordiarp, pp 9.
- HANIFF M., WILLIAMS H.L., 1991. *Br. Vet. J.*, 147, 49-56.
- MALPAUX B., CHEMINEAU P., PELLETIER J., 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In: Melatonin: biosynthesis, physiological effects, and clinical applications, Reiter R.J., Yu H.J. Eds, CRC Press Publ., 253-287.
- NICHOLLS T.J., FOLLETT B.K., GOLDSMITH A.R., PEARSON H., 1988. *Reprod. Nutr. Develop.*, 38: 375-386.
- ORTAVANT R., PELLETIER J., RAVAUULT J.P., THIMONIER J., VOLLAND-NAIL P., 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. In: Oxford Reviews of Reproductive Biology, 7, 305-345.
- PELLETIER J., CHEMINEAU P., DELGADILLO J.A., GUÉRIN Y., MALPAUX B., 1989. Induction of temporary or permanent sexual competence in the ram and he-goat. In: Advances in Pineal Research:5, Arendt J., Pevet P.(Eds), John Libbey, London, 335-342.
- PELLETIER J., THIMONIER J., 1987. *J. Reprod. Fertil.*, 81, 181-186.
- RICORDEAU G., 1982. Selection for reduced seasonality and post-partum anoestrus. 2nd World Congress on genetics applied to livestock production. Madrid 4-8 October 1982, 338-346.
- STAPLES L.D., MCPHEE S., REEVE J., WILLIAMS A.H., 1991. Practical applications for controlled release melatonin implants in sheep. In: Advances in Pineal Research:6A, Foldes A., Reiter R.J. (Eds), John Libbey, London, 199-208.
- THIMONIER J., 1989. Contrôle photopériodique de l'activité ovulatoire chez la brebis. Existence de rythmes endogènes. Thèse Université François Rabelais de Tours.
- THIMONIER J., BRIEU V., ORTAVANT R., PELLETIER J., 1985. *Biol. Reprod.*, 32: Suppl. 1, abst 36.

