

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Amélioration des performances de reproduction par la sélection des mâles selon leur comportement sexuel et l'utilisation de l'effet mâle en contre saison chez la race Ile-de-France

Déborah Heurteloup
Option Elevages et Systèmes de Production
Année 2015-2016

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Amélioration des performances de reproduction par la sélection des mâles selon leur comportement sexuel et l'utilisation de l'effet mâle en contre saison chez la race Ile-de-France

Déborah Heurteloup
Option Elevages et Systèmes de Production
Année 2015-2016

Maitres de stage : Claude Fabre-Nys, Elodie Guettier
Tutrice de stage : Fabienne Blanc

« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »

Résumé

Un changement des modes de production des exploitations agricoles semble aujourd'hui nécessaire au vu des nouveaux enjeux de la durabilité. Les exploitations peuvent y répondre en choisissant des méthodes durables de maîtrise de la reproduction. Est-il possible d'optimiser les performances de reproduction par la sélection des mâles selon leur comportement sexuel et l'utilisation de l'effet mâle ?

Chez les ovins, l'effet mâle présente des résultats de performances de reproduction similaires (nombre de femelles en chaleurs, taux de gestation et synchronisation des chaleurs) voire meilleurs que ceux de luttés avec pose d'éponges vaginales ou de luttés par effet mâle en saison. Pour obtenir ces résultats, il est nécessaire de sélectionner les mâles selon leur comportement sexuel et la stimulation des femelles qu'ils réalisent. Cette étude montre qu'il est possible de déterminer des classes comportementales de béliers grâce à un test de libido. Ces mêmes classes se retrouvent lors de l'étude du comportement au cours de saillies. Ce lien prouve qu'il est possible de choisir au préalable les mâles les plus actifs afin de maximiser les stimulations des mâles sur les femelles. Il est montré que les béliers adultes sont plus actifs sexuellement que les jeunes.

L'efficacité de l'effet mâle est étudiée selon les caractéristiques des femelles. Il en ressort que les femelles adultes répondent très positivement à l'effet mâle contrairement aux agnelles. L'étude du contact indirect avec le mâle (présence de laine et connaissance sensorielle du mâle) ne présente aucun résultat significatif au vu de la faible taille des échantillons.

Mots clés : ovins, reproduction, effet mâle, contre saison, libido, sélection des mâles, âge, expérience sexuelle

Summary

Nowadays, a change of farm production methods seems to be necessary according to the new challenges of sustainability. The farms can do this by choosing sustainable methods of control of reproduction. Is it possible to optimize reproduction results by selecting the rams according to their sexual behavior and the use of the ram effect ?

For sheep, the ram effect presents similar or better reproductive performance results (number of females in heat, gestation rate and synchronization rate) than those obtain during synchronization servicing due to vaginal sponges or during ram effect in season. To achieve these results, it's necessary to select males according to their sexual behavior and their capacity to boost females. This study shows that it is possible to determine rams class of behavior with a libido test. These classes were found during the study of male behavior during servicing. The link proves that it is possible to preselect the most active males to maximize male stimuli on females, allowing their entry into cycle. Furthermore, it is shown that adult rams having a higher sexual activity than young rams.

The effectiveness of the male effect was studied according to the characteristics of females. It appears from these experiments that adult females respond very positively to the male effect contrary to the young females. The study of indirect contact with the male (presence of wool and sensory knowledge of the male) has no significant result due to the small sample size.

Keywords : sheep, reproduction, ram effect, unseasonable, libido, males selection, age, sexual experience

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Claude Fabre-Nys pour m'avoir donné la chance de réaliser ce stage et m'avoir permis de participer à ses recherches. Merci pour les connaissances et l'expérience acquises au cours de ce stage.

Je remercie Elodie Guettier, directrice de l'UEPAO de l'INRA de Nouzilly, pour m'avoir acceptée au sein de son unité.

Merci à Fabienne Blanc, ma tutrice de stage, qui a su être à l'écoute tout au long de mon stage et me donner de précieux conseils.

Un grand merci du fond du cœur à toute l'équipe de la bergerie de l'UEPAO : Damien Capo, Jérôme Chevallier, Pascal Chevreau, Didier Dubreuil, Olivier Lasserre, Céline Maton, Régis Petit et Michel Neveu. Merci pour votre accueil, vos conseils, votre disponibilité, votre aide, votre écoute et votre gentillesse. Merci d'avoir fait de ce stage une expérience exceptionnelle tant au niveau professionnel qu'au niveau personnel.

Merci aussi à toute l'équipe des vachers de l'UEPAO avec qui j'ai pu passer de très bons moments : Éric Briant, Michael Delanoue, Mickael Dupont, Ludovic Métivier et Christophe Mouaze.

Merci aussi à Lorène, Magali, Marine et Laura avec qui j'ai passé d'excellents moments durant les quelques semaines où j'ai eu la chance de travailler avec elles.

Merci à Diane et François, mes amis de toujours qui ont su m'apporter un soutien et un amour sans faille dans les meilleurs moments comme dans les moments de doute.

Merci à Mika de me donner la chance de partager son quotidien.

Merci aussi à tous ceux qui ont pu contribuer au bon déroulement de ce stage.

Table des matières

Introduction	1
1. Contexte et problématique de l'étude	2
1.1. L'effet mâle, une technique alternative et durable de gestion de la reproduction adaptée aux ovins.....	2
1.1.1. Origine, principe et intérêts de l'effet mâle	2
1.1.2. Activité sexuelle des ovins et processus physiologique de l'effet mâle	2
1.2. Les facteurs de variation, optimisation et difficultés de l'effet mâle	6
1.2.1. Variations de l'efficacité de l'effet mâle liées à la femelle.....	6
1.2.2. Variations de l'efficacité de l'effet mâle liées au bélier	6
1.3. Objectifs et hypothèses de l'étude	8
1.3.1. Tester l'influence du comportement et de l'expérience sexuelle des mâles sur les performances de reproduction	8
1.3.2. Tester l'efficacité de l'effet mâle en fonction des caractéristiques des femelles	8
1.3.3. Tester l'efficacité de l'effet mâle sur les performances de reproduction en comparaison à des luttes synchronisées par pose d'éponges vaginales et à des luttes par effet mâle en saison.....	9
2. Matériel et méthodes.....	9
2.1. Etude du comportement des béliers lors du test de libido.....	9
2.1.1. Animaux.....	9
2.1.2. Protocole	9
2.1.3. Analyse des données	9
2.2. Etude du comportement des béliers lors des saillies	19
2.2.1. Animaux.....	19
2.2.2. Protocole	19
2.2.3. Analyse des données	19
2.3. Etude de l'efficacité de l'effet mâle	21
2.3.1. Animaux.....	21
2.3.2. Protocole	21
2.3.3. Analyse des données	22
3. Résultats.....	23
3.1. Influence du comportement et de l'expérience sexuelle des mâles sur les performances de reproduction.....	23
3.1.1. Analyse du comportement sexuel des béliers lors du test de libido.....	23
3.1.2. Analyse du comportement sexuel lors des saillies et influence sur les performances de reproduction.....	23
3.1.3. Comparaison et analyse des résultats des deux expérimentations	24
3.2. Efficacité de l'effet mâle en fonction des caractéristiques des femelles.....	25

3.2.1.	Analyse selon la classe d'âge	26
3.2.2.	Analyse selon le traitement appliqué aux lots.....	27
3.3.	Efficacité de l'effet mâle sur les performances de reproduction en comparaison à des luttes synchronisées par pose d'éponges vaginales et à des luttes par effet mâle en saison	28
3.3.1.	Efficacité de l'effet mâle en comparaison avec des luttes synchronisées par pose d'éponges vaginales en contre saison	28
3.3.2.	Efficacité de l'effet mâle en contre saison en comparaison à des luttes par effet mâle en saison.....	28
4.	Limites et perspectives	31
4.1.	Limites de l'étude.....	61
4.2.	Perspectives et utilisation potentielle de l'étude	32
5.	Conclusion	33

Liste des figures

- Figure 1 : Evolution du pourcentage de brebis ovulant au cours de l'année avec ou sans effet mâle (Oldham, 1980)
- Figure 2 : Fréquences moyennes et saisonnalité des ovulations et des cycles œstriens chez la brebis Ile-de-France (D'après Dacheux et al., 1981)
- Figure 3 : Evolution des concentrations hormonales au cours du cycle sexuel de la brebis (Boukhlig, 2002)
- Figure 4 : Evolution et saisonnalité du poids testiculaire et de la production spermatique journalière chez les béliers Ile-de-France (D'après Dacheux et al., 1981)
- Figure 5 : Evolution et saisonnalité de la concentration en testostérone et du comportement sexuel du bélier (Hart, 1974)
- Figure 6 : Etapes du comportement sexuel du bélier
- Figure 7 : Effet de la présentation au bélier sur l'évolution de la sécrétion de LH (trait plein) et FSH (pointillés) sur des brebis Ile-de-France (Cognié, Poindron et Orgeur, 1978)
- Figure 8 : Cycles œstriens lors de l'effet mâle (D'après Maton, 2013)
- Figure 9 : Relation entre la profondeur de l'anœstrus
- Figure 10 : Relation entre la profondeur de l'anœstrus (représenté par le pourcentage de brebis en anœstrus) et la
- Figure 11 : Schéma de synthèse de l'effet mâle
- Figure 12 : Schéma du protocole des luttes avec pose d'éponges vaginales
- Figure 13 : Schéma du protocole de l'effet mâle
- Figure 14 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des flairages ano-génitaux durant le test de libido
- Figure 15 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des approches latérales durant le test de libido
- Figure 16 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers adultes lors du test de libido
- Figure 17 : Classification ascendante hiérarchique présentant les classes de béliers adultes selon leur comportement lors du test de libido
- Figure 18 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des flairages ano-génitaux durant les saillies
- Figure 19 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des approches latérales durant les saillies
- Figure 20 : Répartition fréquentielle de la latence d'éjaculation des individus durant les saillies
- Figure 21 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des montes durant les saillies
- Figure 22 : Répartition fréquentielle du pourcentage de saillies des individus durant les saillies
- Figure 23 : Répartition fréquentielle du taux de fécondité des individus durant les saillies
- Figure 24 : Matrice de corrélation en nuage de points des différentes variables
- Figure 25 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers adultes lors des saillies
- Figure 26 : Classification ascendante hiérarchique présentant les classes de béliers selon leur comportement lors des saillies
- Figure 27 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers adultes lors des saillies (individu 56 illustratif)
- Figure 28 : Classification ascendante hiérarchique présentant les classes de béliers selon leur comportement lors des saillies (individu 56 illustratif)
- Figure 29 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers lors des saillies (individu 56 illustratif), dimensions 1 et 2
- Figure 30 : Répartition des individus (jeunes et adultes) selon les dimensions 1 et 2 de l'ACP lors des saillies

Figure 31 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers lors des saillies, dimensions 1 et 4

Figure 32 : Répartition des individus (jeunes et adultes) selon les dimensions 1 et 4 de l'ACP lors des saillies

Figure 33 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers lors des saillies, dimensions 3 et 4

Figure 34 : Répartition des individus (jeunes et adultes) selon les dimensions 3 et 4 de l'ACP lors des saillies

Figure 35 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des jeunes béliers lors des saillies, dimensions 1 et 2

Figure 36 : Répartition des individus (jeunes) selon les dimensions 1 et 2 de l'ACP lors des saillies

Figure 37 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des jeunes béliers lors des saillies, dimensions 1 et 3

Figure 38 : Répartition des individus (jeunes) selon les dimensions 1 et 3 de l'ACP lors des saillies

Figure 39 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des jeunes béliers lors des saillies, dimensions 2 et 4

Figure 40 : Répartition des individus (jeunes) selon les dimensions 2 et 4 de l'ACP lors des saillies

Figure 41 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers adultes lors des saillies selon les dimensions présentes en test libido

Figure 42 : Classification ascendante hiérarchique présentant les classes de béliers adultes en fonction de leur comportement lors des saillies selon les dimensions présentes en test libido

Figure 43 : Répartition des mises bas des effets mâle en contre saison de 2014 et 2015

Figure 44 : Prévion de la répartition des mises-bas de l'effet mâle en contre saison de 2016

Figure 45 : Pourcentage de mises-bas d'automne et de printemps en fonction des jours après introduction des mâles avec tablier

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coûts indicatifs par animal des différents traitements de synchronisation des chaleurs

Tableau 2 : Comparaison des différents critères des cycles sexuels des femelles avec et sans effet mâle

Tableau 3 : Tableau descriptif des variables

Tableau 4 : Répartition des béliers adultes par classes lors du test libido et des saillies

Tableau 5 : Répartition du nombre de béliers adultes constant dans leur comportement sexuel en fonction des classes

Tableau 6 : Résultats de performances des femelles suite à l'effet mâle

Tableau 7 : Résultat de performances des femelles en fonction des lots suite à l'effet mâle

Tableau 8 : Résultats de performances des femelles en effet mâle et en lutte avec pose d'éponges

Tableau 9 : Caractéristiques des effets mâle en contre saison des années 2014, 2015 et 2016

Tableau 10 : Pourcentages de gestation des femelles en effet mâle des années 2014, 2015 et 2016

Tableau 11 : Pourcentages de femelles gestantes en effet mâle de saison et contre saison

Liste des abréviations

AL : Approches latérales

Lat : Latence

ANOVA : ANalysis Of VAriance

ELISA : Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

ACP : Analyse en composantes multiples

FSH : Follicle-Stimulating Hormone

GnRH : Gonadotropin Releasing Hormone

LH : Luteinizing Hormone

NEC : Note d'Etat Corporel

P4 : Progestérone

PGF2 α : Prostaglandine F2 α

PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotropin

Introduction

La reproduction du troupeau est la base de tout élevage et sa maîtrise est donc primordiale pour assurer la pérennité et la force de l'élevage. Les ovins sont une espèce dont le rythme biologique et comportemental est provoqué par la photopériode, c'est-à-dire la variation de la durée du jour. Ainsi, cette espèce présente une activité sexuelle saisonnée. Celle-ci débute à la fin de l'été/début de l'automne, lorsque les jours raccourcissent et se termine à l'approche du printemps, lorsque les jours s'allongent. La période de repos sexuel s'étale du printemps à l'été. De ce fait, les mises-bas ont lieu à la belle saison, favorisant ainsi le développement des jeunes grâce à un climat et une pousse de l'herbe favorables. Cependant, la saisonnalité peut être une contrainte pour de nombreux élevages qui souhaitent conserver une activité ovulatoire des femelles durant toute l'année afin de garantir une production constante et stable. De nombreuses méthodes ont été mises en place comme les traitements hormonaux d'induction et de synchronisation des œstrus et des ovulations afin de contrer cette saisonnalité (éponges vaginales, traitement à la mélatonine, traitement lumineux).

De nos jours, l'agriculture tend de plus en plus à entrer dans des démarches de durabilité avec trois piliers principaux : environnemental, économique et social. Les différentes méthodes de gestion de la reproduction bien qu'efficaces semblent de moins en moins répondre à cette durabilité. En effet, ces techniques représentent un coût relativement élevé pour les éleveurs ce qui ne rentre pas dans une démarche de durabilité économique des exploitations et ne favorise pas ou peu l'autonomie économique des exploitations. De plus, les hormones utilisées, comme la progestérone, sont des substances difficilement dégradables qui contaminent l'environnement par le biais des nappes phréatiques ce qui vient à l'encontre de la durabilité environnementale. D'un point de vue sanitaire, ces substances peuvent aussi être source de contamination par des virus ou des bactéries. Concernant la durabilité sociale, de plus en plus de consommateurs sont regardant vis-à-vis produits qu'ils achètent. Ainsi, les produits « sans traitements hormonaux » et « naturels » sont favorisés tout comme les produits issus de l'agriculture biologique pour lesquels l'utilisation d'hormones est interdite. De plus, le bien-être animal est une notion qui préoccupe de plus en plus de consommateurs et les techniques utilisées actuellement peuvent paraître être à l'encontre de ce bien-être.

Les exploitations voulant ainsi s'inscrire dans une durabilité complète doivent se tourner vers des méthodes alternatives de gestion de la reproduction. De plus, les chercheurs de l'INRA souhaitent accroître leur travail sur des souches sans traitements hormonaux. C'est pourquoi l'ensemble des acteurs des différentes filières tentent de mettre au point des techniques pouvant répondre à ces nouvelles demandes sociétales et agronomiques tout en gardant de bonnes performances zootechniques. L'une de ces méthodes est « l'effet mâle » qui est étudiée et utilisée depuis de nombreuses années. Cependant cette dernière, comme la reproduction naturelle, est sous l'influence de nombreux facteurs qui peuvent diminuer son efficacité et ainsi freiner son utilisation par les agriculteurs. Ce sont ces facteurs (comportement et caractéristiques des animaux) qu'il est primordial d'essayer de limiter afin de développer l'effet mâle dans les élevages.

En premier lieu, les origines et le contexte de l'étude seront présentés, ainsi que la problématique. Dans un second temps, les objectifs et les hypothèses ainsi que la méthodologie de l'étude seront exposés. Pour finir, les résultats ainsi qu'une discussion autour des limites et des perspectives d'avenir de l'étude seront explicités.

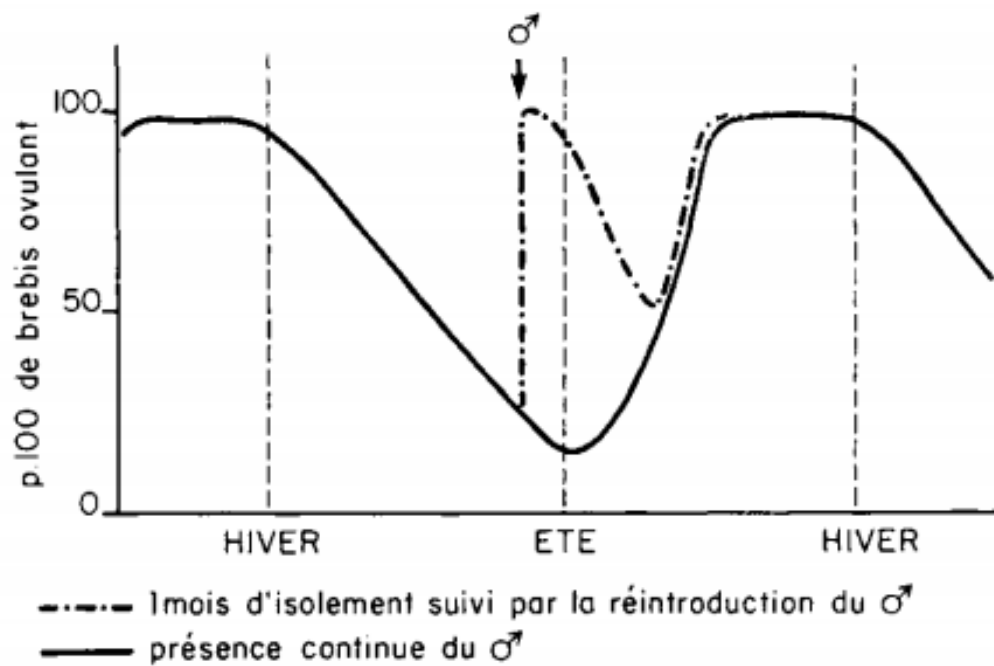


Figure 1 : Evolution du pourcentage de brebis ovulante au cours de l'année avec ou sans effet mâle (Oldham, 1980)

		Eponges vaginales	PMSG (400 UI)	PMSG (600UI)	Implant mélatonine
Prix par animal en euros	2014	3,38 € ^(a)	4,98 € ^(a)	6,68 € ^(a)	9,87 € ^(a)
	2011	3,24 € ^(a)	4,46 € ^(a)	6,15 € ^(a)	9,45 € ^(a)
	2004	2,40 € ^(b)			3,90 € ^(b)

Tableau 1 : Coûts indicatifs par animal des différents traitements de synchronisation des chaleurs

(a) : Tarifs généraux appliqués par le fournisseur Centravet

(b) : Tarifs issus de Reproduction des animaux d'élevage, Educagri, 2005

1. Contexte et problématique de l'étude

1.1. L'effet mâle, une technique alternative et durable de gestion de la reproduction adaptée aux ovins

1.1.1. Origine, principe et intérêts de l'effet mâle

C'est dès 1721 que Liger décrit le comportement sexuel des ovins dans *La nouvelle maison rustique, ou Économie générale de tous les biens de campagne*. Dans cet ouvrage, il est même question de l'importance de la synchronisation des mises bas résultant d'un contact restreint entre mâles et femelles : « On ne laisse le Bélier avec les Brebis que pendant le temps qu'il leur faut pour concevoir, et cela pour deux raisons : la première, afin que l'on soit sûr du temps d'accouplement, et que les Agneaux ne viennent pas plus tôt qu'on ne voudrait, à cause du froid [...]. La seconde, afin de ménager le Bélier et les Brebis même [...] ». C'est ensuite en 1944 qu'Underwood, Shier et Davenport signalent un effet de la présence du mâle sur les mécanismes de reproduction chez la femelle. L'utilisation de l'effet mâle s'est réellement développée dans les années 1960 et 1970 avec pour objectifs de provoquer les mises-bas au moment voulu, d'étendre la saison d'œstrus et de raccourcir la période de monte. C'est ensuite au fil des années que les auteurs ont compris puis décrit l'effet mâle d'un point de vue biologique.

L'effet mâle est une technique de maîtrise naturelle de la reproduction consistant en l'introduction d'un mâle dans un troupeau de femelles en période de repos sexuel, après une séparation au moins égale à un mois. Cette séparation consiste à la privation des différents sens : olfactif, visuel, tactile et sonore. L'introduction des mâles engendre une reprise synchrone des cycles induisant l'ovulation et l'œstrus chez la brebis (cf. Figure 1).

Le mâle introduit doit être vasectomisé ou porter un tablier de manière à ce qu'il ne puisse pas saillir les femelles. Après une durée de 15 jours, les inséminations artificielles peuvent avoir lieu ou en cas de lutte naturelle, les mâles servant pour la reproduction peuvent être introduits.

En plus d'un intérêt agronomique certain du fait d'une reproduction possible en contre saison et d'une réduction de la période de mises-bas par une synchronisation des chaleurs, l'effet mâle entre dans une démarche de durabilité et répond aux demandes sociétales du marché : c'est une technique « propre » (pas d'hormones ni de traitements particuliers), « verte » (sans dégradation des écosystèmes) et « éthique » (soucieuse du bien-être animal). L'aspect économique pourrait également faire préférer l'effet mâle aux autres techniques de maîtrise de la reproduction basées sur l'utilisation de traitements hormonaux. En effet, l'effet mâle ne présente aucun frais autre que l'entretien des animaux à l'inverse des éponges vaginales et des injections de PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) ou des implants de mélatonine qui représentent un coût non négligeable pour l'exploitation (cf. Tableau 1).

1.1.2. Activité sexuelle des ovins et processus physiologique de l'effet mâle

1.1.2.1. Activité et cycles sexuels de la brebis en saison sexuelle

Les ovins sont des espèces dont le rythme biologique et comportemental est provoqué par la photopériode, c'est-à-dire la variation de la durée du jour. Ainsi, ces espèces présentent une activité sexuelle saisonnée. Celle-ci débute à la fin de l'été-début de l'automne, lorsque les jours raccourcissent et se termine à l'approche du printemps, lorsque les jours s'allongent. Ainsi, le repos sexuel s'étale du printemps à l'été (cf. Figure 2).

Pendant la saison sexuelle et après la puberté (6 à 10 mois), l'activité sexuelle des femelles se manifeste par la présence de cycles, d'une durée de 17 jours en moyenne. Durant ces cycles apparaissent des phénomènes d'œstrus (chaleurs) et d'ovulation. Ceux-ci sont saisonnés comme le montre la Figure 2.

Fréquence

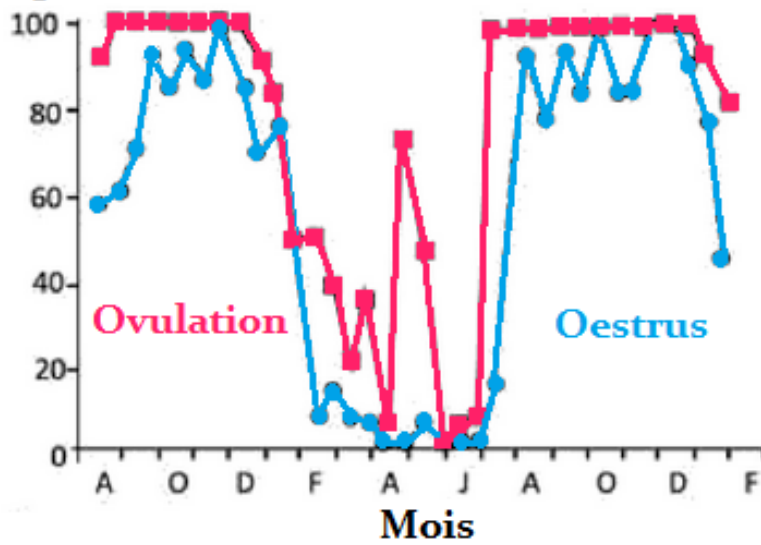


Figure 2 : Fréquences moyennes et saisonnalité des ovulations et des cycles œstriens chez la brebis Ile-de-France (D'après Dacheux et al., 1981)

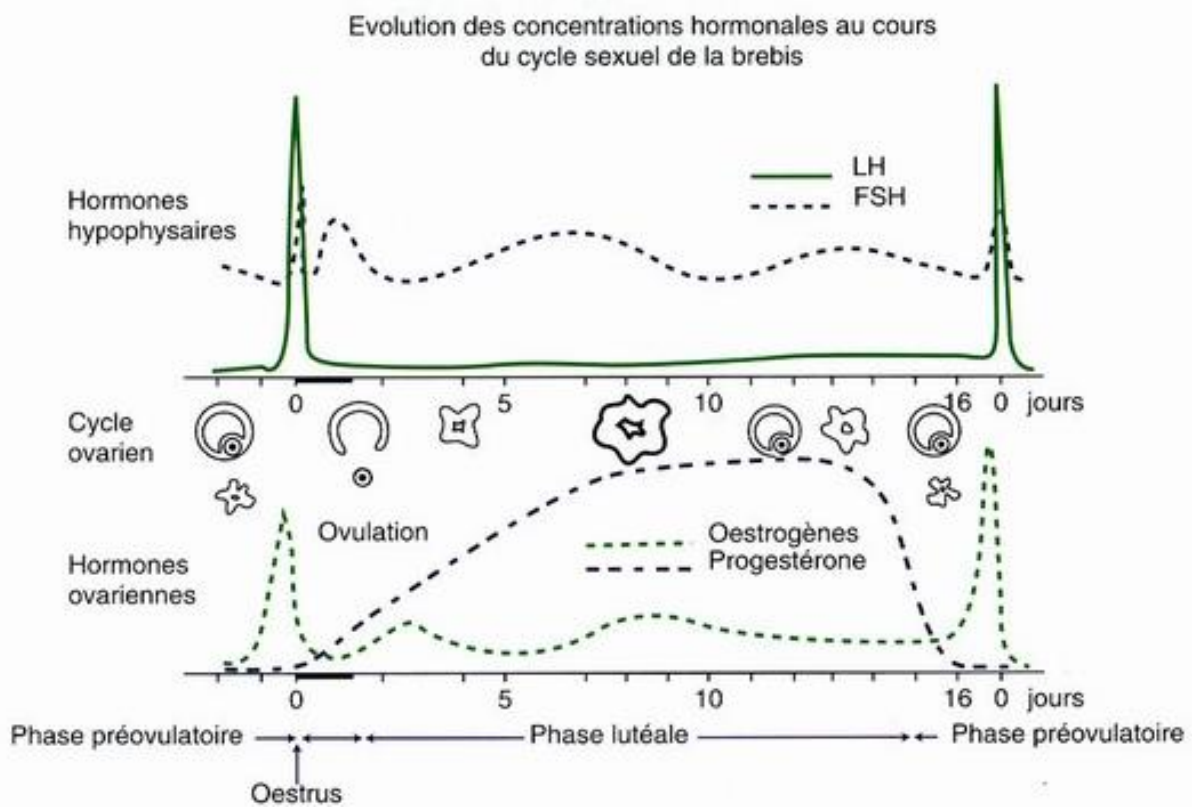


Figure 3 : Evolution des concentrations hormonales au cours du cycle sexuel de la brebis (Boukhlig, 2002)

Les cycles sont contrôlés par l'activité neuronale et hormonale. L'hypothalamus synthétise de la GnRH qui stimule l'hypophyse et ainsi la production des hormones gonadotropes : la FSH (stimulation de la croissance terminale des follicules) et la LH (maturation des ovocytes et ovulation). La sécrétion de GnRH est contrôlée par des facteurs externes (la lumière grâce à l'action de la mélatonine sur les neurones à kisspeptides ou encore les phéromones) et internes (taux de stéroïdes circulants). Sous l'effet des hormones gonadotropes, l'ovaire va sécréter des hormones stéroïdes réalisant un contrôle rétroactif de l'hypothalamus. Ainsi, durant les premiers jours du cycle, la synthèse d'œstrogènes va permettre une inhibition de l'hypothalamus permettant de garder un taux de LH et FSH stable. Avant l'ovulation, la synthèse d'œstrogènes est maximale et déclenche sur l'hypothalamus une sécrétion importante de LH et FSH. Enfin, durant la phase lutéale, l'ovaire sécrète de la progestérone qui va réaliser un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus. Avant l'ovulation, la forte augmentation de la concentration en LH est appelée pic pré-ovulatoire et permet le déclenchement de l'ovulation.

Le cycle œstrien se décompose en deux phases (cf. Figure 3) :

- La phase folliculaire durant de 3 à 4 jours qui aboutit aux chaleurs et à l'ovulation. Les hormones gonadotropes stimulent le développement des follicules qui vont produire des œstrogènes permettant l'apparition des chaleurs. La fin de cette phase est marquée par l'ovulation (éclatement du follicule qui libère alors l'ovule) qui apparaît environ 30 heures après le début des chaleurs.
- La phase lutéale qui prépare l'utérus à l'implantation du ou des embryons. Lors de cette phase, le corps jaune (follicule sans l'ovule) produit de la progestérone bloquant ainsi la libération d'hormones gonadotropes par l'hypophyse. Si la brebis n'a pas été fécondée, l'utérus produit de la PGF2 α (Prostaglandine F2 α) ayant une action lutéolytique (Goding, 1974) (Cooke & Homeida, 1982). Ainsi, il y a destruction du corps jaune, arrêt de la synthèse de progestérone et reprise d'un nouveau cycle sexuel. Dans, ce cas, la fin du cycle se produit au bout de 13 à 14 jours (Goding, 1974). Si la brebis a été fécondée, la concentration en progestérone reste élevée ce qui diminue la concentration en récepteurs d'ocytocine dans l'endomètre (Vallet et al., 1990) (Lau et al., 1992) (Lau et al., 1992), hors l'ocytocine stimule la synthèse de PGF2 α et donc la lutéolyse (Mitchell et al., 1975) (Flint & Sheldrick, 1983). De ce manière, le corps jaune devient persistant et permet la gestation pour une durée de 145 jours environ pour la race Ile-de-France (Boukhlig, 2002).

Le cycle sexuel de la brebis peut être « court » ou « long ». Certains auteurs expliquent la courte durée de certains cycles par la durée de vie limitée du corps jaune (Oldham et al., 1978) (Lassoued & Khaldi, 1993) et d'autres par l'action diminuée de celui-ci sur la synthèse de progestérone (Brown et al., 2014). Dans tous les cas, l'apparition de cycles courts serait due à une plus faible synthèse de progestérone par le corps jaune et donc à un rétrocontrôle négatif moins important sur l'hypophyse. Certains travaux ont estimé que la concentration de progestérone était identique lors des 4 premiers jours du cycle quelle que soit la durée (0,4 ng/mL) et qu'elle différait à partir de huitième jour : 2,0 ng/mL lors des cycles normaux contre 0,1 ng/mL lors des cycles courts (Salmon et al., 1984). Suite à cette faible concentration en progestérone, suivrait une sécrétion précoce de PGF2 α et une action lutéolytique précoce induisant un cycle court d'une durée de 4 jours (Lassoued et al., 1995) à 8 jours (Oldham & Martin, 1978).

Les facteurs impactant le taux d'ovulation, la fertilité et la survie embryonnaire sont la photopériode, l'environnement social, la nutrition, la température, le stress ainsi que les conditions d'élevage (Ortavant et al., 1985).

L'anœstrus se définit comme une période d'acyclité ou de repos sexuel et peut être la conséquence de la photopériode, on parle alors d'anœstrus saisonnier, ou des suites de la gestation, on parle alors d'anœstrus post-partum. En pleine contre-saison, l'anœstrus est qualifié de profond (Khaldi, 1984) contrairement à l'anœstrus léger qui existe à l'approche de la saison sexuelle.

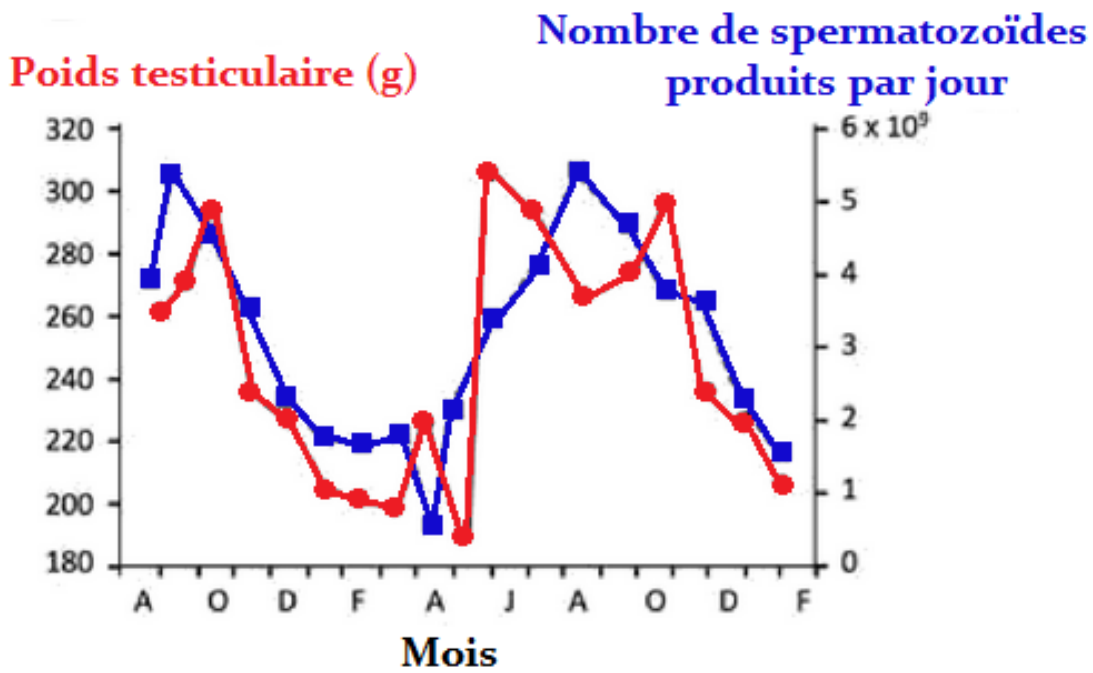


Figure 4 : Evolution et saisonnalité du poids testiculaire et de la production spermatique journalière chez les béliers Ile-de-France (D'après Dacheux et al., 1981)

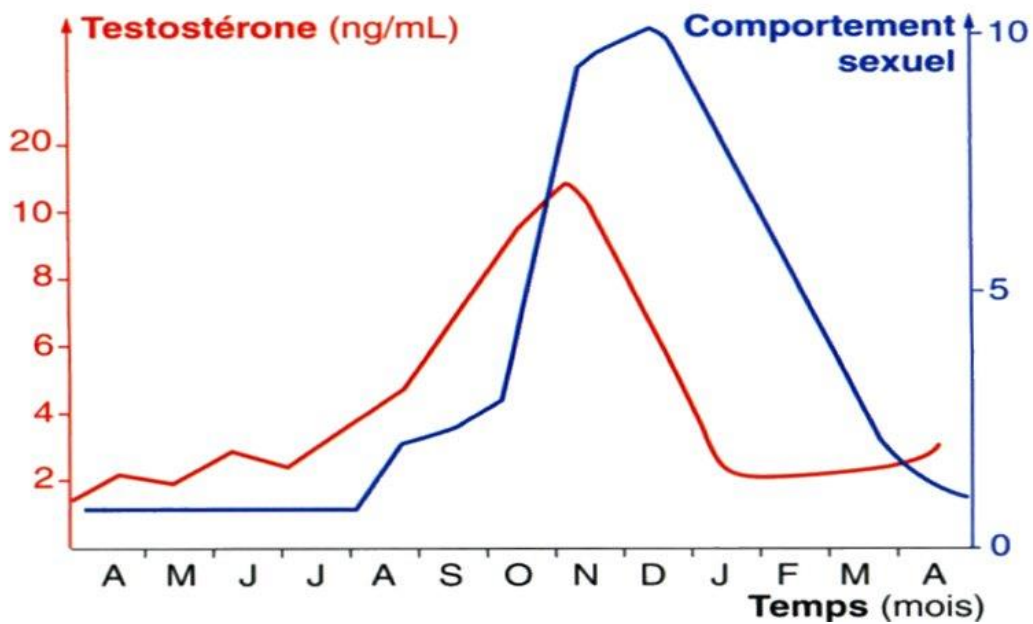


Figure 5 : Evolution et saisonnalité de la concentration en testostérone et du comportement sexuel du bélier (Hart, 1974)

Celui-ci est caractérisé par une concentration en FSH élevée et une forte proportion de follicules non atrétiques, c'est-à-dire capables d'ovuler après stimulation par LH (Lassoued et al., 1995). La profondeur de l'anœstrus dépend aussi de la race des brebis (Khaldi, 1984). Elle peut être appréciée par le nombre de brebis entrant en cyclicité spontanément lors de la contre-saison. (Lindsay & Signoret, 1980). Certaines races sont dites très saisonnées avec une saison d'anœstrus longue et profonde (mouton Vendéen et mouton Charolais), moyennement saisonnées (Ile-de-France) ou très peu saisonnées avec une saison d'anœstrus courte et peu profonde (Romanov et Romane) (Chanvallon et al., 2009). C'est durant cette période d'anœstrus que l'effet mâle va être utilisé afin de provoquer une cyclicité chez les brebis.

1.1.2.2. Activité sexuelle du bélier en saison sexuelle

Chez les mâles, l'activité sexuelle débute à la puberté à l'âge de 6 à 8 mois. Cette activité est corrélée à un poids testiculaire et une production spermatique plus importante. Plusieurs travaux ont montré que ces paramètres sont dépendants de la photopériode (*cf.* Figure 4) (Dacheux et al, 1981 ; Boukhlig, 2002).

Ces paramètres présentent donc des valeurs maximales à l'automne et à l'hiver et minimales durant le printemps et l'été. Un gramme de testicule de bélier Ile-de-France produit $12,2 \times 10^6$ spermatozoïdes en automne contre seulement $9,3 \times 10^6$ au printemps. (Dacheux et al, 1981). Ainsi, un bélier peut produire jusqu'à 5,5 milliards de spermatozoïdes par jour après la puberté (UNOTEC, 2010). Ces modifications saisonnières de l'activité spermatogénétique entraînent des changements importants de poids testiculaire : de 200 g en mai à plus de 300 g en août chez le bélier Ile-de-France (Dacheux et al, 1981). Cependant, les auteurs sont en désaccord quant à la relation entre la taille des testicules et la fertilité des béliers. Certains auteurs ont montré que la fertilité était positivement corrélée à la production spermatique, mesurée par la taille des testicules, (Gherardi et al, 1980) et d'autres ne retrouvent pas cette relation lors de leurs expériences (Salmon et al, 1984). Cette différence pourrait s'expliquer, selon les auteurs par l'importance des réserves épидидymaires.

1.1.2.3. Comportement des ovins durant la saison sexuelle

Le comportement sexuel est la résultante de séquences comportementales qui permettent l'accouplement et le dépôt de sperme dans les voies génitales de la femelle et permet ainsi la fécondation. Le comportement des mâles est sous la dépendance de la testostérone (Hart, 1974) et connaît aussi une variation saisonnière (*cf.* Figure 5).

Ce comportement peut être caractérisé par trois phases successives : l'attractivité, la phase appétitive et la phase consommatoire (Beach, 1976). Lors de la première phase, le mâle et la femelle entrent en contact grâce à différents signaux sensoriels tels que l'odeur du mâle ou encore les vocalisations émises par le mâle et/ou la femelle. La deuxième phase que l'on peut qualifier de pré-copulatoire reflète le niveau de motivation sexuelle, à savoir la libido (Balthazart & Fabre-Nys, 2011, Nelson, 2011). Se met en place lors de cette phase, un comportement de parade de la part du mâle. Le bélier vient alors stimuler la femelle par des approches latérales accompagnées de vocalisations et de coups de langue sur le dos de la femelle. Si la femelle est en phase d'œstrus elle va alors s'immobiliser, témoignant ainsi de sa réceptivité (Gelez & Fabre-Nys, 2007). Ce comportement incite le mâle à entrer dans la dernière phase comportementale, la phase consommatoire. Se produisent ici une série de montes accompagnées de mouvements du bassin avec intromission du pénis dans le vagin de la femelle. S'en suit l'éjaculation après une ou plusieurs montes selon le comportement du mâle et l'immobilisation plus ou moins importante de la femelle. Plusieurs accouplements peuvent avoir lieu après une courte phase de repos, cependant, Salmon et al. ont démontré qu'il n'y avait pas de relation entre le nombre d'accouplements et la fertilité du mâle. Ces phases sont schématisées sur la Figure 6.

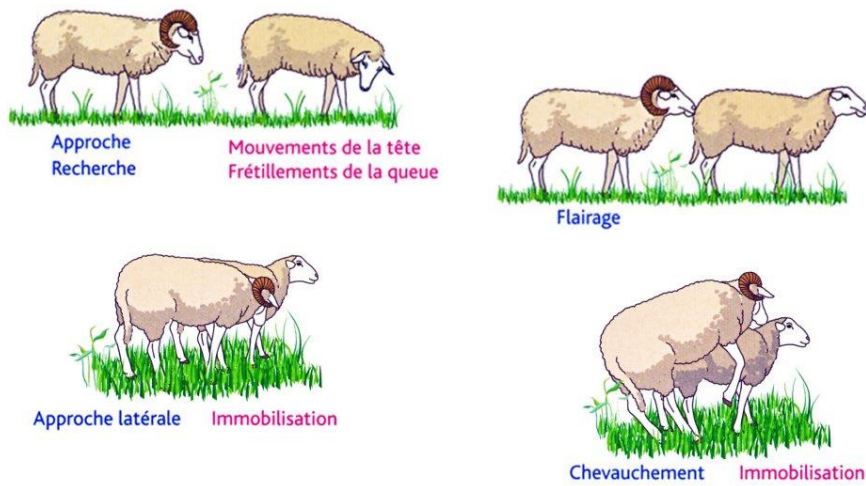


Figure 6 : Etapes du comportement sexuel du bélier

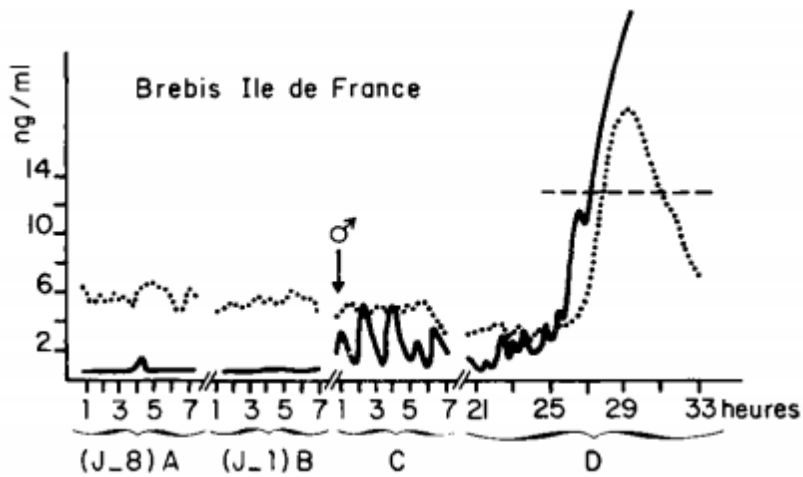


Figure 7 : Effet de la présentation au bélier sur l'évolution de la sécrétion de LH (trait plein) et FSH (pointillés) sur des brebis Ile-de-France (Cognié, Poindron et Orgeur, 1978)

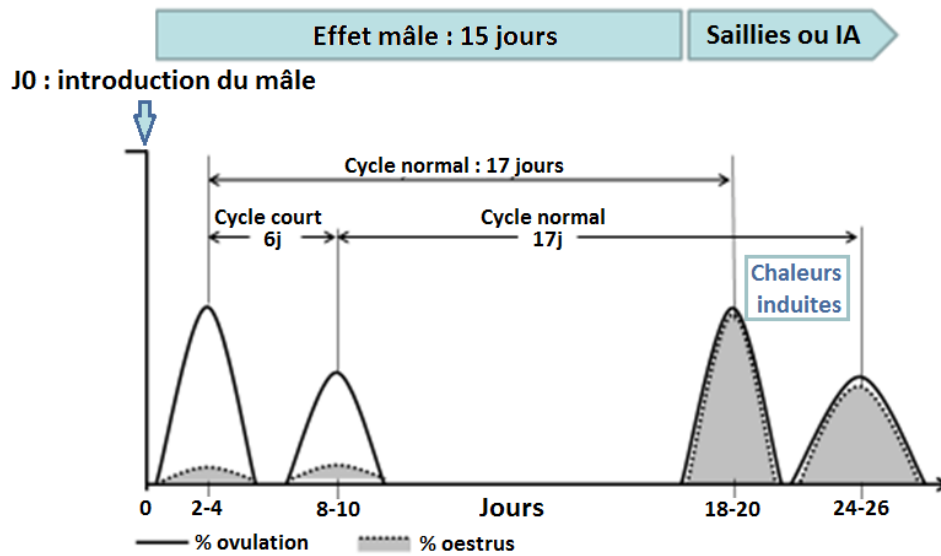


Figure 8 : Cycles œstriens lors de l'effet mâle (D'après Maton, 2013)

1.1.2.4. Modification par effet mâle de la cyclicité chez les brebis

Modification du cycle des brebis pubères

Lors de l'effet mâle, les voies sensorielles détectant la reprise de contact entre les mâles et les femelles vont provoquer une reprise de l'activité hypothalamo-hypophysaire et des mécanismes hormonaux impliqués dans l'activité sexuelle de la brebis. Ainsi apparaît une **augmentation immédiate du nombre et de l'amplitude des pulses de LH** conduisant à l'apparition du pic pré-ovulatoire de LH ainsi qu'une augmentation de la FSH (*cf.* Figure 7).

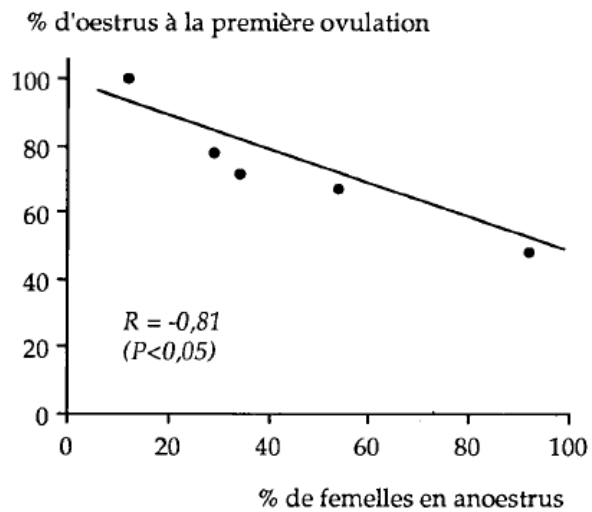
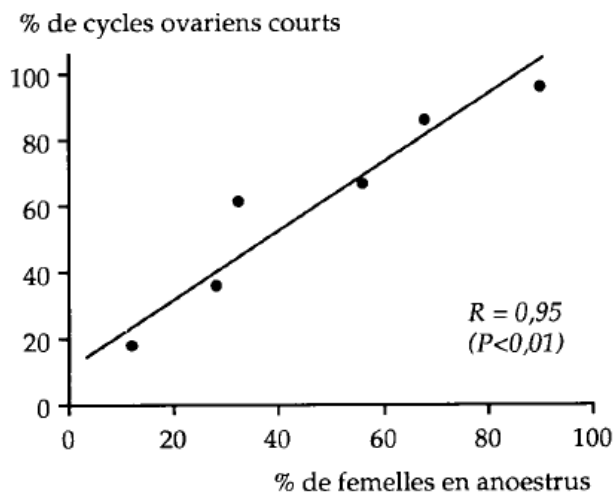
L'apparition de ce pic permettant le déclenchement de l'ovulation diffère selon les auteurs et varie de 10 heures après introduction du mâle (Chesworth & Tait, 1974) à 36 heures (Knight et al., 1978) (Oldham et al., 1978) (Cognié et al., 1978) (Cognié, 1988). Lindsay et al. (1975), quant à eux ont constaté qu'en saison sexuelle, l'effet mâle permettait une diminution de 8 heures concernant la latence entre le pic de LH et l'ovulation comparé à des brebis témoins lorsque ces dernières étaient en œstrus. Cependant, l'ensemble des auteurs s'accordent à dire que cette première ovulation est silencieuse, c'est-à-dire sans comportement d'œstrus (Oldham & Martin, 1978) (Schinckel, 1954), pour 50 % des brebis (Eyal, 1958) (Prud'Hon & Denoy, 1969). Le phénomène d'œstrus n'apparaît que 16 jours après l'introduction du mâle ou 24 jours si les brebis présentent un cycle court en premier lieu (Cognié, 1988) (Oldham & Martin, 1978). La durée des cycles varie chez Lassoued et al. qui ont constaté que les cycles courts étaient en moyenne de $4,7 \pm 1,2$ jours et que les cycles normaux étaient de $15 \pm 1,0$ jours. Cette variabilité de durée des cycles induits par effet mâle peut s'expliquer par le degré de maturation folliculaire ainsi que par le degré d'inhibition des mécanismes lutéolytiques pouvant varier entre les brebis (Lassoued et al., 1995). Les différents scénarios concernant les cycles œstriens sont représentés à titre indicatif sur la Figure 8.

La proportion de femelles réalisant un cycle court suite à l'introduction des mâles est importante selon la littérature. Pour Oldham et Martin (1978), la cause de ces cycles courts est l'hypofonctionnalité du corps jaune (pour 50 % des femelles) tandis que Lassoued et Khaldi mettent en cause la plus courte durée de celui-ci. L'hypofonctionnalité du corps jaune induit par effet mâle dépend du degré de maturation des follicules au moment de l'introduction des mâles (Cognié, et al., 1982) (Pearce et al., 1985) et de la sécrétion prématurée de $\text{PGF}2\alpha$ qui coïncide avec un pic d'ocytocine et le nombre de récepteurs d'ocytocine dans l'endomètre (Flint & Sheldrick, 1983). De cette manière, il existe deux pics de chaleurs synchronisées lors de l'effet mâle : entre J15 et J20 pour 31 % des brebis et entre J21 et J28 pour 63% des brebis (Lindsay, et al., 1982). Pour Lassoued et al., les pics de chaleurs sont entre J14 et J16 et entre J20 et J23. D'une manière générale, 80 % des brebis s'accouplent entre J15 et J24 après l'introduction des mâles en début de saison sexuelle (Prud'Hon & Denoy, 1969) et 91 % ovulent durant le mois de présence des mâles (Lindsay, et al., 1982).

En plus de permettre une synchronisation des cycles entre les brebis, l'introduction des mâles permet de diminuer d'un tiers la durée de la réceptivité sexuelle des femelles comparé à des brebis témoins (Zeltobrujk & Rak, 1964) (Parsons & Hunter, 1967) (Van der Westhuisen et al., 1970). Il a été montré que l'effet mâle avait un effet sur l'entrée ou la sortie d'œstrus des brebis. En effet, cette technique permettrait de diminuer la durée de l'œstrus de lactation (Mauléon & Dauzier, 1965) et retarderait l'entrée en œstrus en fin de période saisonnière d'activité ovarienne, permettant ainsi de prolonger l'existence de cycles œstriens (Lishman & Hunter, 1966).

Tableau 2 : Comparaison des différents critères des cycles sexuels des femelles avec et sans effet mâle

Critères	Avec effet mâle	Sans effet mâle
Réceptivité au mâle 😊	↘ d'un tiers de la durée de réceptivité (Zeltobrujk, 1964, Parsons, 1967, Van der Westhuisen, 1970)	
Pic de LH 😊	20h après introduction du ♂ (Oldham, 1978)	60h après introduction du ♂ (Lassoued, 1995)
Synchronisation 😊	Entre J15 et J24 pour 80 % des ♀ (Prud'Hon, 1969)	Plusieurs semaines (Lassoued, 1995)
Cycles 😊 😞 😡	Durée cycle court : $4,7 \pm 1,2$ j (Lassoued, 1995) Durée cycle normal : $15 \pm 1,0$ j (Lassoued, 1995) Beaucoup de cycles courts (50 % des brebis)	Durée cycle court : 4 à 8 jours (Oldham, 1978) Durée cycle normal : 17 jours (Oldham, 1978)
Ovulation 😐 😊 😡	91 % de femelles ovulant sur la lutte totale (Lindsay, 1982) Latence d'ovulation diminuée de 8 heures en saison sexuelle (Lindsay, 1975) Ovulation silencieuse lors du premier cycle (Eyal, 1958)	100 % des femelles en saison Ovulation 30 heures après les chaleurs
Anœstrus 😊	Retard de l'entrée en anœstrus (Lishman, 1966) ↘ durée anœstrus saisonnier (Mauléon, 1965)	
Puberté 😊	↘ âge à la puberté (195 jours) (Dyrmundsson, 1972)	244 jours en moyenne



Modification chez les brebis non pubères

L'effet mâle aurait aussi un impact sur la puberté des agnelles. En effet, grâce à la détection du mâle par les différentes voies sensorielles, les agnelles se verraient entrer en puberté précocement du fait d'une augmentation du poids de l'utérus et des concentrations d'œstrogènes, de LH et de FSH (Signoret, 1980). Cette puberté précoce (195 jours au lieu de 244 jours) est due au sens olfactif des agnelles qui, en sentant de l'urine de mâle sous la dépendance d'androgènes, entreraient en œstrus (Dyrmundsson & Lees, 1972). Dyrmundsson et Lees ont fait cette expérience avec un lot de 25 agnelles en anœstrus âgées de 145 jours et un deuxième lot de 25 agnelles âgées de 195 jours. Après introduction des mâles, 13 agnelles du deuxième lot sont entrées en œstrus entre J18 et J20 et aucune dans le lot 1. Il y aurait donc un âge requis pour que les agnelles entrent en puberté.

Le Tableau 2 récapitule les principaux résultats des différents chercheurs concernant les caractéristiques des cycles des femelles.

1.2. Les facteurs de variation, optimisation et difficultés de l'effet mâle

L'efficacité de l'effet mâle peut être appréciée par le nombre de femelles réalisant des cycles induits par l'introduction des mâles, le taux de gestation des brebis ainsi que la synchronisation des mises-bas.

1.2.1. Variations de l'efficacité de l'effet mâle liées à la femelle

Les facteurs de variations liés à la femelle sont principalement dus à l'état d'anœstrus et à leur profondeur. En effet, l'intensité des anœstrus détermine la fréquence de cycles courts induits par effet mâle. Lors d'anœstrus profonds, la fréquence de cycles courts se voit augmenter comme le présente la Figure 9 (Khaldi, 1984) (Chemineau et al., 1996).

De plus, l'expression du comportement d'œstrus lors de la première ovulation est corrélée négativement avec le pourcentage de femelles en anœstrus (*cf.* Figure 10) (Chemineau et al., 1996).

La présence de ces cycles courts est le principal problème concernant l'effet mâle puisque ce sont ces derniers qui vont élargir la période de synchronisation des chaleurs. En plus de cela, l'expression du comportement sexuel des femelles est relativement faible lors de la première ovulation comme nous avons pu le voir précédemment.

L'âge et l'expérience sexuelle des brebis est aussi un facteur de variation de réussite de l'effet mâle. Une agnelle ayant une expérience sexuelle nulle est beaucoup moins réceptive à l'effet mâle qu'une brebis ayant déjà été fécondée (Chanvallon et al., 2009). L'agnelle ne va pas présenter de comportement proceptif et ne va pas entrer en cycle du fait de l'introduction du mâle.

Malgré un manque de résultats probants concernant l'influence de la note d'état des brebis sur la réponse à l'effet mâle (Tournadre et al., 2002), les auteurs s'accordent à dire que la nutrition reste un facteur impactant la réponse à l'effet mâle du fait de son action sur le taux de fertilité (Folch et al., 1985). Les faibles niveaux d'état corporel seraient en mesure d'entraîner une déficience hypothalamique en GnRH chez les femelles ainsi qu'une modification de leur sensibilité hypophysaire à l'action du GnRH (Khaldi et Lassoued, 1991)

1.2.2. Variations de l'efficacité de l'effet mâle liées au bélier

De nombreux facteurs de variation de l'efficacité de l'effet mâle sont liés au bélier. Il peut s'agir de facteurs internes comme la génétique (race, comportement sexuel, hérédité), l'âge, la production spermatique ou les concentrations de testostérone ou de facteurs externes comme l'environnement social (expérience sexuelle, relations sociales) ou physique (photopériode, température, nutrition, conditions d'élevage). Le comportement sexuel est un facteur très variable entre les individus. Lors de l'effet mâle, si le bélier a une libido faible et ne stimule pas les femelles, les mécanismes sensoriels des brebis ne permettront pas de déclencher les mécanismes de cyclicité (Mattner et al., 1971) (Orgeur et al., 1984). Cette inhibition sexuelle peut être due aux conditions d'élevage, à l'isolement ou encore à l'état de santé de l'animal (Orgeur et al., 1984).

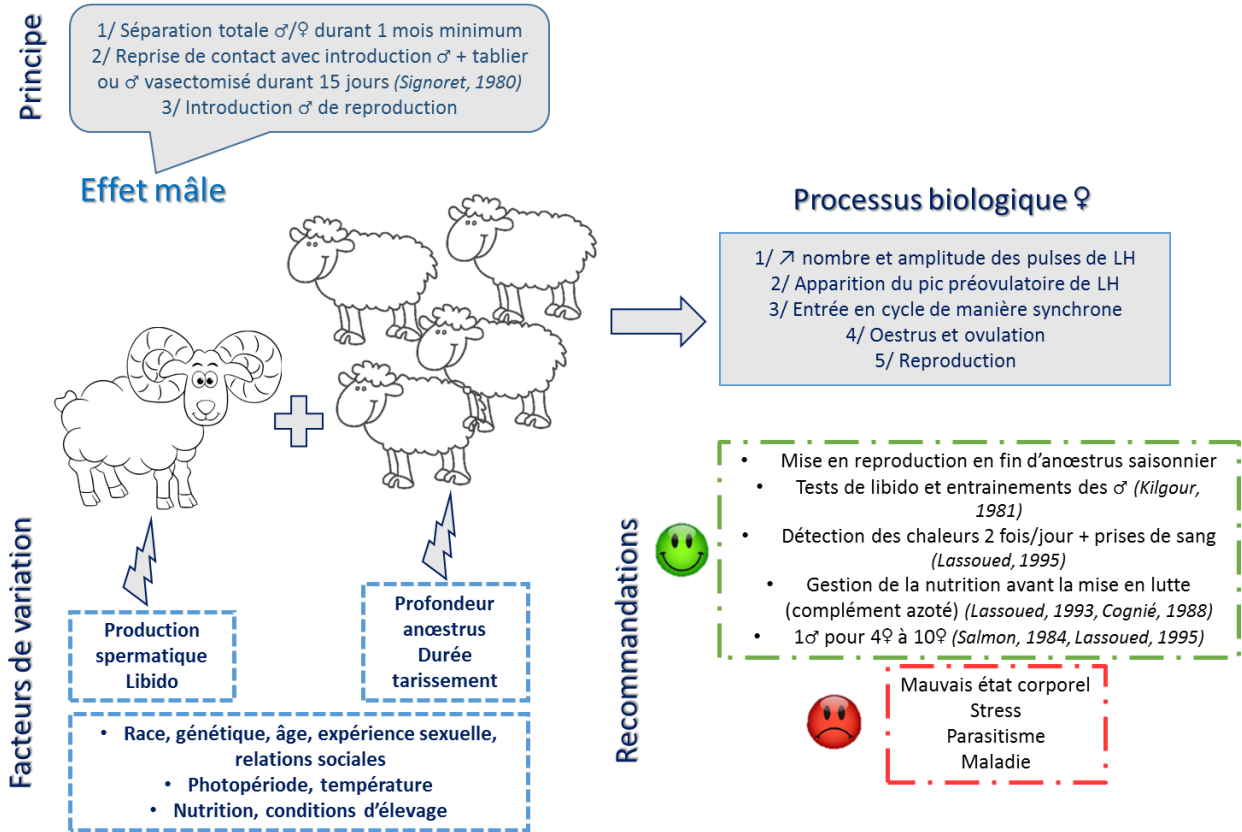


Figure 11 : Schéma de synthèse de l'effet mâle

La température ambiante est un facteur qui impacte le comportement sexuel des mâles. Plus les températures sont élevées, moins l'activité générale du mâle, et donc son activité sexuelle, sera intense (Fowler, 1984). Cependant, chaque race de bélier présente une zone de confort thermique différente. La température impacte aussi la production spermatique du fait de la perturbation de la spermatogenèse et la spermiogénèse (Colas, 1983).

La production spermatique est aussi un facteur qui va limiter les capacités de reproduction des mâles. En effet, lors de la mise en lutte des femelles synchronisées, les mâles vont saillir plusieurs femelles ce qui répartit les spermatozoïdes dans un nombre élevé d'éjaculats diminuant ainsi leur concentration. Au final, le nombre de spermatozoïdes introduit dans chaque femelle est plus faible ce qui baisse le taux de fécondation. Moins de 100 millions de spermatozoïdes sont retrouvés par éjaculat ce qui n'est pas suffisant pour assurer la fécondation (Colas, 1983) (Fulkerson et al., 1982). Lorsque les béliers présentent un mauvais état corporel (note d'état inférieur ou égale à 2), leur concentration en LH et en testostérone sont diminuées et ainsi leurs capacités de reproduction sont plus faibles (Folch et al., 1985). Afin de maintenir un état corporel satisfaisant pour la mise à la reproduction (note comprise entre 3 et 3,5), il est possible de faire un apport azoté dans la ration (distribution de lupin ou à un flushing à l'avoine) (Cognié, 1988). Il est recommandé d'apporter entre 200 g (Sagot & Pottier, 2009) et 500 g (UNOTEC, 2010) de concentrés par jour et par bélier afin de maintenir un état corporel convenable.

L'environnement social des béliers reste important que ce soit lors du développement des animaux ou de l'âge adulte (Gelez & Fabre-Nys, 2007). Un animal non stressé va présenter un tempérament plus calme et améliorer ses performances de reproduction.

Afin d'améliorer les performances de reproduction des mâles, certains auteurs conseillent d'entraîner les béliers grâce à des tests de libido afin de les habituer à saillir (Kilgour, 1981). Cependant, d'autres auteurs ont montré qu'un entraînement des béliers par exposition à des femelles non réceptives n'était pas suffisant pour stimuler l'activité des béliers (Journault, 2012). En revanche, l'ensemble des auteurs s'accordent à dire que les performances des béliers peuvent varier d'une saillie à l'autre. En effet, un mâle n'ayant pas été actif lors d'une saillie, peu de flirages, d'approches latérales et peu de tentatives de montes, peut l'être lors d'une prochaine. La Figure 11 récapitule le fonctionnement de l'effet mâle ainsi que les facteurs impactant son efficacité de l'effet mâle.

D'une manière générale, le comportement sexuel et les stimulations réalisées par les mâles favorisent la réceptivité des femelles que ce soit lors des luttes naturelles ou lors des luttes par effet mâle. Il est donc primordial pour la pérennité d'un élevage que les mâles soient actifs afin de limiter les problèmes de reproduction et de fécondité dus aux mâles.

Comment est-il alors possible d'optimiser les performances de reproduction par la sélection des mâles selon leur comportement sexuel ? Peut-on améliorer ces performances par l'utilisation de l'effet mâle ?

De cette problématique principale découlent plusieurs questions : est-il possible de prévoir le comportement sexuel des mâles ? Est-ce que le comportement sexuel des mâles diffère selon les caractéristiques des béliers ? Quels sont les critères concernant les femelles qui impactent réellement l'efficacité de l'effet mâle ? L'effet mâle présente-t-il des résultats de performances de reproduction similaires aux autres techniques ?

Cette étude va tenter de répondre à ces questions par l'observation du comportement sexuel des mâles puis par l'analyse d'une expérimentation sur un effet mâle.

1.3. Objectifs et hypothèses de l'étude

L'objectif de cette étude est de déterminer si une technique durable de maîtrise de la reproduction, l'effet mâle, permettrait d'obtenir des résultats de performances de reproduction similaires ou supérieurs aux techniques conventionnelles et de déterminer les facteurs pouvant l'améliorer. Dans un premier temps, il va s'agir de tester l'influence du comportement des béliers sur les performances de reproduction sans effet mâle en regardant si celles-ci peuvent être anticipées par un test de leur désir sexuel (libido). Dans un second temps il s'agit de comparer l'efficacité de l'effet mâle en termes de performances zootechniques (synchronisation des cycles des brebis, taux d'ovulation, taux de gestation) à des luttés réalisées en saison sexuelle et à des luttés en contre saison avec pose d'éponges vaginales. Enfin, il s'agira de tester l'efficacité de l'effet mâle en fonction des caractéristiques des femelles. De cette manière il sera possible de déterminer si une sélection des mâles selon leur comportement et l'utilisation de l'effet mâle permettraient d'optimiser les performances de reproduction.

1.3.1. Tester l'influence du comportement et de l'expérience sexuelle des mâles sur les performances de reproduction

Pour cette partie de l'étude, l'influence du comportement des mâles ainsi que leur expérience sexuelle va être testée de plusieurs manières.

En premier lieu, afin de tester l'influence du comportement sexuel, c'est une approche par la libido qui va être réalisée grâce à un test de comportement sexuel des mâles face à des femelles en anœstrus. Par la suite, l'activité sexuelle des mâles lors des saillies va être comparée aux résultats du test de libido afin de savoir si l'activité sexuelle et les performances de reproduction des mâles peuvent être prédites grâce à ce dernier. Concernant les résultats attendus et au vu de la bibliographie, l'hypothèse retenue est que les mâles les plus actifs lors d'un test de libido sont les plus performants lors des saillies (stimulations importantes de la femelle, tentatives de monte importantes, latence de saillie courte, bon taux de fécondation).

Dans un second temps, l'objectif va être de tester le lien entre une caractéristique du mâle, l'expérience sexuelle, et leurs performances de reproduction. Cette expérience sexuelle va se décomposer en deux caractéristiques dans cette étude : l'âge des mâles étudiés ainsi que leur « naïveté » concernant la reproduction (mâles ayant déjà sailli ou non). La première hypothèse mise en avant d'après la bibliographie sont que les mâles âgés sont plus actifs que les mâles jeunes. La deuxième est que les mâles avec une expérience sexuelle sont plus actifs que des mâles n'ayant jamais sailli. Ces hypothèses pourront être confirmées ou non grâce à une comparaison entre des mâles âgés et des jeunes mâles dans un premier temps puis entre des jeunes mâles ayant déjà sailli et des jeunes mâles naïfs.

1.3.2. Tester l'efficacité de l'effet mâle en fonction des caractéristiques des femelles

La deuxième partie de l'étude consiste à tester l'efficacité de l'effet mâle en fonction de l'âge des femelles, de leur expérience sexuelle et des contacts antécédents (directs ou indirects) avec le bélier. L'objectif de ces expérimentations sera de voir si les jeunes femelles répondent avec la même efficacité que les femelles adultes à l'effet mâle (influence de l'âge et de l'expérience sexuelle), si les femelles ayant déjà côtoyé un mâle répondent mieux à l'effet mâle que des femelles dites naïves (influence d'un contact direct) et si les femelles mises en présence de laine répondent mieux que des femelles sans ajout de substances odorantes (influence d'un contact indirect).

D'après la littérature, les hypothèses émises sont que les agnelles répondent faiblement à l'effet mâle et n'entrent ainsi pas en cycle grâce à la présence du mâle comparé aux femelles adultes. De plus, il est attendu que les femelles ayant eu un contact direct (présence du mâle) ou indirect (présence de laine de bélier) avec le mâle répondent mieux à l'effet mâle. L'efficacité de l'effet mâle sera déterminée par le déclenchement des cycles des brebis, la synchronisation des chaleurs, la synchronisation des saillies ainsi que le taux de fécondité.

1.3.3. Tester l'efficacité de l'effet mâle sur les performances de reproduction en comparaison à des luttes synchronisées par pose d'éponges vaginales et à des luttes par effet mâle en saison

La dernière partie de l'étude porte sur l'effet mâle en tant que tel. L'objectif des expérimentations va être de tester si l'effet mâle permet d'avoir les mêmes résultats en termes de performances de reproduction (synchronisation des chaleurs, synchronisation des saillies et donc des mises bas, taux d'ovulation et taux de fécondité) qu'une autre méthode de gestion de la reproduction ou qu'une lutte par effet mâle en saison. La comparaison se fera avec les lots dont les saillies ont fait suite à des poses d'éponges vaginales et des lots soumis à l'effet mâle dont les saillies se sont déroulées en saison sexuelle.

Concernant les résultats attendus, l'effet mâle devrait présenter des résultats de performances de reproduction similaires à des saillies réalisées sous hormones et à un effet mâle en saison sexuelle.

2. Matériel et méthodes

La totalité du troupeau est élevé sous photopériode naturelle et n'a reçu aucun traitement médical spécifique. L'ensemble des mâles a subi un flushing à l'avoine à partir du 26 février 2016 et jusqu'au début des saillies à raison de 350g/bélier/jour. Afin de répondre aux trois objectifs de l'étude, trois expérimentations ont été mises en place qui permettront par leur analyse d'y répondre.

2.1. Etude du comportement des béliers lors du test de libido

2.1.1. Animaux

Le troupeau de béliers utilisé pour réaliser les tests de libido est composé de 46 individus de race Ile-de-France d'une moyenne d'âge de 3 ans 10 mois \pm 1 an et 6 mois (nés entre 2010 et 2014). Ces mâles constituent le troupeau reproducteur pour la partie élevage de l'INRA.

Les trois femelles Ile-de-France utilisées pour cette expérimentation ont une moyenne d'âge de 3 ans 9 mois \pm 1 an 3 mois (nées en 2011, 2012 et 2013) et sont en période d'œstrus saisonnier.

2.1.2. Protocole

Le test de libido a eu lieu le 04 avril 2016 et n'a été réalisé qu'une seule fois par individu.

Des cases individuelles d'environ 6 m² ont été mises en place dans un bâtiment d'élevage connu des animaux avec nourriture et eau à disposition avant de répartir trois femelles dans chacune des cases. Les mâles ont ensuite été introduits individuellement dans une case et laissés en présence de la femelle pour une durée de 5 minutes. Le comportement sexuel du mâle ainsi que la réceptivité de la femelle ont été observés selon une fiche d'observation présente en Annexe 1 (présence d'un observateur par case). Durant la totalité du test, les flairages ano-génitaux ainsi que les approches latérales (avec ou sans immobilisation de la femelle) et les tentatives de monte (avec ou sans immobilisation de la femelle) ont été comptabilisés et reportés sur la fiche individuelle du mâle.

Aucune sélection n'a été faite concernant la répartition des mâles avec les femelles.

2.1.3. Analyse des données

Afin d'analyser les données recueillies (nombre de flairages et nombre d'approches latérales par bélier), un traitement par le logiciel statistique R sera effectué. Dans un premier temps, des tests descriptifs du jeu de données seront effectués (résumés, box plot, matrice de corrélation) afin de décrire le comportement global des béliers lors de ce test de libido.

Dans un second temps, un test de Shapiro-Wilk sera réalisé afin de tester la normalité des variables. Pour finir, une Analyse en Composantes Principales (ACP) et une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) seront faites afin de caractériser le comportement des béliers et d'obtenir des classes de béliers se distinguant par leur comportement. Ces classes seront par la suite comparées aux résultats obtenus pour le comportement des béliers lors des saillies.

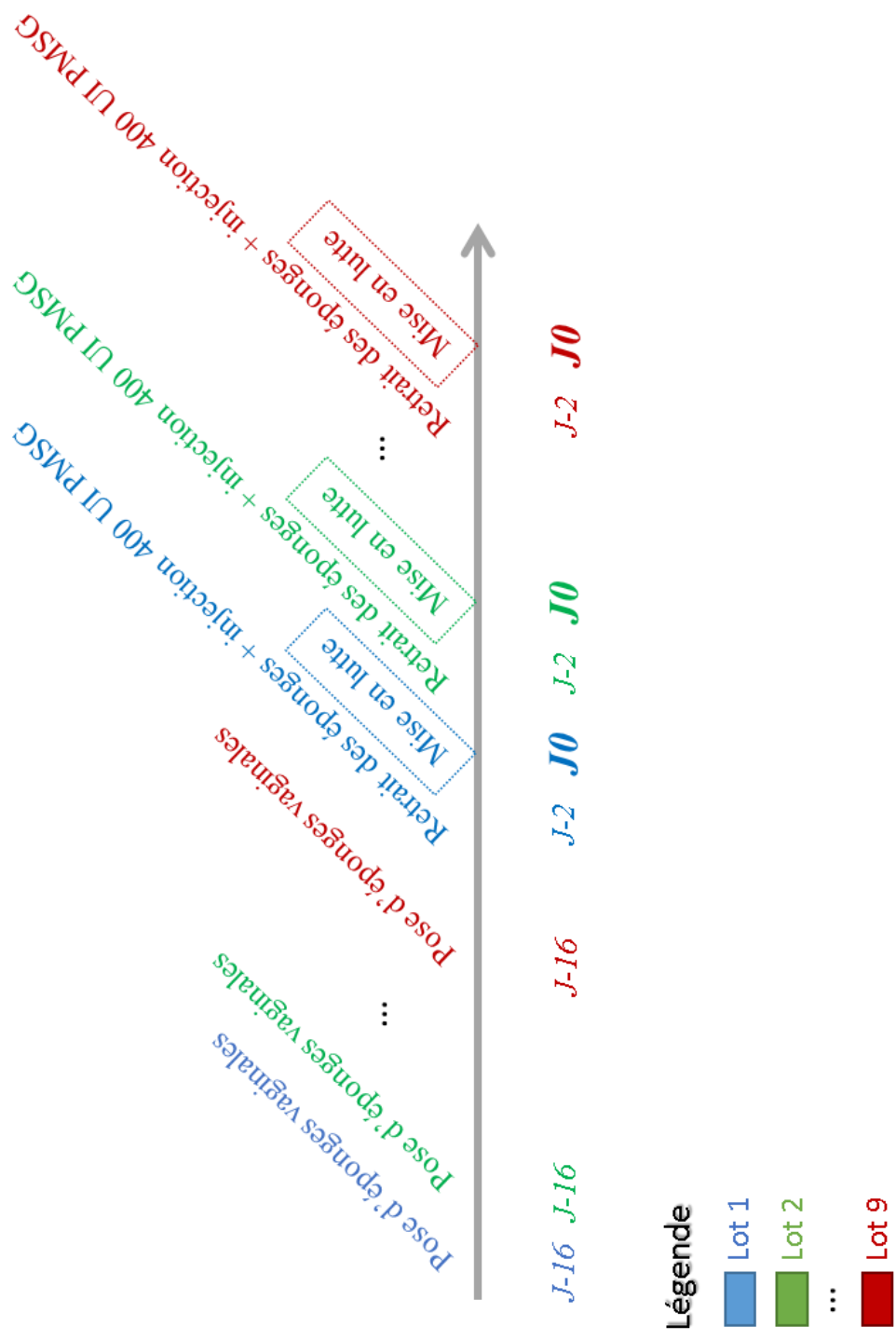


Figure 12 : Schéma du protocole des luttes avec pose d'éponges vaginales

2.2. Etude du comportement des béliers lors des saillies

2.2.1. Animaux

Le troupeau reproducteur de femelles de l'INRA compte 368 femelles Ile-de-France dont 120 agnelles qui n'ont jamais été mises à la reproduction (âge moyen : 12 mois \pm 12 jours) et 248 brebis qui ont déjà été saillies les années passées (âge moyen : 4 ans et 3 mois \pm 1 an et 2 mois). Les femelles sont regroupées en 9 lots de 45 individus (excepté un lot de 10 individus car mélangé avec 20 femelles de race Romanov). Sur la totalité du troupeau, 13 femelles (10 agnelles et 3 adultes) n'ont pas été mises à la reproduction pour des raisons de santé.

Les mâles utilisés pour la reproduction sont les 46 mâles Ile-de-France qui ont été évalués sur leur comportement sexuel lors du test de libido et 29 mâles Ile-de-France âgés d'un an dont 13 ont réalisé la campagne de saillie de l'automne 2015. Ces 29 jeunes mâles n'ont pas été testés sur leur comportement sexuel.

2.2.2. Protocole

Les saillies de printemps ont débuté le 04 avril 2016 et se sont terminées le 22 avril 2016 à raison de 3 lots mis à la reproduction par semaine. Au préalable, afin de synchroniser les chaleurs et les ovulations des femelles, des poses d'éponges ont été réalisées 16 jours avant les saillies. Ces dernières ont été retirées 48 heures avant les saillies et une injection de PMSG à 400 unités a été effectuée sur chaque brebis (cf. Figure 12).

Pour faciliter l'observation du comportement des mâles lors des saillies, des cases d'environ 10m² ont été installées dans le bâtiment ayant servi au test de libido des mâles. Les mâles ont été répartis individuellement dans chacune des cases en présence d'une femelle jusqu'à ce qu'il y ait monte puis éjaculation de la part du mâle. Durant la totalité de cette période, le comportement sexuel des mâles a été observé en continu selon les mêmes critères que lors des tests de libido (nombre de flairage ano-génitaux, d'approches latérales avec ou sans immobilisation de la femelle et de montes avec ou sans immobilisation de la femelle) et la latence d'éjaculation a été chronométrée pour chaque saillie. La fiche d'observation est présentée en Annexe 2.

Lors d'absence de saillie du fait d'un comportement passif du mâle après plus de 5 minutes de contact entre le mâle et la femelle, celui-ci est remplacé par un autre bélier et une nouvelle fiche d'observation est alors remplie. Lors d'absence de saillie du fait d'un refus persistant de la femelle ou lors de plusieurs essais de saillies du mâle sur différentes femelles, une mise en groupe est effectuée (2 à 3 femelles avec 2 mâles). Une fois l'ensemble des femelles saillies, les femelles sont réparties pour la journée et la nuit dans les différentes cases en présence d'un mâle (1 bélier pour 7 femelles) afin d'être à nouveau saillie et ainsi d'assurer la fécondation. Les mâles et les femelles sont séparés le lendemain des saillies. Les échographies de l'ensemble des brebis ont eu lieu le 31 mai 2016 soit environ 2 mois après les saillies.

2.2.3. Analyse des données

De la même manière que l'étude sur le test de libido, le comportement sexuel des béliers lors des saillies sera analysé par le logiciel R. Après avoir fait des tests descriptifs, un test de Shapiro-Wilk sera réalisé. Selon l'hypothèse retenue, un test de Kruskal-Wallis sera fait si les variables ne suivent pas une loi normale et un test d'égalité de variances (test F à deux variances) sera effectué si les variables sont normales. Dans ce dernier cas, une ANOVA (ANalyse Of VARiance) sera appliquée. De cette manière, il sera possible de déterminer la différence significative de comportement des béliers suivant leur âge et suivant leur expérience sexuelle. Il en est de même avec le test de Kruskal-Wallis.

Des régressions linéaires seront réalisées afin de déterminer si les variables du comportement sexuel des mâles peuvent expliquer les variables de performances de reproduction.

Des ACP et des CAH seront ensuite exécutées afin de caractériser le comportement sexuel des béliers en distinguant les béliers selon leur classe d'âge.

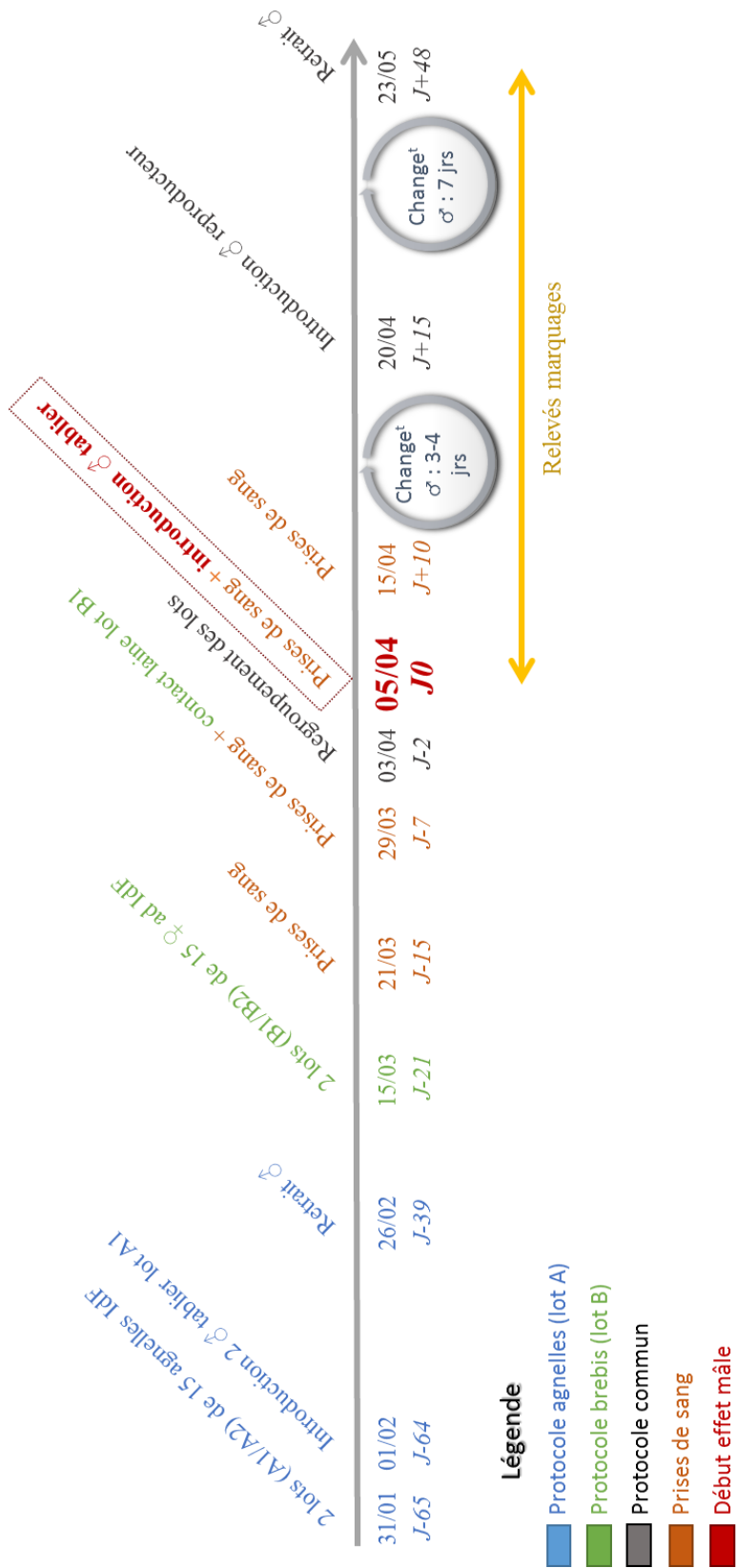


Figure 13 : Schéma du protocole de l'effet mâle

Pour finir, le comportement des mâles adultes sera analysé grâce à une ACP et une CAH afin de déterminer si les classes ainsi mises en évidence sont les mêmes que lors du test de libido et si les mêmes béliers s'y trouvent.

2.3. Etude de l'efficacité de l'effet mâle

2.3.1. Animaux

Pour cette expérimentation, 60 femelles Ile-de-France ont été mobilisées et réparties en deux lots : 30 agnelles nullipares d'une moyenne d'âge d'un an et présentant une note d'état corporelle de $2,63 \pm 0,23$ (lot A) et 30 brebis multipares d'une moyenne d'âge de 4 ans et 2 mois et présentant une note d'état corporelle de $2,89 \pm 0,27$ (lot B).

Concernant les mâles utilisés, ce sont les 46 mâles adultes testés sur leur libido qui ont été mobilisés.

2.3.2. Protocole

Le protocole expérimental concernant les agnelles (lot A) a débuté le 31 janvier 2016 avec la constitution de deux lots homogènes (lot A1 et A2) comportant chacun 15 agnelles réparties de façon aléatoire. Le lot A1 a été mis en présence d'un mâle portant un tablier (empêchant ainsi la saillie des femelles) à partir du 01 février et ce jusqu'au 26 février, soit durant 25 jours. Durant cette période les mâles ont été remplacés régulièrement de manière à favoriser les contacts entre les béliers et les agnelles. Le lot A2, quant à lui, constituait le lot témoin, c'est-à-dire que les agnelles ont été isolées des mâles et n'ont jamais été en contact (visuel, olfactif, tactile et auditif) avec ces derniers du fait d'une distance entre les bâtiments supérieure à 100 mètres nécessaire à l'isolement (IDELE, 2014). Le protocole expérimental concernant les brebis (lot B) a débuté le 15 mars 2016 par la constitution de deux lots homogènes de 15 brebis (lot B1 et B2). Le lot B1 a ensuite été mis en contact de laine de béliers tondus en saison sexuelle. Cette laine a été conservée par congélation avant d'être déposée dans des bacs disposés dans l'aire paillée des brebis le 29 mars 2016. Les lots A (A1+A2) et B (B1+B2) ont ensuite été regroupés le 03 avril afin de débiter l'effet mâle. Ce dernier a débuté le 05 avril (J0) par l'introduction de deux mâles portant des tabliers par lot. Les 4 mâles ont été sélectionnés grâce à leurs résultats au test de libido (plus grand nombre de flairages et d'approches). Durant 15 jours, les mâles ont été remplacés par ordre décroissant des résultats du test libido tous les 3 à 4 jours. Les mâles reproducteurs portant un harnais marqueurs ont été introduits de J+15 à J+48 laissant ainsi aux femelles la possibilité de réaliser 2 cycles. Durant cette période de saillies, les mâles ont été changés tous les 7 jours (*cf.* Figure 13). Lors de leur introduction, leur comportement a été étudié comme lors des protocoles précédents (*cf.* annexe 3).

Durant la totalité de l'expérimentation, des relevés des marquages des tabliers et des harnais ont été réalisés chaque matin. La position, l'intensité et la couleur ont été notées pour chaque brebis afin de déterminer l'entrée en chaleur des femelles ainsi que le bélier à l'origine du marquage (une couleur différente pour chaque mâle).

De plus, 4 prises de sang ont eu lieu durant l'expérimentation : à J-15, J-7, J0 et J+10 afin de doser la progestérone P4 et ainsi déterminer la période d'activité sexuelle (cyclicité préalable des brebis ou non) ou leur entrée en cycle due à l'effet mâle. Un taux supérieur à 1ng/mL signifie que la femelle est en période d'activité sexuelle, soit avant effet mâle auquel cas la femelle est déclarée cyclique, soit après effet mâle auquel cas la femelle est déclarée répondante à l'effet mâle. Ce dosage immunoenzymatique a été réalisé par le laboratoire de l'INRA de Montpellier grâce à la méthode ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay).

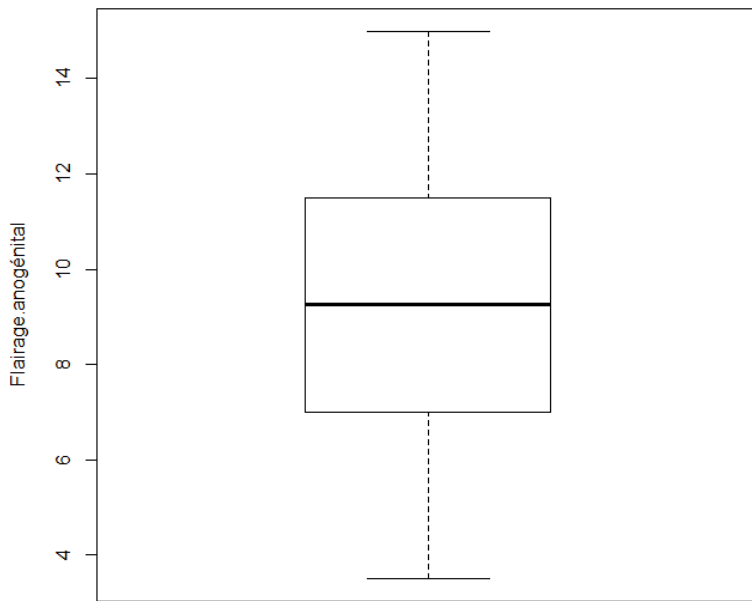


Figure 14 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des flairages ano-génitaux durant le test de libido

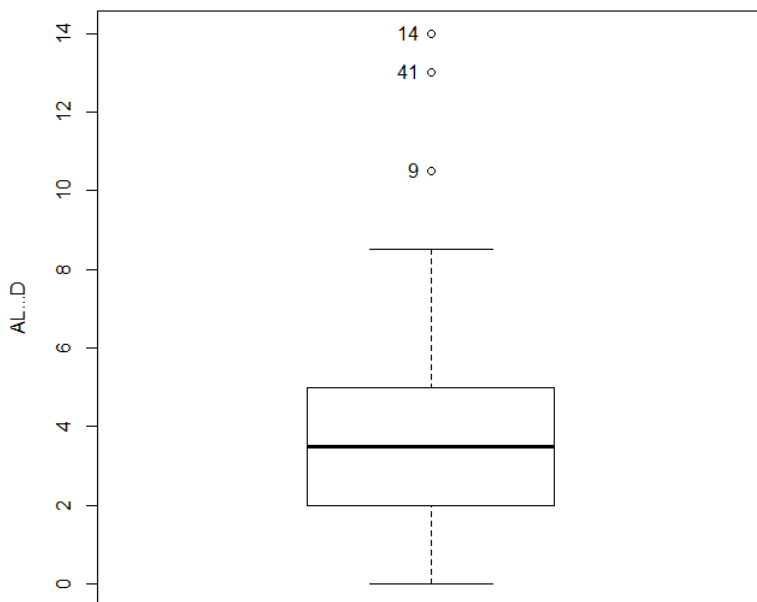


Figure 15 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des approches latérales durant le test de libido

2.3.3. Analyse des données

Dans un premier temps, l'effet mâle à contre saison du printemps 2016 sera analysé pour déterminer l'influence des caractéristiques des femelles sur son efficacité. Pour cela, un traitement par le logiciel R sera appliqué. Après avoir fait des tests descriptifs, un test de Shapiro-Wilk sera réalisé. Selon l'hypothèse retenue, un test de Kruskal-Wallis sera fait si les variables ne suivent pas une loi normale et un test d'égalité de variances (test F à deux variances) sera effectué si les variables sont normales. Dans ce dernier cas, une ANOVA (ANalyse Of VAriance) sera appliquée. De cette manière, il sera possible de déterminer la différence significative de femelles gestantes en fonction de leur âge et en fonction du traitement qu'elles ont subi. Il en est de même avec le test de Kruskal-Wallis.

Afin de déterminer l'efficacité de l'effet mâle en contre-saison en comparaison à un effet mâle en saison et à une lutte par pose d'éponges vaginales, la prévision de la répartition des mises bas (automne 2016) et la répartition des mises bas de l'automne des années 2014 et 2015 seront comparées aux résultats des effets mâles en saison des années précédentes (année 2013, 2014 et 2015) et aux résultats des saillies en contre saison de 2016 avec pose d'éponges vaginales. Le nombre de femelles gestantes, le taux de femelles non en chaleur et la synchronisation (pour la comparaison de l'effet mâle en saison et contre saison) seront comparés.

3. Résultats

3.1. Influence du comportement et de l'expérience sexuelle des mâles sur les performances de reproduction

3.1.1. Analyse du comportement sexuel des béliers lors du test de libido

Rappel des objectifs :

- Décrire le comportement sexuel des mâles lors du test de libido et déterminer des classes de béliers en fonction de leur comportement sexuel lors d'un test de libido.

Durant les tests de libido, seul deux types de comportements ont pu être observés : les flairages et les approches latérales suivies de déplacement de la brebis.

Concernant la variable flairage ano-génital, le test de Shapiro-Wilk (avec les hypothèses suivantes : H_0 : Suit une loi normale, H_1 : Ne suit pas une loi normale, si $p < 0.05$, on rejette H_0) a permis de valider la normalité (p-value = 0,6111).

Le nombre de flairages lors du test se répartissent entre 3,5 et 15 par bélier avec une moyenne de 9,2 (cf. Figure 14).

Concernant la variable approches latérales avec déplacement de la brebis (ALD), le test de Shapiro-Wilk a permis de rejeter l'hypothèse de normalité (p-value = 0,0001).

Le nombre d'ALD lors du test se répartissent entre 0 et 14 par bélier avec une médiane de 3,5. Pour cette variable, nous pouvons observer que 3 béliers présentent des valeurs beaucoup plus élevées que l'ensemble des mâles. La majorité des béliers présentent des valeurs comprises entre 0 et 8, 5 (cf. Figure 15).

Concernant la corrélation des deux variables, la matrice ci-dessous permet de mettre en évidence une corrélation à 49% entre les flairages et les approches.

	AL...D	Flairage.anogénital
AL...D	1.000000	0.4904052
Flairage.anogénital	0.4904052	1.000000

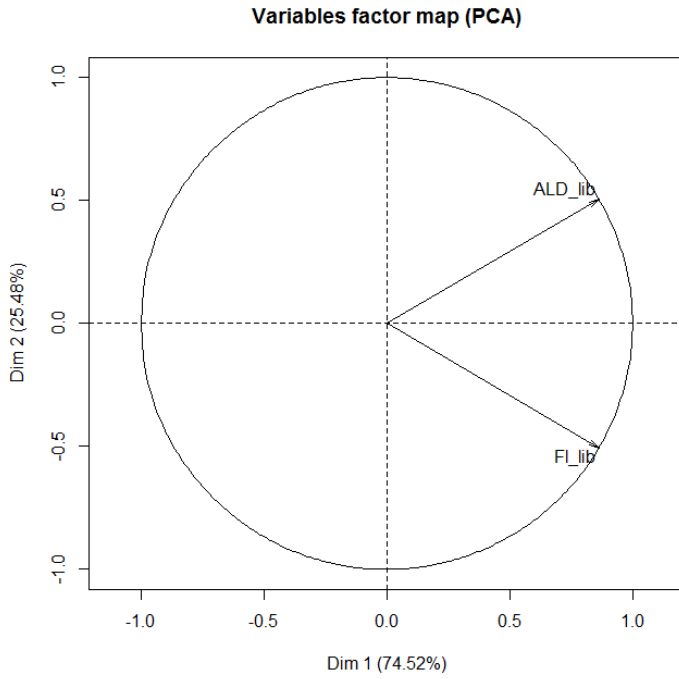


Figure 16 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers adultes lors du test de libido

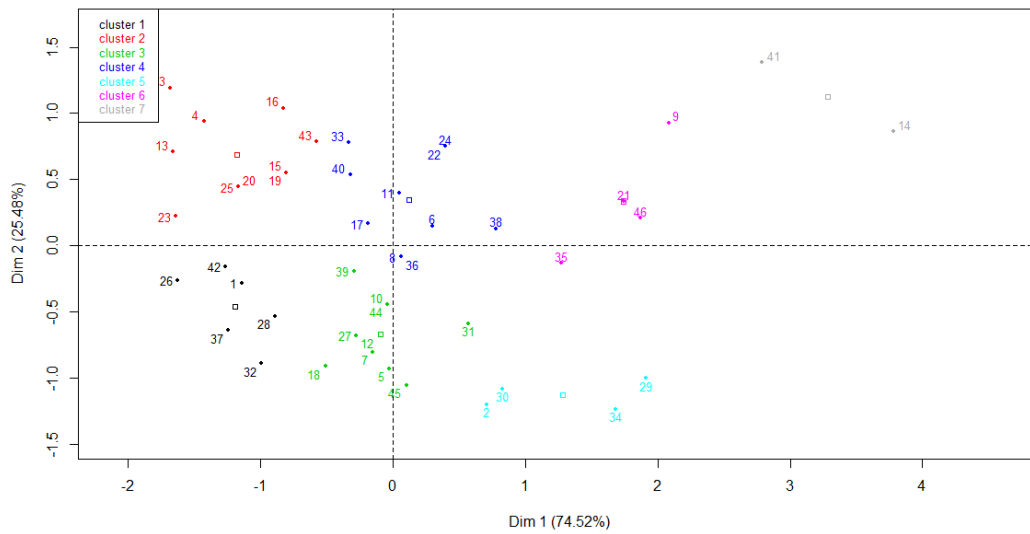


Figure 17 : Classification ascendante hiérarchique présentant les classes de béliers adultes selon leur comportement lors du test de libido

Afin de caractériser les mâles et leur comportement sexuel durant le test de libido, une ACP et une CAH ont été réalisées (cf. Figure 16 et Figure 17). De cette manière nous pouvons caractériser les mâles les plus actifs lors du test (moitié droite du cercle de corrélation) et ceux les moins actifs (moitié gauche du cercle de corrélation). Les classes 1 et 2 regroupent les mâles les moins actifs :

- La classe 1 regroupe les mâles réalisant très peu de flairages et peu d'approches
- La classe 2 regroupe les mâles réalisant très peu d'approches et peu de flairages.
- Les classes 3 et 4 regroupent les mâles qui se situent dans la moyenne.
- La classe 5 regroupe les mâles réalisant beaucoup de flairages et moins d'approches.
- La classe 6 regroupe les mâles réalisant beaucoup de flairages et d'approches.
- La classe 7 regroupe les mâles qui réalisent beaucoup d'approches et moins de flairages.

Ces classes de béliers seront par la suite comparées à celles obtenues lors des saillies.

DISCUSSION DES RESULTATS

L'absence de la totalité de la séquence du comportement sexuel des mâles s'explique par l'état d'anœstrus des brebis qui, n'étant pas réceptives et fuyant lors des approches, ne donnent aucun signe d'acceptation de chevauchement au mâle. D'après les résultats, il est possible de conclure que les mâles réalisent toujours au moins un flairage à l'inverse des approches. Ce comportement de flairages est l'expression de l'exploration de l'individu et n'exprime pas forcément un comportement sexuel. Les tentatives d'approches peuvent être nulles du fait de la démotivation ou de la compréhension du mâle au vu de la femelle ne donnant aucun signe de réceptivité. Concernant les deux variables, la matrice de corrélation permet de conclure que les variables sont relativement bien corrélées. Le manque de corrélation totale s'explique comme précédemment par l'état d'anœstrus des femelles et donc la détection par les béliers d'une inaptitude à se reproduire.

Les résultats des ACP et CAH permettent de mettre en évidence deux types de comportement sexuel des béliers lorsque les femelles sont en anœstrus :

- Les mâles qui vont détecter rapidement l'état physiologique de la femelle grâce à la perception du refus de la femelle (fuite de la brebis suite à une approche) et ainsi ne plus être actifs.
- Les mâles qui restent actifs tout au long du test. Ce comportement peut s'expliquer soit par une persévérance du mâle à vouloir se reproduire malgré l'état d'anœstrus de la femelle soit par le fait qu'il ne détecte pas l'anœstrus des femelles.

3.1.2. Analyse du comportement sexuel lors des saillies et influence sur les performances de reproduction

Rappel des objectifs :

- Décrire le comportement sexuel général des mâles lors des saillies.
- Décrire et caractériser le comportement sexuel des mâles en fonction de leur âge et de leur expérience sexuelle.
- Déterminer des classes de béliers adultes en fonction de leur comportement sexuel lors des saillies.

Concernant cette expérimentation, une fois les observations faites lors des saillies et après les échographies, un travail sur le jeu de données a été fait. En plus des différents comportements observés (flairages, approches latérales avec ou sans déplacement de la brebis, monte avec ou sans déplacement de la brebis et latence d'éjaculation), le nombre d'opportunités pour chaque mâle a été répertorié (nombre de brebis que le mâle a été susceptible de saillir) ainsi que le nombre de femelles pleines suite à la saillie de chaque mâle. De ces variables ont ensuite été calculées le pourcentage de saillie, à savoir le nombre de saillies effectuées/nombre d'opportunités ainsi que le taux de fécondité, à savoir le nombre de brebis gestantes/nombre de saillies effectuées.

Tableau 3 : Tableau descriptif des variables

	Nombre de flairages	Nombre d'approches	Nombre de montes	Pourcentage de saillies	Latence d'éjaculation	Taux de fécondité
<i>Minimum</i>	0	0	0	0	8,0	0,33
<i>1^{er} quartile</i>	1,455	0,3925	0,1075	0,13	59,0	0,70
<i>Médiane</i>	2,0	0,8550	0,32	0,36	108,0	1,0
<i>Moyenne</i>	2,001	0,9328	0,4622	0,3468	144,1	0,8391
<i>3^{ème} quartile</i>	2,665	1,33	0,73	0,5	199,8	1,0
<i>Maximum</i>	4,0	4,06	2,0	1,0	936,0	1,0

La latence de saillie est calculée à partir du moment où le mâle entre dans la case avec la femelle et se termine lors de l'éjaculation (marquée par une brusque poussée en avant du bassin du bélier).

Afin de ne caractériser que le comportement sexuel des mâles et de ne pas prendre en compte l'influence de la femelle, les approches ainsi que les montes avec et sans déplacement de la femelle ont été regroupées.

Lors des tests de Shapiro-Wilk, les hypothèses sont : H_0 : la variable suit une loi normale, H_1 : la variable ne suit pas une loi normale, si $p < 0.05$, on rejette H_0 .

Lors de la réalisation des ACP, les individus présentant une inertie trop importante seront changés en individus illustratifs afin d'avoir une disparité entre individus la plus grande possible. De plus, seules les ACP représentatives et intéressantes pour l'analyse seront présentées.

3.1.2.1. Décrire le comportement sexuel général des mâles lors des saillies.

Cette analyse se déroulera en 3 étapes : la description générale du jeu de données, la présentation des résultats (régressions linéaires et ACP) et leur analyse.

DESCRIPTION DU JEU DE DONNEES

Durant les saillies, tous les types de comportements ont pu être observés. Les femelles ayant subi une pose d'éponges vaginales présentent des chaleurs synchronisées et sont censées toutes être réceptives aux mâles et accepter l'accouplement. Cependant, certaines femelles n'ont pas présenté de comportement d'œstrus et ont ainsi refusé la saillie ce qui explique la présence de tous les comportements de reproduction.

Concernant la variable flairage ano-génital, le test de Shapiro-Wilk a permis de valider la normalité (p -value = 0,78). Le nombre de flairages lors du test se répartissent entre 0 et 4 par bélier avec une moyenne de 2 (cf. Figure 18).

Concernant la variable approches latérales, le test de Shapiro-Wilk a permis de rejeter la normalité (p -value = $1,87 \times 10^{-5}$). Le nombre d'approches lors du test se répartissent entre 0 et 4 par bélier avec une médiane de 0,85. Pour cette variable, nous pouvons observer que 2 béliers présentent des valeurs beaucoup plus élevées que l'ensemble des mâles. La majorité des béliers présentent des valeurs comprises entre 0 et 2,8 (cf. Figure 19).

Concernant la variable latence d'éjaculation, le test de Shapiro-Wilk a permis de rejeter la normalité (p -value = $7,7 \times 10^{-10}$). Les latences d'éjaculation du test se répartissent entre 8 et 936 secondes avec une médiane de 108 secondes. Pour cette variable, nous pouvons observer que 3 béliers présentent des valeurs beaucoup plus élevées que l'ensemble des mâles. La majorité des béliers présentent des valeurs comprises entre 8 et 250 secondes (cf. Figure 20).

Concernant la variable monte, le test de Shapiro-Wilk a permis de rejeter la normalité (p -value = $7,63 \times 10^{-6}$). Le nombre de montes lors du test se répartissent entre 0 et 2 par bélier avec une médiane de 0,32. Pour cette variable, nous pouvons observer qu'un bélier présente une valeur beaucoup plus élevée que l'ensemble des mâles. La majorité des béliers présentent des valeurs comprises entre 0 et 1,5 (cf. Figure 21). Concernant la variable pourcentage de saillies, le test de Shapiro-Wilk a permis de rejeter la normalité (p -value = $2,033 \times 10^{-7}$). Les pourcentages de saillies lors du test se répartissent entre 0 et 100% par bélier avec une médiane de 36% (cf. Figure 22).

Concernant la variable taux de fécondité, le test de Shapiro-Wilk a permis de rejeter la normalité (p -value = 0,001). Les taux de fécondité se répartissent entre 0,33 et 1 par bélier avec une médiane de 1 (cf. Figure 23).

Les résultats sont repris sur le Tableau 3.

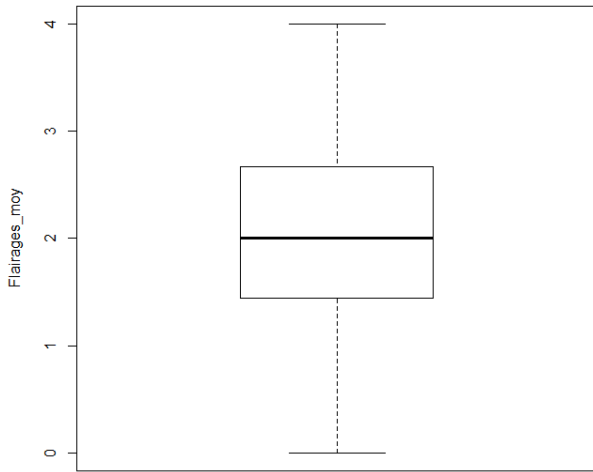


Figure 18 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des flairages ano-génitaux durant les saillies

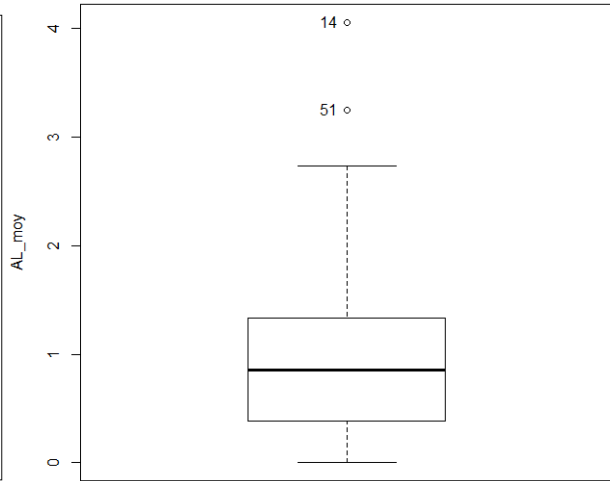


Figure 19 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des approches latérales durant les saillies

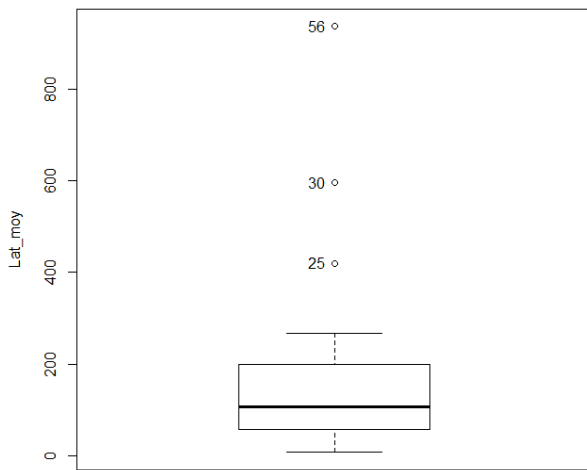


Figure 20 : Répartition fréquentielle de la latence d'éjaculation des individus durant les saillies

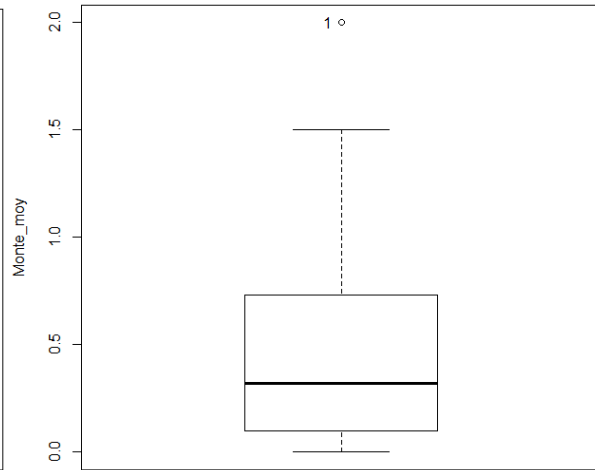


Figure 21 : Répartition fréquentielle des individus réalisant des montes durant les saillies

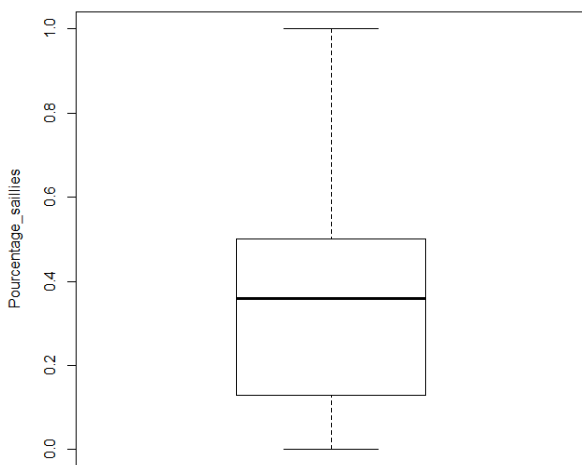


Figure 22 : Répartition fréquentielle du pourcentage de saillies des individus durant les saillies

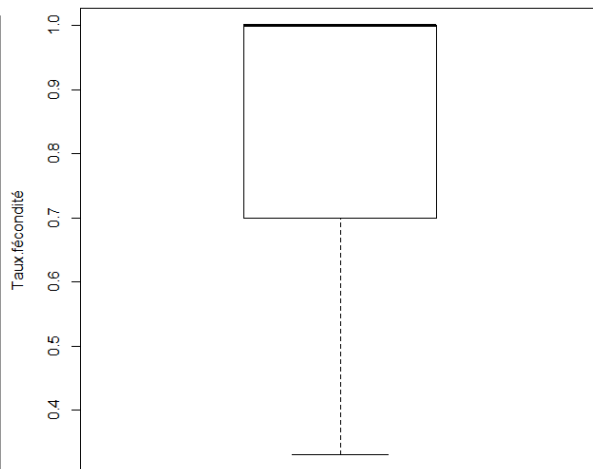


Figure 23 : Répartition fréquentielle du taux de fécondité des individus durant les saillies

La matrice de corrélation permet de conclure que le nombre de flairages et le nombre d'approches latérales sont corrélées (41%). Le nombre de monte est plus faiblement corrélé au nombre de flairages et d'approches (respectivement 27% et 12%). Le nombre d'approche et la latence d'éjaculation sont faiblement anti-corrélés (-11%), tout comme le nombre de monte (-6%) et le pourcentage de saillies (-22%), eux aussi anti-corrélé à la latence d'éjaculation. Il en est de même entre le nombre de flairages et le pourcentage de saillies dans une moindre mesure (-13%).

Le pourcentage de saillies est positivement corrélé au nombre de montes (19%) étant donnée la corrélation positive entre le nombre de monte et le nombre d'opportunités (11%, non représenté dans la matrice) et le lien mathématique entre le nombre d'opportunités et le pourcentage de saillies.

Enfin, le taux de fécondité et le pourcentage de saillies sont anti corrélés (-31%). Les différentes corrélations sont représentées en nuage de points sur la Figure 24.

	AL_moy	Flairages_moy	Lat_moy	Monte_moy	Pourcentage_saillies	Taux.fécondité
AL_moy	1.00000000	0.414792458	-0.119576376	0.1257094	0.06198389	-0.009893100
Flairages_moy	0.41479246	1.000000000	0.002148871	0.2770018	-0.13135668	0.009983331
Lat_moy	-0.11957638	0.002148871	1.000000000	-0.0650517	-0.22351264	0.056018320
Monte_moy	0.12570936	0.277001811	-0.065051705	1.0000000	0.19262068	0.099028199
Pourcentage_saillies	0.06198389	-0.131356678	-0.223512641	0.1926207	1.00000000	-0.313109993
Taux.fécondité	-0.00989310	0.009983331	0.056018320	0.0990282	-0.31310999	1.000000000

ANALYSE DES REGRESSIONS LINEAIRES

La réalisation de régressions linéaires va permettre de déterminer si les variables X (nombre de flairages, d'approches et de montes) peuvent expliquer les variables Y (pourcentage de saillies, latence d'éjaculation, taux de fécondité).

- Variable à expliquer Y pourcentage de saillies :

La régression linéaire indique que les variables nombre d'approches et nombre de montes expliquent la variable pourcentage de saillies (respectivement : $\Pr(>|t|) = 0.009753$ ** et $\Pr(>|t|) = 0.001885$ **). Ce n'est pas le cas de la variable nombre de flairages ($\Pr(>|t|) = 0.132282$). Avec :

Residual standard error: 0.2261 on 70 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2387, Adjusted R-squared: 0.206

F-statistic: 7.315 on 3 and 70 DF, p-value: 0.0002461

Le modèle est statistiquement validé.

- Variable à expliquer Y latence d'éjaculation

La régression linéaire indique qu'aucune des variables X n'explique la variable latence d'éjaculation : AL_moy : $\Pr(>|t|) = 0.903$, Flairages_moy : $\Pr(>|t|) = 0.942$, Monte_moy : $\Pr(>|t|) = 0.466$).

Residual standard error: 152.4 on 53 degrees of freedom

(17 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.02198, Adjusted R-squared: -0.03338

F-statistic: 0.397 on 3 and 53 DF, p-value: 0.7557

Le modèle n'est donc pas validé.

- Variable à expliquer Y taux de fécondité

La régression linéaire indique qu'aucune des variables X n'explique la variable taux de fécondité : AL_moy : $\Pr(>|t|) = 0.3372$, Flairages_moy : $\Pr(>|t|) = 0.5999$, Monte_moy : $\Pr(>|t|) = 0.6255$).

Residual standard error: 0.2016 on 53 degrees of freedom

(17 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.01041, Adjusted R-squared: -0.0456

F-statistic: 0.1859 on 3 and 53 DF, p-value: 0.9055

Le modèle n'est donc pas validé.

Seule la variable pourcentage de saillies peut être expliquée par les variables de comportement des mâles.

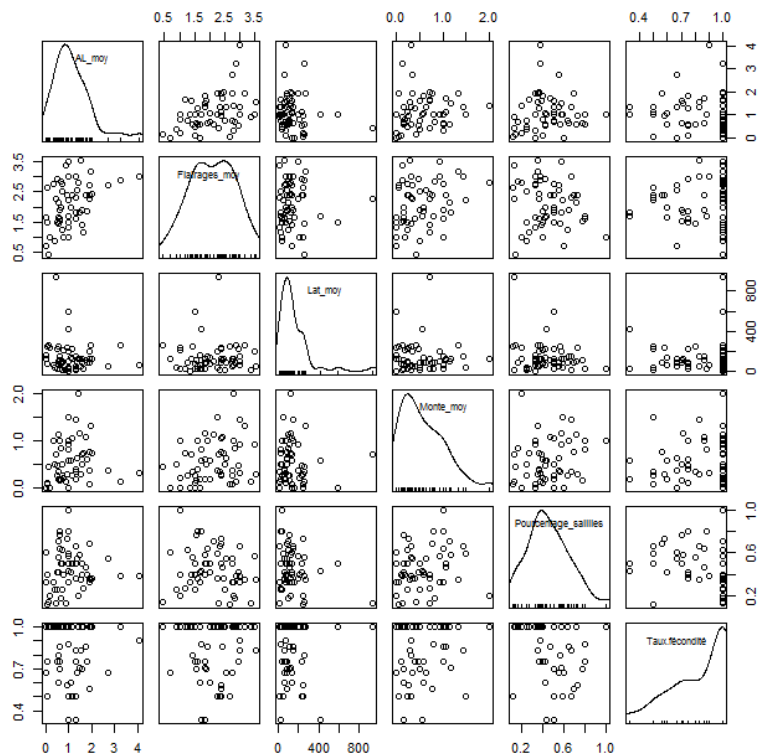


Figure 24 : Matrice de corrélation en nuage de points des différentes variables

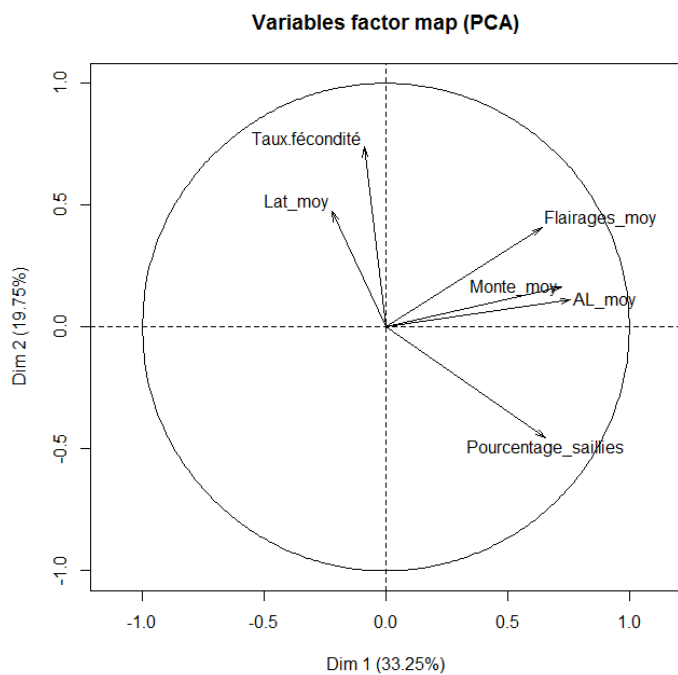


Figure 25 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers adultes lors des saillies

ANALYSE DES ACP ET DES CAH

Afin de caractériser les mâles et leur comportement sexuel durant les saillies, des ACP et une CAH ont été réalisées. Les ACP ont été réalisées selon 4 axes représentant 82,17 % d'inertie. La contribution des variables aux axes sont :

AXE 1 (inertie : 26,57 %) → AL_moy ou FL_moy à -0,575

AXE 2 (inertie : 23,88 %) → Pourcentage saillies à -0,6639

AXE 3 (inertie : 16,49 %) → Taux fécondité à 0,6103

AXE 4 (inertie : 15,23 %) → Lat_moy à 0,7520

AXE 5 (inertie : 10,72 %) → AL_moy à -0,5782

AXE 6 (inertie : 7,09 %) → FL_moy à -0,5740

Une première ACP a été réalisée selon les dimensions 1 et 2 qui présentent les pourcentages d'explications les plus élevés (respectivement 33,25% et 19,75%) (cf. Figure 25). Le quart supérieur droit représente les individus les plus actifs concernant la stimulation et la détection d'œstrus (flairages et approches). Le quart inférieur droit représente les béliers réalisant un nombre important de saillies tandis que le quart supérieur gauche représente les béliers les plus féconds.

Selon les mêmes axes, une CAH permet de rendre compte des classes de béliers (cf. Figure 26) :

- La classe 1 regroupe les béliers se situant dans la moyenne de fécondité, de stimulation et de copulation. C'est l'une des deux classes les plus représentées (28 individus soit 37% du total)
- La classe 2 regroupe les béliers les plus féconds qui réalisent peu de saillie (2 individus soit 2,5 % du total)
- La classe 3 est à l'opposé de la classe 2 et regroupe les béliers les moins féconds qui réalisent beaucoup de saillies. C'est l'une des deux classes les plus représentées (28 individus soit 37% du total)
- La classe 4 regroupe les béliers les plus actifs concernant la stimulation des femelles et la détection des œstrus (18 individus soit 23,5% du total)

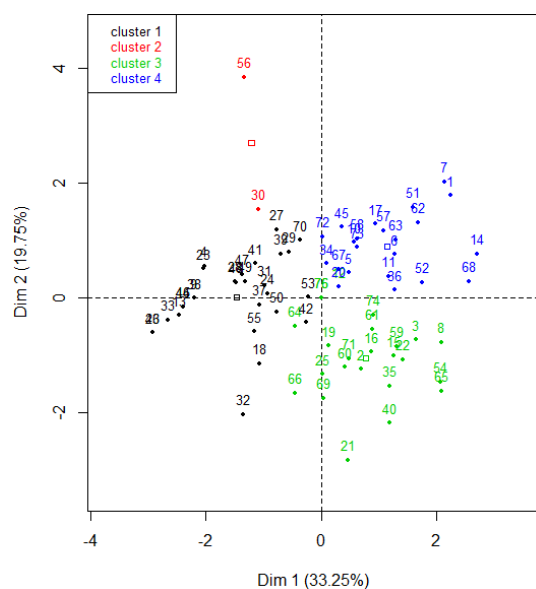


Figure 26 : Classification ascendante hiérarchique présentant les classes de béliers selon leur comportement lors des saillies

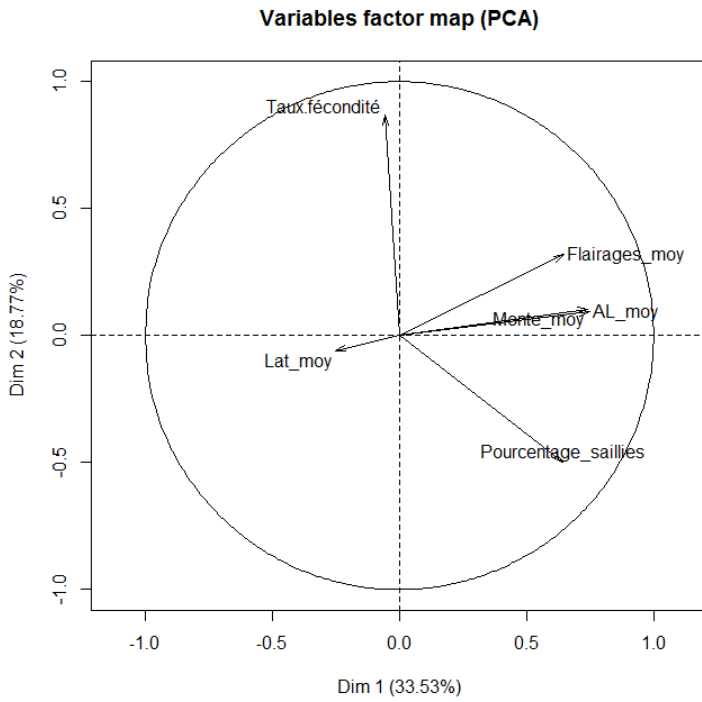


Figure 27 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers adultes lors des saillies (individu 56 illustratif)

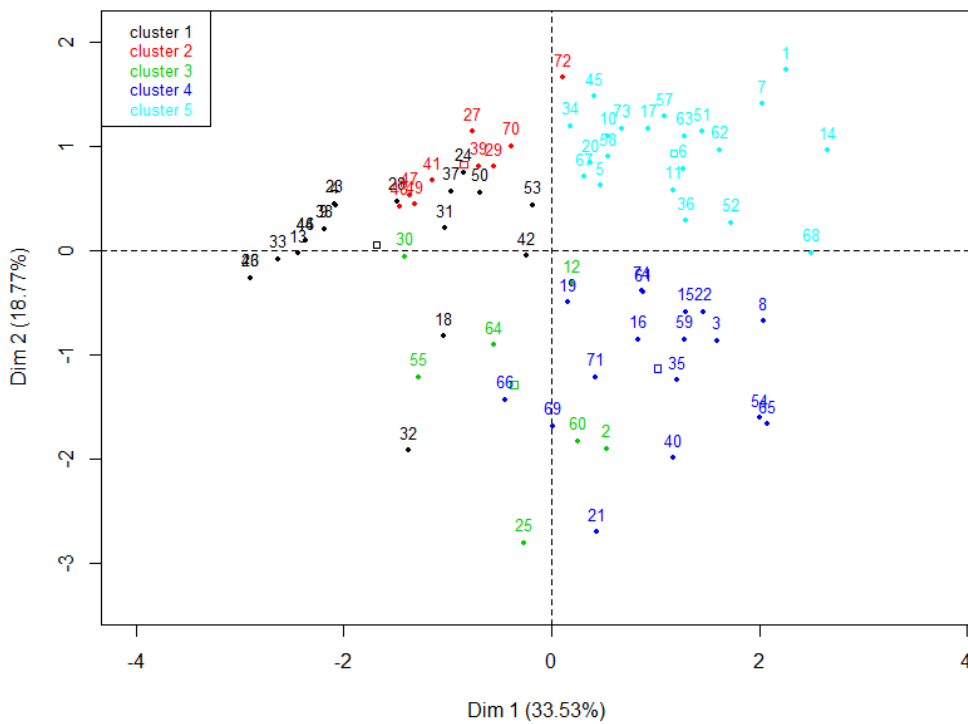


Figure 28 : Classification ascendante hiérarchique présentant les classes de béliers selon leur comportement lors des saillies (individu 56 illustratif)

L'individu 56 présentant une forte inertie, l'ACP a été refaite en l'indiquant comme individu illustratif (cf. Figure 27). L'analyse de l'ACP reste identique avec une plus forte représentativité de la variable taux de fécondité. En revanche, la CAH est plus diversifiée et permet l'ajout d'une nouvelle classe de béliers (cf. Figure 28) :

- La classe 1 regroupe les béliers féconds qui réalisent peu de saillie et peu de stimulation des femelles (20 individus soit 27% du total).
- La classe 2 regroupe les béliers les plus féconds qui réalisent peu de saillie et stimulent moyennement les femelles (9 individus soit 12% du total).
- La classe 3 est à l'opposé de la classe 2 et regroupe les béliers les moins féconds qui stimulent peu les femelles et ne saillissent pas beaucoup (7 individus soit 9% du total).
- La classe 4 regroupe les béliers les moins féconds qui réalisent beaucoup de saillies (17 individus soit 23% du total).
- La classe 5 regroupe les béliers les plus actifs concernant la stimulation des femelles et la détection des œstrus et possède un bon taux de fécondité (22 individus soit 29% du total)

La classe 5 est donc la classe la plus intéressante d'un point de vue des performances zootechniques. La classe 4 est aussi une classe intéressante étant donné que le taux de fécondité doit être interprété avec le taux de fécondité des femelles. Ainsi, les béliers présents dans cette classe peuvent être très féconds mais avoir sailli une femelle peu féconde.

DISCUSSION DES RESULTATS

L'ensemble des résultats permet de conclure que les mâles n'ont pas nécessairement besoin de réaliser des flairages et des approches pour pouvoir réaliser des saillies. Ceci peut être expliqué par la proceptivité des femelles qui, en frétilant de la queue par exemple, indiquent leur acceptation pour l'accouplement. Cependant, ces résultats peuvent être dus à non activité des mâles qui ne portent aucune attention aux femelles. D'une manière générale, nous pouvons conclure que les mâles réalisent moins de flairages et d'approches que lorsque les femelles sont en anœstrus. Ceci montre le bon comportement sexuel des béliers et la bonne détection des chaleurs. Concernant la latence d'éjaculation, les individus présentent une grande variabilité qui peut être expliquée par le fait que certains béliers nécessitent plusieurs montes avant d'éjaculer (mauvais positionnement du mâle ou de la femelle, perturbation externe...). D'une manière générale, dès lors qu'il y a intromission du pénis dans le vagin, la latence d'éjaculation est de l'ordre de quelques secondes.

La corrélation entre le nombre de flairages et le nombre d'approches est plus faible que lors du test libido et peut être expliqué par le fait que les mâles ne nécessitent pas de flairer ou de faire des approches à répétition étant donné la réceptivité des femelles. Les résultats ont permis aussi de conclure qu'un bélier peut nécessiter plusieurs flairages et approches avant de détecter la réceptivité de la femelle mais ne nécessiter qu'une monte avant d'éjaculer ou à l'inverse, que le bélier peut détecter rapidement cette réceptivité mais ne pas réussir à éjaculer à la première monte. L'anti-corrélation entre le nombre d'approches ou de montes et la latence d'éjaculation s'explique par le fait que plus le mâle tarde à détecter la réceptivité de la femelle, plus il tarde à réaliser des montes et ainsi éjaculer. Les conditions d'expérimentations explique l'anti-corrélation entre le pourcentage de saillies et la latence d'éjaculation puisque plus le mâle tarde à éjaculer, plus il va rester en case avec la femelle présente, de cette manière il aura moins d'opportunités de saillir d'autres femelles et ainsi le pourcentage de saillies va diminuer. L'anti-corrélation entre le pourcentage de saillies et le taux de fécondité peut s'expliquer par le fait que plus un mâle réalise de saillies plus la concentration en spermatozoïdes est faible par éjaculat, de ce fait le taux de fécondité peut diminuer. Il est tout de même nécessaire de prendre en compte que la femelle va aussi influencer ce taux de fécondité. Cette corrélation reste donc à titre indicatif et ne nous permet pas de conclure quant au comportement sexuel des mâles.

Les mâles ne possèdent donc pas un comportement généralisable à l'ensemble du troupeau et présentent un comportement propre à chacun.

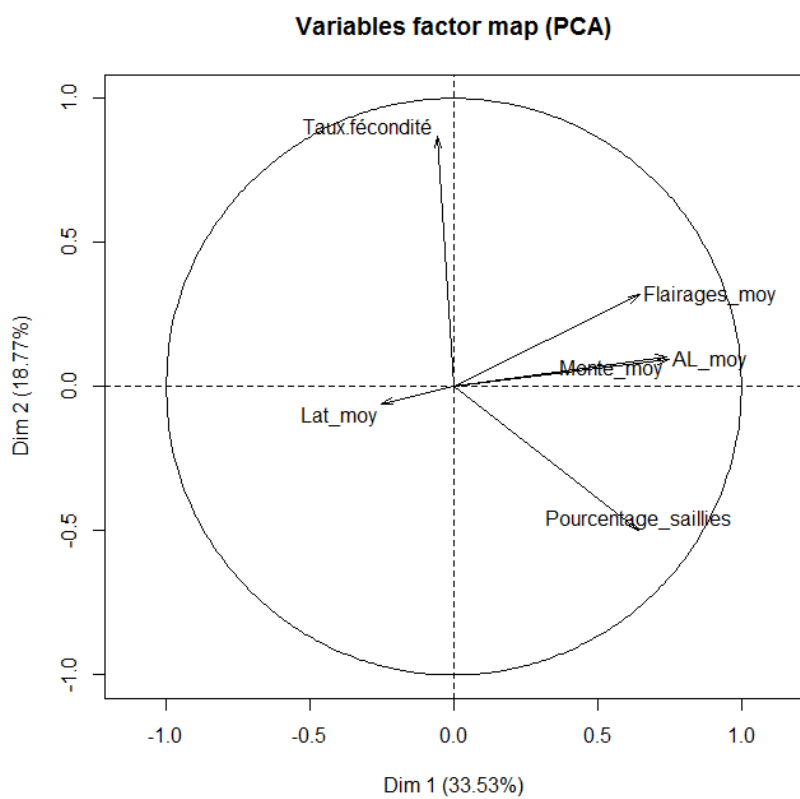


Figure 29 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers lors des saillies (individu 56 illustratif), dimensions 1 et 2

3.1.2.2. Décrire et caractériser le comportement sexuel des mâles en fonction de leur âge et de leur expérience sexuelle.

A présent, l'objectif des ACP va être de caractériser chacune des variables en fonction de la classe d'âge des béliers et de leur expérience sexuelle.

De plus, des tests de comparaison des variances vont permettre de distinguer de manière significative ces résultats. Ces tests seront une ANOVA pour les variables normales dont les variances sont égales et le test de Kruskal-Wallis pour les variables non normales.

Les hypothèses pour ces tests sont : H_0 : Absence des effets de X, H_1 : Effets de X, si $p < 0,05$ alors H_0 est rejetée. Les résultats sont les suivants :

- Flairages : Variances égales (test F à deux variances, p-value = 0,267) → ANOVA
- Approches latérales : non normal → Kruskal-Wallis
- Monte : non normal → Kruskal-Wallis
- Latence d'éjaculation : non normal → Kruskal-Wallis
- Pourcentage de saillies : non normal → Kruskal-Wallis
- Taux de fécondité : non normal → Kruskal-Wallis

Analyse selon la classe d'âge

Les box plots permettant des premières hypothèses sont présentés en annexe 4 : les béliers adultes semblent avoir une activité de flairages, d'approches, de monte et de pourcentage de saillies plus importante. En revanche, il ne semble pas y avoir de différence entre les deux lots concernant les variables latence d'éjaculation et taux de fécondité.

La première ACP selon les dimensions 1 et 2 est représentative pour la variable taux de fécondité (moitié supérieure du cercle) (cf. Figure 29). D'après la répartition des individus selon leur classe d'âge (en rouge les jeunes béliers et en noir les béliers adultes), il n'est pas évident de distinguer une différence entre les deux groupes de béliers (cf. Figure 30). Ces derniers se répartissent plutôt selon les variables flairages, approches et pourcentage de saillies, cependant une ACP selon d'autres dimensions permettra une meilleure représentativité.

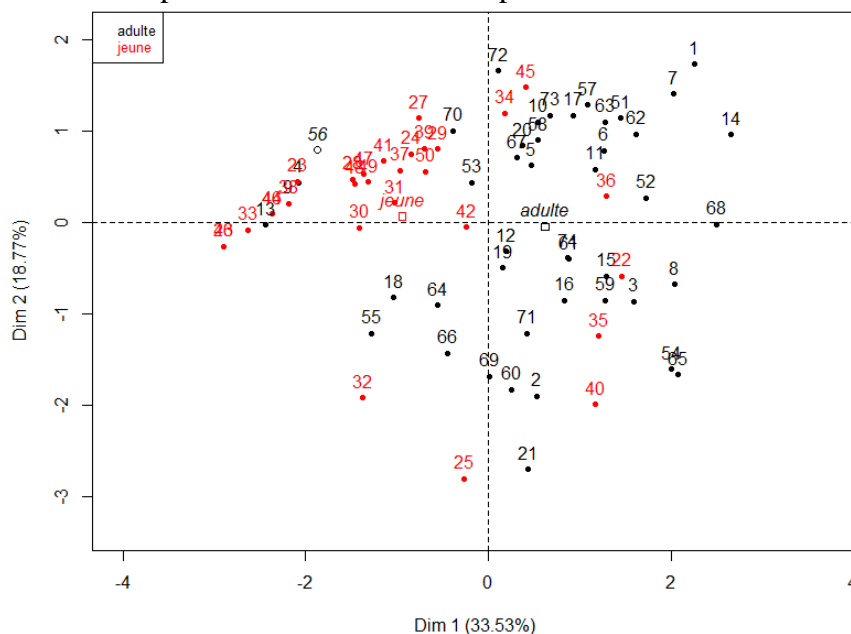


Figure 30 : Répartition des individus (jeunes et adultes) selon les dimensions 1 et 2 de l'ACP lors des saillies

D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 2.8809, df = 1, p-value = 0.08963). De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet de l'âge sur le taux de fécondité est validée.

Variables factor map (PCA)

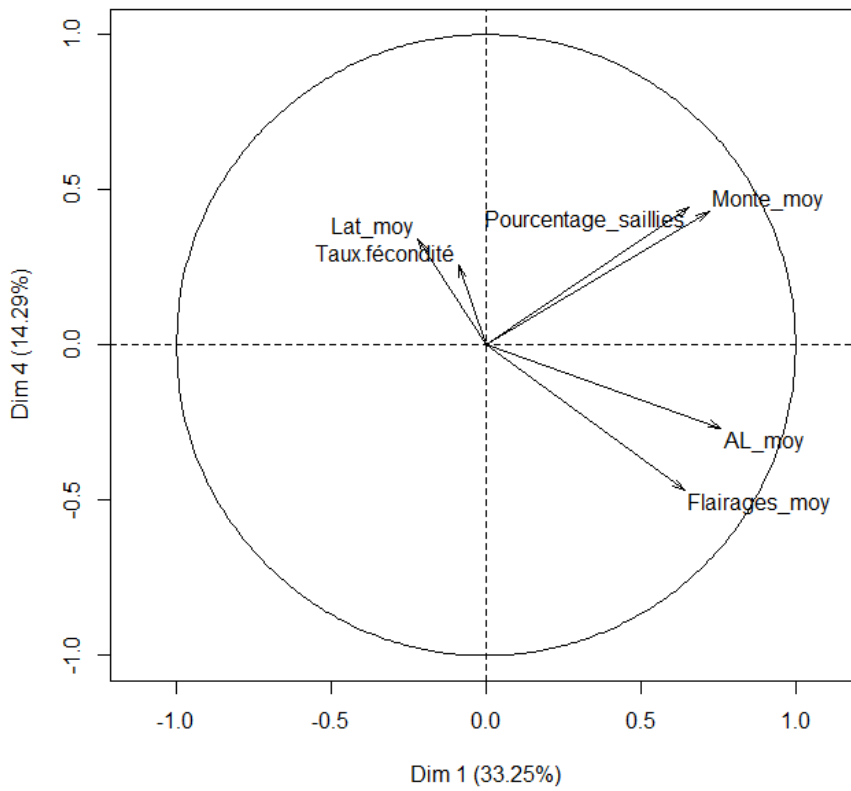


Figure 31 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers lors des saillies, dimensions 1 et 4

La deuxième ACP est plus représentative concernant les variables monte et pourcentages de saillies (quart supérieur droit) et approches et flairages (quart inférieur droit) (cf. Figure 31). La répartition des individus selon les axes 1 et 4 de l'ACP permet de distinguer que les béliers adultes se répartissent sur la moitié droite du graphique tandis que les béliers jeunes se positionnent sur l'autre moitié (cf. Figure 32). Il est donc supposé ici que les béliers adultes réalisent plus de flairages, d'approches et de montes et réalisent un pourcentage de saillies plus importants que les jeunes béliers.

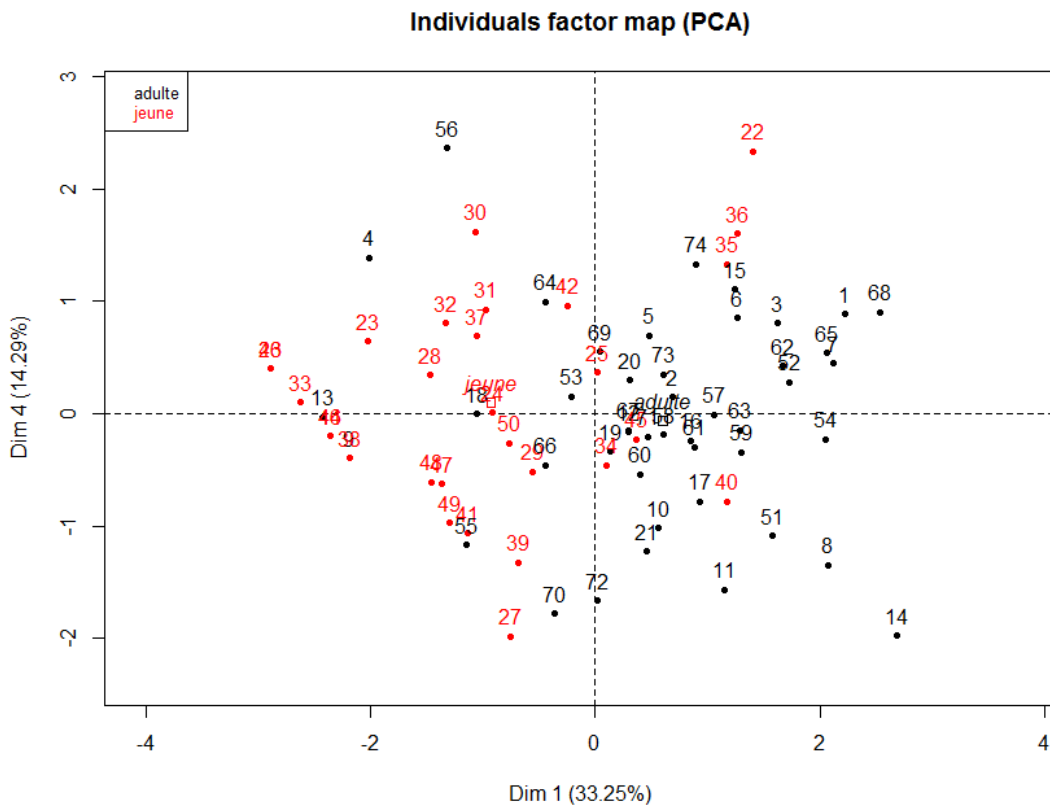


Figure 32 : Répartition des individus (jeunes et adultes) selon les dimensions 1 et 4 de l'ACP lors des saillies

D'après les tests de Kruskal-Wallis et l'ANOVA, il existe une différence significative entre les deux échantillons :

- Flairages (ANOVA) : $df = 1$, $F \text{ value} = 13,87$, $Pr(>F) = 0,000387$ ***
- Approches (Kruskal-Wallis) : $\text{chi-squared} = 19.865$, $df = 1$, $p\text{-value} = 8.309e-06$
- Montes (Kruskal-Wallis) : $\text{chi-squared} = 11.063$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.0008809$
- Pourcentage de saillies (Kruskal-Wallis) : $\text{chi-squared} = 6.6898$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.009697$

Dans l'ensemble des cas, les moyennes les plus élevées sont celles des béliers adultes. De cette manière, les hypothèses d'effets de l'âge sur le nombre de flairages, d'approches, de montes et sur le pourcentage de saillies sont validées.

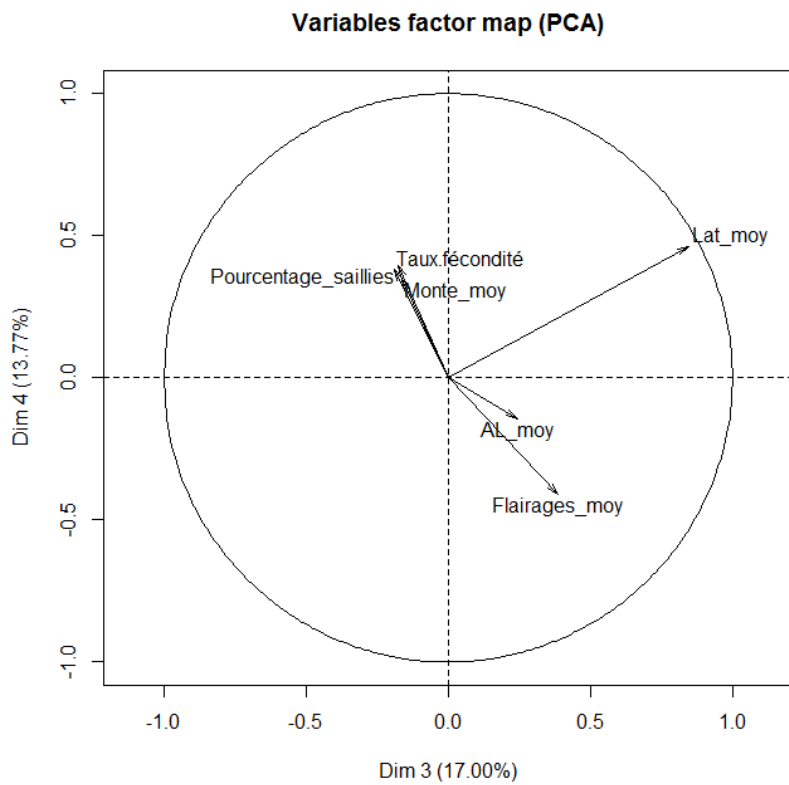


Figure 33 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers lors des saillies, dimensions 3 et 4

Enfin, la troisième ACP est représentative de la variable latence d'éjaculation (quart supérieur droit du cercle) (cf. Figure 33). Malgré la mise en individu illustratif de l'individu 56, l'ensemble des individus reste groupé au centre du graphique (cf. Figure 34). Il est possible que les individus adultes présentent une latence d'éjaculation plus élevée que les jeunes béliers.

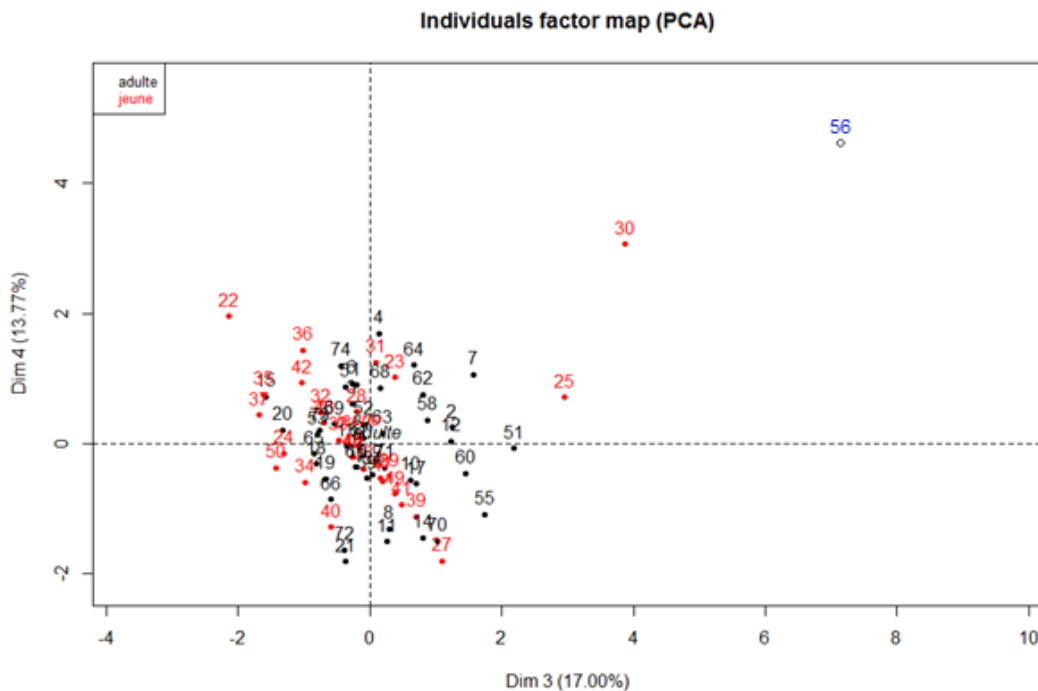


Figure 34 : Répartition des individus (jeunes et adultes) selon les dimensions 3 et 4 de l'ACP lors des saillies

D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 1.0979, df = 1, p-value = 0.2947). De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet de l'âge sur la latence d'éjaculation est validée.

Analyse selon l'expérience sexuelle

Pour cette analyse, seuls les béliers jeunes ont été gardés dans le jeu de données. De cette manière la variabilité due à l'âge est supprimée puisque tous les béliers jeunes sont âgés d'un an. Sur les 29 individus présents, 13 individus présentent une expérience sexuelle contre 16 qui n'ont jamais sailli. Les box plots permettant des premières hypothèses sont présentés en annexe 5 : il ne semble y avoir aucune différence significative entre les béliers expérimentés ou non. Seule la variable latence d'éjaculation pourrait être significativement plus grande chez les béliers non expérimentés.

Des tests de Shapiro-Wilk sont à nouveau réalisés pour tester la normalité des variables :

- Flairages : p-value = 0.4537 → Loi normale
- Approches : p-value = 0.008434 → Loi non normale
- Montes : p-value = 4.235e-05 → Loi non normale
- Latence d'éjaculation : p-value = 0.0009007 → Loi non normale
- Pourcentage de saillies : p-value = 0.0003749 → Loi non normale
- Taux de fécondité : p-value = 1.415e-05 → Loi non normale

Concernant le test d'égalité des variances de la variable flairages, le test F à deux variances permet rejeter H0 (p-value = 0.04762) et ainsi de conclure quant à la différence de variances.

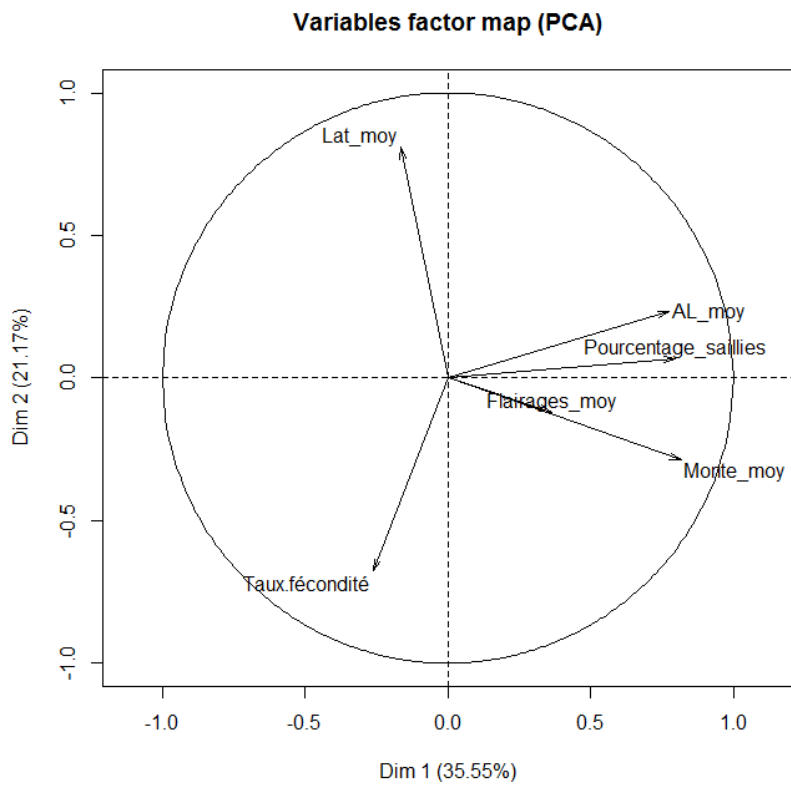


Figure 35 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des jeunes béliers lors des saillies, dimensions 1 et 2

Afin de caractériser le comportement des mâles selon leur expérience sexuelle (en rouge les individus avec expérience sexuelle et en noir les individus sans expérience sexuelle) durant les saillies des ACP ont été réalisées. Les ACP ont été réalisées selon 4 axes représentant 86,64 % d'inertie. La contribution des variables aux axes sont :

- AXE 1 (inertie : 32,79 %) → Monte_moy à -0,5585
- AXE 2 (inertie : 22,77 %) → Lat_moy à -0,6653
- AXE 3 (inertie : 19,52 %) → FL_moy à -0,7157
- AXE 4 (inertie : 11,55 %) → Taux fécondité à 0,7656
- AXE 5 (inertie : 9,59 %) → AL_moy à 0,5529
- AXE 6 (inertie : 3,75 %) → Pourcentage_saillies à -0,5878

La première ACP selon les dimensions 1 et 2 est représentative des variables latence d'éjaculations (quart supérieur gauche), nombre de montes (quart inférieur droit) et nombre d'approches (quart supérieur droit) (cf. Figure 35). La répartition des individus ne semble pas montrer de différence quant à ces deux variables selon l'expérience sexuelle (cf. Figure 36).

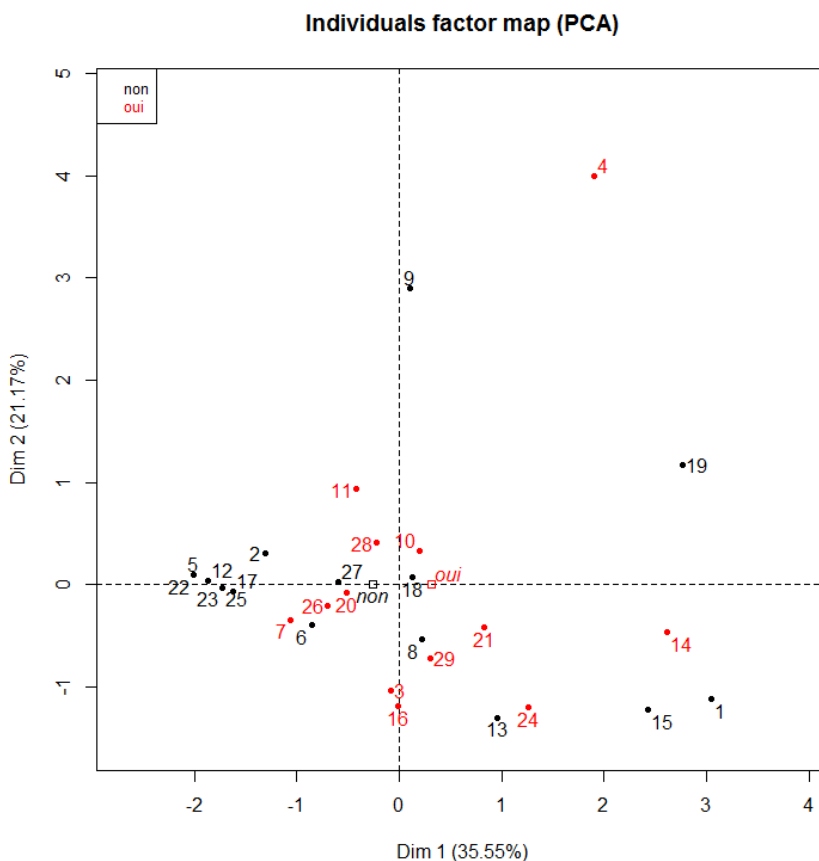


Figure 36 : Répartition des individus (jeunes) selon les dimensions 1 et 2 de l'ACP lors des saillies

D'après les test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons :

- Latence d'éjaculation : chi-squared = 0.0029455, df = 1, p-value = 0.9567
- Nombre de montes : chi-squared = 0.93337, df = 1, p-value = 0.334
- Nombre d'approches : chi-squared = 1.3471, df = 1, p-value = 0.2458

De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet de l'expérience sexuelle sur la latence d'éjaculation et le nombre de montes est validée.

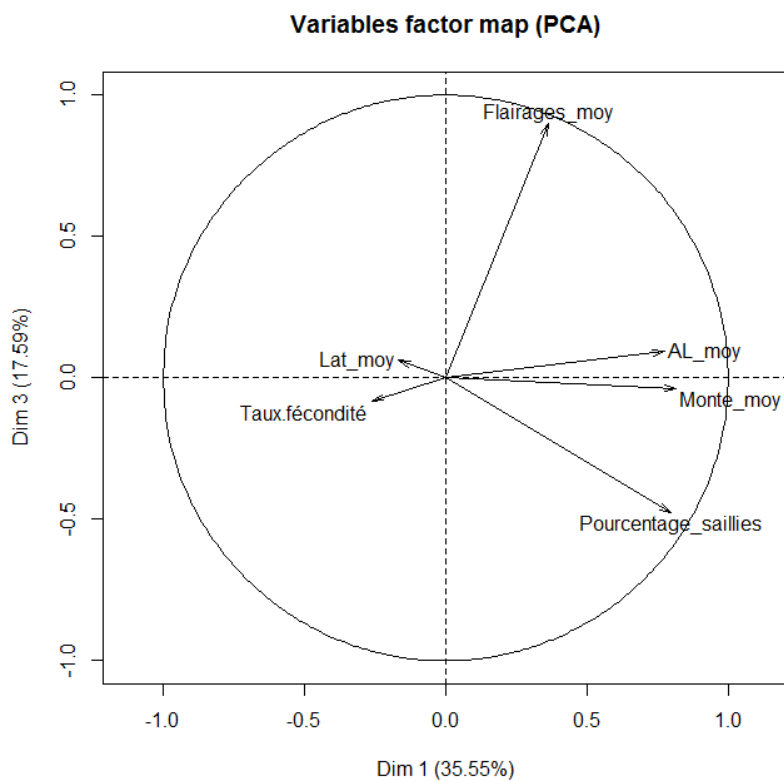


Figure 37 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des jeunes béliers lors des saillies, dimensions 1 et 3

La deuxième ACP permet de rendre compte des variables pourcentage de saillies (quat inférieur droit) et nombre de flairages (quat supérieur droit) (cf. Figure 37). Les individus semblent se répartir de manière équitable sur le graphique, il ne semble donc pas y avoir d'effet de l'expérience sexuelle sur ces variables (cf. Figure 38).

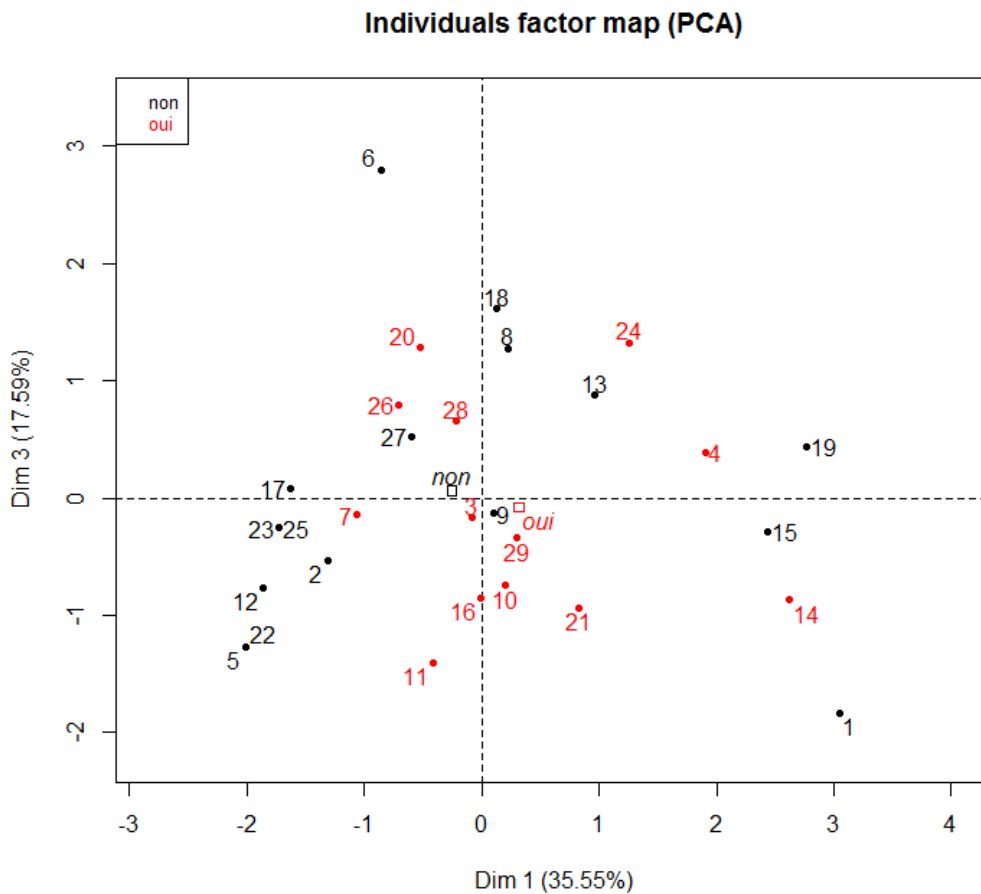


Figure 38 : Répartition des individus (jeunes) selon les dimensions 1 et 3 de l'ACP lors des saillies

D'après les tests de Kruskal-Wallis et l'ANOVA, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons :

- Flairages : $df=1$, F value = 0,001, $Pr(>F) = 0,974$
- Pourcentage de saillie : $\chi^2 = 2.3036$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.1291$

De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet de l'expérience sexuelle sur le nombre de flairages et le pourcentage de saillie est validée.

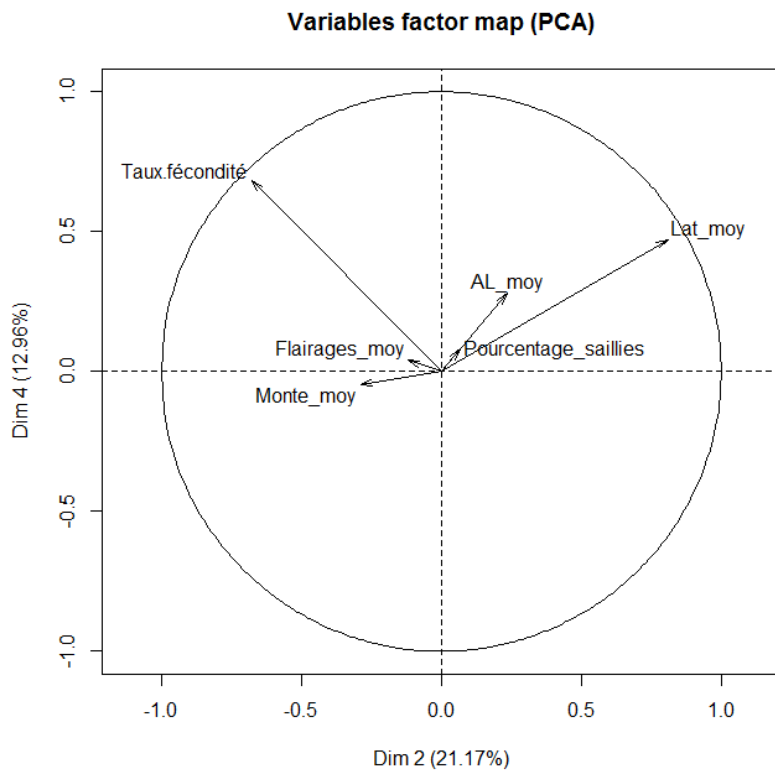


Figure 39 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des jeunes béliers lors des saillies, dimensions 2 et 4

Pour finir, la dernière ACP est représentative de la variable taux de fécondité (quart supérieur gauche) (cf. Figure 39). La répartition des individus ne semble pas montrer de différence quant à cette variable selon l'expérience sexuelle (cf. Figure 40).

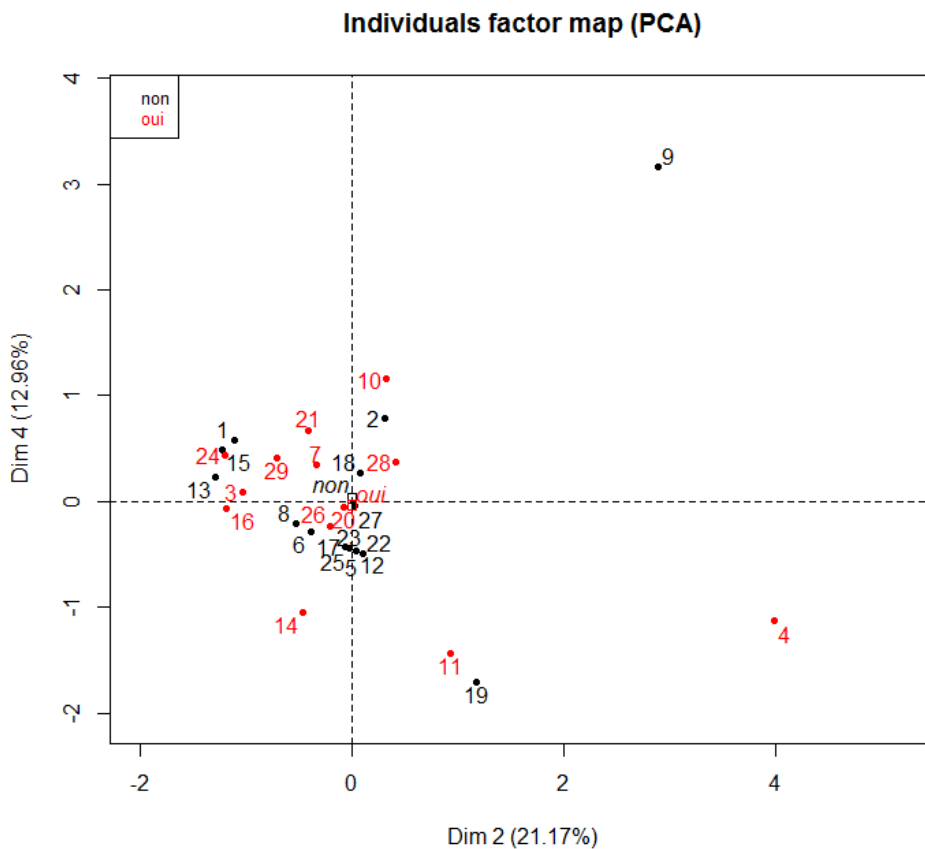


Figure 40 : Répartition des individus (jeunes) selon les dimensions 2 et 4 de l'ACP lors des saillies

D'après les tests de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons concernant la variable taux de fécondité (chi-squared = 0.24873, df = 1, p-value = 0.618).

De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet de l'expérience sexuelle sur le taux de fécondité est validée.

DISCUSSION DES RESULTATS

Ces résultats ont permis de montrer la plus intense activité des béliers adultes par rapport aux jeunes béliers. Les béliers adultes, plus âgés et donc plus expérimentés, semblent avoir une meilleure connaissance des femelles. Les jeunes béliers n'ayant plus d'apprentissage comme cela pourrait être le cas dans la nature, sont donc moins performants face aux femelles. Cependant, il n'existe pas de différence entre ces deux échantillons concernant la latence d'éjaculation et le taux de fécondité. Ces performances sont dépendantes des variations inter-individus qui ne peuvent pas être généralisées à une classe d'âge. L'expérience sexuelle chez les jeunes béliers ne semble pas avoir d'effet sur les performances de reproduction contrairement à ce que résume la bibliographie.

D'un point de vue zootechnique, il est donc plus intéressant d'utiliser des béliers adultes pour stimuler des femelles, comme c'est nécessaire lors de l'effet mâle.

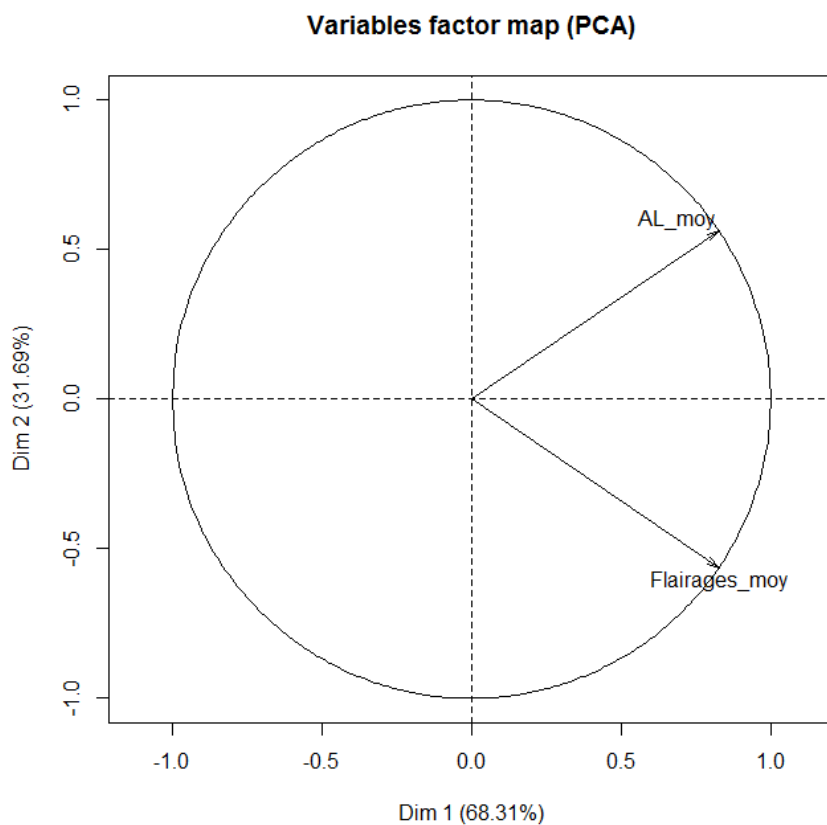


Figure 41 : Analyse en composantes principales du comportement sexuel des béliers adultes lors des saillies selon les dimensions présentes en test libido

Tableau 4 : Répartition des béliers adultes par classes lors du test libido et des saillies

	Libido	Saillies
Nb d'individus classe 1	3	2
Nb d'individus classe 2	10	5
Nb d'individus classe 3	10	8
Nb d'individus classe 4	11	10
Nb d'individus classe 5	4	9
Nb d'individus classe 6	4	9
Nb d'individus classe 7	2	3

3.1.2.3. Déterminer des classes de béliers adultes en fonction de leur comportement sexuel lors des saillies.

Afin de caractériser les mâles adultes et leur comportement sexuel durant les saillies, une ACP et une CAH ont été réalisées selon les deux variables présentes lors du test de libido (cf. Figure 41 et Figure 42). De cette manière nous pouvons caractériser les mâles adultes les plus actifs lors des tests (moitié droite du cercle de corrélation) et ceux les moins actifs (moitié gauche du cercle de corrélation).

- La classe 1 regroupe les mâles réalisant très peu de flairages et peu d'approches.
- La classe 2 regroupe les mâles réalisant peu d'approches et peu de flairages.
- Les classes 3 et 4 regroupent les mâles qui se situent dans la moyenne.
- La classe 5 regroupe les mâles réalisant beaucoup de flairages et moins d'approches.
- La classe 6 regroupe les mâles réalisant beaucoup de flairages et d'approches.
- La classe 7 regroupe les mâles qui réalisent beaucoup d'approches et moins de flairages.

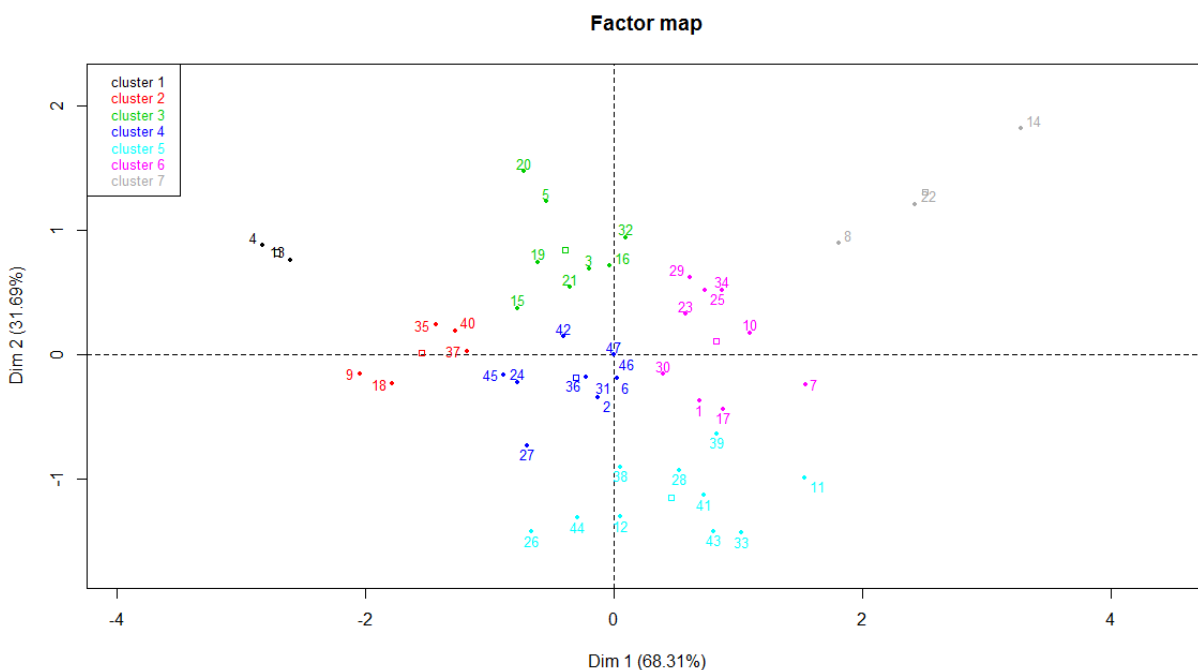


Figure 42 : Classification ascendante hiérarchique présentant les classes de béliers adultes en fonction de leur comportement lors des saillies selon les dimensions présentes en test libido

Ces résultats vont pouvoir à présent être comparés à ceux obtenus lors du test de libido.

3.1.3. Comparaison et analyse des résultats des deux expérimentations

Rappel des objectifs :

- Comparer les classes de béliers des deux expérimentations afin de déterminer si la libido permet de prédire le comportement sexuel des béliers lors de saillies.

Au cours des deux expérimentations, les mêmes types de classes de béliers ont été trouvées ce qui montre une adéquation entre le comportement des mâles aux différents stades du cycle des brebis. Seul le nombre d'individus par classes diffère (cf. Tableau 4).

Afin de faciliter l'analyse, les 7 classes initiales vont être regroupées en 4 groupes de niveaux :

- Classe 1 et 2 → Groupe des béliers mauvais
- Classe 3 et 4 → Groupe des béliers moyens
- Classe 5 et 6 → Groupe des béliers bons
- Classe 7 → Groupe des béliers très bons

Au cours des deux expérimentations, au total 6 béliers sont restés dans la même classe (soit 13% des béliers), 9 béliers appartiennent au même groupe (soit 19,5%) et 31 béliers ont changé de groupe (soit 67,5%). Concernant les béliers qui ont changé de groupe, 23 présentent de meilleures performances (soit 74% des béliers ayant changé de groupe et 50 % du total) et 8 présentent de moins bonnes performances (soit 26 % des béliers et 17,5% du total).

D'après la répartition du nombre de béliers adultes constants dans leur comportement en fonction des classes (cf. Tableau 5), nous pouvons constater que les béliers les moins performants (groupe 1 et 2) présentent une grande part d'invariabilité quant à leur comportement et que près de la moitié d'entre eux restent inactifs s'ils l'ont été en test de libido. Ces constatations peuvent aussi s'appliquer pour les béliers les plus performants qui restent pour 33% d'entre eux les plus actifs des béliers.

Tableau 5 : Répartition du nombre de béliers adultes constant dans leur comportement sexuel en fonction des classes

	Nombre de béliers issu du même groupe	Pourcentage au sein du groupe
Groupe 1	3/7	43%
Groupe 2	8/18	44,5%
Groupe 3	3/18	16,7%
Groupe 4	1/3	33,3%

DISCUSSION DES RESULTATS

Les meilleures performances ainsi que le nombre plus élevé de béliers dans les classes 5, 6 et 7 s'expliquent par le fait que les brebis sont en chaleur lors des saillies et non lors du test libido. De ce fait les béliers deviennent plus actifs lorsque les femelles sont réceptives. En revanche, certains béliers restent inactifs que ce soit lors du test de libido ou lors des saillies. Ces résultats permettent de conclure qu'il est donc possible grâce à un test libido de prédire une part du comportement sexuel des béliers.

En reprenant à présent les 4 classes mises en évidence par la CAH lors des saillies (cf. Figure 26) il est possible d'extrapoler les résultats obtenus précédemment. En effet, les classes 3 et 4 des saillies constituent les classes avec les béliers les plus performants concernant les saillies (avec l'ensemble des variables d'intérêt) et 7 individus de la classe 4 et 3 individus de la classe 3 se retrouvent dans le groupe 3 et 4, ce qui représente 77% de la classe 4 et 50% de la classe 3.

De ce fait, les deux CAH concernant les saillies sont corrélées et ainsi, il est possible d'envisager que les tests libido servent aussi à prédire les performances de reproduction des béliers. Cependant il est nécessaire de prendre en compte les facteurs intrinsèques et extrinsèques qui pourraient perturber le comportement du bélier d'un test de libido à une saillie ou d'une saillie à une autre.

3.2. Efficacité de l'effet mâle en fonction des caractéristiques des femelles

Pour cette partie de l'étude, l'objectif va être de déterminer si la classe d'âge des brebis ainsi que les traitements appliqués aux deux lots (présence de laine ou non pour les brebis, connaissance du mâle ou non pour les agnelles) ont une influence sur la réponse à l'effet mâle et sur le taux de gestation. La réponse à l'effet mâle est déterminée selon les dosages de progestérone réalisés suite aux prises de sang (femelle répondante au seuil >1ng/mL de progestérone). Cette variable comprend par définition le taux de femelles en chaleurs. De plus, la variable du taux de cyclicité sera analysée.

Le pourcentage de femelles non en chaleurs a été calculé en fonction des relevés de marques des harnais marqueurs : les femelles qui ne présentent aucune marque de crayon et qui fuient le mâle lors de la rotation des béliers est considérée comme non en chaleurs. Les dosages de progestérone ont permis de valider les chiffres estimés par les marques de tablier.

En effet, ces dosages ont permis de calculer le nombre de femelles cycliques (seuil de 1ng/ml de progestérone avant le début de l'effet mâle) et le nombre de femelles répondant à l'effet mâle (seuil de 1ng/ml de progestérone après introduction des mâles). De cette manière, le nombre de femelles en chaleurs peut être calculé : femelles en chaleurs = (femelles cycliques + femelles répondant à l'effet mâle)/nombre total de femelles) et le nombre de femelles non en chaleurs : femelles non en chaleurs = 1 – femelles en chaleurs. Le pourcentage de femelles gestantes a été déterminé par échographies.

Des tests de comparaison des variances vont permettre de distinguer de manière significative ces résultats. Ces tests seront une ANOVA pour les variables normales dont les variances sont égales et le test de Kruskal-Wallis pour les variables non normales.

Les hypothèses pour ces tests sont : H0 : Absence des effets de X, H1 : Effets de X, si $p < 0,05$ alors H0 est rejetée. Les résultats sont les suivants :

- Cyclicité : test de normalité : $p\text{-value} = 1.787e-11 \rightarrow$ non normal donc Kruskal-Wallis
- Réponse à l'effet mâle : test de normalité : $p\text{-value} = 7.354e-09 \rightarrow$ non normal donc Kruskal-Wallis
- Taux de gestation : test de normalité : $p\text{-value} = 5.976e-11 \rightarrow$ non normal donc Kruskal-Wallis

Les résultats en termes de performances de reproduction permettent sans traitement statistique d'émettre l'hypothèse que les brebis répondent significativement plus que les agnelles et que les traitements appliqués n'ont pas d'influence (cf. Tableau 6 et Tableau 7).

Tableau 6 : Résultats de performances des femelles suite à l'effet mâle

	Femelles cycliques	Femelles répondant à l'effet mâle (dont réponse à la laine)	Femelles non en chaleurs	Femelles gestantes
Totalité	27 %	54 %	44 %	53 %
Brebis	47 %	94 %	3 %	97 %
Agnelles	7 %	14 %	86 %	10 %

Tableau 7 : Résultat de performances des femelles en fonction des lots suite à l'effet mâle

	Femelles cycliques	Femelles répondant à l'effet mâle	Femelles non en chaleurs	Femelles gestantes
<i>Avec laine</i>	40 %	44 % à la laine 44 % au mâle	7 %	100 %
<i>Sans laine</i>	53 %	100 %	0 %	93 %
<i>Naïve</i>	0 %	7 %	93 %	7 %
<i>Non naïve</i>	13 %	23 %	77 %	13 %

3.2.1. Analyse selon la classe d'âge

D'après le test de Kruskal-Wallis, il existe une différence significative entre les deux échantillons ($\chi^2 = 16.209$, $df = 1$, $p\text{-value} = 5.673e-05$). De cette manière, l'hypothèse d'effet de l'âge sur la cyclicité est validée.

D'après le test de Kruskal-Wallis, il existe une différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 20.199, df = 1, p-value = 6.978e-06). De cette manière, l'hypothèse d'effet de l'âge sur le taux de réponse à l'effet mâle des femelles est validée.

D'après le test de Kruskal-Wallis, il existe une différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 44.513, df = 1, p-value = 2.526e-11). De cette manière, l'hypothèse d'effet de l'âge sur le taux de gestation des femelles est validée.

3.2.2. Analyse selon le traitement appliqué aux lots

LOT A : AGNELLES NAÏVES OU NON

Les tests de normalité indiquent qu'aucune des variables ne répond à une loi normale :

- Cyclicité : p-value = 1.783e-10
- Réponse à l'effet mâle : p-value = 3.324e-09
- Taux de gestation : p-value = 1.783e-10

D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 0.35802, df = 1, p-value = 0.5496). De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet de la naïveté sur la cyclicité est validée.

D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 1.3059, df = 1, p-value = 0.2531). De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet de la naïveté sur le taux de réponse à l'effet mâle est validée.

D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 0.35802, df = 1, p-value = 0.5496). De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet de la naïveté sur le taux de gestation est validée.

LOT B : BREBIS MISES EN PRESENCE DE LAINE OU NON

Les tests de normalité indiquent qu'aucune des variables ne répond à une loi normale :

- Cyclicité : p-value = 1.433e-07
- Réponse à l'effet mâle : p-value = 1.207e-06
- Taux de gestation : p-value = 7.766e-12

D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 0.51786, df = 1, p-value = 0.4718). De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet d'un contact indirect avec le mâle sur la cyclicité est validée.

D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 0.875, df = 1, p-value = 0.3496). De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet d'un contact indirect avec le mâle sur le taux de réponse à l'effet mâle est validée.

D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'existe pas de différence significative entre les deux échantillons (chi-squared = 1, df = 1, p-value = 0.3173). De cette manière, l'hypothèse d'absence d'effet d'un contact indirect avec le mâle sur le taux de gestation est validée.

DISCUSSION DES RESULTATS

Ces résultats permettent de conclure que l'âge des femelles impacte fortement leur réceptivité et leur réponse à l'effet mâle. Les connaissances de l'état d'œstrus, du mâle et des saillies sont des éléments pouvant expliquer la meilleure réponse à l'effet mâle.

Les résultats concernant les traitements effectués pour chaque lot ne sont pas probants contrairement à la littérature et peuvent s'expliquer par le fait que les échantillons ne sont pas assez représentatifs pour essayer d'identifier une différence significative. En effet, 97 % des brebis sont gestantes et ont donc toutes répondues à l'effet mâle ou étaient cycliques au préalable ce qui ne permet pas de différencier les lots. Concernant les agnelles, l'effet inverse se produit puisque seulement 10 % des femelles sont gestantes.

Le taux élevé de cyclité des femelles adultes laisse à croire qu'un élément perturbateur a faussé les résultats. En effet, il est anormal qu'autant de femelles soient cycliques dès fin mars. Ceci pourrait

s'expliquer par le climat avec un hiver doux puis une chute des températures fin avril, début mai, cependant aucune étude n'a prouvé l'influence de la température sur l'entrée précoce en cyclicité des femelles. Il est donc possible qu'au cours de la préparation de l'expérimentation et malgré les précautions prises, un animalier ait pu « contaminer » le bâtiment des femelles avec l'odeur provenant du bâtiment des mâles. De cette manière, l'entrée en cyclicité a pu être déclenchée précocement. Si tel est le cas et au vu de la différence significative entre les deux échantillons concernant la cyclicité, ces résultats confirment que les femelles adultes sont plus réceptives que les agnelles.

3.3. Efficacité de l'effet mâle sur les performances de reproduction en comparaison à des luttes synchronisées par pose d'éponges vaginales et à des luttes par effet mâle en saison

3.3.1. Efficacité de l'effet mâle en comparaison avec des luttes synchronisées par pose d'éponges vaginales en contre saison

Afin de pouvoir comparer l'efficacité des deux types de luttes en contre saison, différents indicateurs ont été calculés : le pourcentage de gestation pour les brebis, les agnelles et l'ensemble des femelles et de même pour le pourcentage de femelles non en chaleurs. Concernant ce dernier indicateur, il a été calculé en fonction des observations qui ont eu lieu lors des saillies (lutte avec pose d'éponges vaginales) et lors des relevés des marquages pour l'effet mâle. Pour les saillies, une femelle qui a refusé la saillie plusieurs fois et avec plusieurs mâles est considérée comme non en chaleurs. Pour l'effet mâle ainsi que pour les autres indicateurs, la méthode a été expliquée précédemment. La cyclicité est représentée à 35 % pour l'ensemble des femelles, 60 % pour les femelles adultes et 10 % pour les agnelles. Ces calculs ont été réalisés pour l'ensemble des femelles, les agnelles et les brebis adultes (*cf.* Tableau 8).

Tableau 8 : Résultats de performances des femelles en effet mâle et en lutte avec pose d'éponges

Type lutte	Femelles gestantes	Femelles Non en chaleurs	Brebis gestantes	Brebis Non en chaleurs	Agnelles gestantes	Agnelles Non en chaleurs
Effet mâle	53 %	44 %	97 %	3 %	10 %	86 %
Eponges	78 %	6 %	77 %	8 %	82 %	2 %

DISCUSSION DES RESULTATS

La comparaison des deux méthodes selon ces critères permet de dire que l'effet mâle n'est pas aussi efficace qu'une lutte par pose d'éponges au vu du nombre de femelles pleines et du nombre de femelles non en chaleurs. Cependant, ces résultats sont dus à la présence d'agnelles au sein du lot d'effet mâle. En effet, les résultats pour les agnelles favorisent fortement la lutte avec pose d'éponges. Comme il a été démontré au paragraphe précédent, l'effet mâle est très faiblement efficace sur les agnelles. Néanmoins, les résultats zootechniques de l'effet mâle sont tout aussi satisfaisants voire meilleurs que les résultats des luttes par pose d'éponges vaginales concernant les brebis. Cette méthode est donc conseillée pour les brebis ayant déjà une expérience sexuelle. La synchronisation ne pourra pas ici être comparée du fait de la période d'agnelage qui s'étale de début septembre à fin septembre. La synchronisation par éponges vaginales est très efficace et semble se répartir sur quelques jours (3 à 5 jours au vu des lots ayant mis bas début septembre).

3.3.2. Efficacité de l'effet mâle en contre saison en comparaison à des luttes par effet mâle en saison

Dans un premier temps, l'efficacité de l'effet mâle va être appréciée en fonction du taux de gestation des femelles et de la synchronisation des mises-bas des années 2014, 2015 et 2016.

Dans un second temps, ces résultats seront comparés aux résultats des effets mâles réalisés en saison (2013, 2014, 2015).

RESULTATS DES EFFETS MALE EN CONTRE SAISON

Les différentes caractéristiques des effets mâles sont récapitulées dans le Tableau 9. Afin d'avoir des résultats comparables, les agnelles de l'année 2016 ne seront pas prises en compte dans les résultats au vu de la faible efficacité de l'effet mâle sur ces femelles et l'absence d'agnelles au cours des autres années.

Tableau 9 : Caractéristiques des effets mâle en contre saison des années 2014, 2015 et 2016

	Nb ♀	Age moyen	NEC	Intro ♂ tablier (Chang ^t : 3 à 4 jrs)	Intro ♂ repro (Chang ^t : 6 à 7 jrs)	Retrait ♂
2014	22	2 ans 1 m	X	J0 (20/03)	J14 (03/04)	J48 (07/05)
2015	13+13	3 ans 5 m	3,14 ± 0,34	J0 (16/03)	J18 (03/04)	J56 (11/05)
2016	15+15 adultes	4 ans 2 m	2,89 ± 0,27	J0 (05/04)	J15 (20/04)	J48 (23/05)

Les résultats des effets mâles sont présentés sur le Tableau 10.

Tableau 10 : Pourcentages de gestation des femelles en effet mâle des années 2014, 2015 et 2016

	2014	2015	2016
Nombre de femelles gestantes	8	26	29
Pourcentage de femelles gestantes	37 %	100 %	97 %

En ce qui concerne la synchronisation des mises-bas, les Figure 43 et Figure 44 présentent les résultats des années 2014 et 2015 ainsi que les prévisions de répartition pour l'année 2016 :

- En 2014, 32 % des femelles (soit 88 % des femelles gestantes) sont synchronisées sur 2 jours avec implantation du fœtus après un cycle court + un cycle normal et 4,5 % des femelles présentent un retour en chaleurs d'un cycle normal.
- En 2015, 38 % des femelles sont synchronisées sur 6 jours avec 19 % de femelles réalisant un cycle normal et 19 % réalisant un cycle court + un cycle normal. Les retours en chaleurs concernent 42 % des femelles en cycle normal et 12 % pour les femelles en cycle court + cycle normal.
- En 2016, 60 % des brebis sont synchronisées sur 7 jours avec 13 % de femelles en cycle normal et 47 % en cycle court + cycle normal. Les retours en chaleurs concernent 7 % des femelles en cycle normal et 14 % pour les femelles en cycle court + cycle normal.

Globalement, une synchronisation sur 7 jours maximum est observée pour le premier cycle et une synchronisation sur 10 jours maximum pour l'ensemble des retours.

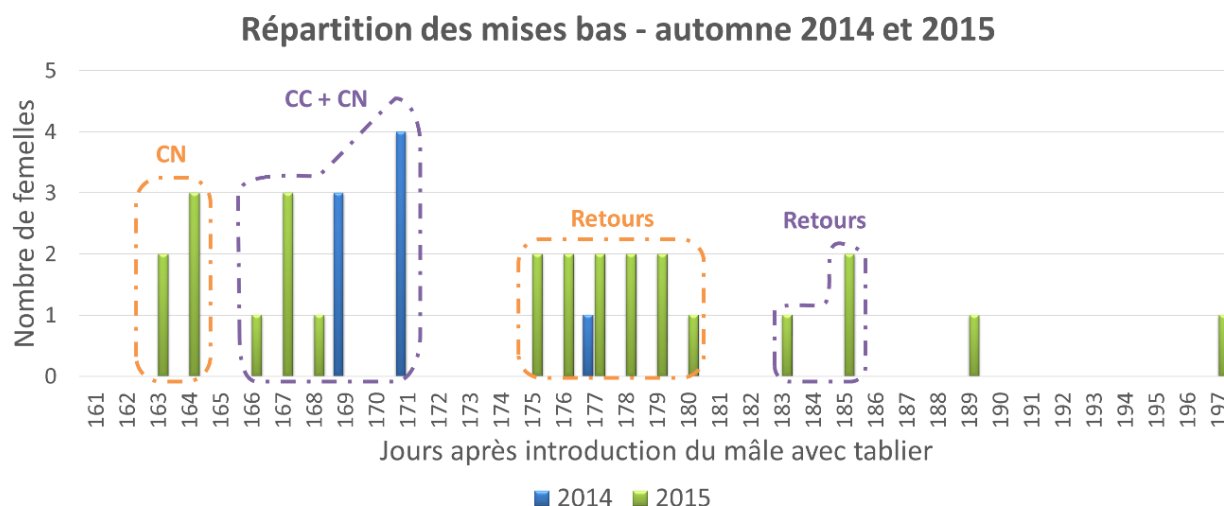


Figure 43 : Répartition des mises bas des effets mâle en contre saison de 2014 et 2015

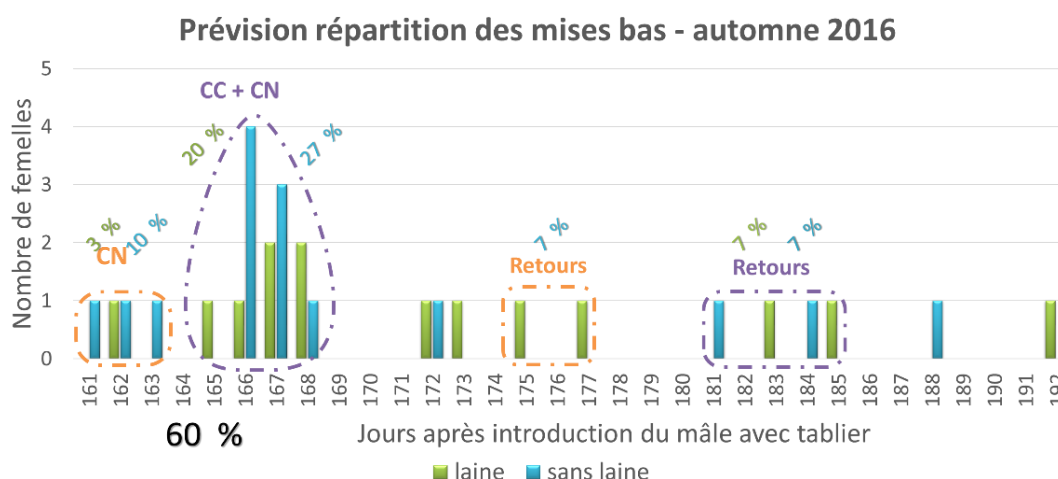


Figure 44 : Prévision de la répartition des mises-bas de l'effet mâle en contre saison de 2016

COMPARAISON DES RESULTATS DES EFFETS MALE EN CONTRE SAISON AVEC LES EFFETS MALES EN SAISON

Hormis les résultats de l'année 2014 en contre saison qui présentent un pourcentage de gestation anormalement faible, les résultats de la lutte par effet mâle sont similaires voire supérieurs aux résultats des effets mâles en saison (cf. Tableau 11)

<i>Pourcentage de femelles gestantes</i>	2013/2014	2014/2015	2015/2016
<i>Lutte en saison</i>	98 %	68 %	95 %
<i>Lutte en contre saison</i>	37 %	100 %	97 %

Tableau 11 : Pourcentages de femelles gestantes en effet mâle de saison et contre saison

La répartition en pourcentage de mises-bas totales en fonction des intervalles de jours après introduction des mâles portant un tablier permet de rendre compte des pics de cyclicités induites (cf. Figure 45). Pour l'effet mâle en saison (mises-bas de printemps), les pics de mises-bas correspondent aux intervalles J21-J23 (20%) et J24-J26 (20%) tandis que pour l'effet mâle en contre saison, le pic se situe entre J21-J23 avec 29% des mises-bas. Pour les deux types d'effet mâle, 90 % des mises-bas se situent entre J15 et J38.

L'effet mâle en contre saison présente un deuxième pic de mises-bas (15%) à J30-32. La présence de ce dernier s'explique par l'apparition de cycles courts chez les brebis décalant ainsi le regroupement des chaleurs. Cependant, l'ensemble des mises-bas de l'effet mâle en contre-saison se situe entre J15 et J53 contrairement à l'effet mâle de saison qui se situe entre J3 et J62. La femelle ayant mis bas à J3 est vraisemblablement une femelle cyclique qui n'a donc pas pu être synchronisée par l'effet mâle.

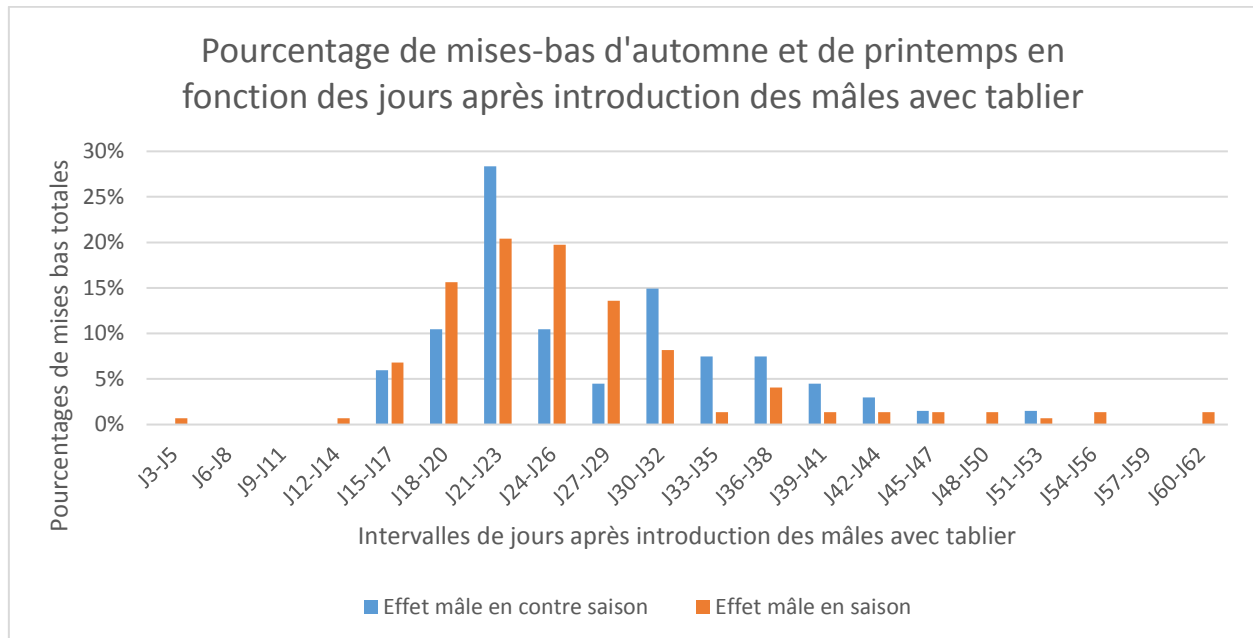


Figure 45 : Pourcentage de mises-bas d'automne et de printemps en fonction des jours après introduction des mâles avec tablier

DISCUSSION DES RESULTATS

Les pourcentages de gestation sont très bons pour les années 2015 et 2016 et faibles pour l'année 2014. Le faible taux de gestation de l'année 2014 peut s'expliquer par les conditions d'expérimentations différentes des années 2015 et 2016. En effet, lors de cette année, les mâles étaient déplacés dans le bâtiment des femelles et rencontraient donc de nouveaux événements perturbateurs, hors le stress est l'une des caractéristiques inhibant le comportement sexuel des mâles. Au vu de ces résultats, ce sont à présent les femelles qui sont amenées dans le bâtiment des mâles. L'effet mâle en contre saison présente donc de bonnes performances en termes de taux de gestation au vu de ces deux années.

D'une manière générale, il est possible de dire que malgré la présence de deux pics de mises bas, l'effet mâle en contre saison reste très satisfaisant au vu de la synchronisation qu'il permet comparativement à l'effet mâle en saison. Ces résultats ont donc permis de mettre en évidence l'efficacité, en termes de synchronisation des chaleurs (et donc des mises bas) et du taux de femelles gestantes, de l'effet mâle en contre saison. Cette méthode de maîtrise de la reproduction permet d'obtenir les mêmes résultats qu'en saison et ainsi de diminuer la contrainte de la saisonnalité de l'espèce.

4. Limites et perspectives

4.1. Limites de l'étude

Malgré une bonne réussite des différentes expérimentations, certains points constituent les limites de l'étude et suscitent des interrogations quant à la véracité des résultats.

Tout d'abord concernant le test de libido, une seule expérience a été réalisée. La répétabilité et la constance des résultats n'a pas du tout été prouvée. De ce fait, il est possible que les classes de béliers

mises en évidence au cours de ce test changent si l'expérimentation est renouvelée et ainsi que les différentes corrélations entre la libido et la prédiction du comportement sexuel lors des saillies soient modifiées positivement ou négativement.

Concernant les jeunes béliers, il aurait été intéressant d'avoir un échantillon plus important de manière à avoir des tests plus significatifs à propos de l'expérience sexuelle. En effet, celle-ci semble avoir de réels effets au vu de la littérature.

En ce qui concerne les saillies, la vaccination contre la fièvre catarrhale ovine réalisée durant l'expérimentation a possiblement modifié les performances des femelles et leur entrée en cycle suite à la pose d'éponges vaginales. Il serait donc intéressant de réitérer cette expérience sans vaccination. Le manque d'assurance quant à la paternité des agneaux ne permet pas de tirer des conclusions probantes sur le taux de fécondité des mâles. En effet, même si la première saillie est réalisée par le mâle observé, il est possible que les femelles soient à nouveau saillies par le mâle qui reste avec elles durant la nuit. Les conclusions tirées de cette variable restent à titre indicatif. Un projet de salle de saillie est en cours au sein de la bergerie de l'UEPAO, de cette manière plusieurs femelles pourraient être saillies par le même mâle et rester avec lui durant la nuit. Ainsi, la paternité serait assurée.

Concernant l'effet mâle, le manque de données dû à la faible taille des lots A et B ne permet pas de tirer de conclusion probante sur l'influence de la naïveté chez les agnelles et sur l'influence de la laine.

4.2. Perspectives et utilisation potentielle de l'étude

Cette étude pourrait être poursuivie l'année prochaine afin de tenter de compléter les résultats de cette année.

Concernant le test de libido, il serait intéressant de procéder à ces mêmes tests avec les jeunes béliers afin de s'assurer de leur plus faible activité sexuelle. De cette manière, il serait aussi possible de mettre en évidence une corrélation entre la libido et le comportement sexuel des jeunes lors des saillies et la comparer avec celle rencontrée avec les mâles adultes.

L'influence de l'expérience sexuelle pourrait à nouveau être testée avec des effectifs plus importants concernant les jeunes béliers. Elle pourrait aussi être réalisée avec des béliers adultes expérimentés et non expérimentés afin de comparer si l'expérience sexuelle influe de la même manière et dans la même mesure les jeunes béliers comme les béliers adultes.

Enfin, l'influence de l'âge pourrait être testée entre les béliers adultes. En effet, il se peut que les béliers les plus âgés soient moins actifs sexuellement que les béliers adultes.

Concernant l'effet mâle, il serait intéressant de procéder à l'étude du contact indirect sur un lot entier de femelles adultes naïves (pour tester le contact avec la laine) et sur un lot dont une partie des femelles adultes serait naïve (pour tester le contact au préalable avec le mâle). De cette manière, la faible efficacité de l'effet mâle sur les agnelles ne perturberait pas les résultats des expérimentations et des conclusions pourraient être tirées sur l'expérience sexuelle. Il serait alors possible de déterminer si la connaissance sensorielle du mâle suffit à permettre aux femelles d'entrer en cycle ou si un développement physiologique minimal est nécessaire.

En dépit des différentes limites de l'étude, de nombreuses solutions peuvent être apportées et appliquées dans les différents élevages ovins. Cette étude ainsi que les précédentes concernant le comportement des mâles et l'efficacité de l'effet mâle pourraient être utilisées par les conseillers d'élevages en reproduction afin d'apporter aux éleveurs une solution simple et durable d'optimisation des performances de reproduction.

Cette étude peut permettre aussi au secteur de la recherche de se pencher sur la détection de l'œstrus par le mâle et ainsi déterminer la cause de la variabilité importante du comportement entre les mâles. Une étude plus approfondie de l'effet des différents contacts directs et indirects (laine et connaissance du mâle) permettrait une meilleure compréhension du mécanisme de l'effet mâle.

5. Conclusion

L'effet mâle présente les avantages économiques d'une lutte naturelle et zootechniques d'une lutte synchronisée. En effet, les différents résultats ont prouvé l'efficacité de cette méthode concernant le taux de gestation et de synchronisation. Cette méthode présente des résultats identiques voire supérieurs à une lutte par pose d'éponges vaginales ou une lutte par effet mâle en saison.

Les bonnes conditions de réalisation de cette méthode sont nécessaires afin d'obtenir les résultats escomptés. Pour cela il est nécessaire de bien préparer ses animaux et de veiller à leur bon état de santé et de séparer les mâles et les femelles de tout contact sensoriel durant un mois. Cette latence de séparation est aujourd'hui remise en cause par les chercheurs qui estiment qu'une telle durée de séparation n'est pas nécessaire. Afin d'obtenir les résultats escomptés, une stimulation intense des brebis par les béliers lors du début de l'effet mâle est primordiale de manière à ce qu'elles répondent toutes à l'introduction du mâle et qu'elles soient synchrones sur leur entrée en cycle. Il est donc fondamental de choisir les mâles sur leur capacité à stimuler les femelles. Les résultats de cette étude ont permis de montrer que cette stimulation était différente selon la classe d'âge des béliers. En effet, les béliers adultes sont plus aptes à stimuler les femelles au vu du nombre important d'approches et de montes qu'ils réalisent. De plus, le comportement sexuel des mâles peut être prédit grâce à un test de libido réalisé avec des femelles en anœstrus. La forte corrélation entre les classes de béliers présent lors du test de libido et celles lors des saillies permet d'établir un lien concernant le comportement sexuel des mâles. De cette manière, il est possible de sélectionner les mâles les plus actifs afin de les choisir préférentiellement pour la reproduction. Concernant les mâles les plus inactifs, il peut être intéressant de procéder au cours de l'année à des entraînements de manière à ce qu'ils gardent une habitude d'activité sexuelle. Cependant, des entraînements prolongés avec des femelles non réceptives peuvent engendrer une démotivation du mâle et ainsi obtenir des effets inverses à ceux recherchés. Ces entraînements peuvent alors être réalisés avec des femelles en œstrus avant de débiter la campagne de saillies. La variabilité inter-individus ne permet pas de généraliser la sélection de l'ensemble des mâles sur leur comportement sexuel ce qui nécessite un tri au cas par cas.

En plus de ces choix concernant les mâles, un travail sur l'amélioration de la réponse des femelles est possible. L'étude a montré une faible efficacité de l'effet mâle chez les agnelles contrairement aux brebis adultes, hors, il existe un effet entre les femelles d'un même lot sur leur entrée en cycle, ce qui pourrait permettre cette amélioration. En effet, une mise en lot de femelles adultes répondant très positivement à l'effet mâle avec des agnelles pourrait stimuler ces dernières et améliorer leur réceptivité au mâle. La connaissance sensorielle du mâle par les agnelles, même s'il n'a pas été prouvée ici, semble être un moyen d'améliorer leur réponse à l'effet mâle. Il serait donc intéressant de mettre en contact les agnelles avec les béliers avant la séparation d'un mois puis de les mettre en lot avec les brebis pour le début de l'effet mâle. Cela pourrait aussi avoir un effet positif sur les stimulations réalisées par le mâle. En effet, les béliers sont naturellement habitués à ce que les femelles soient synchronisées, de cette manière, lors qu'ils détectent une femelle prête à s'accoupler, ils sont susceptibles de tenter plus d'approches et de montes sur les autres femelles. De plus, la présence d'une femelle en chaleur déclenche une augmentation de la concentration en LH et en testostérone chez le mâle, augmentant ainsi son activité sexuelle. La mise en lot des femelles adultes et jeunes permettrait au mâle de détecter la réponse positive des adultes à l'effet mâle et ainsi de tenter de s'accoupler avec l'ensemble du lot, stimulant donc plus fortement les agnelles.

Cependant, la variabilité de réponse à l'effet mâle concernant le type de cycle réalisé par les femelles reste l'un des éléments ne permettant pas une synchronisation optimale. La suppression des cycles courts est aujourd'hui possible grâce à des injections de progestérone chez les femelles mais cette méthode reste à l'encontre des notions de durabilité. La présence de ces cycles étant maximale en période d'anœstrus profond, il est possible de réaliser l'effet mâle en fin d'anœstrus. Un travail sur cette variation des types de cycles induits et les techniques de minimisation de leur présence pourrait constituer une suite intéressante à cette étude.

Références bibliographiques

- Alhamada, M., Debus, N., Lurette, A., Guyonneau, J. D., Maton, C., & Bocquier, F. (2015). Le comportement sexuel des béliers en confinement est fortement influencé par la race des brebis. *Renc. Rech. Ruminants*(22).
- Balthazart, J., & Fabre-Nys, C. (2011). Le comportement sexuel. Dans C. Thibault, *La reproduction chez les mammifères et l'homme*. Paris: Ellipses.
- Beach, F. A. (1976). Sexual attractivity, proceptivity and receptivity. *Horm. Behav.*(7), pp. 105-138.
- Brown, H. M., Fabre-Nys, C., Cognié, J., & Scaramuzzi, R. J. (2014). Short oestrous cycles in sheep during anæstrus involve defects in progesterone biosynthesis and luteal neovascularisation. *Reproduction*.
- Centravet. (2011). Tarif général.
- Centravet. (2014). Tarif général.
- Chanvallon, A., Sagot, L., Scaramuzzi, R., François, D., Fassier, T., & Fabre-Nys, C. (2009). Intérêts de l'effet bélier en contre saison selon le type génétique . *Renc. Rech. Ruminants*.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Pelletier, J., Leboeuf, B., Delgadillo, J. A., Deletang, F., . . . Brice, G. (1996). Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins. *INRA Prod. Anim.*, 9(1), pp. 45-60.
- Chesworth, J. M., & Tait, A. (1974). A note on the effect of the presence of rams upon the amount of luteinizing hormone in the blood of ewes. *Anim Prod*(19), pp. 107-110.
- Cognié, Y. (1988, Janvier 1). Nouvelles méthodes utilisées pour améliorer les performances de reproduction chez les ovins. *INRA Prod. Anim.*(1 (2)), pp. 83-99.
- Cognié, Y., Gray, S. J., Lindsay, D. R., Oldham, C. M., Pearce, D. T., & Signoret, J. P. (1982). A new approach to controlled breeding in sheep using the "ram effect". *Proc Aust Soc Anim Prod*(14), pp. 519-522.
- Cognié, Y., Poindron, P., & Orgeur, P. (1978). Rupture de la période de repos sexuel saisonnier chez la brebis par l'effet bélier et le blocage de la sécrétion de prolactine. *Journée Recherche Ovine Caprine*, pp. 339-349.
- Colas, G. (1983, octobre). Semen technology in the ram. C.E.E. Symposium. *The male in reproduction*. Nouzilly.
- Cooke , R. G., & Homeida, A. M. (1982). Plasma concentrations of 13,14 dihydro-15-Keto prostaglandin F₂ α and progesterone during oxytocin-induced œstrus in the goat. *Theriogenology*(18), pp. 453-460.
- Dacheux, J. L., Pisselet, C., Blanc, M. R., Hochereau de Reviers, M. T., & Courrot, M. (1981). Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. *J. Reprod. Fert*(61), pp. 363-371.
- Dyrmondsson, O. R., & Lees, J. L. (1972). Effect of rams on the onset breeding activity in clun forest ewe lambs. *J agric Sci Camb*(79), pp. 269-271.
- Educagri. (2005). *La reproduction des animaux d'élevage*. Educagri Editions.

- Eyal, E. (1958). The introduction of rams as a factor influencing sexual activity of ewes. *Katvim*, pp. 359-366.
- Flint, A., & Sheldrick, E. (1983). Evidence for a systemic role for oxytocin in luteal regression in sheep. *J Reprod Fert*(67), pp. 215-225.
- Folch, J., Cognié, Y., & Signoret, J. P. (1985). Proc. sheep and goat production. Thessaloniki.
- Fulkerson, W. J., Synott, A. L., & Lindsay, D. R. (1982). Number of spermatozoa required to effect a normal rate of conception in naturally mated merinos ewes. *J. Reprod. Fert*(66), pp. 129-132.
- Gelez, H., & Fabre-Nys, C. (2007). Sexual behaviour in ewe and other domestic ruminants. *Horm. Behav.*, 52(1), pp. 18-25.
- Gherardi, P. B., Lindsay, D. R., & Oldham, C. M. (1980). Testicle size in rams and flock fertility. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod*(14), pp. 48-50.
- Goding, J. R. (1974). The demonstration that PGF_{2α} is the uterine luteolysin in the ewe. *J Reprod Fert*(38), pp. 261-271.
- Hart, B. J. (1974). Gonadal androgen and sociosexual behavior of male mammals : a comparative analysis. *Psychol. Bull.*(81), pp. 383-400.
- INSEM ovin. (2003). Fiche technique Maîtrise de l'œstrus et de l'ovulation en vue de l'IA.
- Journault, C. (2012). Etude de l'effet de l'entraînement des mâles et de la réponse à l'effet mâle chez les races Ile-de-France et Romane. Université Rennes 1.
- Khaldi, G. (1984). *Variations saisonnières de l'activité ovarienne du comportement d'œstrus et de la durée de l'anœstrus post-partum des femelles ovines de race Barbarine : influence du niveau alimentaire et de la présence du mâle*. Montpellier: Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- Kilgour, R. J. (1981). *The mating performance of rams in pens and its usefulness in predicting flock mating performance*. Univ. of Sydney: M Sc. Agric. Thesis.
- Knight, T. W., Peterson, A. J., & Payne, E. (1978). The ovarian and hormonal response of the ewe to stimulation by the ram early in the breeding season. *Theriogenology*(10), pp. 343-353.
- Lassoued, N., & Khaldi, G. (1993). Etudes sur l'influence du niveau alimentaire avant et après la mise bas sur la réponse des brebis de race Barbarine à l'"effet mâle" en Tunisie. Improving the productivity of indigenous African livestock. *Results of FAO/IAEA/DGIS Co-ordinated Research Programmes organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture*, pp. 59-66.
- Lassoued, N., Khaldi, G., Cognié, Y., Chemineau, P., & Thimonier, J. (1995, Mai 10). Effet de la progestérone sur le taux d'ovulation et la durée du cycle ovarien induits par l'effet mâle chez la brebis Barbarine et la chèvre locale tunisienne. *Reproduction Nutrition Development*, pp. 415-426.
- Lau, T. M., Gow, C. B., & Fairclough, R. J. (1992). Increases in the oxytocin-induced prostaglandin F_{2α} response and reduction in the concentrations of endometrial oxytocin receptors in ewes in response to progesterone. *J Reprod Fert*(95), pp. 11-18.

- Lau, T. M., Kerton, D. J., Gow, C. B., & Fairclough, R. J. (1992). Increase in concentration of uterine oxytocin receptors and decrease in response to 13,14-dihydro-15-keto prostaglandin F_{2α} in ewes after withdrawal of exogenous progesterone. *J Reprod Fert*(95), pp. 885-893.
- Lees, J. L., & Weatherhead, M. (1970). A note on mating preferences of Clun Forest ewes. *Anim. Prod. Sci*, pp. 173-175.
- Lindsay, D. R., & Signoret, J. P. (1980). Influence of behaviour on reproduction. *9th Int Cong Anim Reprod Artif Insem*(1), pp. 83-92.
- Lindsay, D. R., Cognié, Y., Pelletier, J., & Signoret, J. P. (1975). Influence of the presence of rams on the timing of ovulation and discharge of LH in ewes. *Phys. and Beh*(15), pp. 423-426.
- Lindsay, D. R., Cognié, Y., Signoret, J. P., Gaubert, J. L., Fabre, D., & Moreno, E. (1982). Méthode simplifiée de maîtrise de l'œstrus chez la brebis. *Annales de zootechnies, INRA/EDP Sciences*(31 (1)), pp. 77-82.
- Lishman, A. W., & Hunter, G. L. (1966). Sexual activity in the ewe following isolation from the ram during the breeding season. *S Afri J agric Sci*(9), pp. 993-1003.
- Martin, G. B., Oldham, C. M., Cognié, Y., & Pearce, D. T. (1986). The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams - a review. *Livest Prod Sci*(15), pp. 219-247.
- Mattner, A., Braden, A., & George, J. M. (1971). The relation in libido-test to subsequent service activity of young rams. *Aust. J. Exp. Agric. Husb*(11), pp. 473-476.
- Mauléon, P., & Dautzier, L. (1965). Variations de durée de l'ancœstrus de lactation chez les brebis de race Ile-de-France. *Ann Biol anim Bioch Biophys*(5), pp. 131-143.
- Mitchell, M. D., Flint, A., & Turnbull, A. C. (1975). Stimulation of oxytocin by prostaglandin F levels in uterine venous effluent in pregnant and puerperal sheep. *Prostaglandins*(9), pp. 47-56.
- MSD santé animale . (2015). Chronogest® CR éponge ovine.
- Nelson, R. J. (2011). *An introduction to behavioral neuroendocrinology, 4th edition*. Sinauer Associates.
- Oldham, C. M., & Lindsay, D. R. (1980). Laparoscopy in the ewe : a photographic record of the ovarian activity of ewes experiencing normal or abnormal œstrus cycles. *Anim Reprod Sci*(3), pp. 119-124.
- Oldham, C. M., & Martin, G. B. (1978). Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. Premature regression of ram-induced corpora lutea. *Anim Reprod Sci*(1), pp. 283-290.
- Oldham, C. M., Cognié, Y., Poindron, P., Gayerie, P., & Gayerie, F. (1980). The influence of progesterone of FGA priming on the ovarian function of seasonally ewes induced to ovulate by their re-introduction to rams. *Proc IXth int Cong Anim Reprod and Al*.
- Oldham, C. M., Martin, G. B., & Knight, T. W. (1978). Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. Time from introduction of the rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Anim Reprod Sci*, pp. 283-290.

- Oldham, C. M., Pearce, D. T., & Gray, S. J. (1985). Progesterone priming and age of ewe affect the life-span of corpora lutea induced in the seasonally anovulatory Merino ewe by the ram effect. *J Reprod Fert*(75), pp. 29-33.
- Orgeur, P., Venier, G., & Signoret, J. P. (1984). Effet de l'environnement social au cours du développement sur l'apparition et l'intensité de l'activité sexuelle du sperme du bélier. *Ann. Zootech*(33), pp. 1-18.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J. P., Thimonier, J., & Volland-Nail, P. (1985). Photoperiod : Main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. *Oxford Rev. reprod. biol*(7), pp. 305-345.
- Oussaid, B., Cognié, Y., & Mariana, J. C. (1993). Ovarian stimulation following repeated injections of LH or LH+FSH in Ile-de-France sheep in early and mid-seasonal anæstrus. *Anim Reprod Sci*(31), pp. 83-98.
- Parsons, S. D., & Hunter, G. L. (1967). Effect of the ram on duration of œstrus in the ewe. *J Reprod Fert*(14), pp. 61-70.
- Pearce, D. T., Oldham, C. M., Haresign, W., & Gray, S. J. (1987). Effect of duration and timing of progesterone priming on the incidence of corpora lutea with a normal life-span in Merino ewes induced to ovulate by the introduction of rams. *Anim Reprod Sci*(13), pp. 81-89.
- Pearce, D. T., Martin, G. B., & Oldham, C. M. (1985). Corpora lutea with a short life-span induced by rams in seasonally anovulatory ewes are prevented by progesterone delaying the preovulatory surge of LH. *J Reprod Fert*(75), pp. 79-84.
- Prud'Hon, M., & Denoy, I. (1969). Effet de l'introduction de béliers vasectomisés dans un troupeau Merinos d'Arles 15 jours avant le début de la lutte de printemps sur l'apparition des œstrus, la fréquence des erreurs de détection des ruts et la fertilité des brebis. *Annales de zootechnie*(18), pp. 95-106.
- Sagot, L., & Pottier, E. (2009). Un régime d'athlète pour les béliers. *En pratique. Conduite de la reproduction*.
- Salmon, I., Cognié, Y., Orgeur, P., Venier, G., & Signoret, J. P. (1984). Effet du comportement sexuel et de la production spermatique du bélier sur la fertilité obtenue en accouplement naturel. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 33(3), pp. 343-352.
- Schinckel, E. L. (1954). The effect of the presence of the ram on the ovarian activity of the ewe. *Aust J Agric Res*(5), pp. 465-469.
- Signoret, J. P. (1980). Effet de la présence du mâle sur les mécanismes de reproduction chez la femelle des mammifères. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 20(2), pp. 457-468.
- Southee, J. A., Hunter, M. G., & Haresing, W. (1988). Function of abnormal corpora lutea in vivo after GnRH-induced ovulation in the anæstrus ewes. *J Reprod Fert*(84), pp. 131-137.
- Thimonier, J., Cognié, Y., Lassoued, N., & Khaldi, G. (2000). L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod Anim*(13), pp. 177-183.
- Tournadre, H., Bocquier, F., Petit, M., Thimonier, J., & Benoit, M. (2002). Efficacité de l'effet bélier chez la brebis Limousine à différents moments de l'anæstrus saisonnier et selon la durée de l'intervalle tarissement - mise en lutte. *Renc Rech Ruminants*(9), pp. 143-

- Underwood, E. J., Shier, F. L., & Davenport, N. (1944). Studies in sheep husbandry in Western Australia. The breeding season in Merino, crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J Agric west Aust*(11), pp. 135-143.
- UNOTEC. (2010, janvier 26). Maîtrise de la reproduction en monte naturelle chez les ovins laitiers de race Lacaune.
- Vallet, J. L., Lamming, G. E., & Batten, M. (1990). Control of endometrial oxytocin receptor and uterine response to oxytocin by progesterone and oestradiol in the ewe. *J Reprod Fert*(90), pp. 625-634.
- Van der Westhuisen, J. M., Van Niekerk, C., & Hunter, G. L. (1970). Duration of anæstrus time of ovulation in sheep : effet of synchronization, season and ram. *Agroanimalia*(2), pp. 131-138.
- Wodzicka-Tomaszewska, M., Kilgour, R., & Ryana, M. (1981). "Libido" in the larger farm animals : a review. *Applied Animal Ethology*, pp. 203-238.
- Zeltobrujk, N. A., & Rak, L. A. (1964). Stimulation neuro-sexuelle de la fonction reproductive des brebis (en russe). *Ovisevodstvo*(10), pp. 8-10.

Table des annexes

Annexe 1 : Fiche d'observation du comportement sexuel des mâles lors du test de libido

Annexe 2 : Fiche d'observation du comportement des mâles lors des saillies

Annexe 3 : Fiche d'observation lors de l'introduction des béliers dans les lots (A et B) « effet mâle »

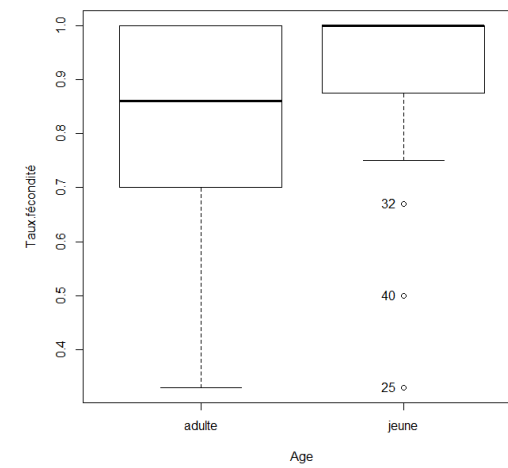
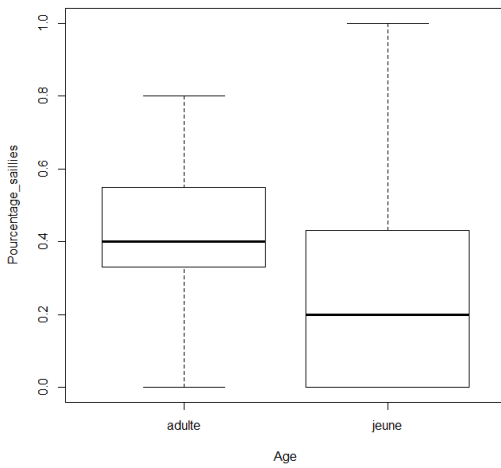
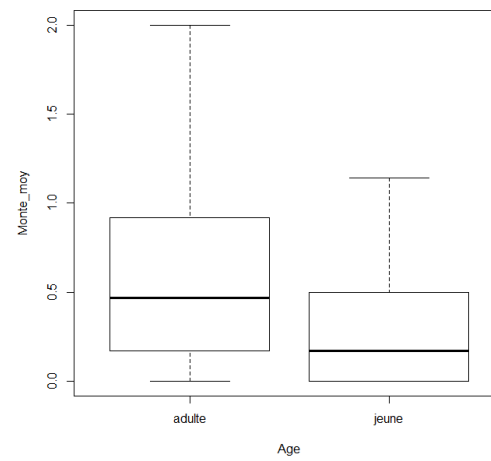
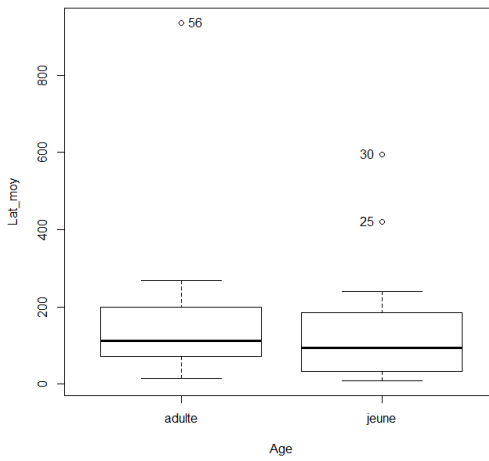
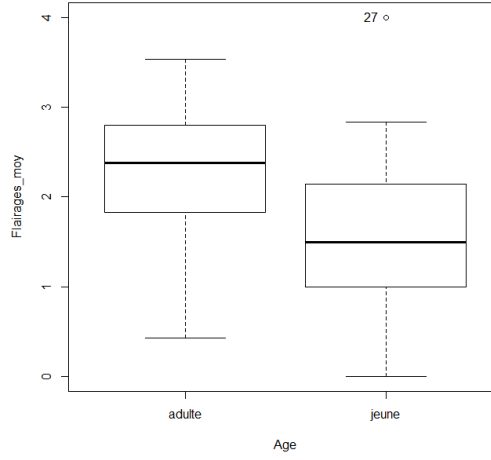
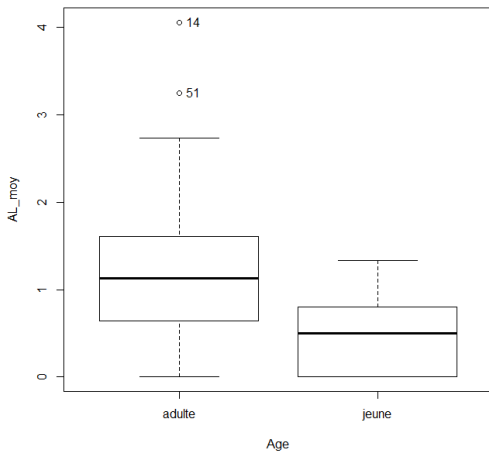
Annexe 4 : Box plots des différentes variables caractéristiques des saillies en fonction de la classe d'âge des béliers

Annexe 5 : Box plots des différentes variables caractéristiques des saillies en fonction de l'expérience sexuelle des jeunes béliers

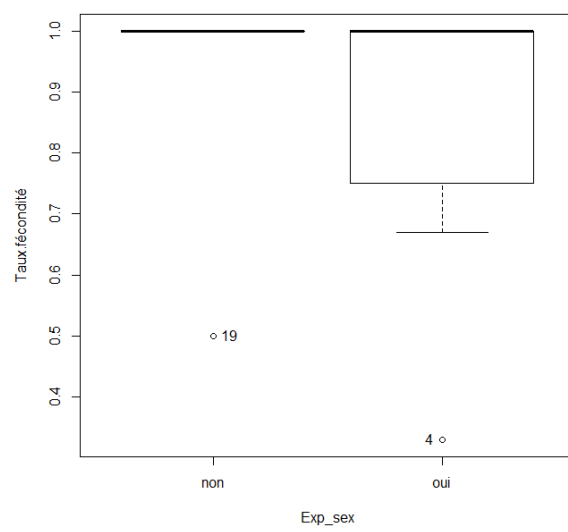
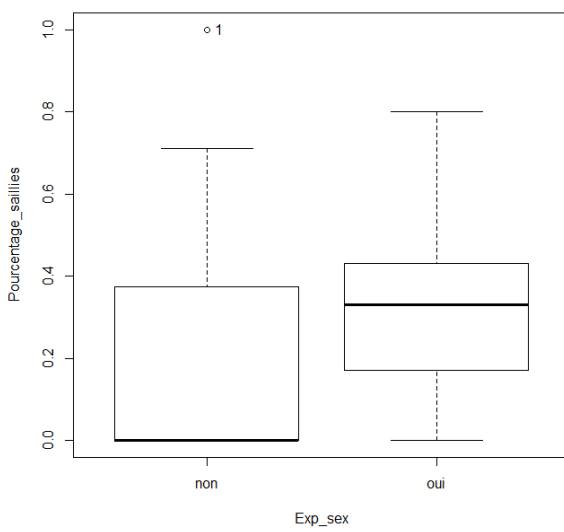
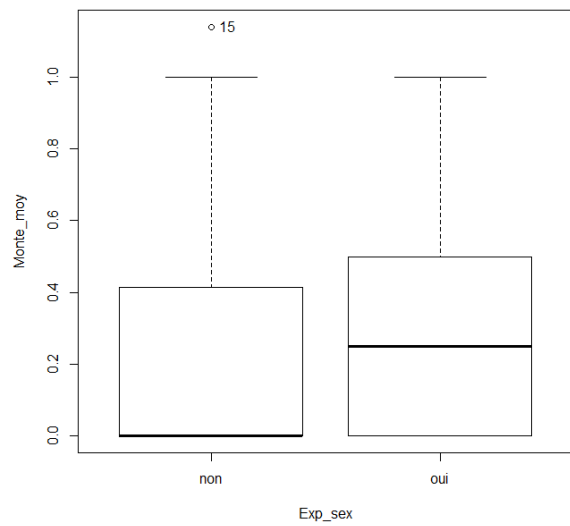
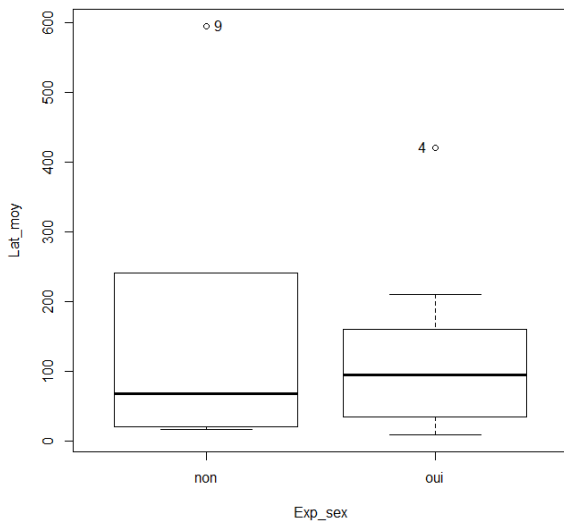
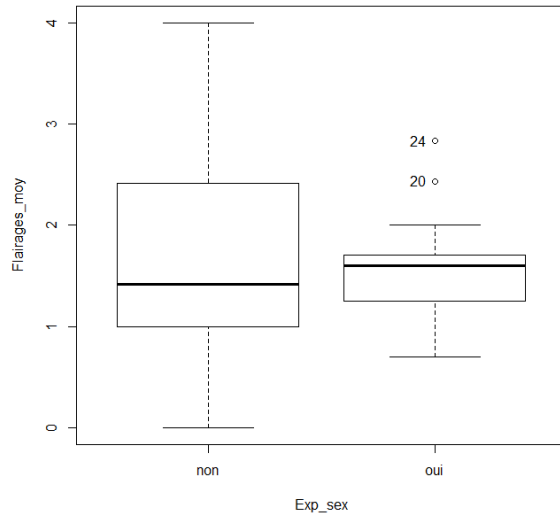
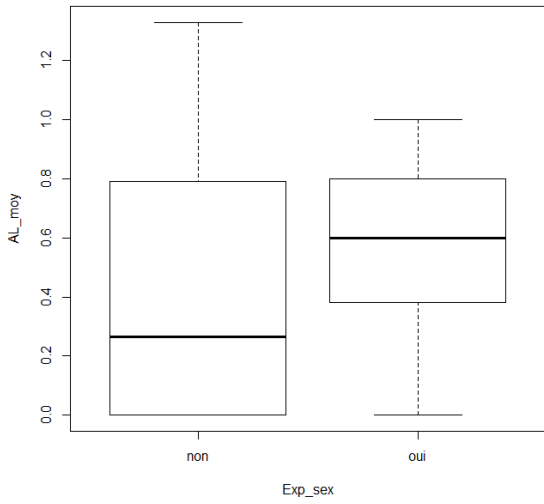
Annexe 3 : Fiche d'observation lors de l'introduction des béliers dans les lots (A et B) effet mâle

Date :			Béliers :							Béliers :							
N° Brebis	N°	Flair	AL + Imm	AL + Dplt	chvt+ Dplt	saillie	marque	Commentaires	N° Agnelles	N°	Flair	AL + Imm	AL + Dplt	chvt+ Dplt	saillie	marque	Commentaires
00412	1								15064	1							
02053	2								15085	2							
11084	3								15090	3							
12054	4								15113	4							
12064	5								15132	5							
12072	6								15144	6							
12164	7								15172	7							
12272	8								15180	8							
12295	9								15192	9							
20012	10								15196	10							
20046	11								15212	11							
20060	12								15215	12							
20063	13								15272	13							
20152	14								15281	14							
20153	15								15298	15							
20249	16								15304	16							
20274	17								15344	17							
20292	18								15368	18							
20301	19								15374	19							
20316	20								15380	20							
20323	21								15382	21							
20325	22								15388	22							
20330	23								15393	23							
21005	24								15406	24							
21014	25								15421	25							
21135	26								15430	26							
21164	27								15455	27							
30009	28								15456	28							
30081	29								15497	29							
32175	30								15501	30							

Annexe 4 : Box plots des différentes variables caractéristiques des saillies en fonction de la classe d'âge des béliers



Annexe 5 : Box plots des différentes variables caractéristiques des saillies en fonction de l'expérience sexuelle des jeunes béliers





VetAgro Sup

HEURTELOUP, Déborah, 2016, Amélioration des performances de reproduction par la sélection des mâles selon leur comportement sexuel et l'utilisation de l'effet mâle en contre saison chez la race Ile-de-France, 33 pages, mémoire de fin d'études, Clermont-Ferrand, 2016.

STRUCTURE D'ACCUEIL ET INSTITUTIONS ASSOCIEES:

- ♦ Institut National de la Recherche Agronomique de Nouzilly (INRA Nouzilly)

ENCADRANTS :

- ♦ Maîtres de stage : FABRE-NYS, Claude (CNRS) et GUETTIER, Elodie (INRA)
- ♦ Tuteur pédagogique : BLANC, Fabienne

OPTION : Elevages et Systèmes de Production

RESUMÉ

Un changement des modes de production des exploitations agricoles semble aujourd'hui nécessaire au vu des nouveaux enjeux de la durabilité. Les exploitations peuvent y répondre en choisissant des méthodes durables de maîtrise de la reproduction. Est-il possible d'optimiser les performances de reproduction par la sélection des mâles selon leur comportement sexuel et l'utilisation de l'effet mâle ?

Chez les ovins, l'effet mâle présente des résultats de performances de reproduction similaires (nombre de femelles en chaleurs, taux de gestation et synchronisation des chaleurs) voire meilleurs que ceux de luttés avec pose d'éponges vaginales ou de luttés par effet mâle en saison. Pour obtenir ces résultats, il est nécessaire de sélectionner les mâles selon leur comportement sexuel et la stimulation des femelles qu'ils réalisent. Cette étude montre qu'il est possible de déterminer des classes comportementales de béliers grâce à un test de libido. Ces mêmes classes se retrouvent lors de l'étude du comportement au cours de saillies. Ce lien prouve qu'il est possible de choisir au préalable les mâles les plus actifs afin de maximiser les stimulations des mâles sur les femelles. Il est montré que les béliers adultes sont plus actifs sexuellement que les jeunes.

L'efficacité de l'effet mâle est étudiée selon les caractéristiques des femelles. Il en ressort que les femelles adultes répondent très positivement à l'effet mâle contrairement aux agnelles. L'étude du contact indirect avec le mâle (présence de laine et connaissance sensorielle du mâle) ne présente aucun résultat significatif au vu de la faible taille des échantillons.

Mots clés : ovins, reproduction, effet mâle, contre saison, libido, sélection des mâles, âge, expérience sexuelle