

La détection de l'œstrus chez les ruminants

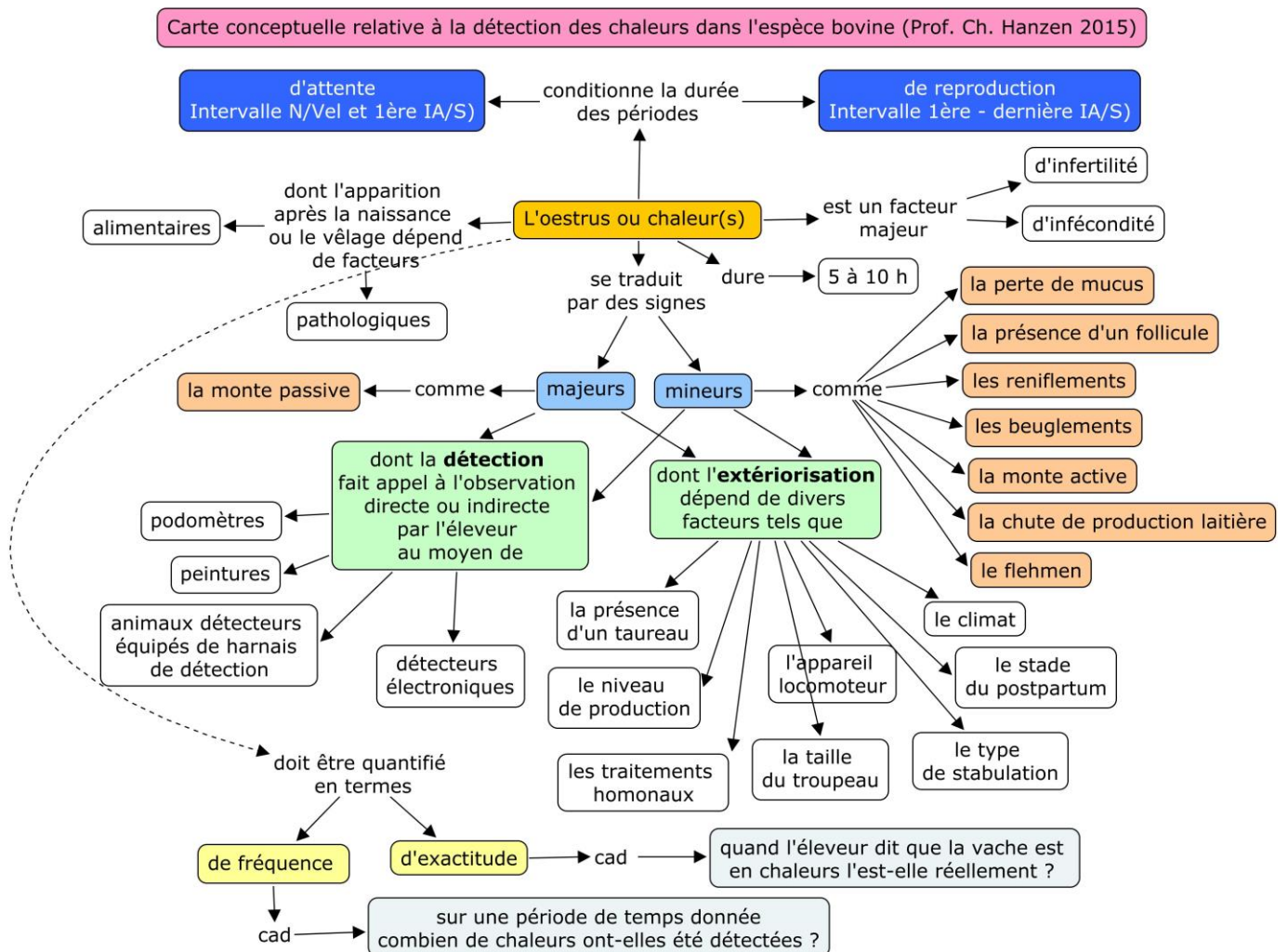
Prof. Ch. Hanzen
Année 2015-2016
Université de Liège
Faculté de Médecine Vétérinaire
Service de Thériogenologie des animaux de production
Courriel : Christian.hanzen@ulg.ac.be
Site : <http://www.therioruminant.ulg.ac.be/index.html>
Publications : <http://orbi.ulg.ac.be/>
Facebook : <https://www.facebook.com/Theriogenologie>

« Je définirais un professeur un homme qui pense mieux devant les autres, avec les autres et pour les autres que seul et pour lui seul » Jean Guéhenno.

Table des matières

1. ----Objectifs	3
1.1.-Objectif général	3
1.2.-Objectifs spécifiques.....	3
1.2.1.... Objectifs de connaissance	3
1.2.2.... Objectifs de compréhension	3
1.2.3.... Objectifs d'application	3
2. ----Introduction générale	4
3. ----L'œstrus	4
3.1.-Manifestations comportementales	4
3.2.-Effets de différents facteurs sur le comportement sexuel.....	5
3.2.1.... Le mâle	5
3.2.2.... Le climat	6
3.2.3.... Le rythme circadien	6
3.2.4.... La stabulation (housing)	6
3.2.5.... Le troupeau	6
3.2.6.... La puberté	7
3.2.7.... Le post-partum	7
3.2.8.... L'appareil locomoteur	7
3.2.9.... Les traitements hormonaux	7
4. ----La détection de l'œstrus.....	7
4.1.-L'observation du comportement sexuel	7
4.2.-L'animal détecteur	8
4.2.1.... Le mâle	8
4.2.2.... L'induction d'un comportement mâle	9
4.2.2.1. Le mâle	9
4.2.2.2. La femelle	9
4.3.-Les systèmes d'identification du comportement œstral.....	9
4.3.1.... Les méthodes non automatisées d'identification de l'œstrus	10
4.1.3.1. Application de peinture	10
4.1.3.2. Les pochettes de colorant	10

4.1.3.3. Lesicola marqueurs	10
4.1.3.4. La résistance électrique vaginale	11
4.1.3.5. La production laitière	11
4.1.3.6. Les chiens	11
4.1.3.7. La palpation du tractus génital :	12
4.1.3.8. Les phéromones :	12
4.3.2.... Les systèmes automatisés de détection des chaleurs	12
4.2.3.1. Les détecteurs électroniques de chevauchement	12
4.2.3.2. Détection automatisée de l'activité motrice	13
4.2.3.3. La température corporelle	16
4.2.3.4. La vidéo-surveillance et l'analyse semi-automatisée des images	17
4.2.3.5. Le dosage en ligne de la progestérone	17
5. ----La quantification de la détection des chaleurs	18
5.1.- Le dosage de la progestérone.....	18
5.2.- Index plus spécifiques.....	18
6. ----Particularités des petits ruminants	21
6.1.- Espèce ovine.....	21
6.2.- Espèce caprine.....	21
7. ----Pour en savoir plus.....	22
8. ----Tableaux.....	22



1. Objectifs

1.1. Objectif général

La détection de l'œstrus constitue une activité essentielle d'un éleveur désireux d'obtenir une fertilité et fécondité normale de son troupeau. Ce chapitre a pour but de décrire les manifestations primaires et secondaires et facteurs d'influence de l'œstrus. Sont passées en revue les conditions nécessaires à sa bonne détection ainsi que les principales méthodes autorisant sa détection directe ou indirecte. Les méthodes de quantification de sa détection au niveau du troupeau sont également présentées. Le chapitre se complètera par un bref descriptif des particularités de la détection chez les petits ruminants.

1.2. Objectifs spécifiques

1.2.1. -Objectifs de connaissance

- Définir l'œstrus
- Enoncer les modifications anatomiques du système génital au cours de l'œstrus chez la vache.
- Enoncer les caractéristiques hormonales au cours de l'œstrus chez la vache.
- Connaître la durée moyenne de l'œstrus chez les ruminants.
- Enoncer en les distinguant les signes comportementaux primaires et secondaires de l'œstrus.
- Citer au moins 4 facteurs influençant la manifestation des chaleurs.
- Citer au moins 3 conditions permettant une bonne détection des chaleurs chez la vache.
- Enoncer trois méthodes d'aide à la détection des chaleurs chez la vache.
- Enoncer deux paramètres objectifs et quantifiables de la qualité de la détection des chaleurs au niveau du troupeau.
- Citer l'une ou l'autre particularité comportementale de l'œstrus chez les petits ruminants.

1.2.2. -Objectifs de compréhension

- Expliquer l'impact d'une mauvaise détection des chaleurs sur la fertilité et la fécondité d'une vache.
- Justifier les raisons d'être des conditions d'une bonne détection des chaleurs chez la vache
- Expliquer les avantages et inconvénients de trois méthodes d'aide à la détection des chaleurs

1.2.3. -Objectifs d'application

- Recommander à l'éleveur l'un ou l'autre système d'aide à la détection adapté à l'environnement de l'élevage.
- Réaliser une anamnèse relative à un problème de détection des chaleurs
- Réaliser au moyen des données nécessaires une quantification de la détection des chaleurs

2. Introduction générale

La détection des chaleurs (œstrus) représente un des facteurs essentiels d'obtention d'une fécondité et d'une fertilité normale. (1) Elle conditionne en effet l'obtention d'un intervalle normal entre la naissance ou le vêlage et la première insémination. Une étude de modélisation des facteurs responsables de la fécondité a démontré que respectivement le délai d'insémination une fois écoulée la période d'attente volontaire décidée par l'éleveur ; le taux de gestation et la durée de la période d'attente volontaire comptaient respectivement pour 45, 24 et 25 % de l'intervalle entre vêlages (Ferguson JD, Galligan DT Veterinary reproductive programs. Proc 32nd Ann Conven AABP 1999,32 131-137). (2) Elle influence directement la fertilité puisque normalement l'insémination artificielle doit être réalisée une douzaine d'heures après le début de l'œstrus. (3) Enfin, l'absence de détection du retour en chaleurs de l'animal constitue une des méthodes précoces de diagnostic de gestation (chapitre 4).

Multiples sont les facteurs qui conditionnent l'extériorisation normale des symptômes de l'œstrus.

Divers sont également les moyens qui directement ou indirectement améliorent la qualité de la détection des chaleurs. Il en est de zootechniques et d'autres pharmacologiques. Ces derniers (prostaglandines, progestagènes) seront envisagés dans le chapitre 6.

L'importance économique de la détection des chaleurs n'est plus à démontrer. Une mauvaise détection contribue en effet à augmenter le délai nécessaire à l'obtention d'une gestation. Elle augmente indirectement les frais liés à l'insémination artificielle. Ainsi constate-t-on une utilisation de plus en plus intensive à la saillie naturelle même dans les troupeaux laitiers, pourtant connus pour recourir davantage à l'insémination artificielle. Ainsi en 1995 une enquête réalisée aux USA confirmait que moins de 20 % des troupeaux utilisaient exclusivement l'insémination artificielle (Stevenson J. Is artificial insemination on the decline ? Hoard's dairyman 1999,108). Une telle façon de faire n'est pas dépourvue de risque dont celui d'une régression du progrès génétique et celui lié à l'utilisation de taureaux infertiles.

3. L'œstrus

3.1. Manifestations comportementales

La vocation naturelle de l'œstrus est le rapprochement des deux partenaires sexuels. Celui-ci comporte dans un premier temps la recherche de ce partenaire, puis dans un second temps l'apparition d'une réponse posturale caractéristique de l'accouplement. Au cours de ces deux séquences associées aux variations plasmatiques de la progestérone (diminution), de l'œstradiol 17 B (augmentation) et des hormones hypophysaires LH et FSH (augmentation), la femelle présentera donc un ensemble de signes comportementaux, pour les uns accessoires (signes mineurs) et sujets à d'importantes variations individuelles et sociales en relation notamment avec le rang hiérarchique occupé par l'animal au sein du troupeau, pour les autres, caractéristiques de l'état d'acceptation du mâle (signes majeurs).

Au cours du **pro œstrus** la vulve se congestionne, les lèvres vulvaires sont plus faciles à écarter que pendant le diœstrus. Un mucus filant, transparent apparaît entre les lèvres vulvaires ou est extériorisé à l'occasion d'une palpation manuelle transrectale du tractus génital. On observe également, au cours de cette période, une très nette augmentation non seulement de l'activité générale mais aussi du comportement agressif à l'égard des congénères. La femelle se tient plus fréquemment debout, ce signe est davantage identifiable en stabulation entravée que libre, et recherche la présence d'autres animaux. Elle s'alimente moins souvent et présente une diminution de sa production lactée. On constate également une augmentation du nombre de mictions et de la fréquence des beuglements. Par la suite apparaissent des réactions de reniflement et de léchage de la région vulvaire d'autres animaux. Suite à cette activité, l'animal peut tendre le cou vers le haut et retrousser en même temps sa lèvre supérieure présentant ainsi l'attitude dite du "flehmen" (lip curling). Cette posture stéréotypée correspond à un contrôle olfactif de l'état sexuel de la femelle.

L'importance des signaux chimiques en provenance de la femelle en œstrus est donc limitée : ces signaux n'apparaissent nécessaires ni à l'excitation du mâle, ni à l'identification de la réceptivité de la femelle tout au moins dans les espèces dites microsmatiques telles que les espèces bovine, ovine et chevaline. Par ailleurs le rôle joué par les informations visuelles et gustatives est différent d'espèce à espèce. L'animal en

état d'excitation sexuelle dépose et frotte son menton sur la croupe d'un partenaire (chin resting : cette manifestation permet indirectement à un animal de tester l'état de réceptivité d'un autre). Ce dernier type d'attitude constitue souvent un prélude au comportement de monte active (mouting activity) auquel fait suite le comportement de monte passive seul signe caractéristique de l'état oestral.

Pendant l'œstrus et selon l'intensité et la durée de l'acceptation du chevauchement (*standing heat*) qui en est le signe caractéristique, on peut observer un ébouriffement des poils de la croupe, de la base de la queue et des tubérosités ischiatiques, et parfois même des érosions cutanées. De même, la croupe et les flancs de ces animaux sont souvent souillés. Le réflexe lombaire se trouve accentué. En moyenne au cours de 15 à 18 heures que durent l'œstrus (8 à 30 heures), une vache sera susceptible d'accepter 20 à 55 chevauchements. Le recours à des systèmes électroniques de chevauchement tels que le Heat watch (<http://www.heatwatch.com/default.cfm>) a permis de mieux quantifier en terme de comportements et de durée la phase oestrale. Ainsi observant 2055 œstrus, Dransfield note une durée moyenne entre la première et la dernière monte passive de 7,1 h +/- 5,4 h. Le nombre moyen de montes passives observées durant cette période a été de 8,5 +/- 6,6 (Dransfield et al. J.Dairy Sci. 1998, 81,1874). De même cet auteur a constaté une corrélation positive entre la durée de l'œstrus et l'intervalle entre la première acceptation du chevauchement et le moment de l'ovulation.

Un à trois jours après l'œstrus on peut parfois apercevoir un écoulement muco-sanguinolent entre les lèvres vulvaires ou sur la queue. Il témoigne d'une imprégnation oestrogénique maximale ayant entraîné la rupture de petits vaisseaux à la surface interne de l'utérus. Ce symptôme inconstant ne présente aucun rapport avec le résultat potentiel d'une insémination.

Quelques remarques complémentaires s'imposent.

Les animaux sexuellement actifs ont tendance à se regrouper indépendamment du reste du troupeau. La mise en évidence de ces groupes constitue la première étape dans la détection individuelle de l'œstrus. Il apparaît donc que seule l'immobilité posturale peut avoir une signification sexuelle. Les autres signes d'importance moindre ne constituent que des avances sexuelles destinées à attirer visuellement l'attention d'un partenaire mâle ou femelle sur l'état de réceptivité sexuelle présenté. Esslemont (Appl.Anim.Ethol.1980,6,1-17) a observé nuit et jour pendant 24 jours un groupe de génisses. Il a ainsi identifié pas moins de 11 comportements différents. Il a précisé par exemple que la période pendant laquelle une femelle chevauche ses congénères est environ 2 fois plus longue que celle pendant laquelle elle se laisse chevaucher. La phase d'acceptation du chevauchement avait une durée de 10.2 h. L'augmentation de la fréquence des autres comportements décrits commençaient en moyenne 10.3 h avant le début de l'œstrus et cessaient 7.5 h après la fin.

Certains éléments du comportement sexuel tels les léchages, position tête sur croupe, chevauchements, jeux de tête, interviennent aussi dans l'établissement de relations sociales entre individus et peuvent donc être manifestés par et entre des femelles qui ne soient pas en œstrus. Ainsi peut-on assister à de soi-disant aberrations sexuelles, à savoir le chevauchement de femelles qui ne sont pas en œstrus, de mâles ou objets inanimés (mannequins). La fréquence de ces comportements aberrants tend à augmenter avec la proportion d'animaux en chaleurs au même moment.

3.2. Effets de différents facteurs sur le comportement sexuel

Le comportement sexuel de la femelle est soumis à de multiples influences. Leur connaissance permet d'obtenir une meilleure interprétation des signes comportementaux observés.

3.2.1. Le mâle

L'influence exercée par le mâle sur l'activité sexuelle de la femelle a été démontrée à de multiples reprises dans les espèces bovine porcine et ovine notamment. Elle peut se manifester lors de différents états physiologiques. Ainsi, la durée de l'œstrus est moindre lorsque la femelle est en présence continue du mâle. A l'inverse, on a observé que l'introduction que la présence d'une vache en chaleurs, d'un taureau détecteur, d'un taureau ou d'une vache nymphomane est de nature à augmenter la probabilité d'observer un comportement de monte passive par les vaches en chaleurs (Dijhuizen et Van Eerdenburg 1997, Grunert 1982, Holz et Meinhardt 1993, Smith 1990 in van Eerdenburg et al. 2002). Pareil effet ne nécessiterait pas

un contact physique, ni l'intégrité du système olfactif femelle. De même, la présence du mâle entraîne l'apparition plus précoce de l'ovulation au cours de l'œstrus. Cet effet est médié par l'hormone hypophysaire L.H. Chez la brebis, pareil effet n'a cependant pas été observé par certains auteurs. Par ailleurs c'est autour du mâle qu'ont tendance à se constituer dans l'espèce bovine les groupes sexuellement actifs.

3.2.2. -Le climat

Une hausse de la température externe peut réduire non seulement la durée mais aussi l'intensité de l'œstrus, ce dernier se manifestant davantage par des signes secondaires que primaires. Elle peut également augmenter la fréquence de l'anœstrus et des chaleurs silencieuses. Il a été observé que des modifications endocriniennes étaient associées aux modifications thermiques externes. De fortes pluies entraînent également une diminution d'intensité de l'activité sexuelle. Ces influences justifient dans les régions concernées l'emploi de parasols voire de pulvérisateurs d'eau et de ventilateurs pour rafraîchir les vaches.

3.2.3. -Le rythme circadien

L'activité sexuelle n'est pas constante au cours de la journée. Elle se manifeste en effet avec plus d'intensité au cours de la nuit. Sur base d'enregistrements vidéos continus, Hurnik constate que la plus grande fréquence de débuts d'œstrus (acceptation du chevauchement) s'observe entre 18 et 24 heures. Une douzaine d'années plus tard il procède avec un meilleur matériel au même type d'étude (Amyot et Hurnik Can J Anim Sci 1987 67 605-614) et infirme sa précédente conclusion à savoir qu'il n'y aurait pas une distribution circadienne du début des chaleurs.

Divers résultats opposés ont été rapportés à l'encontre de la distribution nyctémérale de l'œstrus. Les facteurs explicatifs potentiels s'ils existent sont vraisemblablement de nature complexe puisqu'en effet il ne semble pas y avoir un moment préférentiel d'apparition de l'augmentation de la concentration de l'oestradiol hormone responsable de l'apparition de l'œstrus comme de la libération préovulatoire de la LH (Stevenson et al. J. Dairy Sci 1998,81,2897-2903).

En 1998, Xu utilisant un détecteur électronique de chevauchement (Heatwatch) constate une distribution journalière égale des débuts d'œstrus et des activités de monte. Cette étude se trouva confirmée un peu plus tard par une étude concernant 393 génisses et 1075 vaches de race laitière (Nebel et al. Anim.Reprod.Sci. 2000,60-61,713-723). Ils observent néanmoins que chez les génisses un pic de début d'œstrus s'observe lorsqu'elles sont rassemblées pour la distribution d'aliments. Chez les vaches le début de l'œstrus apparaît de manière plus variable quoique des pics s'observent lorsqu'elles sont rassemblées pour la traite ou au moment du nettoyage des stabulations.

3.2.4. -La stabulation (housing)

L'œstrus des animaux en stabulation entravée est sensiblement plus court que celui des animaux en stabulation libre, cette différence relevant vraisemblablement de l'absence d'interactions sexuelles de la part d'autres animaux en œstrus. Il n'a pas été démontré que la fréquence des chaleurs était plus faible en stabulation entravée que libre. De même le confinement des animaux dans un espace trop réduit peut interférer avec la détection des chaleurs. La nature du sol revêt une importance certaine. La durée des chaleurs est plus longue sur un sol boueux (13.8 h) que dur (9.4 h). Le nombre de chevauchements y est également plus élevé (7 vs 3.2) (Britt et al. J.Dairy Sci. 1986,69,2195).

3.2.5. -Le troupeau

S'il est suffisamment important, les animaux en phase œstrale auront tendance à former, la nuit surtout, des groupes sexuellement plus actifs au sein desquels l'effet stimulant réciproque sur l'activité de monte se manifesterait avec plus d'intensité facilitant ainsi la détection des chaleurs. Le nombre de montes actives manifestées par un animal en chaleurs se trouve multiplié par 5 lorsque le nombre de vaches en chaleurs en même temps est multiplié par 4 ou plus (49.8 vs 11.2) (Hurnik et al. Applied Anim.Ethology, 1975,2,55). Par contre, la taille du troupeau n'influence pas la durée de l'œstrus. L'activité de monte se manifesterait

surtout dans des zones appropriées. Ainsi la salle d'attente de traite a tendance à inhiber le comportement de monte.

La qualité de la détection des chaleurs dépendra également du nombre d'animaux gestants présents dans le troupeau. Ce % est habituellement plus élevé dans le groupe d'animaux de plus faible production laitière. Ces facteurs sont à prendre en considération dans les troupeaux à vêlages saisonniers ou dont les vaches sont groupées par niveau de production. .

3.2.6. -La puberté

Cette étape physiologique importante dans la fonction de reproduction de la femelle correspond à la phase de développement corporel pendant laquelle les gonades sécrètent des hormones en quantité suffisante pour entraîner une accélération de la croissance des organes génitaux et l'apparition des caractères sexuels secondaires.

Les modifications hormonales associées à la puberté précèdent les premières modifications comportementales apparaissant dans les cas d'un bétail laitier 279 jours après la naissance. Ces manifestations comportementales seront de plus en plus accusées avec le temps. Dans 26% des cas en effet, la première ovulation s'accompagne d'œstrus vrai. Cette fréquence est de 79% à la troisième ovulation.

3.2.7. -Le post-partum

L'allaitement du veau ou de l'agneau par sa mère entraîne l'apparition plus tardive d'un état œstral. Tout comme au moment de la puberté les premières ovulations faisant suite à l'accouchement s'accompagnent peu fréquemment d'œstrus vrai. C'est ainsi que d'observations effectuées sur un troupeau de 204 vaches laitières, il ressort que dans 79% des cas, on ne relève pas de manifestations œstrales lors de la première croissance folliculaire. Le pourcentage diminue significativement de 44% entre la première et la troisième ovulation. D'autre part, la fréquence de ces chaleurs silencieuses est en corrélation avec le niveau de production laitière. Plusieurs auteurs supposent cependant que les chaleurs dites "silencieuses" lors de la puberté et du post-partum résulteraient plutôt de leur mauvaise détection.

Le numéro de lactation ne semble pas influencer le comportement oestral.

3.2.8. -L'appareil locomoteur

Les boiteries, les lésions de la sole, une mauvaise conformation ont été rendus responsables d'un allongement de l'intervalle entre le vêlage et la première insémination. Cette observation est d'autant plus vraie que les lésions apparaissent au cours du 2^{ème} mois du postpartum, moment où se manifestent les premières chaleurs chez la vache laitière.

3.2.9. -Les traitements hormonaux

Plusieurs études ont démontré que le traitement des vaches au moyen de la bST pouvait se traduire par une réduction de la manifestation des signes de chaleurs (Kirby et al. J.Dairy Sci., 1997, 80, 286-294 ; Lefebvre et al. J.Dairy Sci., 1992,75,1461-1464 ; Morbeck et al. J.Dairy Sci., 1991,74, 2153-2164) cet effet ne semblant pas pouvoir être imputé à des différences dans les stéroïdes sécrétés (Kirby et al. J.Dairy Sci., 1997, 80, 286-294) .

4. La détection de l'œstrus

4.1. L'observation du comportement sexuel

Pour être efficace, cette observation nécessite plusieurs conditions préalables :

- chaque individu du troupeau doit être identifié. Différents systèmes permanents ou non ont été proposés à cette fin.
- l'éleveur doit consigner sur un tableau d'élevage, les dates d'accouchement, des chaleurs,

d'insémination ou de saillies de chacun des animaux du troupeau. Une telle méthode lui permettra de savoir au jour le jour sur quels animaux il devra porter son attention pour en détecter l'état œstral.

- l'éleveur devra matin et soir consacrer 20 à 30 minutes de son temps à la détection des chaleurs. Quoique étant la plus efficace, l'observation continue est incompatible avec l'activité journalière de l'éleveur. Une double période d'observation lui permettra de détecter 88% des chaleurs. Sa tâche se trouvera facilitée par l'utilisation de révélateurs de chevauchements ou d'animaux porteurs éventuellement de licols marqueurs. L'observation des traces laissées par de tels appareils lui permettra de constater indirectement l'état œstral des animaux du troupeau.
- l'observation sera autant que faire se peut être réalisée sur un sol approprié, non glissant. Le déplacement des animaux est de nature à exacerber leur comportement sexuel.
- Le parage régulier des pieds est de nature à favoriser l'extériorisation de l'œstrus.
- Le recours à des traitements inducteurs de chaleurs permet indirectement d'améliorer la qualité de la détection car il contribue à augmenter le nombre de vaches en chaleurs en même temps. Ces programmes d'induction ou de synchronisation des chaleurs ont été étudiés dans le chapitre 6 relatif à l'ancœstrus du postpartum.
- l'alimentation sera ajustée de manière à obtenir un gain quotidien moyen optimal (génisses) et éviter une perte d'état corporel excessive au cours du postpartum (vaches).

4.2. L'animal détecteur

4.2.1. -Le mâle

Le recours au mâle comme animal détecteur, supposera une intervention chirurgicale ou non, destinée à empêcher cet animal de féconder les femelles dont il doit détecter les chaleurs. Différentes méthodes peuvent être utilisées pour atteindre ce résultat.

La suppression de la spermatogenèse peut être obtenue par castration chirurgicale ou immunologique. Cette seconde technique n'est cependant pas irréversible. La castration nécessitera à posteriori un apport d'androgènes permettant à l'animal de récupérer sa libido.

La vasectomie et l'épididymectomie permettent de stériliser le mâle tout en conservant son instinct sexuel. La première méthode consiste en la résection d'une partie des canaux déférents (1 à 2 cm) au niveau de leur passage dans les cordons testiculaires. La seconde vise à réséquer la queue de l'épididyme après incision du scrotum ou pôle inférieur des bourses. Une à deux mois après l'opération, il convient de vérifier l'azoospermie de l'éjaculat.

L'introduction du pénis dans le vagin peut être empêchée. La fixation du pénis peut consister en la mise en place de ligatures métalliques entre la partie dorsale anté-scrotale du pénis au travers de l'albuginée et la paroi ventrale de l'abdomen. Pareille fixation entraîne la formation d'adhérences qui rendent impossible l'extériorisation du pénis. Semblable fixation du pénis peut également être assurée en arrière du scrotum à même distance entre sa base et l'anus. L'amputation du pénis peut être pratiquée en position haute c'est-à-dire au niveau du périnée ou en position basse en avant du scrotum. La déviation du pénis a été expérimentée sur des taureaux, des béliers et des verrats en vue de leur utilisation comme animaux détecteurs ou comme bout en train. Elle consiste à déplacer le pénis et la muqueuse préputiale avec ou sans la partie cutanée du fourreau d'un angle de 45° en position abdominale latéroventrale inférieure. Certains animaux cependant parviennent à effectuer la saillie. L'obstruction de la cavité préputiale peut être réalisée en effectuant une suture en bourse de l'extrémité de la cavité préputiale ou en plaçant à l'intérieur de cette cavité un système obturateur du genre Pen-O-Block. Il s'agit d'un cône cylindrique creux de plastic dur fixé transversalement au fourreau par l'intermédiaire d'une canule métallique. Cliniquement, la première méthode s'accompagne parfois de phimosis ou de paraphimosis. Suite à la seconde, on peut observer des fistulisations du fourreau et des lésions de l'extrémité de la verge. Elle ne s'est révélée efficace que dans 23% des 174 mises en place effectuées.

L'intérêt des différentes méthodes visant à empêcher l'intromission pénienne dans les voies génitales femelles réside en l'absence de transmission des maladies vénériennes. Cependant, ces techniques ne sont pas dépourvues de complications post-chirurgicales et d'effets inhibiteurs sur la libido.

4.2.2. -L'induction d'un comportement mâle

Pour pallier aux inconvénients des méthodes requises chez le mâle pour son emploi comme animal détecteur, il est possible d'avoir recours à des traitements hormonaux induisant un comportement mâle à des individus mâles castrés et à des femelles ovariectomisées ou non.

4.2.2.1. Le mâle

La castration du mâle pratiquée avant ou après la puberté entraîne la non apparition ou la disparition selon le moment auquel elle est effectuée, du comportement de monte dans un délai variable selon les individus. La "libido" de l'individu castré peut cependant être restaurée par injection d'œstrogènes et/ou d'androgènes.

Chez les ovins, l'utilisation de testostérone (15 mg/j pendant un mois) ou de son ester le propionate (0,2 mg/kg/j. pendant 10 à 15 jours ou 105 mg/semaine pendant 2 semaines), permet d'obtenir une activité de monte qui jusqu'à un certain point, est fonction de la dose employée et se maintient pendant plusieurs semaines. A la différence du comportement agressif, la "libido" n'est pas augmentée par l'utilisation des doses plus fortes de testostérone. Chez les bovins, l'injection de 250 mg/semaine de testostérone ou de ses esters entraîne un comportement sexuel qui s'amenuise cependant au bout de 7 semaines.

L'aromatisation par l'organisme des œstrogènes en testostérone, rend possible leur utilisation chez le taureau (benzoate d'œstradiol : 10 mg/semaine pendant 16 semaines) ou le bélier (diethylstilbestrol: 1mg/jour pendant 15 jours, cypionate d'œstradiol: 1 mg/semaine pendant 3 semaines), en vue d'induire un comportement de monte.

4.2.2.2. La femelle

La femelle de la plupart des mammifères présente une bipotentialité sexuelle en ce qui concerne son comportement. A l'état adulte pareille bivalence est naturelle dans de nombreuses espèces, exception faite des ovins, ou peut être induite par injection des stéroïdes à activité œstrogénique ou androgénique. Divers facteurs peuvent être responsables du type de comportement naturellement observé ou artificiellement induit.

Au cours du développement fœtal les œstrogènes et androgènes sécrétés entraînent une sexualisation du système nerveux central du fœtus. Du genre de sexualisation naturellement induite par le sexe génétique ou artificiellement provoqué par injection d'androgènes à la femelle en gestation, peut dépendre le comportement sexuel observé à l'état adulte. Ainsi, si les fœtus ont été artificiellement androgénisés, l'injection d'œstrogènes ou d'androgènes une fois atteint l'âge adulte entraîne une réponse de type mâle.

La réponse comportementale est également fonction de la durée du traitement. Ainsi après ovariectomie, la brebis présente des manifestations œstrales en réponse à l'injection unique d'œstrogènes ou d'androgènes. Inversement, un comportement mâle est observé après un traitement chronique aux œstrogènes, ou aux androgènes, l'intensité et la rapidité de la réponse observée dépendant par ailleurs de la dose injectée. Cette double capacité comportementale de la femelle a été mise à profit dans le cadre de la détection de l'œstrus tant dans l'espèce ovine que bovine. (Tableau 1).

Le recours à une femelle androgénisée présente plusieurs avantages (Theriogenology 1998,49,1195-1207): sa manipulation est plus aisée que celle d'un taureau, l'anabolisme hormonal qu'entraîne de tels traitements, peut être mis à profit pour les bêtes de réforme, le risque de contamination vénérienne est supprimé et enfin les injections à effectuer comportent moins de risques que les interventions chirurgicales pratiquées sur les mâles. Par ailleurs, la présence de femelles androgénisées au sein d'un troupeau ne semble pas augmenter la fréquence d'interactions sociales de type agressif. Il faut également tenir compte des éléments suivants. la majorité des vaches répondent à un traitement d'androgénisation, certaines pas ; une fois détecté, l'animal en chaleurs sera préférentiellement retirée du troupeau pour permettre à l'animal détecteur d'en rechercher d'autres ; ce système doit être employé complémentaiement à la détection visuelle ; un rapport d'un animal détecteur pour 30 femelles est jugé optimal.

4.3. Les systèmes d'identification du comportement œstral

Ils constituent des aides précieux à la détection de l'activité sexuelle des animaux au sein d'un troupeau. En effet, il est pratiquement impossible de demander à l'éleveur de consacrer 30 à 60 minutes par jour à la

détection des chaleurs. Selon les cas ces divers systèmes sont ou non automatisés. Un système non automatisé suppose que l'éleveur interprète encore les signes indirectement identifiés. L'automatisation consiste en une saisie automatique de données plus ou moins caractéristiques du comportement sexuel. Le système est paramétré et renseigne automatiquement l'éleveur de l'état oestral ou non de ses animaux. Toute méthode de détection d'œstrus, se caractérise au moyen des 4 paramètres suivant : sensibilité , spécificité, valeur prédictive positive et négative.

4.3.1.-Les méthodes non automatisées d'identification de l'œstrus

4.1.3.1. *Application de peinture*

La simple application de peinture plastique ou de vernis émaillé sur le sacrum et les premières vertèbres coccygiennes des femelles constituent un système efficace et peu onéreux. L'animal chevauchant son partenaire en état d'acceptation effacera ou dispersera ces marques colorées lors de sa retombée sur le sol. Ce système offre l'avantage par rapport aux systèmes Kamar ou Mate Master d'être moins coûteux. Cette peinture sera appliquée sur une surface de 30 cm sur 7 cm. Idéalement et selon les conditions climatiques, les animaux seront marqués tous les 3 à 4 jours.

4.1.3.2. *Les pochettes de colorant*

Deux dispositifs sont actuellement commercialisés, le premier (Kamar) par IMV Technologies et le second (Oestruflash) par Sanofi Santé Animale. Ils consistent en une pochette de colorant fixé sur le dos de l'animal à proximité de la base de la queue. La pochette sous la pression d'un chevauchement se colore en rouge dans le premier cas ou en rouge phosphorescent dans le second cas.

Le système Mate-Master est basé sur le même principe que le précédent, il permet une quantification indirecte du nombre et de la durée des chevauchements. Le liquide coloré contenu dans un réservoir, progressera de façon plus ou moins importante selon le nombre et l'intensité des chevauchements, dans les deux systèmes tubulaires prolongeant le réservoir de colorant.

Leur emploi optimal supposera l'application des recommandations suivantes : application à partir du 30^{ème} jour postpartum ou à la fin de la période d'attente volontaire ou après l'insémination, stockage dans un endroit sec, application sur un poil sec, appliquer le numéro de l'animal sur le système, en cas de perte l'animal pourra être observé ou recevoir un autre système, enlever dans les pâtures, certains obstacles tels que des branches, les brosses. Les faux positifs peuvent résulter d'une application trop près de la queue ou d'animaux trop petits ou d'une acceptation de chevauchement résultant de gale. Les taux de gestation peuvent selon que le système a été entièrement, partiellement ou pas du tout activé être respectivement de 67, 23 et 51 % (Marschall et al. 1978 Proceedings of the Extension Industry Workshop on beef cattle Reproductive Management).

Les systèmes Kamar et Oestruflash présentent un degré d'exactitude de diagnostic de l'œstrus comparable mais relativement faible et compris entre 50 et 70 % (Lehrer et al. Anim.Reprod.Sci., 1992,28,355-361 ; Williams et al. J.Dairy Sci.,1981,64,1738-1741 ; Williamson et al., Vet.Rec.1972,91,50-58 ; Stevenson et Phata Large Animal Practice, 1999,20,28-31). Les deux systèmes sont incapables de faire la différence entre un chevauchement long et une pression indirecte exercée (appui contre un mur par exemple). : 10 % des animaux ainsi détectés présentaient un taux de progestéronémie trop élevée (Reimers et al. Jdairy Sci., 1985,68,963-972) . Ils ne fournissent pas d'informations quant au moment d'apparition de la première acceptation du chevauchement. La durée de la phosphorence de l'œstrusflash (12 heures) ne fournit qu'une indication indirecte peu exploitable. Des pertes comprises entre 12 et 25 % ont été rapportées à l'encontre du système Kamar (Kesler et al. J.Appl.Anim.Res., 1997,12,95-100 ; Williamson et al., Vet.Rec.1972,91,50-58) .

4.1.3.3. *Les licols marqueurs*

Ces systèmes s'adressent aux animaux détecteurs.

- *Peinture* : de bons résultats ont été obtenus en enduisant chaque matin le sternum et la face interne des membres antérieurs de l'animal détecteur au moyen d'une substance colorée
- *Système Chin-Ball* : le marquage peut également s'effectuer lors de la monte à l'aide d'un réservoir encreur dont l'orifice inférieur est fermé par une bille maintenue en place par un ressort interne lorsque

aucune pression n'est effectuée (Modèle Chin-Ball).

- *Harnais marqueur* : la fixation d'un crayon marqueur par l'intermédiaire d'un harnais au sternum de l'animal détecteur est une méthode largement utilisée en élevage ovin. La proportion des différentes substances entrant dans la composition du crayon marqueur, peut être modifiée en fonction des conditions atmosphériques.
- *Système Sire-Sine* : dans ce modèle, les marques sont tracées par un bloc de paraffine de couleur vive inséré dans une logette métallique et maintenu par une goupille.

Ces deux derniers systèmes sont fixés au niveau de la région sous-maxillaire de l'animal détecteur. Il convient d'accoutumer l'animal détecteur au port du licol marqueur dont le bon fonctionnement sera vérifié journellement.

L'emplacement des traces laissées par un colorant revêt également une importance pour l'identification des femelles en œstrus. Le schéma d'interprétation suivant est habituellement retenu: les traces laissées en arrière d'une ligne passant par les hanches ne témoignent que d'essais infructueux de chevauchements; celles par contre relevées en avant de cette ligne identifient l'état d'acceptation du chevauchement, elles sont laissées lorsque l'animal détecteur retombe sur le sol.

Des facteurs sociaux peuvent également modifier la qualité de la détection. Au sein d'un troupeau, le mâle se situe normalement au sommet de la hiérarchie sociale établie. Il peut donc s'approcher de toutes les femelles. Il arrive cependant qu'il n'en soit pas ainsi si par exemple, son poids se trouve être inférieur à celui de certaines femelles. Par ailleurs; étant donné le nombre limité de montes (3 en moyenne) effectuées par un taureau dont la dominance est bien établie, cette activité de chevauchement risque de se trouver déprimée si le nombre d'animaux dont il doit détecter les chaleurs est trop important. Vingt à trente individus par un animal détecteur est un rapport favorable à une activité normale.

L'étude du comportement de monte dans les espèces bovine, ovine et caprine fait apparaître des différences expliquant la localisation particulière des systèmes d'identification dans ces espèces. Chez les bovins en effet lors de la monte, le contact avec la femelle s'établit à la fois au niveau du sternum et de la mâchoire inférieure du mâle. Le bélier et le bouc par contre, tiennent leur tête dressée lors de la monte : il n'y a contact dans ces espèces qu'au niveau de la région sternale. De ce fait, seul le crayon marqueur ou l'application de peinture au niveau du sternum pourra être utilisé pour le bouc ou bélier détecteur. Chez le taureau, on pourra en plus avoir recours aux licols marqueurs.

4.1.3.4. *La résistance électrique vaginale*

La mesure de la résistance électrique du vagin et des sécrétions muqueuses vagino-cervicales a été utilisée dans plusieurs espèces domestiques en vue de déterminer le moment optimal de l'insémination. Dans les heures qui suivent le début de l'œstrus, la résistance électrique mesurée au moyen d'électrodes placées contre l'épithélium vestibulaire ou vaginal, est minimale chez la brebis, la vache et la truie. Cette mesure suppose le respect des conditions hygiéniques avant l'introduction de la sonde dans le vagin. Par ailleurs, elle implique une mesure toutes les 12 heures environ jusqu'à obtention de la valeur la plus faible. Un taux de détection des chaleurs de 91 % et un degré d'exactitude de 80 % a été déterminé chez la vache au moyen d'un système implanté dans la vulve et dont les informations étaient transmises par télémetrie (Lewis et al. J.Anim.Sci., 1988,66 (Suppl1), 442(abs)) .

4.1.3.5. *La production laitière*

L'observation des variations de production laitière lors de la traite (moindre alimentation et donc moindre production) ne permet pas une identification fiable des animaux en chaleurs (Harwood et al. J.Dairy Sci. 1991,74,2172-2179 ; Hurnik et al. Appl.Anim.Ethol., 1975,2,55-68) . De même certains fournisseurs de matériel de traite évoquent la possibilité d'enregistrer la conductivité du lait. Il n'existe pratiquement pas de données chiffrées concernant la validité de ce système (Saumande Rev.Méd.Vét.2000,151,111) .

4.1.3.6. *Les chiens*

Le recours à des chiens préalablement entraînés à reconnaître l'odeur spécifique du mucus vaginal ou de l'urine associée à l'état œstral chez la vache, a également été envisagé dans le cadre de la détection de l'œstrus.

4.1.3.7. *La palpation du tractus génital :*

Des palpations rectales effectuées à intervalles réguliers constituent une méthode d'appoint non négligeable dans la détection ou la prédiction de l'œstrus.

4.1.3.8. *Les phéromones :*

Pour détecter l'œstrus chez la truie, l'efficacité de différents produits odorants de synthèse semblables au dérivé de la testostérone isolé des glandes salivaires du verrat a été démontrée. Ces produits facilitent l'apparition du réflexe d'immobilisation présenté habituellement par la truie lorsqu'une pression est exercée sur le dos .

4.3.2. Les systèmes automatisés de détection des chaleurs

4.2.3.1. *Les détecteurs électroniques de chevauchement*

a. Principes de base

Sont à l'heure actuelle (2011) commercialisés deux systèmes de capteurs de pression (Pressure sensing radiotelemetric system) placés dans une pochette fixée à un support textile lui-même collé sur la croupe de l'animal, à proximité de la queue.

Le premier est équipé d'ampoules à diode électroluminescente (LED) qui émettent des signaux lumineux dont le nombre va dépendre du temps écoulé entre le chevauchement et le moment de l'observation (un clignotement supplémentaire par période de 2 heures) C'est le système Mount Count® de la firme CowChips (<http://www.cowchips.net/>) commercialisé avant sous le nom de DEC® par IMV Technologies.

Le second système est appelé Heatwatch®. Il est également commercialisé par la firme CowChips. Lorsque ce capteur enregistre une pression d'une intensité et d'une durée minimales définies par le constructeur (par exemple plus de trois chevauchements d'au moins deux secondes enregistrés en moins de 4 heures), cette information est envoyée par radio-transmission (portée de 400 mètres du système) à une unité centrale qui traite également les informations complémentaires telles que l'identité de l'animal, la date, l'heure, la minute et la durée de l'activation du capteur. Le taux de détection des chaleurs avec ce système varie de 72 à 94% .

b. Validité des systèmes

Quantifiée au moyen d'un détecteur électronique de chevauchement, la durée de l'œstrus est comprise entre 2,6 et 26,2 heures (moyenne 14 heures) chez 50 génisses viandeuses synchronisées (Stevenson et al. J.Anim.Sci., 1996, 74,729-735). Une génisse sur cinq a présenté une durée d'œstrus inférieure à 10 heures. Chez la vache laitière, Xu rapporte une durée moyenne de l'œstrus de 8,6 h pour 89 vaches . En moyenne 11, 2 acceptations du chevauchement ont été enregistrées pendant l'œstrus d'une durée totale de 29 secondes soit une durée moyenne de 2, 5 sec par monte (Xu et al. J.Dairy Sci. 1998, 81,2890-2896).

Walker chez la vache laitière enregistre une durée moyenne de l'œstrus de 9,6 heures et une déviation standard de 6,9 h. D'autres auteurs observent une durée moyenne de 7,1 h (+/- 5,4 h) pour 2055 œstrus enregistrés. Aucune influence de cette durée sur le taux de gestation n'a été constaté (Dransfield et al. J.Dairy Sci. 1998, 81,1874).

Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure à la plus grande efficacité du système électronique par rapport à une détection visuelle. Chez des animaux de race Holstein, le système DEC a permis de détecter 54 à 61 % des œstrus détectés par inspection visuelle (Saumande Revue Méd Vet 2000,151,11) .

Si l'on fait référence à des contrôles hormonaux (dosages de la progestérone), il s'avère que le système Heatwatch est aussi efficace que la détection visuelle (91.7 vs 98.4 %) (Xu et al. J.Dairy Sci. 1998, 81,2890-2896). Le degré d'exactitude de la détection obtenue avec le système Heat Watch dépend du nombre de chevauchements par 24 h pris en considération. L'exactitude est de 46 % si plus de 1 chevauchement sont pris en compte et de 23.8 % si plus de 4 chevauchements sont pris en compte (Campbell et al. J.Anim.Sci., 1997,75 (suppl1)236(abs)). De même au cours du postpartum, l'intervalle entre le vêlage et la première ovulation est différent selon que celui-ci a été déterminé par un dosage de progestérone (29 jours), au moyen du système électronique Heat Watch (39 jours) ou par observation visuelle (47 jours) (Shipka

Appl.Anim.Behav Sci.2000,66,153-159).

Diverses études ont confirmé que la détection des chaleurs au moyen de systèmes électroniques correspond à la chronologie des événements hormonaux observés au cours de l'œstrus (Stevenson et al. J.Dairy Sci., 1998,81,2897-2903). Ainsi, l'intervalle moyen entre la détection des chaleurs et l'ovulation est de 27,6 heures cad que compte tenu de la déviation standard observée (5.4 h), 95 % de la population ovule 17 à 37 h après la détection (Walker et al. J.Dairy Sci., 1996,79,1555-1561). Chez des vaches croisées AngusxHereford, ces valeurs sont respectivement de 32 +/- 4.7 h et comprises entre 21.8 et 42.8 heures (Warner et al. J.Anim.Sci., 1998,76 (suppl2) 15 (abs)). Elles ont été confirmées par d'autres études réalisées sur des génotypes viandeux (Looper et al. J.Anim.Sci., 1998,76 (suppl1), 215(abs), White et al. J.Anim.Sci., 1999, 77(suppl1), 224(abs) ; Yelich et al. J.Anim.Sci., 1999, 77(suppl1) 230(abs)). L'ovulation semble donc apparaître cinq heures plus tôt chez des races laitières que viandeuses. Il reste à déterminer si cette différence est imputable à la race ou relève d'un effet du niveau de production.

Comparant la fertilité de 1616 vaches laitières réparties dans 17 troupeaux de l'état de Virginie (USA) et dont l'œstrus avait été détecté par examen visuel ou au moyen d'un DEC, des auteurs n'observent aucune différence du taux de gestation obtenu (45.3 % et 45 %) (Dransfield et al. J.Dairy Sci., 1998,81,1874-1882).

c. Perspectives

Depuis 2010, les bovins peuvent être équipés de puces électroniques d'identification (transpondeur intégré à la boucle d'identification officielle). Ce système pourrait faire l'objet d'une valorisation dans le cadre de la détection des chaleurs à l'image de celle proposée pour les ovins (http://www.inra.fr/presse/des_puces_electroniques_pour_detecter_les_femelles_en_chaleurs). La puce RFID (pour *Radio Frequency IDentification*) est placée à la base de la queue de la brebis, et le bélier est équipé d'un détecteur RFID (fixé sur le dos) et d'une antenne placée entre les antérieurs.

On envisage également d'automatiser la lecture des traces de peinture laissées par le système Kamar ou Oestruflash au moyen d'une caméra placée au-dessus du robot de traite et qui serait reliée à un analyseur d'images (Williamson NA, Alawneh J, Bailey D et coll. Electronic heat detection. Proceeding of 2006 South Island Dairy Event)

d. De la praticabilité des systèmes électroniques de détection

Les systèmes proposés offrent l'*avantage* d'identifier de manière continue (24h/24) le comportement le plus caractéristique de l'œstrus à savoir l'acceptation du chevauchement. Certains en précisent par ailleurs le début de sa manifestation : ils permettent ce faisant d'optimiser le moment de l'insémination. Un essai réalisé au moyen d'un DEC (Heatwatch) a démontré que le moment optimal d'insémination était compris chez la vache laitière entre 4 et 12 heures après le début de la détection des chaleurs (Dransfield et al. J.Dairy Sci.,1998,81,1874-1882). Ces valeurs s'écartent de celles habituellement recommandées à savoir une insémination effectuée 12 à 18 heures après le début (supposé) de l'œstrus.

A l'inverse cependant, ils présentent divers *facteurs limitants* : l'inspection visuelle correctement pratiquée détecte davantage d'œstrus que les systèmes électroniques. Cela est en partie imputable au choix des constructeurs qui volontairement pour diminuer le nombre de diagnostics faussement positifs ont exclu les chevauchements d'une durée inférieure à 21 secondes. Il est cependant possible de constater des ovulations sans que l'animal n'est manifesté le moindre comportement de monte passive (Van Vleit et Van Eerdeburg Appl.Anim.Behaviour Sci., 1996, 50,57-69). De même on a observé que 119 œstrus détectés au moyen d'un DEC, sur 10 acceptations de chevauchement six seulement avaient une durée égale ou supérieure à 2 secondes (Walker et al. J.Dairy Sci.,1996,79,1555-1561). Les systèmes proposés présentent des problèmes de fixation sur le dos des animaux non encore complètement résolus. Il en résulte leur perte plus ou moins fréquente dans le mois suivant leur mise en place. Leur vérification quotidienne est donc nécessaire Les systèmes proposés sont encore d'un coût élevé. Il serait compris de 1.8 \$US dans le cas d'une détection visuelle et de 8.5\$ US dans le cas d'une détection par DEC pour un troupeau de 80 vaches allaitantes (Borger et Green J.Anim.Sci.1997,75 suppl1, 236 (abs)) .

4.2.3.2. *Détection automatisée de l'activité motrice*

a. Activité motrice et œstrus

La période oestrale se caractérise également par une augmentation de l'activité motrice des animaux.

Différentes études réalisées au moyen de podomètres ont précisé les changements d'activité autour de l'œstrus. étant donné l'augmentation de l'activité physique présentée par les animaux au cours de l'œstrus de l'ordre de 393 % soit 4 fois plus que les vaches qui ne sont pas en chaleurs (Kiddy J.Dairy Sci., 1977,60,235-243), certains auteurs ont proposé la mise en place de podomètres au niveau d'un des métatarses en vue de confirmer l'état œstral en évaluant les distances parcourues. Une corrélation de 0.36 entre l'importance de cette activité et l'acceptation du chevauchement a été déterminée (Van, Vliet et Van Eerdenburg Appl.Anim.Behaviour Sci ., 1996,50,57-69) . Il existe des variations individuelles qui impliquent par conséquent que l'activité pendant l'œstrus soit systématiquement comparée à celle enregistrée au cours du diœstrus précédent. Varner (réf. in Nebel RL, Dransfield MG, Jobst SM, Bame JH. Automated electronic systems for the detection of œstrus and timing of AI in cattle. Anim.Reprod.Sci.2000,60-61,713-723) observe que l'augmentation des déplacements survient 4 heures environ avant le début de l'œstrus et coïncide avec les moments où l'activité générale du troupeau est la plus faible. Arney utilisant le système Afimilk de Afikim (Israël) observe que l'activité augmente linéairement au cours des 72 à 16 heures précédant l'œstrus. Un accroissement plus rapide encore est observé au cours des 16 heures précédant l'œstrus (Arney et al. Appl.Anim.Behav.1994, 40, 211-218). Utilisant le système Boumatic (Heat seeker TX, Dairy Equipment Madison WI), Maatje observe que les chances de gestation sont les plus élevées lorsque l'insémination est réalisée 6 à 17 heures après l'augmentation significative d'activité renseignée par le podomètre sur base du doublement de l'activité enregistrée pendant 2 heures comparée à celle des 6 périodes de deux heures précédentes. (Maatje-K; Loeffler-SH; Engel-B Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. J-Dairy-Sci. 1997 Jun; 80(6): 1098-105).

Par ailleurs, une relation positive entre l'activité motrice œstrale et la fertilité a été démontrée (Hockey C, Morton J, Norman S et coll. Evaluation of a neck mounted 2-hourly activity meter system for detecting cows about to ovulate in two paddock-based Australian dairy herds. Reprod Domest Anim.2010;45(5):107-117).

b. Systèmes

Cette activité peut à l'heure actuelle être enregistrée de manière automatique et donc être quantifiée par deux systèmes, les uns se plaçant au niveau du membre (podomètre) les autres au niveau de l'encolure (colliers de motricité, accéléromètres).

Le premier est le podomètre qui enregistre le nombre de pas par unité de temps. Plusieurs systèmes sont actuellement disponibles

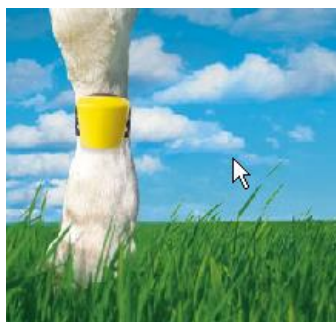
- AfiTag® de la société israélienne Afimilk (<http://www.afimilk.com/SiteFiles/1/2651/15289.asp>). Ce système est présenté dans un film (<http://www.afimilk.com/sitefiles/1/3685/22335.asp>).
- Lactivator de la société hollandaise Nedap agri (<http://www.nedap-lactivator.com/tochtverloop.php>)
- Rescounter II® de la société WestfaliaSurge (http://www.westfalia.com/fr/fr/products_services/proformance_equipment/products/parlourherdmanagement/animal_id/default.aspx). Ce système est également disponible en version collier.

Figures : illustrations de podomètres

Afitag d'Afimilk



Lactivator Nedap



Rescounter de Westfalia



Le second enregistre au moyen d'un collier placé sur l'encolure les mouvements de cette encolure dans les

trois dimensions de l'espace. Il s'agit des systèmes

- Heatphone® (http://www.medria.fr/fr_FR/produits/heatphone.html) de la société Médria (www.medria.fr) (100 euros par animal, 2900 Euros pour la base radio et abonnement de 29 Euros par mois)
- HeatBox® (www.heat-box.fr) (fabriqué par DairyMaster : <http://www.dairymaster.com>) : diffusé par la société Gènes diffusion (<http://www.genesdiffusion.com/>) (4600 Euros pour 40 vaches)
- Alpro® (<http://www.delaval.com/en/-/Product-Information1/Management/Systems/Herd-navigator/>)
- Heat time (<http://www.scrdairy.com/ProperBreeding.asp>) et en vidéo : <http://www.youtube.com/watch?v=nhT1bCNqYA&feature=c4-overview&list=UUTZEK1MsMZH9fx9KnM8SBw>

Figures : illustrations de colliers de motricité

Heatphone Medria



Rescounter de Westfalia



Heatime



Heatbox de Dairy master



Les informations motrices sont enregistrées par ces outils en continu et transmises par ondes radio ou infrarouges à intervalles de temps réguliers (toutes les 5 minutes pour le système HeatPhone® ou toutes les deux heures pour le système Rescounter II®) ou au moment de la traite à une antenne réceptrice. Cette antenne transmet les informations à un ordinateur central et/ou par SMS à un téléphone portable via le réseau GSM. Un logiciel fourni avec chaque outil modélise la courbe d'activité obtenue et un algorithme calcule l'écart d'activité de l'animal par rapport à la moyenne des jours précédents et par rapport à l'activité moyenne du troupeau. Par exemple, le système DairyPlan® de WestfaliaSurge déclenche une alerte pour une vache en œstrus lorsque l'activité enregistrée pendant trois périodes consécutives de deux heures augmente d'au moins deux écart-types par rapport à la moyenne d'une période équivalente au cours des 10 jours précédents (Hockey C, Morton J, Norman S et coll. Evaluation of a neck mounted 2-hourly activity meter system for detecting cows about to ovulate in two paddock-based Australian dairy herds. Reprod Domest Anim.2010;45(5):107-117).

c. Validité des systèmes

Le taux de détection des chaleurs par les podomètres et les activité-mètres est le plus souvent supérieur à 75 % et peut atteindre 94 % (Lovendahl P, Chagunda MG. On the use of physical activity monitoring for

œstrus detection in dairy cows. J Dairy Sci.2010;93(1):249-259; Philipot JM, Krauss D, Trou G et coll. Essai d'un système novateur de détection des chaleurs des femelles bovines par mesure de l'activité. Rencontres Recherches Ruminants.2010;17:137-140 ; Hockey C, Morton J, Norman S et coll. Evaluation of a neck mounted 2-hourly activity meter system for detecting cows about to ovulate in two paddock-based Australian dairy herds. Reprod Domest Anim.2010;45(5):e107-117; Firk R, Stamer E, Junge W et coll. Automation of œstrus detection in dairy cows: a review. Livestock Production Science.2002;75:219-232; Roelofs JB, van Eerdenburg FJ, Soede NM et coll. Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. Theriogenology.2005;64(8):1690-1703).

Il dépend du seuil choisi dans l'algorithme pour définir le pic d'activité (le taux de détection augmente avec la diminution du seuil), et de l'intervalle de temps entre deux enregistrements pour détecter ce pic (meilleure détection avec intervalles courts, inférieurs à 6 heures).

La spécificité de ces systèmes est comprise entre 90 et 100 %, mais leur précision peut varier considérablement selon les outils et les algorithmes, de 40 à 94 %.

4.2.3.3. *La température corporelle*

On a observé que la température corporelle chute quelques jours avant les chaleurs puis qu'un pic (augmentation de 0.3 à 1°C) était enregistré au début de la période d'acceptation du chevauchement cad au moment du pic de LH (Lewis et Newman J.Dairy Sci., 1984, 67,146-152 ; Rajamahendran et al. Theriogenology, 1989,31,1173-1182 : Rajamahendran et Taylor J.Reprod.Fert.,1991,92,461-467 ; Redden et al. J.Dairy Sci.1993,76,713-721 ; Wrenn et al. J.Dairy Sci., 1958,41,1071-1076 ; Firk R, Stamer E, Junge W et coll. Automation of œstrus detection in dairy cows: a review. Livestock Production Science.2002;75:219-232. 9. Fisher AD, Morton R, Dempsey JM et coll. Evaluation of a new approach for the estimation of the time of the LH surge in dairy cows using vaginal temperature and electrodeless conductivity measurements. Theriogenology.2008;70(7):1065-1074). Chez des vaches allaitantes, un pic de température a été observé lors de 90 % des œstrus suivis mais 53 % d'entre eux seulement avaient été diagnostiqués par observation visuelle (Kyle et al. Theriogenology, 1998,49,1437-1449).

La température extérieure, une hyperthermie ou un processus inflammatoire local seraient susceptibles de fausser la détection des chaleurs par le suivi de la température corporelle (Firk R, Stamer E, Junge W et coll. Automation of œstrus detection in dairy cows: a review. Livestock Production Science.2002;75:219-232)

L'identification de ce pic suppose bien entendu un enregistrement régulier de la température. Des systèmes implantés dans le vagin ont été proposés mais surtout employés pour la détection du vêlage Vel'Phone® (http://www.medria.fr/fr_FR/produits/vel-phone.html) de la société Médria (www.medria.fr) Radco® (<http://www.radcoalarm.com/RADCOFRA.HTM>) de la société Verdor SA.

Figure : Velphone de Medria



D'autres systèmes sont ingérés sous la forme de bolus et mesurent la température dans le réticulo-rumen (ex : Thermo-bolus®, de la société Médria <http://www.medria.fr/medriagb/pdf/Plaquette%20Bolus.pdf>) Certains systèmes ont été implantés dans l'oreille sans grands résultats (Redden et al. J.Dairy Sci.,

1993,76,713-721).

Au moment de l'œstrus, une augmentation de 0.2 à 0.4°C de la température du lait a été observée dans 35 à 75 % des cas (Maatje et Rossing Livestock Production Science 1976,3,85-89 ; Fordham et al. Res.Vet.Sci., 1988,44,366-374 ; % (Schluensen et al. J.Agric.Eng.Res, 1987,38,263-279).

4.2.3.4. *La vidéo-surveillance et l'analyse semi-automatisée des images*

Une enquête récente (2008) a montré que les éleveurs laitiers et allaitants consacraient respectivement 1,3 et 2,5 périodes journalières à la détection des chaleurs (Ponsart C. La détection par les éleveurs des chaleurs des vaches : des pratiques et des logiques de décision très diverses. Rencontres Recherches Ruminants.2010;17:129-132). La vidéosurveillance constitue donc une méthode alternative possible d'augmenter la surveillance des animaux en stabulation libre. La caméra (infra-rouge) est reliée à un ordinateur équipé d'un logiciel de gestion de séquences vidéo qui permet à l'éleveur de ne regarder que les séquences où les animaux sont actifs. Ce système permettrait d'identifier 81 % des chaleurs en consacrant 20 minutes par jour aux images enregistrées durant 24 heures (contre 40 minutes nécessaires pour l'observation visuelle) (Hetreau T, Giroud O, Ponsart C et coll. Simplifier la détection des chaleurs des vaches laitières grâce à la vidéosurveillance : une étude dans les races Montbéliarde et Abondance. Rencontres Recherches Ruminants.2010;17:141-144 Centre de Poisy : www.elevage-poisys.org).

Les limites du système sont cependant réelles : identification des animaux parfois difficile, chaleurs discrètes, robe uniforme, investissement de 3500 à 5000 Euros HTVA pour 2 à 4 caméras nécessaires pour 50 vaches.



4.2.3.5. *Le dosage en ligne de la progesterone*

Il se réalise au moyen de biocapteurs (bandelettes colorimétriques). Le système Herd Navigator® (www.herdnavigator.com) est commercialisé par la société danoise Lattec (<http://lattec.dk/>). Il peut être associé à un robot ou à une salle de traite conventionnelle de marque DeLaval. Le système prélève automatiquement lors de la traite quelques ml de lait, y dose la P4 et modélise la courbe obtenue sur plusieurs jours. Le système adapte automatiquement le nombre de prélèvements (6 à 7 dosages par cycle en moyenne) au statut physiologique de l'animal (ce nombre diminue en phase lutéale). Un algorithme classe automatiquement les vaches en trois catégories (anœstrus, cyclées et gestantes : Friggens NC, Chagunda MG. Prediction of the reproductive status of cattle on the basis of milk progesterone measures: model description. Theriogenology.2005;64(1):155-190). Les résultats sont gérés directement par l'éleveur ou à distance par la société Lattec. Un taux moyen de détection de 95% a été par la suite confirmé dans des élevages commerciaux au Danemark (Gérard O. Management proactif dans les grands troupeaux : le cas danois. BTIA.2009;131:37-39). Ce système est en 2011 installé dans une dizaine d'élevages en France. Il s'adresse plutôt aux élevages de grande taille (> 120 vaches). L'investissement serait de 40.000 Euros pour 120 vaches avec un forfait annuel de 50 Euros par vache et par an.

5. La quantification de la détection des chaleurs

Cette évaluation constitue un élément clé de l'interprétation des paramètres de reproduction. En effet, la détection des chaleurs par l'éleveur conditionne non seulement l'intervalle entre le vêlage et la première insémination mais également la fertilité. Il apparaît donc essentiel de pouvoir déterminer l'aspect non seulement qualitatif c'est-à-dire la précision (accuracy) de la détection de l'œstrus c'est-à-dire le pourcentage de vaches réellement en chaleurs parmi celles supposées l'être mais également l'aspect quantitatif c'est-à-dire l'intensité, la fréquence de cette détection (efficiency) à savoir le pourcentage d'œstrus détectés au cours d'une période donnée. Ainsi, diverses études ont démontré que 5 à 30 % des animaux inséminés ne sont pas réellement en chaleurs lors de leur insémination (Appleyard et Cook 1976, Calus et al. 1983, Cavestany et Foote 1985, Reimers et al. 1985). De même, on peut considérer que l'allongement d'un jour de l'intervalle entre le vêlage et la première insémination (période d'attente) se traduit par un allongement équivalent de l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante.

5.1. Le dosage de la progestérone

Qu'il soit réalisé dans le lait ou dans le sang, le dosage de la progestérone permet de confirmer certains états spécifiques tels que l'observation d'une chaleur sur une vache déjà confirmée gestante, ou dont l'intervalle entre chaleurs est anormal ou encore dont le statut d'œstrus a été diagnostiqué sur seule base des signes secondaires.

5 à 30 % des inséminations étant effectuées sur des animaux qui ne sont pas réellement en chaleurs, un dosage de la progestérone réalisé au cours de 15 à 20 périodes d'œstrus offre la possibilité de confirmer le degré d'exactitude de la détection des chaleurs (accuracy). Si plus de 5 % des résultats témoignent d'une concentration trop élevée en progestérone, c'est que la qualité de la détection des chaleurs est en cause. Une faible concentration témoigne d'un état d'anœstrus, de proœstrus, d'œstrus ou de début de metœstrus. Elle ne permet en aucun cas d'identifier le moment optimal de l'insémination.

Les paramètres zootechniques

Leur calcul et interprétation implique une notation parfaite de données telles que les dates de vêlages, de chaleurs, d'inséminations ; de diagnostics de gestation. Leur valeur dépend tout à la fois du degré d'exactitude du diagnostic (accuracy) mais aussi et surtout de la fréquence de la détection (efficiency). Le choix de l'un ou de l'autre dépendra et notamment des données disponibles pour leur quantification. Leur calcul présuppose qu'aient été éliminés les intervalles dont la longueur a pu être modifiée par des traitements hormonaux.

Les troupeaux dans lesquels la détection des chaleurs n'est pas optimale (manque d'exactitude) se caractérise par une augmentation du pourcentage d'intervalles entre chaleurs compris entre 3 et 17 jours (> 10 %), du pourcentage d'intervalles entre chaleurs compris entre 25 et 35 jours (> 10 à 15 %), par une augmentation du nombre de vaches inséminées sur chaleurs naturelles plus de deux fois en trois jours (> 5 %), par une non concordance entre le stade de gestation et la date d'insémination renseignée, par des longueurs de gestation plus courte ou plus longue de 3 voire 6 semaines à la durée normale. Les troupeaux qui présentent un % élevé de chaleurs non détectées se caractérisent plus par un faible % de chaleurs détectées avant la première insémination (sous réserve qu'il n'y ait pas d'anœstrus pathologique : voir chapitre 6), par un allongement de l'intervalle entre le vêlage et la première insémination, par un intervalle entre inséminations supérieur à 30 jours, par une augmentation du % d'intervalles entre chaleurs compris entre 38 et 45 ou entre 55 et 65 jours (> 15 %).

5.2. Index plus spécifiques

Des index plus spécifiques peuvent également être utilisés.

Le calcul de la *valeur moyenne des intervalles entre chaleurs ou inséminations* constitue un premier exemple. Elle doit normalement être comprise entre 24 et 26 jours, une analyse du problème étant requise si la valeur moyenne est supérieure à 30 jours (Klingborg 1987).

Index de Wood : La division de la longueur moyenne du cycle par la valeur moyenne de l'intervalle entre

chaleurs ou inséminations en constitue un second. Ce rapport doit être égal ou supérieur à 75, une intervention étant souhaitable si une valeur inférieure à 70 est observée (Wood 1976) .

Le calcul du % de vaches déclarées gestantes lors d'un diagnostic de gestation constitue une seconde méthode d'évaluation de l'intensité de la détection des chaleurs. Une valeur supérieure à 80 % doit être attendue. Ce paramètre ne permet pas dans les troupeaux confrontés à un problème d'infertilité de faire le diagnostic différentiel entre une mauvaise détection et l'infertilité (Barker R. et al. Low palpation pregnancy rate resulting from low conception rate in a dairy herd with adequate estrus detection intensity. Compend.Contin.Educat.Pract.Vet.,1994,16 :801) .

Intervalle vêlage – 1^{ère} insémination : Normalement, la valeur observée doit être inférieure à la période d'attente volontaire décidée par l'éleveur plus 20 à 28 jours. Un écart de +/- 9 jours laisse entrevoir un problème de détection. L'estimation du pourcentage d'animaux détectés en chaleurs au cours des deux premiers mois suivant le vêlage permet d'obtenir une première indication relative à la fréquence de la détection des chaleurs. Mais une valeur anormale c'est-à-dire inférieure à 75 % ne permet pas d'effectuer un diagnostic différentiel entre un problème de détection et un problème d'anœstrus fonctionnel.

Une autre méthode consiste à analyser la *distribution des pourcentages des intervalles entre chaleurs et/ou inséminations* observées pendant la période du bilan et répartis dans les cinq classes suivantes (1) 2 à 17 jours, (2) 18 à 24 jours, (3) 25 à 35 jours, (4) 36 à 48 jours, (5) > 48 et < 54 jours. Une clé de répartition normale est < 15 %, > 55 %, < 15 %, < 10 % et < 5 % respectivement pour les intervalles 1 à 5. Dans l'interprétation de la répartition, il ne faut pas ignorer que les kystes ovariens ou les endométrites sont susceptibles d'induire un retour plus rapide en chaleurs et de contribuer à augmenter le % d'intervalles de la classe 1, que la mortalité embryonnaire tardive se traduit par des retours longs (classe 3), qu'une chaleur détectée 36 à 48 jours après la précédente laisse sous-entendre la non-détection d'une chaleur 18 à 24 jours plus tôt et qu'enfin l'utilisation des prostaglandines ou de progestagènes modifient l'intervalle entre les chaleurs.

Le calcul du rapport entre le nombre d'intervalles de la classe 18 - 24 jours et celui de la classe 36 - 48 constitue une autre méthode. Il doit normalement être égal ou supérieur à 4 (Klingborg 1987) .

Un autre index de chaleurs se base sur le rapport entre le nombre de chaleurs réellement observée pendant une période d'observation et celles potentiellement observables. Cet index appelé HDR (Heat Detection Rate) est recommandé par l'AABP (American Association of Bovine Practitioner) pour évaluer la qualité de la détection des chaleurs.

$$ID = \frac{\text{N chaleurs, saillies ou inséminations renseignées}}{(\text{N de jours des vaches éligibles} \\ \text{au cours de la période d'observation de 21 jours})} \times 100$$

Par vache éligible, il faut comprendre toute vache se trouvant au-delà de la période d'attente et sans saillie ou insémination et reconnues non gestante (nombre de jours entre la fin de la période d'attente et la fin de la période d'observation)

inséminée ou saillie mais en attente d'un diagnostic de gestation (nombre de jour entre la fin de la période d'attente et l'insémination à ajouter au nombre de jours entre l'insémination et la fin de la période d'observation multiplié par 1 – l'IF cad le nombre d'inséminations total nécessaires à l'obtention d'une gestation

confirmée gestante : nombre de jours entre la fin de la période d'attente et la première insémination

réformée : nombre de jours entre la fin de la période d'attente et la décision de réforme

Remarque : il est conseillé d'ajouter 7 jours au nombre de jours durant la période pour les vaches ayant été traité au moyen d'une prostaglandine

Le calcul de *l'optimisation de la période de reproduction* constitue une autre méthode d'évaluation de la qualité de la détection des chaleurs. Dans un premier temps on calcule le nombre de périodes d'insémination potentielles soit la différence entre le VIF et la VIA divisée par 21 soit (a). L'index se calcule par la formule suivante

$$ID = \frac{\text{N chaleurs observées par vache}}{\text{N de chaleurs potentielles (soit a)}} \times 100$$

Cet index offre l'avantage de ne pas être influencé par la fertilité ou par la politique de première insémination de l'éleveur c'est-à-dire la durée de la période d'attente volontaire.

Calcul du *niveau de détection des chaleurs après la première insémination* (II : intervalle entre inséminations). Ces index peuvent être calculés sur les seuls animaux dont la gestation a été confirmée mais également sur ceux dont la gestation n'a pas été confirmée ou dont la dernière insémination remonte à 45 jours (vaches inséminées). Dans l'un et l'autre cas deux formules sont possibles selon que l'on considère l'intervalle entre le vêlage et la première insémination (VIA) ou l'intervalle estimé sur base de la période d'attente décidée par l'éleveur pour réaliser la première insémination.

- Vaches gestantes

$$II = \frac{VIF - V-1IA}{(IF - 1)}$$

$$II = \frac{VIF - (PAV + 10)}{(IF - 1)}$$

- Toutes les vaches inséminées

$$II = \frac{VDIA - V-1IA}{(IF - 1)}$$

$$II = \frac{VDIA - (PAV + 10)}{(IF - 1)}$$

VIF : intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante

VDIA : Vêlage dernière IA

VIA = intervalle entre le vêlage et la première insémination

PAV : Période d'attente volontaire décidée par l'éleveur

IF : index de fertilité (nombre d'insémination réalisées sur les vaches confirmées gestantes ou sur l'ensemble des vaches)

Une *comparaison de l'intervalle moyen entre inséminations avec le % de chaleurs détectées* permet d'estimer indirectement le niveau de détection des chaleurs (Grusenmeyer et al. Western Regional Extension Publication 67 1983)

Intervalle (J)	% de détection
23	91
26	81
30	70
35	60
41	51
50	42
60	35

6. Particularités des petits ruminants

6.1. Espèce ovine

La durée de l'œstrus chez la brebis est de 24 à 36 heures et de durée plus courte chez l'agnelle. L'ovulation apparaît en fin d'œstrus quelle qu'en ait été la durée. Il semble démontré que la présence permanente d'un bélier contribue à réduire la durée de l'œstrus et à avancer le moment de l'ovulation. L'intervalle entre le début de l'œstrus et le pic de LH est plus long chez les races prolifiques (18 h) que moins prolifiques (8 à 12 h). L'ovulation survient 24 h environ après le pic de LH.

Pendant l'œstrus et de manière assez spécifique à cette espèce, la brebis cherche et reste en contact avec le mâle. Aussi, la détection des chaleurs en l'absence du mâle est-elle dans cette espèce relativement difficile. Le mâle fait la différence entre une femelle réceptive et non réceptive par l'odeur de l'urine, odeur qui devient non détectable 4 jours après l'œstrus. La brebis en œstrus à la différence d'une brebis qui ne l'est pas, urine à l'approche d'un mâle. Reniflement, flehmen, coup de pattes, et monte font partie du comportement normal du mâle à l'encontre des brebis.

6.2. Espèce caprine

La chèvre est beaucoup plus expressive que d'autres femelles de mammifères domestiques. La première phase "appétitive" de l'interaction sexuelle consiste, comme chez le mâle, en une phase de recherche et de stimulation du partenaire. Cela se traduit par une grande agitation de la chèvre qui, dans un premier temps, approche le mâle mais refuse ses approches. Puis les approches de la femelle se poursuivent, accompagnées de frétillement de la queue, de bêlements et souvent d'émission d'urine. Ce comportement stimule les approches du mâle auquel la femelle finit par répondre en s'immobilisant, ce qui provoque des séries de chevauchements et l'accouplement. La femelle est alors dite "réceptive". Pendant l'œstrus, les chèvres présentent également un comportement "homosexuel" de chevauchement dirigé le plus souvent vers les autres chèvres en œstrus.

La durée de la réceptivité, pendant laquelle la femelle accepte l'accouplement varie selon les auteurs, les races et ... les individus entre 15 et 23 heures. Les intervalles moyens entre le début de l'œstrus et l'ovulation sont également variables et compris entre 20 et 48 heures.

Comme dans d'autres espèces, l'œstrus est le plus souvent considéré comme un phénomène tout ou rien diagnostiqué par l'acceptation du chevauchement. Pourtant, les changements de comportement sont progressifs et certaines femelles peuvent présenter des comportements ambigus dépendants de l'activité du bouc (refus des approches d'un bouc alors que le chevauchement par un autre est accepté).

Le moyen le plus couramment employé pour détecter l'œstrus est la mise en présence d'un mâle vasectomisé, ou d'un mâle intact muni d'un tablier empêchant la saillie, et le repérage, par un observateur, des femelles acceptant le chevauchement. La fréquence de cette détection doit être adaptée au but fixé : avec deux détectations par jour, l'acceptation du chevauchement par certaines femelles peut n'être observé qu'une seule fois. Il est possible de faciliter cette détection en munissant le mâle d'un harnais portant un crayon marqueur qui laissera une trace sur le dos des femelles acceptant le chevauchement. Dans tous les

cas il est important que les mâles présentent un niveau suffisant d'activité, ce qui suppose une préparation adéquate. Il est admis aussi, par extrapolation des résultats obtenus chez les ovins, qu'il faut une proportion ne dépassant pas 20 femelles par mâle et une absence d'interactions agressives si plusieurs mâles sont présent ensemble.

Les changements comportementaux précédemment cités (agitation, frétaillement de la queue, bêlements) peuvent également être utilisés pour faciliter la détection de l'œstrus, ainsi qu'une baisse du comportement alimentaire et un aspect œdémateux de la vulve. Il semble aussi possible, pour de petits groupes de chèvres, d'observer l'attraction des femelles en œstrus pour l'odeur de bouc obtenue en frottant un tissu sur les glandes odorantes de ceux-ci. Il serait cependant nécessaire de comparer l'efficacité des différents critères et rythmes de détection.

7. Pour en savoir plus

- Hanzen Ch. L'œstrus: manifestations comportementales et méthodes de détection. Ann.Méd.Vét., 1981, 125, 617-633.
- Roelofs J, López-Gatius F, Hunter RHF, van Eerdenburg FCJM, Hanzen Ch. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. Theriogenology 2010, 74, 327–344.

8. Tableaux

Tableau 1 : Nature de divers traitements d'androgénisation utilisés dans les espèces ovine et bovine.

	Hormone et dose	Durée	Voie	Références
Brebis	1. 50 mg propion.testost.	/ J pdt 20 jours	SC	Marit et al. 1979
	2. idem	tous les 10 jours	SC	
Bélier châtré	1mg cypion. d'œstradiol	/sem.pdt 3 sem.	IM	Fulkerson et al., 1981
	105mg de propion.testost.	/sem pdt 3 sem.	IM	
Génisse ou taurillon castré	8 mg benzoate d'oestradiol	/sem. pdt 16 sem.	SC	Sawyer et Fulkerson 1980/1981
Taureau castré	1. 2,8g de testostérone	pendant 90 jours	Imp.SC	Mac Donald et al. 1976
	2. 2,4g androstènedione		Imp.SC	
	3. 2,28g de testostérone et 400mg œstradiol	pendant 90 jours	Imp.SC	
Vache	1. 200mg propion.testost.	/ J pdt 20 jours	IM	Kiser 1977
	1g enanthate de testost.	tous les 15 jours	IM	
Vache	1. 200mg propio.testost.	tous les 2 jours		Signoret, 1975.
	2. esters de la testostérone (androg.retard)	/ J 20 jours. tous les 15 jours		