

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Blida 1

Institut des Sciences Vétérinaires



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du

Diplôme de Docteur Vétérinaire

Étude bibliographique

Sur les méthodes de diagnostic des chaleurs chez les bovins laitiers

Présenté par

BEKOUDJ Tarek et DJAID Halla Sabra

Devant le jury :

Président(e) :	SALHI Omar	MAA	ISV Blida1
Examineur :	BESBACI Mohamed	MAA	ISV Blida 1
Promoteur :	YAHIMI Abdelkrim	MCB	ISV Blida 1

Année universitaire : 2017-2018

Dédicace 1

- A mes parents, pour m'avoir donné l'éducation qui m'a permis de devenir qui je suis aujourd'hui Je vous en suis reconnaissant.
- A mes frères et sœurs
- A mon époux et mes enfants
- A l'ensemble de ma famille et de mes proches

DJAID Halla Sabra

Dédicace 2

- A mes parents, pour m'avoir donné l'éducation qui m'a permis de devenir qui je suis aujourd'hui Je vous en suis reconnaissant.
- A mes frères et sœurs
- A l'ensemble de ma famille et de mes proches
- A mes amis.

Tarek

Remerciements

A Monsieur SALHI Omar,

Maitre-assistant à l'institut des Sciences Vétérinaire, qui nous fait l'honneur d'accepter la Présidence de notre jury de mémoire.

Hommages respectueux.

A Monsieur YAHIMI Abdelkrim,

Maitre de conférences à ISV qui m'a guidé au cours de ce travail. Je le remercie de son aide.

Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respect les plus sincères

A Monsieur Besbaci Mohamed,

Maitre assistants à l'institut des Sciences vétérinaires de Blida1, qui nous a fait l'honneur d'accepter de faire partie de notre jury de mémoire.

Sincères remerciements.

Je tiens à remercier également tous qui sont collaborer pour la réalisation de ce travail.

Table des matières

LISTE DES FIGURES.....	1
Liste des Tableaux	2
Résumé:.....	3
Abstract	4
ملخص.....	11
Introduction:	12
Chapitre I :.....	14
Généralités sur le cycle œstral Chez le bovin.....	14
Introduction:	14
1. Le cycle sexuel chez la vache.....	13
1.1. Le cycle œstral chez la vache :.....	13
1.2 Les modifications cycliques du comportement :.....	14
1.3 La régulation hormonale de l'activité sexuelle :	15
2. L'œstrus.....	16
2.1. Définition:.....	16
2.2 Effets de différents facteurs sur le comportement sexuel de la vache laitière :	16
2.3. Les manifestations comportementales d'une vache en chaleurs :.....	19
3. Différentes méthodes de détections d'œstrus	23
3.1 Introduction:.....	23
3.2 Techniques basées sur l'« acceptation de chevauchement » :.....	23
3.3 L'observation visuelle directe:.....	23
3.4 La fréquence et la durée d'observation :	23
3.5 La fréquence et le moment d'observation:.....	24
3.6 Témoin mécanique de chevauchement:.....	25
3.7 Surveillance électronique capteurs de pression:	27
3.8 .Techniques complémentaires:	29

3.9 Techniques alternatives:	31
3.10 Éléments biologiques comportement d'œstrus.....	32
4. Modalités de dosage de la progestérolone.....	35
4.1. Définition de la progestérolone :	35
4.2. Principe du dosage de la progestérolone dans le lait:	36
4.3. Les méthodes de dosage de la progestérolone:	37
Bibliographie	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Évènements hormonaux et ovariens du cycle œstral de la vache	14
Figure 2: harnais marqueur	26
Figure 3: bloc marqueur	26
Figure 4: bovin muni.....	26
Figure 5 : crayon marqueur	27
Figure 6 : le produit KaMaR.....	27
Figure 7: capsule KaMaR	27
Figure 8 : capsule KaMaR déclenchée	27
Figure 9: Le compteur de pression Bovine Beacon	28
Figure 10 : le dispositif Heat Watch	29
Figure 11 : la transmission à distance	29
Figure 12: La sonde Ovatecc.....	30
Figure 13: le podomètre.....	32
Figure 14 : Une courbe « normale » de Progestérone (lait).....	33

Liste des Tableaux

Tableau 1: Échelle de notation des signes observables d'œstrus.....	20
Tableau 2: répartition des signes secondaires avant, durant et après l'œstrus.....	22
Tableau 3 : L'influence de la fréquence et la durée des observations sur la détection des chaleurs (Grairia, 2003).....	24
Tableau 4: L'influence de la fréquence et le moment des observations sur la détection	25

Résumé:

La détection des chaleurs est un élément fondamental du rendement des troupeaux laitiers et donc l'amélioration des productions animales. Le temps suffisant à consacrer pour la détection et aussi la bonne connaissance des signes font souvent défaut, De multiples facteurs modulent le comportement sexuel de la femelle, ce qui entraîne un changement très marquée sur la durée et l'expression de l'œstrus provoquant ainsi un problème de détection. Ces facteurs sont liés aux animaux (faible manifestation des chaleurs) et les autres aux conditions d'élevage et aux éleveurs (technique de détection et moment d'observation). Plusieurs éleveurs trouvent de difficultés pour bien détecter le moment juste des chaleurs, soit à des problèmes liés au mode d'élevage et l'ambiance (type stabulation, alimentation, état de santé) soit aux facteurs propres à la détection des chaleurs (signes, moment et durée d'observation, moyens de détections utilisées). Les moyens et les méthodes de détection des chaleurs sont nombreux, ce qui nous permis de mieux situer le stade physiologique de l'animal, néanmoins les facteurs de risque restent toujours des éléments entravant ainsi, la bonne expression de l'œstrus par les femelles bovines

Mots clés : détection des chaleurs, œstrus, peinture, progestérone, lait, vache laitière

Abstract

Heat detection is fundamental performance of dairy herds and therefore improving animal products. Sufficient time to devote to detect and also good knowledge of the signs are following default, multiple factors modulate the sexual behavior of the female, which drive a marked change over time and the expression of estrus causing a detection problem. The study is focused on dairy cow 60 bovine females of different race (Holstein and Montbeliarde). The work has two parts; the first was based on the method of heat detection by conventional means commonly called the oestrusflash. By against the second about a progesterone assay technique in milk. The results showed that the majority (83.3%) and (66.6%) of the animals reacted to the detection device respectively for the two groups. We also noted that heat detection in dairy cows is influenced by several factors. They are related to animals (small manifestation of oestrus) and the other to breeding conditions and ranchers (technical detection and observation time). For the dosage of progesterone, several animals showed negative responses (lower values standards) which confirms the animals in heat. The means and heat detection methods are numerous, which allowed us to better situate the physiological stage of the animal, however, the risk factors are still impeding elements and the right expression of estrus in female cattle.

Keywords: heat detection, estrus, paint, progesterone, milk, dairy cow

ملخص

كشفت الحرارة الأداء الأساسي للقطعان الألبان وبالتالي تحسين المنتجات الحيوانية. ما يكفي من الوقت لتكريس لكشف والافتراضي أيضا معرفة جيدة من علامات تتبع، عوامل متعددة تعدل السلوك الجنسي للإناث، مما يؤدي بدوره تغييرا ملحوظا مع مرور الوقت والتعبير عن شبق التسبب مشكلة الكشف. وتركز الدراسة على الألبان البقر 60 إناث الأبقار من جنس مختلف (هولشتاين و. Montbéliarde) العمل من جزأين. استند أولا على طريقة كشف الحرارة عن طريق الوسائل التقليدية المعروفة باسم ostrusflash بواسطة ضد ثاني حول تقنية البروجسترون فحص في الحليب. وأظهرت النتائج أن الغالبية (83.3%) و (66.6%) من الحيوانات ردت إلى جهاز الكشف على التوالي للفريقين. ولاحظنا أيضا أن الكشف عن الحرارة في الأبقار الحلوب ويتأثر بعدة عوامل.

وتتعلق هذه الحيوانات (مظهر صغير من الشبق) والآخر لظروف التكاثر ومربي الماشية (كشف التقني ووقت رصد). لجرعة من هرمون البروجسترون، وأظهرت العديد من الحيوانات الردود السلبية (المعايير قيم أقل) مما يؤكد على الحيوانات في الحرارة.

أساليب الكشف عن الوسائل والحرارة عديدة، الأمر الذي سمح لنا وضعه أفضل في المرحلة الفسيولوجية للحيوان، ومع ذلك، فإن عوامل الخطر لا تزال تعوق العناصر والحق في التعبير عن شبق في الأبقار الإناث كلمات البحث: كشف الحرارة، شبق، والطلاء، والبروجسترون، الحليب، بقرة حلوب

Introduction:

La qualité de la détection des chaleurs résulte de l'aptitude des femelles à exprimer leurs comportements de chaleurs combinée aux moyens pris par l'éleveur pour les détecter.

L'impact de la détection des chaleurs sur l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante dont la valeur moyenne doit être de 90 voire de 100 jours, est bien réel. Cet effet s'exerce dans un triple contexte. La détection des chaleurs conditionne en effet l'obtention d'un intervalle normal entre le vêlage et la première insémination (période d'attente). Elle influence directement la fertilité et donc la durée de la période de reproduction puisque normalement l'insémination artificielle doit être réalisée une douzaine d'heures après le début de l'oestrus. Enfin, l'absence de détection du retour en chaleurs de l'animal constitue une des méthodes précoces de diagnostic de gestation.

L'oestrus une période relativement courte par rapport à la durée du cycle œstral ce rend la détection difficile. La durée des chaleurs est de 12 à 18 heures. En effet pour optimiser la détection des chaleurs, un certain nombre de signes à la fois primaire et secondaire doit être bien maîtrisé. La détection des chaleurs reste un problème majeur dans les élevages malgré d'énormes progrès dans le développement de moyens de détection de l'oestrus.

L'efficacité de la détection des chaleurs dépend principalement de plusieurs points essentiels; à savoir ; La capacité de l'éleveur de tirer les informations ou les signes exactes de chaleurs au bon moment, Le temps consacré par jours et enfin la fréquence de détection (Roelofs et al ,2005 ; Cavestany et al ,2008). Néanmoins, l'intensité et l'expression des chaleurs sont influencées par plusieurs facteurs. Nous citons parmi eux ; facteurs liés à l'animal et facteurs environnementaux ; selon Roxström et al, (2001). D'après (Walker et al ,2008) ; les boiteries sont classiquement associées à une diminution de l'intensité de l'oestrus chez la vache laitières. Tandis que pour les facteurs environnementaux, (Roxström et al, 2001 ; Lucy ,2003 ; Ferguson ,2005), montrent qu'une mauvaise nutrition ou un bilan énergétique négatif peut affecter négativement l'expression œstrale ; pour la présence du male, certains auteurs rapportent qu'il existe une relation entre le raccourcissement de l'intervalle entre le vêlage et le début de l'oestrus et la présence du taureau(Fraser ,1980 ; Zalesky et al ; 1984) , et en fin , Kil gour et al, 1977 ; Alexander, 1984 ; Helmer et Britt,1985) le nombre des animaux peut également influencer sur la manifestation du comportement œstral ce qui explique l'effet de la taille de troupeau. Donc pour une meilleure détection possible des chaleurs, de nombreux auteurs ont bien démontré la pratique de la détection des chaleurs ainsi que l'utilisation des

moyens complémentaires (Senger, 1994 ; Nebel et al ,2002 ; Firk et al, 2002;Diskin et al ,2000 ; Lehrer et al ; 1992 ; Rorie et al ,2002). Les méthodes sont plusieurs et variées (capteur électronique, podomètre, radiotelemetry, mesure de l'impédance ou de la conductivité du mucus vaginal, dosage des hormones), Ces dispositifs permettent aux éleveurs de bien gérer l'œstrus (Roelofs et al ,2010).

Chapitre I :

Généralités sur le cycle œstral Chez le bovin

Introduction:

La détection des chaleurs est une des composantes majeures de la rentabilité des élevages laitiers. Les œstrus non détectés ou détectés à tort sont en effet responsables d'inséminations manquées ou réalisées au mauvais moment (Lehrer et al., 1992). Les pertes financières qui en résultent ont quatre origines principales :

- Une augmentation de l'intervalle vêlage-vêlage avec pour conséquence une diminution de la production de lait et de veaux.
- Une augmentation du nombre d'inséminations artificielles par animal
- Un taux de renouvellement excessif
- Un progrès génétique ralenti

Le déficit de production laitière est donc particulièrement important. Il est imputable à divers facteurs au nombre des quels, on peut raisonnablement citer l'infécondité, le manque d'une politique rigoureuse de sélection génétique, l'inadéquation entre les besoins alimentaires et les apports disponibles et une santé mammaire de mauvaise qualité.

L'impact de la détection des chaleurs sur la fécondité est réel. La détection des chaleurs conditionne en effet l'obtention d'un intervalle normal entre le vêlage et la première insémination (période d'attente). Elle influence directement la fertilité et donc la durée de la période de reproduction puisque normalement l'insémination artificielle doit être réalisée une douzaine d'heures après le début de l'œstrus .Enfin, l'absence de détection du retour en chaleurs de l'animal constitue une des méthodes précoces de diagnostic de gestation.

La qualité de la détection des chaleurs dépend de facteurs inhérents à l'éleveur, à l'animal et à son environnement. Elle constitue une étape clé de la mise à la reproduction des troupeaux pratiquant l'insémination animale (IA), elle repose d'une part sur l'expression de l'œstrus par les vaches et d'autre part sur la surveillance des vaches par l'éleveur. Des défauts d'expression des chaleurs sont de plus en plus fréquents dans les troupeaux laitiers, avec notamment une durée d'expression des chaleurs qui est passée de 18-20 heures dans les années 80 à seulement 4-8 heures aujourd'hui entre la première et la dernière acceptation du chevauchement (AC, signe spécifique de l'œstrus). De plus, une cyclicité irrégulière liée à des anomalies de cyclicité et une expression des chaleurs plus discrète (seules 6 ovulations sur 10 sont accompagnées

d'une AC en race Holstein) ne favorisent pas la détection des chaleurs (Cutullic, 2010 ; Disenhaus et al., 2010 ; Sveberg et al., 2011). Les anomalies de cyclicité sont plus rares qu'en races laitières. En revanche, du fait de la présence du veau, la reprise de cyclicité post-partum est plus tardive. Même si la détection des chaleurs est une activité indispensable à l'utilisation de l'IA, elle n'en est pas moins affectée par l'agrandissement de la taille des troupeaux bovins et la concurrence avec d'autres ateliers, limitant ainsi le temps disponible par animal et par unité de main d'œuvre. Or, les conséquences d'une mauvaise surveillance des chaleurs par l'éleveur peuvent se traduire par des impacts zootechniques importants sur la fertilité avec des IA réalisées hors période d'œstrus (défaut de spécificité) et/ou sur la fécondité avec l'allongement du délai de mise à la reproduction à cause de chaleurs non vues (défauts de sensibilité). De plus, l'impact économique d'un défaut de détection des chaleurs est variable d'un système d'élevage à un autre mais reste, dans tous les cas, un déterminant non négligeable du revenu de l'exploitation (Inchaisri et al., 2010 ; Seegers et al., 2010). Plusieurs méthodes sont utilisées pour détecter ou quantifier les chaleurs à savoir :

- Les marqueurs de chevauchements.
- Les détecteurs électroniques de chevauchement.
- Le dosage de la progestérone dans le lait ou le sang.

1. Le cycle sexuel chez la vache

1.1. Le cycle œstral chez la vache :

La femelle bovine a une activité sexuelle cyclique à partir de la puberté ; cette activité sexuelle se traduit par une succession d'événements précis se reproduisant à intervalles constant toute l'année. La durée du cycle est en moyenne de 15 à 25 jours (Driancourt et al., 1991), avec une variation dépendante de l'âge, la race, la saison et les conditions d'entretien de l'animal (Derivaux, 1971).

1-1-1 Les phases du cycle :

L'évolution cyclique comprend deux phases distinctes (Mc Donald, 1969) (Bassard et al., 1997): La phase folliculaire et la phase lutéinique ; la première est une phase œstrogénique qui correspond à la maturation des follicules de De Graaf, cette phase est assimilée à une série de vagues folliculaires (Rajakoski, 1960). Un cycle peut renfermer 2, 3 voire même 4 vagues folliculaires (Zeitoun et al., 1999).

Elle comprend deux périodes :

- ❖ **Le pro œstrus** : cette période dure de 3 à 4 jours. Il correspond au début de la phase folliculaire. Dans ce cas la croissance folliculaire se poursuit jusqu'à la sélection du follicule dominant (Lussier et al., 1994). De J 16 à J 19, la fréquence de relâche de LH augmente et la production d'E2 par le follicule dominant atteint son seuil critique provoquant la relâche pré ovulatoire de LH et par conséquent l'apparition de l'œstrus (Hansel et Convey, 1983).
- ❖ **L'œstrus ou chaleur** : considérée le jour 0 (J0) du cycle, elle dure 19 heures en moyenne correspond à la période de l'extériorisation du comportement sexuel de la femelle bovine (vache ou génisse), caractérisée sur le plan hormonal, par une augmentation graduelle de la concentration de la FSH associé à une concentration maximale de la LH (Bernard et al., 1984). Par contre sur le plan clinique une hyperactivité et une décharge de glaire cervicale peuvent être observés (Roelofs et al., 2005).

La deuxième ou la phase lutéinique ; ou lutéale, progesteronique, qui s'étend au cours de l'activité des corps jaunes cycliques, comprenant aussi deux périodes :

Le met œstrus : Cette période dure 2 jours (J1-J3 du cycle) et correspond au début de la phase lutéale. Elle est caractérisée sur le plan hormonal par une faible concentration de P4 et E2 (Niswender et al., 2000), et sur le plan structural par la formation d'un nouveau corps jaune ou les cellules de la granulosa du follicule ovulé commencent déjà à sécréter de faible quantité de P4 (Roelofs et al., 2005).

Le di œstrus : il dure 12 jours (J04-J16 du cycle), c'est la phase la plus longue du cycle, elle correspond au fonctionnement et au développement maximal du corps jaune avec une concentration maximale de la P4, cette sécrétion augmente progressivement jusqu'à atteindre 2 ng/ml dans le sang (Ginther et al., 1996).

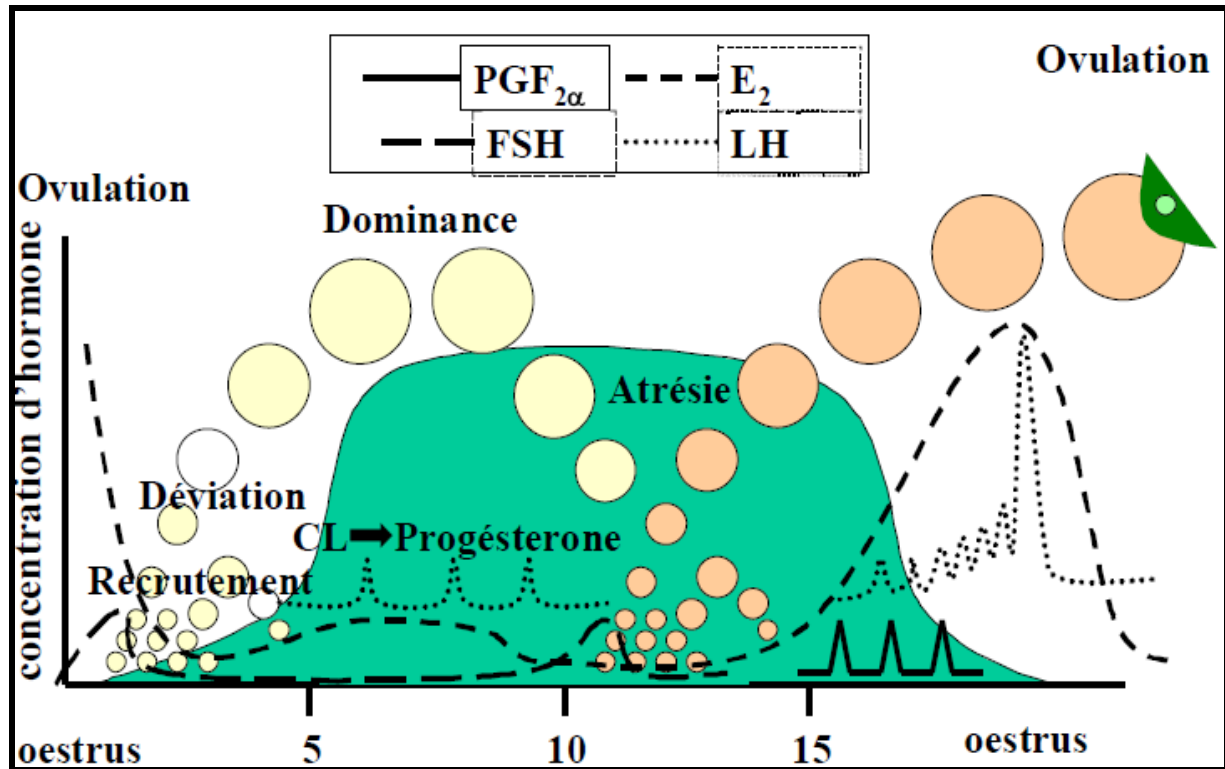


Figure 1 : Évènements hormonaux et ovariens du cycle œstral de la vache

(Adams et al., 2008).

1.2 Les modifications cycliques du comportement :

A partir de la puberté, en absence de gestation, L'œstrus est l'événement caractéristique du comportement sexuel cyclique de la femelle.

1.2.1 Le cycle des voies génitales :

Au niveau de l'utérus :

Au cours de la phase folliculaire ; les cellules du stroma se multiplient et l'endomètre s'épaissit, l'épithélium s'enrichit en cellules sécrétrices et s'invagine à l'intérieur du stroma, formant de petites glandes utérines (Bonnes et al., 2005).

Au cours de la phase lutéale ; les mitoses sont plus nombreuses, les glandes se développent en parallèle avec la vascularisation sanguine (Bonnes et al., 2005).

En absence de fécondation, les couches externes de l'endomètre sont éliminées en fin

de phase lutéale (Bonnes et al., 2005).

Au niveau du col :

La glaire cervicale est un mucus sécrété par le col de l'utérus et obstruant l'orifice. Elle est constituée de protéines filamenteuses organisées en réseau. En période ovulatoire les sécrétions de mucus s'intensifient, le maillage des fibres, habituellement serré, devient lâche (ouverture du col) (Bonnes et al., 2005).

On observe aussi au cours du cycle sexuel une évolution de l'épithélium des oviductes et de la muqueuse vaginale, toutes ces modifications sont considérées comme une préparation de l'organisme à une éventuelle gestation (Bonnes et al., 2005).

1.2.1.1 Le cycle ovarien :

En prenant l'ovulation comme point de départ du cycle ovarien on constate la succession des deux phases folliculaire et lutéale ; ce cycle interprète les différentes étapes de développement du follicule ; chaque jour des follicules entrent en phase de croissance, ils deviennent des follicules primaires, secondaires, tertiaire puis pré-ovulatoires (follicule de De Graaf) ce dernier, mure, expulse l'ovule (ovulation), et devient corps jaune hémorragique puis corps jaune. Si il n'y a pas de gestation ce corps jaune régresse et disparaît (Bonnes et al., 2005).

1.3 La régulation hormonale de l'activité sexuelle :

Les hormones hypophysaires et ovariennes interagissent les unes avec les autres sous le contrôle de l'hypothalamus, assurant ainsi la régulation du cycle sexuel ; les hormones concernées principalement sont:

- **La GnRH** ; c'est une gonadolibérine synthétisée par l'hypothalamus, son rôle principal est de provoquer la libération de la FSH et la LH (Derivaux et Ectors, 1980).
- **La FSH** ; produite par l'antéhypophyse, elle contrôle le développement de l'ovaire et la croissance folliculaire et prépare l'action de la LH (Rieutort, 1995), (Derivaux et Ectors, 1980). elle induit aussi la synthèse d'œstrogène par le follicule (Bonnes et al., 2005).
- **La LH** ; elle aussi produite par l'antéhypophyse, agit en association avec la FSH sur la maturation folliculaire finale : Elle induit l'ovulation et la formation du corps jaune (Derivaux et Ectors, 1980).
- **L'œstrogène** ; sécrétée par le follicule, elle est considérée comme l'hormone des manifestations de l'œstrus ou chaleur, à forte dose, elle cause un rétrocontrôle positif sur la synthèse de la GnRH, la FSH et la LH (Rieutort 1995).

- **La progestérone** ; l'hormone du maintien de la gestation, elle est sécrétée par le corps jaune, à forte dose, elle provoque un rétrocontrôle négatif sur la synthèse de la GnRH, FSH, LH (Drion et al., 1999).

- **La PGF2 α** ; synthétisée principalement par les cellules endothéliales de l'utérus, elle influe sur l'éclatement du follicule mûr et la régression du corps jaune (BONNES et al., 2005).

2. L'œstrus

2.1. Définition:

L'œstrus est un état physiologique qui précède juste l'ovulation, il est défini comme étant la période pendant laquelle une femelle accepte l'accouplement (Heap et al., 1999) cité par (J.Saumande, 2000) et qui peut s'exprimer par des signes comportementaux qui permettent le repérage de cet état physiologique, clé de la maîtrise de la reproduction.

2.2 Effets de différents facteurs sur le comportement sexuel de la vache laitière :

De multiples facteurs modulent les comportements sexuels de la femelle (Hanzen, 2000), individuels et collectifs (Orihuela, 2000).

2.1.1 Les facteurs de variations individuelles :

Des facteurs de variation individuelle de l'expression des chaleurs sont la race, l'âge, le rang de lactation, le stade physiologique (Orihuela, 2000).

2.1.1.1 La race :

Au sein d'un groupe, certaines races semblent plus enclines à chevaucher, et d'autres à dissuader le chevauchement (Orihuela, 2000).

2.1.1.2 L'âge et le rang de vêlage :

Avec l'âge et le rang de vêlage, la durée de l'œstrus augmente, ainsi que le nombre de chevauchements. Il apparaît aussi que l'acceptation du chevauchement est plus présente chez les vaches âgées que chez les nullipares et primipares. De même, une vache multipare aura tendance à mieux exprimer ses chaleurs (Orihuela, 2000) et plus tôt dans la journée qu'une nullipare (Amyot et al., 1987).

2.1.1.3 La puberté :

L'effet des changements hormonaux ayant lieu au cours de cette période, dès ce moment, les manifestations œstrales seront de plus en plus accusées, que les ovulations se répètent (Hanzen, 2000).

2.1.1.4 La production laitière:

GWAZDAUSKAS et al (1983), suggèrent que s'il y a vraisemblablement une composante génétique pour ce qui est de l'intensité de la manifestation de l'œstrus, celle-ci n'est

probablement pas liée à sa valeur génétique de la production laitière, cependant. (Hanzen, 2000), affirme le contraire, prétend que la fréquence des ovulations silencieuses est en relation avec le niveau de la production laitière. Et que les vaches hautes productrices expriment moins leurs chaleurs (Diskin et al., 2000).

2.1.1.5 La non délivrance:

D'après (Hammond, 1961), elle retarde d'une semaine le premier œstrus,

Le post-partum :

L'allaitement retarde le premier œstrus et les premières ovulations post-partum sont presque toutes silencieuses (Hanzen, 2000), de plus, (Britt et al., 1986 ; Gary et al., 1987 ; Disenhaus et al., 2003) remarquent que les premières chaleurs post-partum sont non seulement plus courtes, mais aussi moins exprimées que les suivantes et que un bon état d'entretien permet une reprise précoce de l'activité ovarienne.

2.1.1.6 L'appareil locomoteur:

Une atteinte des pieds, pourra aussi soit dissuader une vache à accepter le chevauchement soit au contraire l'empêcher d'esquiver se qui faussera obligatoirement les observations (Diskin et al., 2000).

Caractère de la vache :

L'étude qu'a mener (Disenhaus, 2003) a permis de montrer l'existence de différents tempéraments. En effet certaines vaches sont plus « réceptrices », acceptent souvent le chevauchement et vont peu vers les autres. D'autres sont plus « actives », initient en général les interactions et acceptent plus difficilement le chevauchement. Enfin toutes les catégories intermédiaires existent.

2.1.2 Les facteurs de variations collectifs

2.1.2.1 Le climat

Selon (Haynes, Howles en 1981 et Hanzen, 2000), la chaleur peut réduire aussi bien l'intensité de l'œstrus que sa durée, plus précisément à partir d'une température de 30°C (Walker et al., 1996), et (Thibault, 1994) déclare qu'en climat tropical les chaleurs se manifestent souvent pendant la nuit et au petit matin (fraîcheur) et leurs durées abrégées. De plus, de fortes pluies entraînent également une diminution d'intensité de l'activité sexuelle (Hanzen, 2000).

2.1.2.2 La saison

Une température extérieure élevée accentue le caractère naturellement nocturne des chaleurs comme en été par exemple (Colin, 2004). On remarque aussi qu'après le vêlage d'automne il y a un retard de trois semaines de l'apparition des chaleurs par rapport au vêlage de printemps (Hammond, 1961).

2.1.2.3 Le rythme circadien

Différents auteurs ont prononcé des opinions parfois, totalement contradictoires, cela a affirmé que l'activité sexuelle de la vache n'est pas limitée à un moment précis de la journée.

L'activité sexuelle se manifeste avec plus d'intensité au cours de la nuit (Thibault, 1994; Bonnes, 1988) cela peut expliquer par ; administration d'aliments ou la traite qui suspendent le comportement œstral, cependant ce même motif d'autres auteurs tels que (Amyot et Hurnik, 1987; XU et al., 1998 ; Nebel et al., 2000) le prend comme argument pour dire que l'activité œstrale de la vache a lieu le plus souvent dans la journée puisque ces interventions ont nécessairement lieu pendant la Journée.

2.1.2.4 Stabulation et locaux

(Thibault, 1994 et Graria, 2003) estiment que la stabulation libre sur un sol non glissant avec un espace suffisant offre des conditions optimales et améliore le taux de détection des chaleurs. Pareillement (Hanzen, 2000), affirme que l'œstrus des animaux en stabulation entravés est plus court que celui des animaux en stabulation libre.

De même, l'ambiance des locaux a son importance et les activités des vaches y varient selon les coins spéciaux ça correspondre aux points stratégiques : points d'eau, auges ou distributeurs automatiques de concentrés (DAC), ouvertures et portes. Ces coins de rencontre favorisent les interactions tandis que les coins souillés sont le plus souvent évités (Amyot et al., 1987).

2.1.2.5 Le troupeau

Les animaux sexuellement actifs ont tendance à se regrouper (Williamson et al., 1972, Roelofs et al., 2005), donc l'effet stimulant sur l'activité de monte se manifestera avec plus d'intensité. En conséquence, l'intensité de l'œstrus augmente avec la taille du troupeau (Diskin et al., 2000), ce qui n'est pas systématique pour la durée de l'œstrus c'est-à-dire la taille des troupeaux n'influence en aucun cas sur la durée de l'œstrus (Hanzen, 2000).

2.1.2.6 Le mâle

La présence continue du mâle influence défavorablement sur l'œstrus en diminuant sa durée (Marion et al., 1950; Hanzen, 1981), par contre cette présence entraîne l'apparition d'ovulation plus précoce sous l'effet de l'hormone LH (Hanzen, 2000). De plus selon le même

auteur, c'est autour du mâle qu'ont tendance à se constituer les groupes sexuellement actifs.

2.1.2.7 L'alimentation

Hammond (1961). Signale que toute insuffisance d'apport pendant le post-partum s'accompagne non seulement de pertes pondérales, d'hypoglycémie, ou de chaleurs non ovulatoires, mais aussi de l'an œstrus.

2.3. Les manifestations comportementales d'une vache en chaleurs :

La vocation naturelle de l'œstrus est le rapprochement des deux partenaires sexuels (Hanzen, 2000), Ce rapprochement est défini par plusieurs auteurs à savoir :

- Selon (Penner, 1991), il y a 4 étapes : Etape préparatoire, Etape de la réceptivité sexuelle, Etape de l'ovulation, Etape de l'hémorragie post-œstrale.

- Selon (Soltner, 1993) 3 phases : Phase de préparation aux vraies chaleurs, Phase de vraie chaleur, Phase de fin de chaleurs.

Ces classifications sont des sujets d'importantes variations par de nombreux auteurs, mais l'essentiel pour l'élément est de savoir quels sont les signes et les comportements qui témoignent de l'état œstral d'une femelle. Ces indices on peut les classer comme suit :

2.2.1 Signe comportemental majeur:

Le dogme de l'œstrus est l'acceptation de chevauchement par la vache en chaleur (Fig.2). Différents commentaires sont prononcés en faveur de ce signe par plusieurs auteurs ; D'après une étude menée par (Glencross et al., 1980), ces chercheurs ont montré que l'immobilisation au chevauchement est le seul comportement spécifiquement associé à une ovulation, en d'autre termes, c'est le seul signe objectif permettant d'affirmer qu'une vache est en chaleur (Bonnes, 1988 ; Bruyas 1991 ; Penner 1991) ajoute, que l'œstrogène fait que la femelle bovine acceptera d'être montée par un autre membre du troupeau. (Dransfield et al., 1998), précise que l'acceptation du chevauchement est le seul comportement spécifique de l'œstrus. Cette opinion est partagée par (Hanzen, 2000) considère que seul l'immobilité posturale peut avoir une signification sexuelle. En phase de vraies chaleurs ; selon (Soltner, 1993), la vache cherche à chevaucher ses congénères, et se laisse monter par elles ou par le taureau. Selon une échelle de notation des signes observables d'œstrus mise au point par (Van Eerdenburg et al., 1996) (Tableau 1).

Tableau 1: Échelle de notation des signes observables d'œstrus

(Van Eerdenburg, 1996).

Signes d'œstrus	points
Ecoulement muqueux vulvaire	3
Flehmen	3
Agitation	5
Reniflement de la vulve d'une autre vache	10
Chevauchée sans acceptation	10
Pose de la tête sur une autre vache	15
Chevauchement (ou tentative) d'une autre vache	35
Chevauchement d'une autre vache par la tête	45
Chevauchée avec acceptation	100

Ils ont attribué une notation pour les manifestations œstrales, chacune selon son degré de fiabilité, l'acceptation de chevauchement a pris la part du lion par cents (100) points. Alors que cet auteur considère qu'une vache est en chaleur si elle a parvenue à l'obtention de 50 points après 2 à 3 observations par jour ; en 24 heures au moins (cette échelle a depuis fait ses preuves, elle a été validée en pratique et utilisée dans de nombreuses publications ; (Saumande, 2000) et (Roelofs et al., 2005).

En résumant, on désigne une vache en chaleur lorsqu'elle s'immobilise lors d'un chevauchement (Saumande, 2003). Tandis que (Soltner, 1993) les chevauchements génèrent des signes qui peuvent en être témoins comme l'érosion de la base du menton ou de la croupe.

2.2.1 Signes comportementaux secondaires :

Ces signes moins évocateurs que l'acceptation de chevauchement, et pourtant, ils alertent l'éleveur pour porter une surveillance attentive à fin de confirmer l'œstrus. Et ils sont rapportés comme étant aussi divers et variés que :

- Chevaucher par l'avant une autre vache (Vaneerdenburg et al., 1996 ; Heres et al., 2000).
- Chevaucher (ou tenter de chevaucher) une autre vache par l'arrière (Heerche et al., 1994 ; Diskin et al., 2000).
- Appui du menton sur une autre vache (Williamson et al., 1972) : croupe/flancs, encolure/épaules
- Flairer (et/ou lécher) la vulve (et zone périnéale - arrière-train) d'une autre vache (Williamson et al., 1972)

- Se faire chevaucher sans acceptation (Heres et al., 2000 ; Vaneerdenburg et al., 1996)
- Grande agitation, nervosité, agressivité (Gray et al., 1993 ; Senger, 1994)
- « Cajolement » entre deux vaches (Vaneerdenburg et al., 1996 ; Heres et al., 2000)
- Suivre d'autres vaches « à la trace » (Gray et al., 1993 ; Diskin et al., 2000)
- Tremblements et levé de la queue en crosse (WILLIAMSON et al 1972 ; Gray et al., 1993).
- Donner de petits coups d'épaule aux autres vaches (Gray et al., 1993).
- Plisser le museau et retrousser la lèvre « attitude de Flehmen » (Gray et al., 1993), humer l'air
- Meugler (Gray et al., 1993 ; Heerche et al., 1994 ; Williamson et al., 1972)
- Baisse d'ingestion, et de production (Gray et al., 1993 ; Diskin et al., 2000 ; Heerche et al., 1994)
- Se frotter contre une autre vache (Bouissou, 1964), corps/corps, tête/tête, corps/tête, tête/corps, tête/croupe.
- Oreilles repliées vers l'arrière, ou au contraire pointées vers l'avant
- Flairer les parties basses d'autres vaches (Bouissou, 1964), flanc/ventre/mamelle
- Incurver son encolure, tête vers l'un des flancs (Bouissou, 1964)
- Gratter le sol (Bouissou, 1964)
- Immobilisation au pincement lombaire (Williamson et al., 1972).
- Fréquence augmentée de la miction (Williamson et al., 1972).
- Marcher sur un cercle (Bouissou, 1964).
- Lécher la tête d'une autre vache (Bouissou, 1964) (Fig. 6).
- Coups de tête (Bouissou, 1964)
- Attitude de flairage de l'environnement, gueule entrouverte, lèvre retroussée, respiration attentive (Bouissou, 1964)
- vulve enflée et rougie plus un écoulement de mucus (Blair, 2007 ; Saumande, 2003)

D'après (Bonnes, 2005), quelque uns de ces signes apparaissent de 6 à 12 heures avant la vraie chaleur, ils indiquent les vaches susceptibles d'être en œstrus les quelques heures qu'y suivent Les signes secondaires doivent compléter le signe d'acceptation du chevauchement, (signe primaire), mais ils ne peuvent pas conduire seuls à un "diagnostic" d'œstrus. Selon leur fréquence (Van Eerdenburg et al. 1996) : la succession de l'apparition des signes d'œstrus (Bonnes, 2005).

On comprend alors que les signes secondaires apparaissent non seulement durant les vraies chaleurs mais aussi avant et après, et avec différentes intensités (Bonnes, 2005) (tableau 2)

Tableau 2: répartition des signes secondaires avant, durant et après l'œstrus

(Bonnes et al., 2005).

	Pré- chaleurs	Vrais chaleurs	Après- chaleurs
Durée de la période	6 à 12 heures	18 heures en moyenne	6 à 12 heures
Signes extérieurs	<ul style="list-style-type: none"> -Agitation de l'animal. - Crainte des autres vaches. -Tentative de chevaucher d'autres vaches. -Vulves congestionnée, humide et légèrement rosée. -Mucus. -Beuglement. -Moins d'appétit 	<ul style="list-style-type: none"> -Vulve très congestionnée. -Vulve rougeâtre. -Mucus filant et claire. -Vache nerveuse, aux aguets. -Beuglements fréquents. -Peut retenir son lait. -La vache se laisse monter sans se dérober. -La monte dure 10 à 12 secondes. 	<ul style="list-style-type: none"> -La vache ne se laisse plus monter. -Monte les autres vaches moins fréquemment. -Renifle les autres vaches. -Redevient calme. -Mucus visqueux et apparence laiteuse. -Vulve décongestionnée. -Parfois un saignement.

et/ou leur association (Senger, 1994), ils peuvent cependant laisser penser qu'une vache est probablement "en chaleurs". Ajoutés à la connaissance individuelle des vaches par l'éleveur, ces signes restent nécessaires dans certains cas comme celui des vaches à « chaleurs discrètes » (signes d'œstrus peu détectables) voire « silencieuses » (pas d'acceptation de chevauchement).

3. Différentes méthodes de détections d'œstrus

3.1 Introduction:

Détecter bien les chaleurs permet la détermination du moment propice à l'insémination, mais connaître les signes exprimés lors de l'œstrus ne suffit pas pour le détecter, il faut s'aider par des techniques et des protocoles basés sur ces différents signes.

3.2 Techniques basées sur l'« acceptation de chevauchement » :

L'acceptation de chevauchement, le seul signe incontestable qu'une vache est en chaleur, l'éleveur peut le constater par une observation visuelle directe ou en ayant recours à des témoins, soit mécaniques soit électroniques, qui permettent l'identification des vaches ayant été chevauchées.

3.3 L'observation visuelle directe:

il y a deux types :

3.3.1 L'observation visuelle directe continue:

Utilisée dans les stations expérimentales où elle donne d'excellents résultats qualifiés de référence (100% des tests positifs (Donaldson et al., 1968), mais l'inconvénient, quelle est loin d'être réalisable sur le terrain.

3.3.2 L'observation visuelle directe discontinue :

L'observation visuelle discontinue de l'œstrus reste la méthode la plus ancienne et la plus fréquemment utilisée, Mais selon (Thibault, 1994), cette détection rendue difficile par certains facteurs à savoir :

- La durée du cycle œstral varie de 18 à 24 jours.
- La durée des chaleurs peut être très courte.
- L'activité sexuelle est souvent nocturne.
- Le comportement sexuel des vaches en chaleur varie avec les individus.

De plus il n'est cependant pas envisageable qu'un éleveur puisse y consacrer beaucoup de temps, par contre, il est possible de fixer des moments, nombres et durées des observations qui optimisent la détection des vaches en chaleurs.

3.4 La fréquence et la durée d'observation :

Pour un même nombre d'observation par jour, le temps consacré à la détection des chaleurs influence sur le pourcentage de détection (Grairia, 2003).

D'après (Saumande, 2003), La courte durée de l'œstrus, les chevauchements peu nombreux et leurs courtes durées ; sont trois facteurs qui motivent les recommandations aux observations fréquentes et prolongées pour augmenter l'efficacité de détection. A cet égard,

(Penner, 1991) préconise deux à trois observations par jour, pendant 25 minutes par observation. Et pour (Paccard, 1985 ; Philipot, 1995 et Thibaultvn, 1994) la pratique optimale de la détection des chaleurs nécessités une observation de 20 minutes, répétée deux fois par jour.

Dans ce sens, (Vliet et Van Eerdenburg, 1996) affirment que, quel que soit la fréquence (de 2 à 5), des observations de 10 minutes ne permettent pas d'atteindre un taux de détection de 50 %. (Grairia, 2003), résume la corrélation entre la fréquence et la durée d'observation de la détection des chaleurs dans le tableau suivant (tableau 3) :

Tableau 3 : L'influence de la fréquence et la durée des observations sur la détection des chaleurs (Grairia, 2003).

Fréquence d'observation	Temps d'observation par séance	
	30 min	60 min
01 fois par jour	26 %	30 %
02 fois par jour	48 %	57 %
03 fois par jour	57 %	65 %
04 fois par jour	70 %	78 %

3.5 La fréquence et le moment d'observation:

Les résultats des auteurs sont multiples et se confondent en ce sens. (Donaldson et al., 1968) affirme qu'un taux de 90 % de détection des chaleurs avec 2 observations (à 7 et à 16 heures) ou avec 3 observations (à 7, à 12 et à 16 heures) et taux de 84 % avec 2 observations (à 7 et à 12 heures) Par contre (Thibault et al.,1994), préfère trois observations : à 22 heure, tôt le matin et dans l'après-midi et en temps chaud ; une observation nocturne.

(Bonnes et al., 1988) ; (Penner (1991), conseillent deux observations à l'aube (6 heures du matin), et au crépuscule, (80% de détection) et selon ces auteurs, si la nuit s'avère le moment opportun pour la détection des chaleurs, ce n'est que parce que c'est la période de stress minimale et de calme. Par contre (Amyot et Hurnik, 1987), en analysant la venue en chaleur de 393 génisses et 1075 vaches, montrent que, la fréquence est augmentée quand les animaux sont rassemblés et déplacés pour l'alimentation ou la traite, ce qui veut dire que, le moment opportun pour la détection des chaleurs est la période de fort stress, ce même

résultat avait été déjà rapporté par (XU.1998) sur un effectif moins important (121 œstrus).

De ce fait (Saumande, 2003), conclue qu'il n'y a pas de rythme circadien pour les manifestations de l'œstrus et les vaches ne viennent pas en chaleurs de façon privilégiée la nuit; par contre, ce sont les interventions dans l'élevage qui induisent des périodes pendant lesquelles l'œstrus peut se manifester de façon plus fréquente.

Griaria, (2003), a rapporté que la corrélation entre la fréquence et le moment d'observation de la détection des chaleurs dans le tableau suivant (tableau 4) :

Tableau 4: L'influence de la fréquence et le moment des observations sur la détection des chaleurs.

Fréquence et moment d'observation	% de vaches détectées en chaleur
03 fois (aube, midi, soir).	86
02 fois (aube, soir).	81
01 fois (aube).	50
01 fois (soir).	42
01 fois (midi).	24

3.6 Témoin mécanique de chevauchement:

Ces des techniques mis au point pour améliorer la détection des vaches en chaleurs en se basant sur les marques engendrées par des chevauchements (meilleure qualité, plus sensible et plus spécifique), ça permet de bénéficier d'une surveillance continue avec seulement quelques passages réels dans le troupeau.

3.6.1 Collier marqueur:

Le principe du collier ou harnais marqueur réside dans l'affectation d'un bovin à la tâche du marquage des autres. Celui-ci muni à la gorge soit d'une craie à visser soit d'un bloc marqueur, qui laisse un trait coloré en redescendant des vaches qu'il chevauche (Figs n° 2, 3, 4).



Figure 2: harnais marqueur



Figure 3: bloc marqueur



Figure 4: bovin muni
d'un harnais marqueur

Ce partenaire bovin, peut être un mâle ou une femelle :

Un mâle : Dans ce cas on doit utiliser des méthodes pour empêcher le mâle de féconder les femelles dont il doit détecter les chaleurs comme ; la suppression de la spermatogénèse par castration, la suppression de la migration du sperme par une vasectomie ou une épидидymectomie, par intromission pénienne rendue impossible, fixation du pénis, amputation du pénis, déviation du pénis.

Une femelle : C'est des vaches qui reçoivent des doses d'androgènes pendant 8 à 10 jours et qui acquièrent un comportement mâle et chevauchent les femelles en œstrus. D'après (Soltner, 1993), il est préférable d'utiliser une femelle qu'un mâle, car elle est moindre coût, caractère temporaire et absence de risque de contamination vénériennes.

3.6.2 Peinture sur la base de la queue:

Par marquage régulier sur la croupe de tous les animaux à l'aide d'un crayon marqueur ou peinture spécifique (figure n°12, 13). Ainsi, lorsqu'ils sont chevauchés leur marque est étalée ou enlevée. L'inconvénient c'est que des vérifications individuelles régulières s'imposent, afin de pouvoir différencier des marques étalées de celles justes effacées par les mouvements de la vache. (Diskin et al., 2000) suggèrent qu'une vérification de l'état de la peinture pendant les moments de traite, aboutirait à une détection de l'œstrus de 44% à 96%.



**Figure 5 : crayon
marqueur**

Capsule de peinture :

Même concept que la peinture sur la base de la queue, mais plus durable ; c'est des capsules posées sur la croupe des animaux, lors d'un chevauchement, la capsule interne et opaque est percée sous la pression, l'encre contenue se répand dans une seconde poche, transparente et la coloration apparaît (Fig 6, 7, 8)



Figure 6 : le produit KaMaR



Figure 7: capsule KaMaR



**Figure 8 : capsule KaMaR
déclenchée**

Le problème avec les capsules, c'est qu'un simple chevauchement sans acceptation, ou un appui, voire un simple frottement peut déclencher le système. Et un chevauchement avec acceptation peut ne pas le déclencher s'il s'effectue trop à côté du détecteur. De plus, d'autres facteurs d'erreurs sont à noter : la garantie de leur fixation à la vache et leur bon fonctionnement en cas de pression (Gwazdauskas et al., 1990).

3.7 Surveillance électronique capteurs de pression:

Ce sont des systèmes électroniques, basés sur l'enregistrement des chevauchements placés dans des pochettes fixées à un support textile lui-même collé à la croupe de l'animal à proximité de la queue, ces capteurs peuvent ne pas tenir compte des chevauchements courts (à priori sans acceptation), modérer l'importance de chevauchements isolés, intégrer leur répétition et leur fréquence. Certains peuvent même comparer l'état individuel de la vache à différents moments, afin de préciser l'heure de début de l'œstrus, cependant, y avoir recoure

inclue un coût très élevé en plus des contraintes d'utilisation et des aléas de l'électronique.

3.7.1 Les compteurs de pression:

Ces appareils servent à compter les pressions subies par le module fixé à l'animal. Ils se déclenchent lorsque le nombre ou la fréquence des pressions dépasse la valeur seuil décidée par le constructeur. Le manque d'information à ce sujet, ainsi que le « secret industriel » ne permet pas d'en connaître les algorithmes. Parmi ces types d'appareils se trouvent : le Bovin Beacon (fig 17) (Diskin et al., 2000).



Figure 9: Le compteur de pression Bovine Beacon

3.7.2 Détecteurs électroniques de chevauchement:

Le DEC (du Laboratoire IMV Technologies -France), ce système est doté d'un programme qui permet directement le traitement de la pression enregistrée. Lorsqu'un nombre suffisant de chevauchement validé est enregistré, ce système clignote. D'autre part, comme le nombre de clignotement est proportionnel au temps écoulé depuis l'enregistrement du premier chevauchement valide, rétrospectivement, on peut connaître l'heure du début des chaleurs (Saumande, 2003). Mais, le même auteur en (2002) a déclaré que la spécificité de ce système est bonne (90 %), mais sa sensibilité est médiocre (35,4%), ce qui a confirmé ses résultats expérimentaux réalisés en 2000.

3.7.3 Système Radio-Téléométrique:

Le système Heat Watch (système américain), le même fonctionnement que le DEC® sauf que les données sont transmises à distance (fig. 18, 19). Ce dispositif mesure l'intensité et la durée de chevauchement et si celle-ci répond aux critères prédéfinis par le constructeur (ex: le chevauchement doit avoir une durée au minimum 02 secondes, l'information est envoyée vers un ordinateur si (03) chevauchements valides sont enregistrés en moins de 4 heures, l'animal est déclaré en chaleur (Saumande, 2003). Ce moyen présente l'avantage qu'il puisse donner des informations précises, quantifiables, sur un grand nombre d'animaux avec un minimum de

perturbation. De plus, le premier œstrus est détecté en moyenne à la date désirée pour l'insémination (Shipka, 2000).



Figure 10 : le dispositif Heat Watch

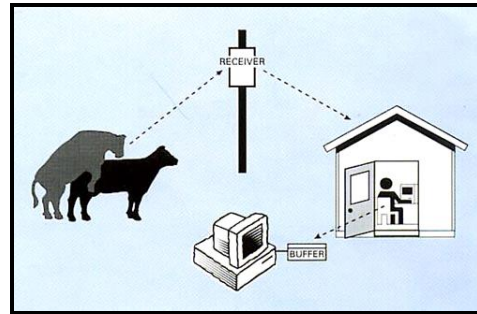


Figure 11 : la transmission à distance

Les études faites sur des systèmes électroniques ont permis de conclure que la moitié des défaillances observées (œstrus non détectés) est attribuable à la perte du module, sa fixation est un réel souci (Xu et al., 1998). Même si leur chute peut être interprétée comme indicatrice de chevauchement (responsable de la chute), certaines chutes sont incompatibles avec l'état d'œstrus (taux de progestérone trop hauts). Cela peut concerner 5 à 15 % de celles-ci, ce qui reste proche de la proportion de faux positifs lors d'observations visuelles classiques (Gwazdauskas et al., 1990). D'autres auteurs préfèrent conclure que ces systèmes n'apportent rien de mieux que l'observation visuelle classique (Senger, 1994).

Des systèmes à implanter sous la peau sont à l'étude, ils devraient fonctionner de la même manière, les risques de chute en moins mais des soucis d'implantation, de rejet, de migration, et surtout d'alimentation.

3.8 .Techniques complémentaires:

Ce sont des méthodes de détection non fondées sur les comportements qui caractérisent l'œstrus, mais plutôt sur les modifications physiologiques et anatomiques qui accompagnent l'état œstral.

3.8.1 .Impédance vaginale:

Une sonde mesurant la résistance électrique des sécrétions vaginales a été conçue et commercialisée aux Etats-Unis puis en France (depuis 1998) sous le nom d'Ovatecc (Fig. 12). Les mesures de résistance doivent être effectuées au moins deux fois par jour et débutées quelques jours avant le moment attendu de l'œstrus, avec un important investissement en temps et des risques inflammatoires pour la muqueuse vaginale et les réactions de l'animal au moment de la mesure.

Le fabricant recommande d'inséminer lorsque l'impédance est inférieure ou égale à 55

Ohms. Testée sur 80 vaches laitières d'une ferme expérimentale de l'INRA, la sonde a permis d'atteindre un taux de réussite satisfaisant en première I.A. (51 % sur deux ans), mais ne s'est pas révélée plus efficace que l'observation visuelle. En vue de ces résultats et du prix de la sonde, il ne semble pas raisonnable de conseiller cet outil aux éleveurs.



Figure 12: La sonde Ovatecc

3.8.2 PH utérin:

Le suivi du pH nécessite une implantation individuelle de capteurs, difficilement rentable. Certains robots de traite complexes peuvent intégrer cette mesure, mais cela est peu répandu et reste un élément insuffisant et peu fiable.

3.8.3 L'analyse de mucus des voies génitales:

(Goffaux, 1973) a prouvé que le mucus vaginal tend à l'acidification (diminution des pH) 1 à 2 jours avant l'œstrus. D'après (Saumande 2003), des modifications des caractéristiques électriques des sécrétions vaginales sont observées à proximité de l'ovulation (Deziel, 1996), précise que la résistance électrique du mucus cervical diminue lors des chaleurs.

3.8.4 Exploration transrectale:

D'après (Goffaux, 1973) lors d'œstrus, la palpation transrectale révèle une consistance rigide de l'utérus, et la cupule formée après l'ovulation, disparaît après 2h.

3.8.5 Exploration vaginale:

L'examen des vestibules (vulve, vagin et le col), révèle une hyperhémie marquée, l'accumulation de mucus et l'ouverture du col.

3.8.6 L'élévation thermique:

Lors d'œstrus, des hausses thermiques ont été enregistrées avec des écarts de +0,3c° à

+0,8°C. Dans une étude réalisée, sur 19 vaches en œstrus, par (Maatje et Rossing, 1976) ils ont constaté une élévation de +0,3°C de température dans le lait de la traite du matin. Ce même résultat est confirmé par (Hanzen, 2000), cependant, la difficulté de quantification de celles-ci ainsi que les interférences avec de nombreux autres facteurs rendent inexploitable ces données

3.8.7 La mesure sur le lait:

D'après (Saumande, 2003) ces mesures censées alerter l'éleveur sur la possibilité qu'une vache soit en chaleur, en se basant sur le volume journalier de lait produit, la conductivité la température du lait. (Penner, 1991) signale un autre point, celui d'analyse du taux de progestérone dans le lait, ainsi, au milieu du cycle œstral, le taux de progestérone dans le lait est élevé par contre lors de l'œstrus, le taux de progestérone est bas.

3.9 Techniques alternatives:

3.9.1 Planning d'élevage:

Appelé aussi planning de fécondité ou cahier d'élevage : c'est le tableau de bord d'une exploitation, outil d'importance capitale puisque nous permet de ressortir d'un premier coup d'œil les vaches à surveiller (Bonnes et al. 1988). Autrement dit on peut savoir quand une vache doit avoir ses chaleurs, et quelles sont celles qui demandent une attention particulière (Thibault, 1994). Saumande, (2003) déclare, que ce planning est le plus simple des techniques, et la notation d'une première chaleur observée ou suspectée, permet à l'éleveur de savoir quand il sera de nouveau attentif aux comportements de l'animal.

3.9.2 Suivre de l'activité individuelle:

L'activité des vaches est souvent plus importante lors des chaleurs (Saumande, 2003), c'est à partir de cette observation, qu'il est mis en œuvre ce système, qui enregistre le nombre de pas (Fig. 13). Le podomètre est fixé au niveau du canon d'un membre postérieur de la vache, quand le nombre de pas dépasse une valeur seuil prédéfinie, l'appareil s'allume, émettant une lumière qui attire l'attention de l'éleveur (Thibault, 1994), Néanmoins, cette méthode présente des inconvénients, la non disponibilité des résultats de fertilité pour des animaux inséminés, met en doute son utilisation (Maatje et al., 1997). Il existe un autre système fixé à un collier mais son efficacité est moins que celle du podomètre (Saumande, 2003).



Figure 13: le podomètre

3.9.3 Animaux renifleurs:

Certains mâles bovins peuvent être utilisés pour la détection de l'œstrus. Ces « mâles renifleurs » sont en contact visuel et olfactif avec les vaches, mais sans saillie possible. Des « chiens renifleurs » peuvent également être dressés au renfilage des vaches et à la reconnaissance de celles en chaleur qui en découle. Peu de données sont disponibles pour en estimer la fiabilité (Williamson et al., 1972).

3.10 Éléments biologiques comportement d'œstrus

Les aspects biologiques internes, sans expression externe, sont abordés, mais ils le sont afin de resituer la problématique dans son ensemble, et de définir les termes utilisés. Les liens entre les comportements d'œstrus et certains facteurs les modulant sont également explicités. Les aspects hormonaux et leurs modifications ne seront ni discutés ni aussi détaillés que les aspects comportementaux.

3.10.1 Hormone et œstrus

L'œstrus est un état physiologique qui précède juste l'ovulation et qui peut s'exprimer par des signes comportementaux. Chez la vache laitière, ce comportement d'œstrus, est aussi qualifié de "chaleurs". Il permet le repérage de cet état physiologique, clé de la maîtrise de la reproduction.

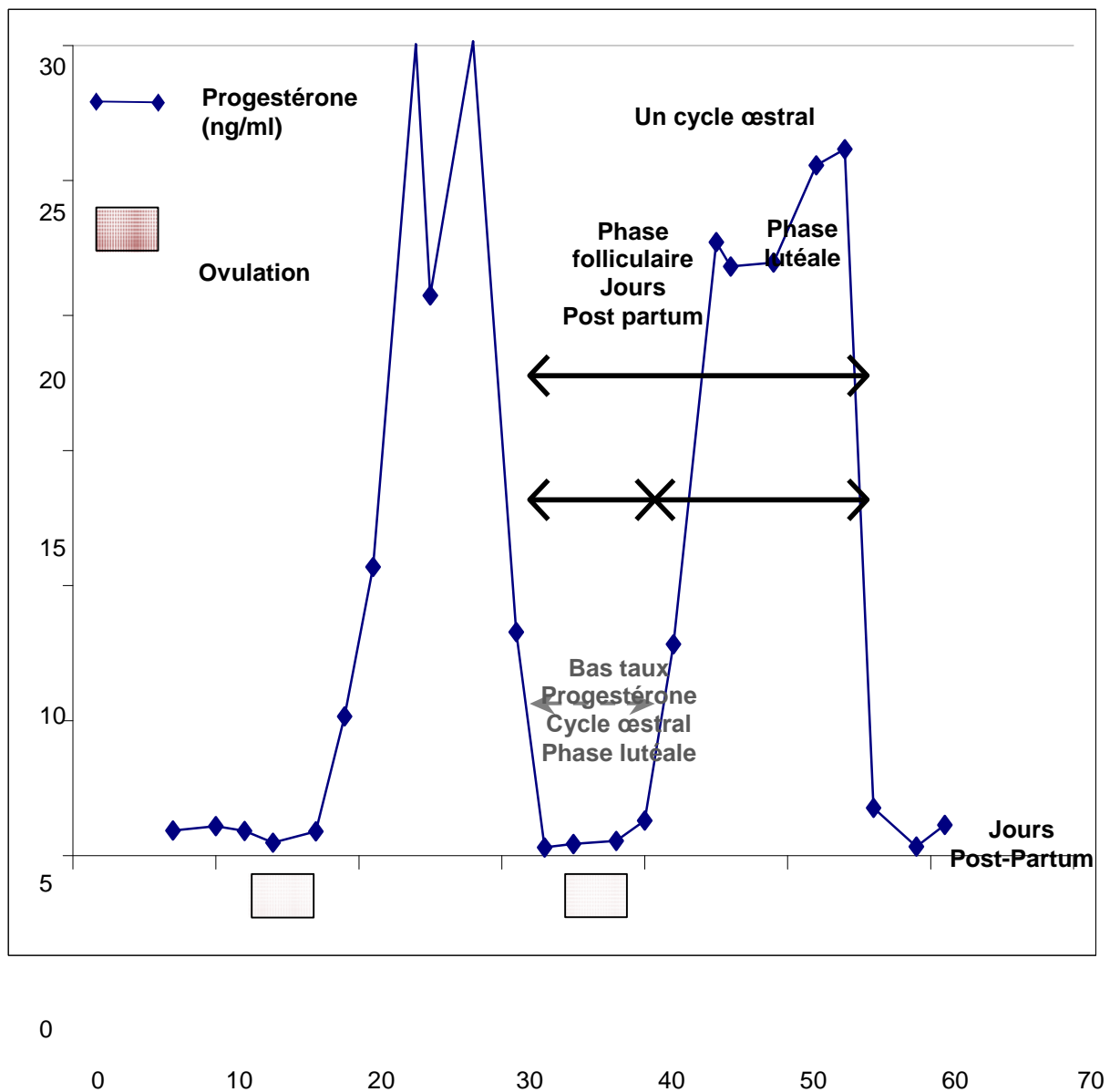


Figure 14 : Une courbe « normale » de Progesterone (lait)

Les prélèvements, leurs méthodes, leurs dosages et leur interprétation peuvent varier mais le principe est identique : lorsque la progestéronémie (ou le taux de progestérone dans le lait) est élevée, le CJ est "actif" puisqu'il secrète cette hormone. La vache ne peut donc pas ovuler, et n'est pas en œstrus

Les dosages s'effectuent de manières diverses selon les expérimentations, ce qui explique que les taux, les variations et les délais entre le phénomène hormonal et sa détection via dosage ne sont pas superposables. Seuls les « profils » de courbes de progestérone sont raisonnablement comparables. Le profil d'une courbe se réduit à son aspect général, en s'attachant à l'évolution des taux dans le temps et à l'atteinte ou non de valeurs seuils, sans confrontation chiffrée entre deux points de dosage. Leurs points de comparaisons se réduisent

- à la vérification de l'activité lutéale (reprise de la cyclicité après le vêlage) dans les 50 jours post-partum (JPP) pour repérer les chaleurs classiquement recherchées (50 à 70 JPP). Les premières ovulations post-partum (25 à 40 JPP) peuvent être « silencieuses », c'est-à-dire que l'ovulation n'est pas accompagnée d'œstrus détectable

- au repérage des périodes de bas taux de progestérone, qui détermine celles où la vache peut être en œstrus (mais ne l'est pas forcément), d'où le terme « d'œstrus potentiel »

- au repérage des périodes de fort taux de progestérone, qui détermine celles où la vache ne peut pas être en œstrus. Il faut cependant tenir compte des éventuels décalages entre le phénomène hormonal et sa détection via dosage.

La mesure du taux de progestérone est un « diagnostic négatif ». Il ne peut pas révéler un état d'œstrus ni le situer dans le temps. Mais il peut assurer de l'absence d'œstrus durant certaines périodes. De même il peut délimiter de grandes périodes (plusieurs jours) d'œstrus potentiel caractérisées par un bas niveau de progestérone. Il n'existe pas de « diagnostic positif » utilisable, car l'œstrogène est libéré en pic éphémère juste avant l'ovulation, et sa détection n'est possible que durant une courte période.

Suivant une typologie établie (Thatcher et al 2003), 6 grands types de profils de courbes de progestérone peuvent être dégagés (Figure 2) :

- Normal (profil A),
- Normal avec première phase lutéale courte (< 1 semaine, profil B),
- Absence d'activité (taux zéro) avant 50 jours (profil C),
- Interruption (> 2 semaines) de la cyclicité entre la première phase lutéale et la suivante (profil

4. Modalités de dosage de la progestérone

4.1. Définition de la progestérone :

La progestérone provient essentiellement des cellules lutéales du corps jaune, elle est également synthétisée dans la corticosurrénale et le placenta de certaines espèces. La P4 est de poids moléculaire égal à 314,5 Dalton. Elle est synthétisée à partir du cholestérol via la prégnénolone par les cellules lutéales. Dans le sang la progestérone est véhiculée sous deux formes : libre et liée aux protéines (albumine, sex-binding globulin et transcortine). Elle a une demi-vie de quelques minutes.

Les deux tiers sont métabolisés dans le foie et sécrétés dans le lait sous forme de : prégnandiol libre, prégnandiol glucuronide et de prégnandiol sulfaté. Les progrès spectaculaires observés au cours de la précédente décennie en matière de reproduction tiennent pour partie à la désormais possibilité d'analyse des concentrations des hormones.

Parmi les rôles de la progestérone :

- ❖ La stimulation de l'activité sécrétoire de l'endomètre.
- ❖ La diminution de la tonicité du myomètre et sa sensibilité à l'ocytocine.
- ❖ L'inhibition de nouvelle maturation ovulaire en bloquant la fonction hypothalamo-hypophysaire (Principe du contrôle du cycle œstrale).
- ❖ La stimulation du développement complet de la glande mammaire en synergie avec la folliculine.
- ❖ L'Intervention dans le développement du comportement maternel.

Principe du dosage de la progestérone dans le sang:

Il est à noter que la progestérone baisse à l'ovulation, augmente rapidement entre le 4^{ème} et 7^{ème} jour pour atteindre un plateau jusqu'au 18^{ème} et 19^{ème} jour du cycle œstrale. Chez une femelle cyclée, la progestérone va brutalement chuter à partir du 19^{ème} pour retourner à un taux basal au 21^{ème} Jour, cette chute correspond à lyse du corps jaune périodique.

S'il existe des variations de concentration au cours de journée, elles restent faibles et n'influent en aucun cas sur la valeur du diagnostic de la P4. De même, le fait qu'il existe des variations de la progestérone selon la race n'a aucune importance sur la réalisation du dosage.

La méthode de conservation des prélèvements reste capitale, en effet, le taux de ce stéroïde varie de façon très importante dans le prélèvement si les mesures adéquates ne sont

pas prises. La progestérone en présence des hématies est métabolisée ce qui diminue fortement l'exactitude des résultats [50]. La progestérone dans un tube de sang total, conservé à une température ambiante, se dégrade très rapidement (en absence de conservateur spécifique). Le taux de progestérone provenant des échantillons de sang, héparine ou non, s'effondre de moitié environ 6 heures après le prélèvement [51]. La température joue un grand rôle dans la dégradation de la progestérone [52]. L'hormone n'est plus dégradée après la centrifugation [53].

4.2. Principe du dosage de la progestérone dans le lait:

4.2.1. Variation du taux de la progestérone dans le lait:

Les variations de taux de progestérone dans le lait et dans le plasma sont identiques. Il faut juste signaler que la concentration de ce stéroïde est plus élevée dans le plasma.

Le taux de la progestérone dans lait est en fonction de la composition de ce milieu (taux butyreux, taux azoté). Les quantités de progestérone dans le lait sont donc moins régulières que celles du plasma, mais ces variations étant moins importantes que la fluctuation brutale due à la lutéolyse, elles ne remettent pas en cause la valeur diagnostique de ce dosage.

4.2.1.1. Variations selon la partie du lait:

Compte tenu de sa lipo-solubilité, la progestérone se concentre dans les matières grasses du lait. Aussi, la concentration en progestérone dans le lait est proportionnelle au taux butyreux. Les taux de progestérone sont plus élevés dans la crème du lait que dans le lait entier, lui-même présentant des concentrations plus élevées que le lait écrémé. La concentration de cette hormone varie de façon parallèle dans ces trois milieux (entier, écrémé, crème du lait).

4.2.1.2. Variation selon la race:

Il existe effectivement des différences de concentrations en progestérone dans le lait suivant la race bovine considérée. Les taux en progestérone étant les plus élevés chez les races à fort taux butyrique.

4.2.1.3. Variations selon le moment du prélèvement:

Outre les variations de progestérone d'origine ovarienne, le taux de cette hormone subit des variations d'un jour à l'autre. Il existe une différence notable du taux de progestérone dans le lait entre la traite du matin et celle du soir. Le taux de progestérone peut varier suivant le moment du prélèvement au cours d'une même traite. (Les premiers jets sont moins riches en P4).

4.2.1.4. Influence des mammites:

Plusieurs expériences, ont permis de montrer que lors des mammites provoquées expérimentalement ou lors des mammites sub-cliniques spontanées, il se produisait une chute significative du taux de progestérone dans le lait des quartiers de mammites.

4.2.1.5 Variation avec la saison:

La saison ne semble pas affecter la concentration en progestérone dans le lait.

4.3. Les méthodes de dosage de la progestérone:

Depuis qu'on a compris le grand intérêt de la progestérone, son dosage est devenu indispensable pour le diagnostic de non gestation.

Deux types de dosages sont actuellement utilisés :

- 1- Le dosage radio-immunologique (R.I.A).
- 2- Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA).

Le premier nécessite l'utilisation de produits radioactifs ainsi qu'un personnel expérimenté et l'infrastructure d'un laboratoire.

La mise au point de la seconde méthode a largement contribué à son utilisation en ferme ou en cabinet du vétérinaire. Les deux dosages peuvent être réalisés sur des prélèvements de lait (entier, écrémé ou crème du lait) ou de sang. Le dosage radio-immunologique suppose néanmoins le respect de certaines conditions de prélèvement.

4.3.1 Conditions du prélèvement et dosage de la progestérone.

Dans le sang : Généralement le prélèvement se fait au de la veine coccygienne ou jugulaire.

- Sur tube hépariné :
 - Centrifugation dans l'heure suivant le prélèvement.
 - Pipetage du plasma.
 - Identification du tube.
 - Congélation ou envoi au laboratoire.
- Sur tube sec contenant de l'azide de sodium (5mg/ml de sang)
 - Identification du tube.
 - Conservation à 4°C et envoi au laboratoire.

Dans le lait : (Premiers jets de la traite du matin)

- Tube renfermant un agent conservateur, le dichromate de potassium (500mg/ml)
 - Identification du tube.
 - Conservation à 4°C et envoi au laboratoire.

Toujours d'après Hanzen et al(2010), dans les dosages ELISA, certaines enzymes telles la peroxydase de radis ou la bêta galactosidase ou la phosphatase alcaline jouent le rôle dévolu aux radio-isotopes dans le RIA. Le principe de ce type de dosage est le suivant : la paroi du tube de réaction est recouverte d'un anticorps anti progestérone. On notera que l'utilisation d'anticorps monoclonaux est de nature à augmenter la qualité du test. Après introduction du prélèvement on ajoute une solution renfermant une quantité connue de progestérone liée à l'enzyme.

La progestérone du prélèvement entre en compétition avec la progestérone liée à l'enzyme au niveau des sites de fixation des anticorps tapissant la paroi du tube. La lecture au bout de quelques minutes du résultat de cette compétition de la progestérone de chaque origine. Ainsi, si la qualité de la progestérone du prélèvement est élevée, les sites de fixation auront l'avantage de fixer ce type de progestérone que celui lié à l'enzyme et inversement. Une fois la réaction réalisée, le tube est vidé et un révélateur est ajouté. L'intensité de la réaction colorée obtenu sera inversement proportionnelle à la quantité de la progestérone présente dans l'échantillon. La comparaison des couleurs obtenues à celles d'échantillon standard ou leur lecture par un spectrophotomètre permet d'évaluer qualitativement ou quantitativement la concentration en progestérone de l'échantillon.

Les dosages ELISA et RIA de la progestérone sont plus aptes à détecter les animaux non gestants (sensibilité : 97%) que gestants (spécificité : 75%). Le degré d'exactitude des diagnostics de gestation et non gestation sont respectueusement égal à 85 et 95%. Ils dépendent de la qualité du prélèvement, de l'importance de la mortalité embryonnaire tardive et de la régularité des cycles.

Conclusion :

La connaissance exacte de la physiologie de la femelle est une bonne maîtrise de la détection de l'œstrus, suivi d'une bonne utilisation de l'insémination artificielle permettent d'accroître le nombre des animaux. Et assure une bonne couverture des besoins en protéines d'origine animale. L'inexactitude dans la détection des chaleurs entraîne des pertes conséquentes sur le plan économique, dû à un dysfonctionnement des paramètres de reproduction et surtout par l'allongement de l'intervalle entre les vêlages, ce qui va entraîner surtout une diminution de la production laitière. Le taux élevé d'infécondité, exprimée par l'allongement des deux phases principales à savoir ; la période d'attente et période de reproduction (Hanzen ,2010). L'allongement de ces périodes nous a conduits à poser plusieurs questions afin de cerner le problème. Pour mieux maîtriser ces intervalles; trois principales conditions sont nécessaires à respecter. Il faut tout d'abord que les vaches reviennent bien en chaleurs, il faut que ces dernières soient diagnostiquées plus vite que possible après le vêlage et enfin que, l'insémination soit réalisée à un moment propice à la fécondation. Donc une meilleure détection des chaleurs au bon moment, avec des moyens exacts et sur des animaux sains améliore nettement la productivité.

La détection des chaleurs est un élément fondamental du rendement des troupeaux laitiers et donc l'amélioration des productions animales. Le temps suffisant à consacrer pour la détection et aussi la bonne connaissance des signes font souvent défaut, De multiples facteurs modulent le comportement sexuel de la femelle, ce qui entraîne un changement très marquée sur la durée et l'expression de l'œstrus provoquant ainsi un problème de détection. Plusieurs éleveurs trouvent de difficultés pour bien détecter le moment juste des chaleurs, soit à des problèmes liés au mode d'élevage et l'ambiance (type stabulation, alimentation, état de santé) soit aux facteurs propres à la détection des chaleurs (signes, moment et durée d'observation, moyens de détections utilisées).

Bibliographie

1. **Diskin, M. G., & Sreenan, J. M. (2000).** Expression and detection of oestrus in cattle. *Reproduction Nutrition Development*, 40(5), 481-491.
2. **Dransfield, M. B. G., Nebel, R. L., Pearson, R. E., & Warnick, L. D. (1998).** Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *Journal of dairy science*, 81(7), 1874-1882.
3. **Fieni, F., Tainturier, D., Bruyas, J. F., & Battu, I. (1995).** Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache. *Bull GTV*, 4, 35-49.
4. **Ginther, O. J., Nuti, L. C., Garcia, M. C., Wentworth, B. C., & Tyler, W. J. (1976).** Factors affecting progesterone concentration in cow's milk and dairy products. *Journal of animal science*, 42(1), 155-159.
5. **Giroud O. (2007)** Détection des chaleurs des vaches laitières par vidéosurveillance : évaluation de méthodes d'utilisation. Mémoire de fin d'études, ISARA, Lyon, 73 p.
6. **Grandis, C. (2008).** Cyclicité post-partum chez des vaches de races Abondance, Montbéliarde et Prim'Holstein: étude des profils d'activité lutéale et des manifestations comportementale de l'oestrus (Doctoral dissertation).
7. **Gwazdauskas, F. C., Lineweaver, J. A., & McGilliard, M. L. (1983).** Environmental and management factors affecting estrous activity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 66(7), 1510-1514.
8. **Heres, L., Dieleman, S. J., & Van Eerdenburg, F. J. C. M. (2000).** Validation of a new method of visual oestrus detection on the farm. *Veterinary Quarterly*, 22(1), 50-55.
9. **Humblot, P., & Grinard, B. (1996).** Endocrinologie du postpartum et facteurs influencant le rétablissement de l'activité ovarienne chez la vache. *Point Vét*, 28, 917-925.
10. **Kastelic, J. P. (2001).** Computerized heat detection. *Advances in dairy technology*, 13, 393-402.
11. **Kawashima, C., Kaneko, E., Montoya, C. A., Matsui, M., Yamagishi, N., Matsunaga, N., ... & Miyamoto, A. (2006).** Relationship between the first ovulation within three weeks postpartum and subsequent ovarian cycles and fertility in high producing dairy cows. *Journal of Reproduction and Development*, 52(4), 479-486.
12. **Thatcher, W. W., Guzeloglu, A., Meikle, A., Kamimura, S., Bilby, T., Kowalski, A. A., et al. (2003).** Regulation of embryo survival in cattle. *REPRODUCTION-CAMBRIDGE-SUPPLEMENT*, 253-266.

13. **KERBRAT S. et DISENHAUS C. (2004)** : A proposition for an updated behavioural characterisation of the oestrus period in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 87, 223-238.
14. **KIDDY C.A, MITCHEL D.S, BOLT D.J et HAWK H.W (1978)** Detection of Estrus-Related Odors in Cows by Trained Dogs. *Biol. Reprod.*, 19, 389-395
15. **KIDDY C.A. (1977)** Variation in Physical Activity as an Indication of Estrus in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 60, 235-243
16. **LANE A.J.P. et WATHES D.C. (1998)** An Electronic Nose to Detect Changes in Perineal Odors Associated with Estrus in the Cow. *J. Dairy Sci.*, 81, 2145-2150
17. **LEHRER A.R., LEWIS G.S. et AIZINBUD E. (1992)** Oestrus detection in cattle: recent developments. *Anim. Reprod. Sci.*, 28, 355-361
18. **LEWIS G.S., AIZINBUD E., LEHER A.R. et BROCKWAY B.P. (1988)** A telemetry system for detecting dairy cows in estrus. *J. Anim. Sci.*, 66 (Suppl. 1), 442
19. **LIU X. et SPAHR S.L. (1993)** Automated Electronic Activity Measurement for detection of Estrus in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.*, 76, 2906-2912
20. **LYIMO Z.C., NIELEN M., OUWELTJES W., KRUIP T.A.M. et VAN EERDENBURG F.J.C.M. (2000)** Relationship among estradiol, cortisol and intensity of estrous behavior in dairy cattle. *Theriogenology*, 53, 1783-1795
21. **MARION G.B. et GIER H.T. (1968)** Factors affecting bovine ovarian activity after parturition. *J. Anim. Sci.*, 27, 1621-1626
22. **NEBEL R.L. (1988)** Symposium: cowside tests. On-Farm Milk Progesterone Tests. *J. Dairy Sci.*, 71, 1682-1690.
23. **NEBEL R.L. (2003)** Components of a Successful Heat Detection Program. *Advances in dairy Technology*, 15, 191-203
24. **NEBEL R.L. et MCGILLIARD M.L. (1993 a)** Interactions of High Milk Yield and Reproductive Performance in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 76, 3257-3268
25. **AMYOT E., HURNIK J.F. (1987)**. Diurnal patterns of estrous behaviour of dairy cows housed in a free stall. *Can. J. Anim. Sci.* 67, 605-614.
26. **AT-TARAS E.E., SPAHR S.L. (2001)**. Detection and characterization of estrus in dairy cattle with an electronic heatmount detector and an electronic activity tag. *An. Dairy. Sci. Assoc.* 84, 792- 798.

- 27. DISENHAUS C., KERBRAT S., PHILIPPOT J.M. (2003).** Entre “fureur” et pudeur : actualités sur l’expression de l’œstrus chez la vache laitière. Journée bovine nantaise, Nantes.
- 28. DRANSFIELD M.B.G., NEBEL R.L., PEARSON R.E., WARNICK L.D. (1998).** Timing of insemination for Dairy Cows identified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection System. J. Dairy Sci. 81, 1874-1882.
- 29. GRAY H.G., VARNER M.A., 1993.** Signs of estrus and improving detection of estrus in cattle. Northeast IRM Manual. [http://www/inform.umd.edu:8080/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/reproduc/IMPROVING_DETECTION_OF ESTRUS_IN_CATTLE.html], 10/03, consulté le 03/03/2003.
- 30. GWAZDAUSKAS F.C., LINEWEAVER J.A., MCGILLIARD M.L. (1983).** Environmental and management factors affecting estrous activity in dairy cattle. J. Dairy Sci. 66, 1510-1514.
- 31. GWAZDAUSKAS FC, NEBEL R.L., SPRECHER D.J., WHITTIER W.D., MCGILLIARD (1990).** Effectiveness of Rump-Mounted and Androgenized females for Detection of Estrus in Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 73, 2965-2970.
- 32. HANZEN C.,** image de chevauchement d’une vache par l’arrière [<http://www.fmv.ulg.ac.be/oga/images/cas/03/dia2580.jpg>] (Saumande J. La détection
- 33. HERES L, DIELEMAN S.J. ,VANEERDENBURG F.J. (2000).** Validation of a new method of visual oestrus detection on the farm. . Vet. Q. Jan ; 22(1), 50-5.
- 34. HEERCHE G. JR, NEBEL R.L. (1994).** Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. J. Dairy Sci. 77, 2754-2761

- 35. KERBRAT S, DISENHAUS C, PORTANGUEN J (2000).** Profils d'activité lutéale et performances de reproduction de reproduction du vêlage à la première insémination. 3R. E99.
- 36. ORIHUELA A. (2000).** Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle a review. Appl. Anim. Behav. Sci. 70(2000), 1-16.
- 37. RODTIAN P, ET AL. (1996).** Oestrous behaviour of holstein cows during cooler and hotter tropical seasons. Anim. Prod. 45, 47-58.
- 38. SAUMANDE J. (2000).** La détection électronique des chevauchements pour la détection des vaches en chaleur : possibilités et limites. Revue Med. Vet. 151-11, 1011-1020.
- 39. SENGER P.L. (1994).** The estrus detection problem : new concept, technologies, and possibilities.. J. Dairy Sci. 77, 2745-2753.
- 40. SHIPKA M.P. (1999).** A note on silent ovulation identified by using radiotelemetry for estrous detection. Appl. Anim. Behav. Sci. 66(2000), 153-159.
- 41. STEVENSON J.S., SMITH M.W., JAEGER J.R., CORAH L.R., LEFEVER D.G. (1996).**
- 42.** Detection of oestrus by visual observation and radiotelemetry in peripubertal, estrus-synchronized beef heifers. J. Anim. Sci. 74, 726-735.
- 43. VAN EERDENBURG F.J.C.M., LOEFFLER H.S.H., VAN VLIET J.H. (1996).** Detection of Oestrus in Dairy Cows : a new approach of an old problem.. Vet. Quart. 18, 52-54

- 44. WALKER W.L., NEBEL R.L., MCGILLIARD M.L. (1996).** Time of Ovulation Relative to Mounting Activity in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 79, 1555-1561.
- 45. WILLIAMSON N.B., MORRIS R.S., BLOOD D.C., CANNON C.M. (1972a).** A study of oestrous behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd : I - The relative efficiency of methods of oestrus detection. *Vet. Record.* July, 50-57.
- 46. WILLIAMSON NB, MORRIS R.S., BLOOD D.C., CANNON C.M., WRIGHT P.J. (1972b).** A study of oestrous behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd: II - Oestrous signs and behaviour patterns. *Vet. Record.* July, 58-62.
- 47. WISE T.H., CATON D., THATCHER W.W., BARRON D.H., FIELDS M.J. (1982).** Ovarianfunction during the estrous cycle of the cows : ovarian blood flow and progesterone release rate. *J. Anim. Sci.* 55 (3) : 627-637.
- 48. XU Z.Z., McKNIGHT D.J., VISHWANATAH R., PITT C.J., BURTON L.J. (1998).** Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 81, 2890-2896.

- 49. NEBEL R.L. et MCGILLIARD M.L. (1993b)** Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 76, 3257-3268
- 50. ORIHUELA A. (2000)** Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle : a review. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 70, 1-16
- 51. PENNINGTON J.A., ALBRIGHT J.L. et DIEKMAN M.A. (1985)** Sexual Activity of Holstein Cows: Seasonal Effects. *J. Dairy Sci.*, 68, 3023-3030