

<b>1.</b>	<b>Introduction – Présentation.....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>Supports biologiques et éthologiques du comportement d'œstrus.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Base hormonale et œstrus.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Le double aspect de l'infertilité .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Expression comportementale.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.1</b>	<b><i>Signe majeur, l' « acceptation du chevauchement » .....</i></b>	<b>22</b>
<b>2.3.2</b>	<b><i>Signes secondaires .....</i></b>	<b>24</b>
<b>2.3.3</b>	<b><i>Validités relatives des signes .....</i></b>	<b>28</b>
<b>2.4</b>	<b>Informations supplémentaires .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.1</b>	<b><i>Données physiologiques.....</i></b>	<b>32</b>
<b>2.4.2</b>	<b><i>Données physiques .....</i></b>	<b>32</b>
<b>3.</b>	<b>Assistance à la détection des comportements d'œstrus.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1</b>	<b>Techniques basées sur l'« acceptation du chevauchement ».....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>Observation visuelle .....</i></b>	<b>37</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>Témoins (mécaniques) du chevauchement .....</i></b>	<b>38</b>
<b>3.1.2.1</b>	<b><i>Colliers Marqueurs.....</i></b>	<b>39</b>
<b>3.1.2.2</b>	<b><i>Peinture sur la base de la Queue.....</i></b>	<b>40</b>
<b>3.1.2.3</b>	<b><i>Capsules de Peintures (Estrusflash®, KaMaR®, HotFlash®).....</i></b>	<b>42</b>
<b>3.1.3</b>	<b><i>Surveillance électronique (capteurs de pression) .....</i></b>	<b>43</b>
<b>3.1.3.1</b>	<b><i>Compteurs de Pression.....</i></b>	<b>44</b>
<b>3.1.3.2</b>	<b><i>Détecteurs Électroniques de Chevauchements.....</i></b>	<b>44</b>
<b>3.1.3.3</b>	<b><i>Système Radio-Téléométrique .....</i></b>	<b>46</b>
<b>3.2</b>	<b>Techniques complémentaires.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.1.1</b>	<b><i>Impédance Utérine (Z).....</i></b>	<b>48</b>
<b>3.2.1.2</b>	<b><i>pH Utérin.....</i></b>	<b>49</b>
<b>3.2.1.3</b>	<b><i>Température Corporelle &amp; Température du Lait.....</i></b>	<b>49</b>
<b>3.2.1.4</b>	<b><i>Ingestion / Production (Courbe de lait) .....</i></b>	<b>49</b>

<b>3.3</b>	<b>Techniques alternatives.....</b>	<b>50</b>
3.3.1	<i>Suivi de l'activité individuelle.....</i>	<i>50</i>
3.3.1.1	<i>Ceintures et Colliers.....</i>	<i>50</i>
3.3.1.2	<i>Podomètres.....</i>	<i>50</i>
3.3.2	<b>Méthodes palliatives.....</b>	<b>51</b>
3.3.2.1	<i>Animaux Renifleurs.....</i>	<i>51</i>
<b>4.</b>	<b>Travail personnel.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b>	<b>Matériel et méthode.....</b>	<b>55</b>
4.1.1.1	<i>Le cadre de travail.....</i>	<i>55</i>
4.1.1.2	<i>Les animaux.....</i>	<i>55</i>
4.1.1.3	<i>Le dispositif expérimental.....</i>	<i>56</i>
4.1.1.4	<i>Suivi vidéo 24h/24h.....</i>	<i>56</i>
4.1.1.5	<i>Méthode visuelle classique.....</i>	<i>57</i>
4.1.1.6	<i>Méthode assistée du « système DEC ».....</i>	<i>57</i>
4.1.1.7	<i>Méthode d'aide et de contrôle.....</i>	<i>59</i>
4.1.1.8	<i>Les bâtiments.....</i>	<i>59</i>
4.1.1.9	<i>L'alimentation.....</i>	<i>61</i>
4.1.1.10	<i>Les données recueillies.....</i>	<i>61</i>
<b>4.2</b>	<b>Résultats.....</b>	<b>62</b>
4.2.1	<b>Analyse descriptive.....</b>	<b>62</b>
4.2.1.1	<i>Remarques préliminaires.....</i>	<i>62</i>
4.2.1.2	<i>Activités individuelles.....</i>	<i>63</i>
4.2.1.3	<i>Activité globale.....</i>	<i>66</i>
4.2.1.4	<i>Comportements.....</i>	<i>66</i>
4.2.2	<b>Etude du système DEC.....</b>	<b>71</b>
4.2.2.1	<i>Présentation.....</i>	<i>71</i>
4.2.2.2	<i>Confrontation du système DEC avec l'Observation Visuelle classique.</i>	<i>72</i>
4.2.2.3	<i>Bilan des défaillances relevées sur les « Système DEC ».....</i>	<i>73</i>
<b>5.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>77</b>

<b>6. Annexes .....</b>	<b>81</b>
<b>7. Bibliographie.....</b>	<b>85</b>



## LISTE DES ABREVIATIONS ET DEFINITIONS

**Acceptation du chevauchement** : Une vache est considérée comme acceptant le chevauchement si elle reste statique au moins deux secondes, sans être bloquée, sous l'une de ses congénères qui la surmonte. Dans les faits, cette durée ainsi que l'appréciation d'éventuelles gênes peuvent varier

**Chaleurs** : Manifestations comportementales de l'état d'œstrus

**DAC** : Distributeur Automatique de Concentrés (Type d'auges automatisées)

**DEC®** : Détecteur Electronique de Chevauchements (®IMV Technologies - France)

**Discrètes** : "Chaleurs discrètes" : période d'œstrus avéré (hormonal) avec peu de manifestation de chaleurs (comportemental)

**Faux négatifs** : Vaches détectées en chaleur alors qu'elles le sont

**Faux positifs** : Vaches détectées en chaleur alors qu'elles ne le sont pas

**Fécondité** : Nombre de descendant(s) par an, mesuré par IVV et VII

**Fertilité** : Aptitude à avoir une progéniture, mesurée par RI1

**HMD** : "Heat Mount Detector", Détecteur de Chevauchement

**Heat Seeker** : Appareil mesurant l'IAR (®DDx Inc., Denver, CO)

**HW** : "HeatWatch" (®DDx Inc., Denver, CO)

**IA** : Insémination Artificielle (IA1 = première IA)

**IAC** : "Increase Activity Count", Nombre de Chevauchements par minute, ramené à la moyenne individuelle

**IAR** : "Increase Activity Ratio", Activité par minute, ramenée à la moyenne individuelle

**IVV** : intervalle de temps (mesuré en jours) entre le vêlage de l'année 'n' et celui de l'année 'n+1'

**JPP** : "Jours Post-Partum", nombre de jours passés depuis le dernier vêlage

**Œstrus** : Etat physiologique de réceptivité, précédant juste l'ovulation et défini par l'acceptation du chevauchement. Par extension, cette période peut être définie dans certains cas par la survenue d'autres évènements éthologiques ou physiologiques

**Œstrus Potentiel (période d')** : Période où le taux de progestérone d'une vache n'est pas suffisamment grand pour exclure cette vache d'un état œstrus (état physiologique)

**RI1** ou **RIA1** : taux de réussite en première IA

**Sensibilité** : Rapport des vaches correctement détectées en œstrus (faux positifs exclus) sur toutes celles réellement en œstrus (vrais positifs + faux négatifs)

**Spécificité** : Rapport des vaches correctement non détectées en œstrus (faux négatifs exclus) sur toutes celles détectées en œstrus (faux positifs + vrais négatifs)

**Silencieuses** : “Chaleurs silencieuses” : période d’œstrus avéré (hormonal) sans manifestation de chaleurs (comportemental)

**SQID** : “Sub-Cutaneous Implantable Device”, Élément implanté en sous-cutané

**VI1** : intervalle de temps (mesuré en jours) entre le vêlage et la première IA qui suit

**V.P.P.** : Rapport des vaches correctement détectées en œstrus (faux positifs exclus) sur toutes celles détectées en œstrus (vrais positifs + faux positifs)

**V.P.N.** : Rapport des vaches correctement non détectées en œstrus (faux négatifs exclus) sur toutes celles non détectées en œstrus (faux négatifs + vrais négatifs)

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Une courbe « normale » de Progestérone (lait).....	18
Figure 2 : Typologie des profils des courbes de Progestérone (19, lait).....	20
Figure 3 : Approche de l'infertilité d'un troupeau de VL.....	21
Figure 4 : Niveau d'infertilité d'un troupeau de VL (30).....	22
Figure 5 : Acceptation du chevauchement par une vache en œstrus (en foncé - d'après 2).....	23
Figure 6 : Restrictions de la détection de l'œstrus par l'acceptation du chevauchement.....	24
Figure 7 : Chevauchement (par la vache en foncé - d'après 15).....	26
Figure 8 : Appui du menton (par la vache en foncé - d'après 8).....	27
Figure 9 : Collier ou harnais avec emplacement pour bloc marqueur (d'après 3).....	39
Figure 10 : Bloc marqueur pour harnais (d'après 3).....	40
Figure 11 : Crayons RAIDL-stick© de RAIDEX (d'après 3).....	41
Figure 12 : Bombes colorantes Fil Detail© (d'après 1).....	41
Figure 13 : Constitution d'un système KaMaR© (18).....	42
Figure 14 : Coloration du KaMaR©, après perçage de sa capsule d'encre (d'après 18).....	42
Figure 15 : Un système DEC posé sur une vache.....	45
Figure 16 : Information fournie par le système DEC.....	45
Figure 17 : Marquage des vaches à la peinture (« tag »).....	57
Figure 18 : Les composants du système DEC.....	58
Figure 19 : Pose d'un système DEC, encollage, fixation, initialisation.....	58
Figure 20 : Plan de l'étable où se déroule l'essai, avec les champs de vision des caméras.....	60
Figure 21 : Les quatre demi-journées d'observation de la vache 7255.....	64
Figure 22 : Répartition spatiale de l'ensemble des activités des 4 vaches.....	65
Figure 23 : Répartition spatiale des acceptation de chevauchements.....	70
Figure 24 : Répartition spatiale des chevauchements.....	71
Figure 25 : Devenir des DEC posés.....	74

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Répartition des données recueillies .....	63
Tableau II : Répartition des activités, par comportement et par vache.....	67
Tableau III : Répartition des activités, par zone, par vache, et selon l'allure.....	69
Tableau IV : Résultats du système DEC confrontés à l'observation visuelle classique.....	72

## LISTE DES ANNEXES

Annexe I: Répartition spatiale des activités de contact.....	81
Annexe II : Répartition spatiale des activités de flairages, léchages et attitudes.....	81



## INTRODUCTION



## 1. Introduction – Présentation

De nombreux progrès génétiques actuels sont au service de la reproduction des vaches laitières, encore faut-il bien les mettre en place. L'Insémination Artificielle (IA) permet la sélection des croisements, l'amélioration de la diffusion des meilleurs gènes et une meilleure maîtrise du calendrier. L'IA doit donc être efficace pour bénéficier de ces avancées techniques, et cela est conditionné par le choix du moment à inséminer, point critique de la maîtrise de la reproduction.

Cette étape est à améliorer, mais elle est souvent sous-estimée. Ce qui est une erreur, puisque l'objectif de fécondité des vaches laitières est d'un veau par vache et par an. L'important est donc d'assurer à la vache une bonne fertilité, notamment par un bon repérage du moment propice à son insémination (30).

La mise en place d'une bonne détection de l'œstrus (et des comportements associés, les « chaleurs ») permet un meilleur suivi de l'élevage, également profitable à la détection et au traitement des pathologies. Mais cette approche de l'élevage est rendue difficile, à cause notamment de l'accroissement des effectifs par élevage, ce qui a laissé apparaître une baisse de fertilité des vaches laitières.

Cette étape critique, la détection de l'œstrus, est souvent laissée à l'appréciation d'une ou de plusieurs personnes. Elles disposent de multiples méthodes pour franchir cette étape délicate et ces méthodes doivent intégrer le double aspect suivant :

- D'une part l'étude de la validité des signes à détecter est nécessaire pour qualifier la pertinence de l'usage des principes sur lesquels se base la méthode de détection (signe comportemental, physiologique) ;
- D'autre part la mesure de l'efficacité de la méthode à détecter les signes recherchés est utile pour déterminer dans quelle mesure elle est applicable au troupeau étudié, facile à mettre en place et à suivre et rentable financièrement ainsi qu'en organisation du temps de travail.

Le signe majeur admis de l'« état d'œstrus » est l'acceptation du chevauchement (il en est même la définition en général). Les proportions dans lesquelles il est suffisant (sensible) et pertinent (spécifique) conditionnent l'efficacité des techniques s'appuyant sur ce comportement, aussi idéales soient-elles. Leur fiabilité relève donc des deux points ci-dessus, et dépend des animaux avant même des moyens mis en œuvre.

L'élevage des vaches laitières a grandement évolué. Les races ont subi une sélection qui s'intensifie ces dernières décennies, et les conditions d'élevage ont véritablement changé. Les effectifs laitiers sont significativement croissants, passant en moyenne par élevage de 9 vaches en 1970 à 34 en l'an 2000. Le matériel et les locaux ont bénéficié de nouvelles technologies et normes. Sols en bétons, locaux de traite agrandis et même automatisés pour certains. La validité de ce signe « majeur » peut donc être remise en question, et celles de techniques se basant sur d'autres signes doivent être ré-évaluées.

Cette étude porte d'abord sur une revue de signes pour détecter les vaches en œstrus, puis elle présente les caractéristiques (sensibilité, spécificité) ainsi que la faisabilité des méthodes employées pour rechercher ces signes. Elle apporte ensuite des conseils pour orienter le choix d'une technique, et enfin la présentation de travaux personnels offre un éclairage pratique de cette problématique.

**ETUDE ETHOLOGIQUE**



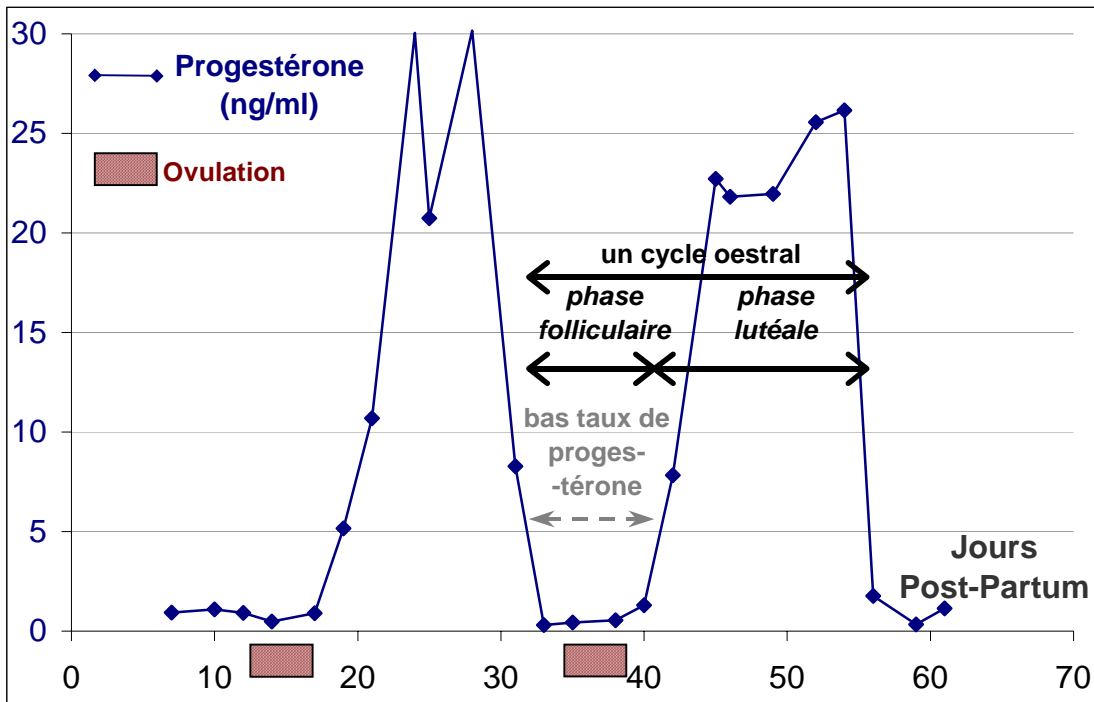
## **2. Supports biologiques et éthologiques du comportement d'œstrus**

Le travail porte sur la détection des comportements d'œstrus (éthologie), et non sur le moment d'œstrus (physiologie). 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.

### **2.1 Base hormonale 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.

L'existence de relations entre certains taux ou rapports de concentrations d'hormones et certaines expressions comportementales n'est plus à démontrer (12), et le domaine de la reproduction apporte ses propres illustrations. En l'occurrence, le taux de progestérone reste une référence pour encadrer la période d'œstrus. L'ovulation donne naissance à un corps jaune (CJ), qui secrète la progestérone qui se retrouve notamment dans le sang et le lait (Figure 1, données expérimentales). En fin de cycle ovarien, les taux de progestérone diminuent jusqu'à l'apparition d'un nouveau CJ (6, 19, 32).



*Figure 1 : Une courbe « normale » de Progestérone (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 » (12), 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. Il y a par exemple un décalage de quelques jours (2 à 4) entre la libération de progestérone et sa détectabilité (6, 7, 30).

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 (19), 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 D),
- longue durée (> 4 semaines) de la première phase lutéale (profil E),
- longue durée (> 4 semaines) de la seconde phase lutéale (profil F).

Cette classification permet de classer le fonctionnement hormonal en « normal » ou « anormal ».

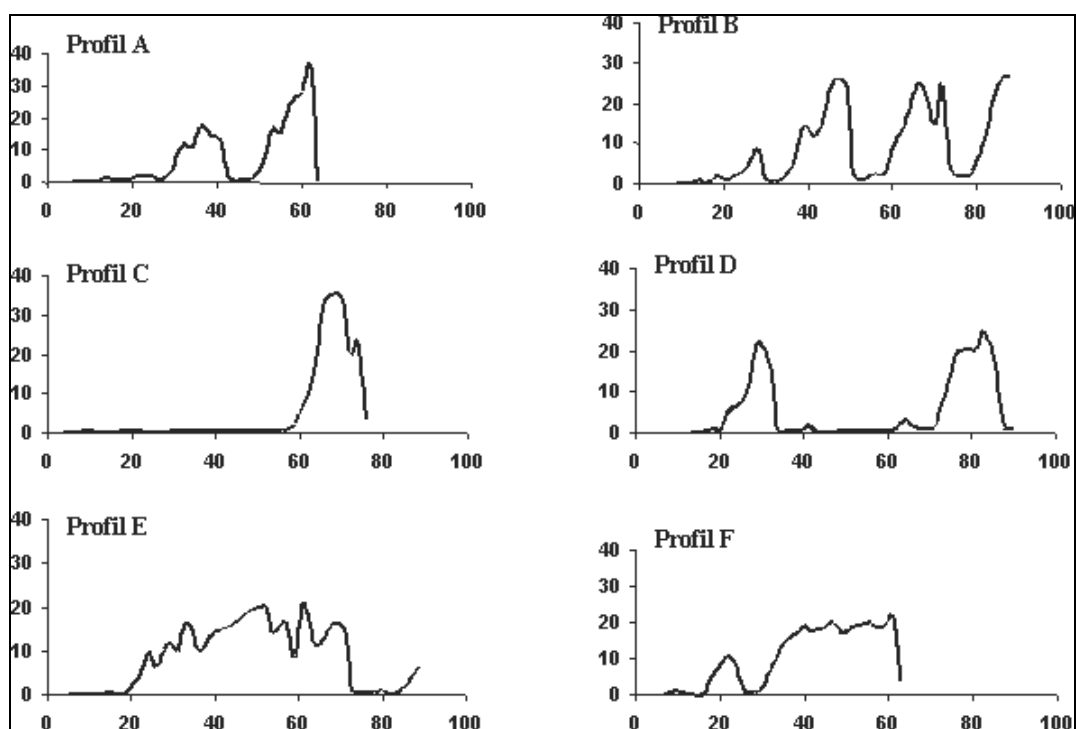


Figure 2 : Typologie des profils des courbes de Progesterone (19, lait)

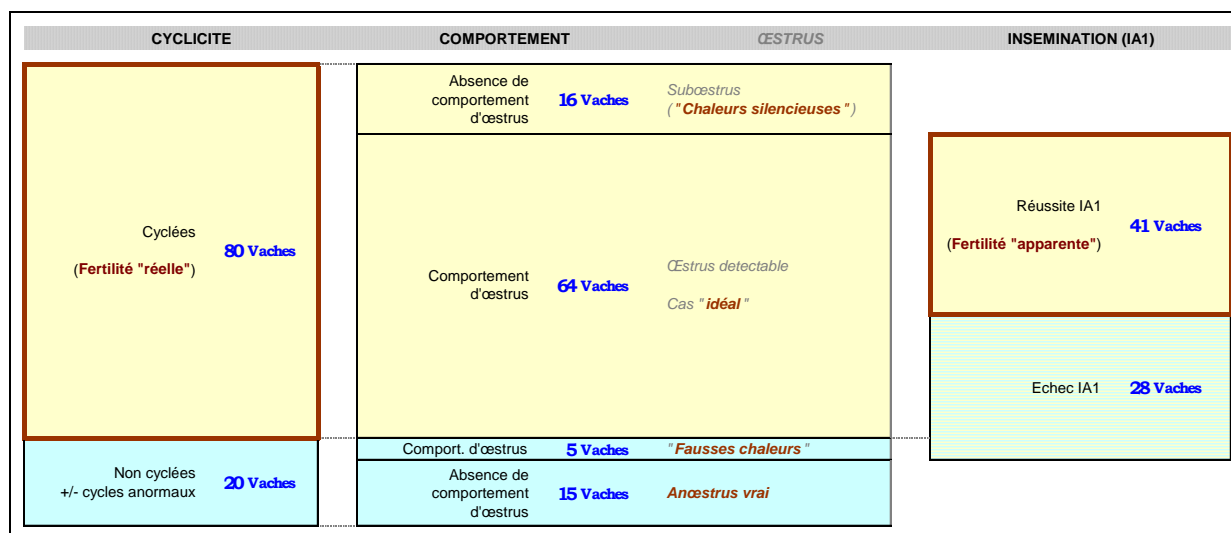
Cette étude hormonale permet dans un premier temps d'étudier la présence d'œstrus potentiel pour une vache donnée. Etablir les courbes de progesterone permet de déterminer combien et quelles vaches peuvent présenter un œstrus, et donc de dresser la liste de celles susceptibles d'exprimer des "chaleurs".

## 2.2 Le double aspect de l'infertilité

Ainsi, l'anœstrus vrai se distingue du subœstrus : lors d'anœstrus vrai le CJ n'est pas actif (progesterone non détectable) et la vache n'est pas cyclée (Figure 2, Profil C avant 60j par exemple) tandis que le subœstrus s'accompagne d'une activité cyclique. La cause de l'absence d'observation des chaleurs peut se situer au niveau comportemental dans le second.

La littérature rapporte ainsi pour les vaches laitières entre 4% et 20% d'anœstrus vrais (28, 31) et entre 4% et 44% de subœstrus (30, 31). Par ailleurs, parmi les vaches pouvant présenter un œstrus, certaines à courbe de progesterone "non normale" (profil non classique, Figure 2), semblent être

notablement moins expressives (19). La Figure 3 illustre ces différences de proportions, les chiffres sont appliqués à un troupeau fictif, de taille moyenne et dont les caractéristiques sont des moyennes.



*Figure 3 : Approche de l'infertilité d'un troupeau de VL*

Les méthodes de mesure de phénomènes de reproduction (vache potentiellement en œstrus, comportement, fertilité) sont très variables et cela complique l'étude bibliographique et la comparaison des résultats. L'illustration de ces écarts est apportée par le niveau d'infertilité. La fertilité est normalement calculée par le taux de réussite de la fécondation dès la première IA (RIA1). Son estimation au niveau d'un troupeau est la moyenne des fertilités des vaches mises à la reproduction. Mais selon les sources, il peut être calculé à partir d'ovulations (certaines vaches étant donc comptées plusieurs fois), à partir de toutes les ovulations ou de certaines seulement, à partir de vaches d'un certain rang de lactation ou de toutes... Et le calcul lui-même n'est pas identique : la fertilité peut également apparaître sous la forme d'une proportion de vaches cyclées (sans prise en compte de l'IA), de vaches détectées en œstrus (idem), de vaches ayant eu un veau (sans prise en compte des avortements), et du taux de réussite de la fécondation dès la première IA (RIA1). Le pourcentage représentant le niveau d'infertilité d'un troupeau de vaches laitières peut ainsi varier (30) de 10,0% à 56,5% (Figure 4), soit du simple au quintuple !

<u>Auteurs</u>	<u>Année</u>	<u>Terme utilisé</u>	<u>%</u>	<u>Données étudiées</u>
Roberts&McEntee	1969	<i>“silent oestrus”</i>	<b>56,5%</b>	336 ovulations
Moller	1970	<i>“suboestrus” : “silent heats”</i>	<b>23,1%</b>	65 vaches laitières
Moller	1970	<i>“suboestrus” : “silent heats”</i>	<b>20,0%</b>	"suckled cows"
Mylrea	1962	<i>“silent ovulations”</i>	<b>29,7%</b>	870 ovulations
Mylrea	1962	<i>“silent ovulations”</i>	<b>46,9%</b>	premières ovulations
Mylrea	1962	<i>“silent ovulations”</i>	<b>20,0%</b>	quatrièmes ovulations et au delà
Barrett and Casida	1952	<i>“quiet ovulation”</i>	<b>27,3%</b>	toutes les ovulations
Barrett and Casida	1952	<i>“quiet ovulation”</i>	<b>11,0%</b>	146 ovulations JPP61-JPP308
Trimberger et Fincher	1956	<i>“silent heats”</i>	<b>18,6%</b>	500 intervalles

*Figure 4 : Niveau d'infertilité d'un troupeau de VL (30)*

L'un des buts de la maîtrise de la reproduction bovine est d'améliorer la fertilité par l'augmentation du RIA1. Les calculs de cette fertilité, font donc intervenir les observations visuelles. Ces dernières intègrent les vaches qui ne sont pas en œstrus ainsi que celles qui le sont mais de manière non commune ou non repérable. Les premières sont en anœstrus vrai et sont atteintes d'infertilité vraie. Les secondes sont en subœstrus ce qui n'est qu'une infertilité apparente puisque la vache est physiologiquement en œstrus mais qu'elle n'en adopte pas le comportement. Il est donc important de noter que certaines causes d'échecs ne peuvent pas être traitées par la seule amélioration de techniques de détection, aussi sensibles soient-elles.

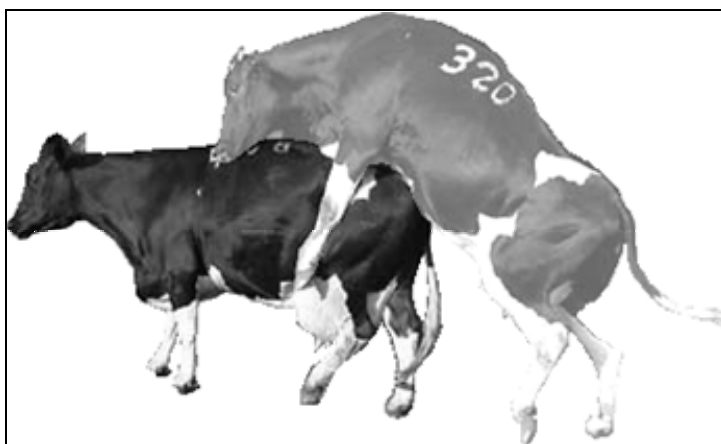
## **2.3 Expression comportementale**

### **2.3.1 Signe majeur, l' « acceptation du chevauchement »**

Les délais de dosage de la progestérone et ceux de détermination de cette période de réceptivité rendent les courbes de progestérone inexploitablement seules pour la détection de l'œstrus. Les pratiques d'élevage les plus répandues se ramènent à la méthode traditionnelle de détection de la période d'œstrus : l'observation visuelle des comportements dit d'œstrus, les « chaleurs ».

L'acceptation du chevauchement définit l'œstrus. Ceci est reconnu de tous. La vache en œstrus reste immobile quelques secondes, malgré l'autre vache qui pèse sur sa croupe et l'enserme

généralement de ses pattes avant (Figure 5). La plus part du temps, une durée minimale de deux secondes est prise en compte pour différencier une acceptation d'un refus, et la vache chevauchée doit avoir la possibilité physique de se dégager. Ce signe est très spécifique par rapport aux périodes d'œstrus potentiel (il en est même généralement la définition).



*Figure 5 : Acceptation du chevauchement par une vache en œstrus (en foncé - d'après 2)*

L'acceptation du chevauchement reste le signe décrit le plus spécifique, bien qu'il ne soit pas assez sensible. Il ne se rencontre que chez 18% à 56% des vaches en œstrus (13, 16, 17, 22, 25, 28, 30, 31). De plus, même parmi les vaches concernées, cette activité ne se répète qu'un nombre de fois limité, en moyenne entre 10 et 60 fois par période d'œstrus soit 1 à 10 fois par heure durant cette période (11, 12, 13, 29, 33). L'activité d'acceptation du chevauchement ne représente qu'une infime partie d'apparition des signes secondaires (cf. 2.3.2 ci-dessous), moins de 1% (12, 25, 29, 33). La période d'apparition des signes secondaires est elle-même limitée, de 6 à 24 heures (12, 25, 27, 29). L'ensemble des acceptations de chevauchement est inclus dans cette période qui dure elle-même moins de 7 heures (Figure 6).

Acceptation du chevauchement durant l'Oestrus	<b>de 18% à 56% des vaches laitières</b>
Durée d'apparition des signes secondaires	<b>de 1% à 5 % du temps d'un cycle normal</b>
Durée de la période d'acceptation du chevauchement	<b>de 50% à 100% de la durée d'apparition des signes secondaires</b>
Temps (cumul) de chevauchement	<b>de 2‰ à 1% de la période d'acceptation du chevauchement</b>

*Figure 6 : Restrictions de la détection de l'œstrus par l'acceptation du chevauchement*

Ce signe a été conservé et reste encore le plus utilisé (20, 31). Le très faible nombre de "faux positifs" est mis en évidence par une très bonne spécificité supérieure à 90% (17, 20), même si certaines études ne coïncident pas probablement faute d'effectif (30, 31). C'est le signe le plus fiable rencontré pour l'étude d'un ensemble d'animaux. En effet chaque vache exprime l'œstrus d'une manière différente. Le plus intéressant pour l'observateur est donc de recueillir le (ou les quelques) signe(s) lui permettant la détection de la plus grande part du troupeau. Car si l'acceptation du chevauchement reste plébiscité (diffusion et validité), la prise en compte de ce seul comportement laisse des failles qui expliquent l'intérêt des signes secondaires. En effet, ce signe très spécifique est peu sensible compte tenu du fait que toutes les vaches ne l'expriment pas pendant la période d'œstrus potentiel et que sa durée est courte et qu'il peut être difficile de le détecter sur l'ensemble de la période.

### **2.3.2 Signes secondaires**

Les signes d'œstrus autre que l'acceptation du chevauchement ne sont donc pas à négliger. Ils semblent satisfaire certains, et donnent parfois de bons résultats. Mais, s'ils ne font pas consensus, leur étude reste intéressante ne serait-ce que par leur persistance et leur diffusion dans les pratiques d'élevage. Ils sont rapportés comme étant aussi divers et variés que :

- Chevaucher par l'avant une autre vache (16, 22, 28) ou tentative de la chevaucher
- Chevaucher (ou tenter de chevaucher) une autre vache (10, 12, 16, 17, 22, 28, 31)
- Appui du menton sur une autre vache (16, 22, 28, 31) : croupe/flancs, encolure/épaules
- Flairer (et/ou lécher) la vulve (et zone périnéale - voire arrière-train) d'une autre vache (16, 22, 28, 31)
- Se faire chevaucher sans acceptation (16, 22, 28)
- Grande agitation, nervosité (10, 12, 16, 17, 25, 28)
- « Cajolement » entre deux vaches (16, 28)
- Suivre d'autres vaches « à la trace » (10, 12, 22)
- Tremblements et levé de la queue en crosse (12, 31)
- Donner de petits coups d'épaule aux autres vaches (12)
- Plisser le museau et retrousser la lèvre (12), humer l'air
- Meugler (12, 17, 31)
- Baisse d'ingestion, baisse de production (10, 12, 17)
- Se frotter contre une autre vache (8, 22), 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 (8), flanc/ventre/mamelle
- Incurver son encolure, tête vers l'un des flancs (8)
- Gratter le sol (8)
- Immobilisation au pincement lombaire (31)
- Fréquence augmentée de la miction (31)
- Marcher sur un cercle (22)
- Lécher la tête (front) d'une autre vache (22)
- Coups de tête (22)
- Attitude de flairage de l'environnement, gueule entrouverte, lèvre retroussée, respiration attentive (22)

Ces signes doivent être considérés comme secondaires : c'est-à-dire qu'ils complètent d'autres informations (et en premier lieu l'acceptation du chevauchement, signe primaire). Mais ils

ne peuvent pas conduire seuls à un "diagnostic" d'œstrus. Selon leur fréquence (16, 28) et/ou leur association (16, 25), ils peuvent cependant laisser penser qu'une vache est probablement "en chaleur". Ajoutés à la connaissance individuelle des vaches par l'éleveur, ces signes peuvent amener ce dernier à inséminer. Ce type de décision repose plus sur l'appréciation personnelle que sur des faits objectifs. Cette appréciation reste nécessaire dans certains cas comme celui des vaches à « chaleurs discrètes » (signes d'œstrus peu détectables) voire « silencieuses » (pas d'acceptation de chevauchement).

Les tentatives de chevauchement (réussites ou échecs, et non seulement leurs acceptations - Figure 7) ne sont par exemple pas à interpréter hâtivement comme positives, même si certains ont réussi à les corrélérer avec l'état d'œstrus. Lorsqu'une vache en chevauche une autre, au moins une (dans 98% des cas) serait en œstrus, et les deux (71% des cas) dans la majorité des cas (20). Et si ce rapport n'est pas constaté par tous, certains trouvent cependant que dans un grand nombre de cas (85%) la vache chevauchant (et non chevauchée) est en œstrus (20). Cela affecte donc au chevauchement (ou tentatives) une bonne sensibilité à la détection des comportements d'œstrus. Par contre la spécificité est faible : plus de 90% des vaches qui chevauchent ou tentent de chevaucher sont également en dehors de leur période d'œstrus (31). Certains conseillent d'attendre la répétition jusqu'à six fois de ce signe avant d'en lire là une signification (28).



*Figure 7 : Chevauchement (par la vache en foncé - d'après 15)*

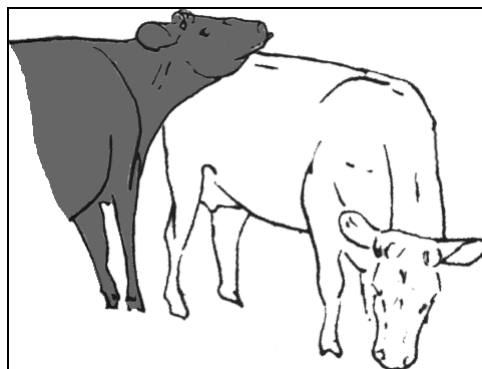
Le chevauchement par l'avant (ou tentative, en moindre mesure), lui, offre une spécificité soulignée par divers auteurs et une sensibilité acceptable (expression par un quart des vaches en œstrus, 28).



Le fait pour une vache de se faire chevaucher, même si elle refuse (esquive, retournement), peut trahir chez elle une certaine forme d'attractivité pour les autres (28) potentiellement liée à son état physiologique. Mais cela ne doit pas interférer avec l'interprétation fautive de comportements hiérarchiques, ni avec l'évaluation d'une situation de blocage physique.

La quantification des déplacements de la vache est également un signe exploité pour la détection de l'œstrus. L'augmentation de la marche et la diminution des couchages peut être le témoignage d'une certaine fébrilité œstrale. L'étude de ce signe, complexe, est relayé au chapitre ayant trait au podomètre, principal instrument de mesure de cette activité.

Les autres signes les plus suivis sont divers. Les cajolements entre vaches sont présents et plus longs au diœstrus mais plus fréquents durant l'œstrus, de même pour les flairages de la vulve alors deux fois plus fréquents et quatre fois plus pour les appuis du menton (28 - Figure 8).



*Figure 8 : Appui du menton (par la vache en foncé - d'après 8)*

Les divers signes de recherche des congénères (rapprochements, frottements, flairages) accroissent l'activité globale d'une vache. Lorsque cette activité est quantifiée, elle peut servir de moyen de détection. Elle se note soit par l'appréciation globale de l'éleveur, soit par l'utilisation de podomètres.

Les signes secondaires peuvent donc constituer de bons repères par leur détection aisée et leur bonne répartition au sein des troupeaux mais ils manquent de spécificité, puisqu'ils peuvent être couramment observés, même en dehors des périodes d'œstrus.

Des solutions existent pour exploiter ces informations, et leur recoupement permet d'améliorer la spécificité globale de la détection. L'activité globale regroupe d'ailleurs déjà plusieurs signes en elle-même.

### **2.3.3 Validités relatives des signes**

De multiples facteurs modulent les comportements bovins, individuels (propres) et collectifs (interactions). L'étude comportementale d'une vache, et a fortiori d'un groupe de vaches, se heurte à diverses variations d'expression.

Le premier d'entre eux reste la vache elle-même. C'est le facteur premier de variation et le principal obstacle à l'élaboration d'une méthode transposable à tout bovin. Une vache a ses propres habitudes comportementales.

Des facteurs de variation individuelle de l'expression des chaleurs sont la race, l'âge, le rang de lactation, le stade physiologique. Avec l'âge et le rang de vêlage, la durée de l'œstrus augmente, ainsi que le nombre de chevauchements (20). 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 qu'une nullipare. Mais même au sein d'un groupe homogène d'animaux (mêmes race, âge, rang, stade), l'intensité de l'expression subit une fluctuation forte. Par exemple, le nombre de chevauchements rencontrés par période d'œstrus peut varier de quelques uns à plusieurs centaines (20). Enfin, au sein d'un groupe, certaines races semblent plus enclines à chevaucher, et d'autres à dissuader le chevauchement (20). Les premières chaleurs post-partum sont non seulement plus courtes, mais aussi moins exprimées que les suivantes (12). Les vaches hautes productrices expriment moins leurs chaleurs que les vaches faibles productrices (10). Une maladie, et en particulier une atteinte des pieds, pourra aussi soit dissuader une vache à accepter le chevauchement, soit au contraire l'empêcher d'esquiver (10).

Les signes secondaires ainsi que les moments d'expression de l'œstrus sont également variables. Les multipares manifestent principalement l'acceptation du chevauchement, les flairages et l'appui du menton, le matin. Tandis que les primipares le font plutôt l'après-midi et manifestent surtout l'appui du menton, le chevauchement et les flairages (4).

Il vaut mieux comparer l'état de la vache et les signes qu'elle extériorise non pas à une norme pré-établie mais à elle-même en dehors de son état d'œstrus, ou au moins à un groupe de vaches situées dans des états physiologiques proches.

De plus, les vaches en œstrus ont tendance à se détacher du lot et à former entre elles des groupes de 2 à 5 vaches actives (31). Elles partagent leurs activités, acceptent un contact plus rapproché (31), et interagissent de manière privilégiée (20). Outre l'activité, la formation de ces groupes dépend également de l'âge et du rang de vêlage des vaches les constituant (20). Ainsi elles se stimulent mutuellement, lorsqu'une vache déclare son œstrus elle active ses congénères. La formation de ces groupes interfère avec les relations hiérarchiques déjà en place. Et la hiérarchie à l'intérieur de ces groupes est elle-même sujette à variation. Enfin, le nombre de vaches simultanément en œstrus modifie l'intensité de leurs expressions comportementales individuelles. Pour une vache, le nombre de chevauchements par période d'œstrus peut varier d'une à cinq dizaines (10). Ces stimulations se ressentiront d'autant plus dans des grands troupeaux où la probabilité d'avoir plusieurs vaches simultanément en œstrus augmente.

Les signes comportementaux émis au sein d'un groupe se fondent entre eux, et aux comportements sexuels se mêlent divers autres tels que hiérarchiques (8), alimentaires ou conditionnés (20). Les signes appartenant clairement à l'un de ces registres comportementaux sont interprétables aisément, telle l'acceptation du chevauchement. Mais ceux pouvant être issus de plusieurs d'entre eux sont à traiter avec précaution, c'est le cas des signes secondaires.

Concernant les comportements d'œstrus issus du registre sexuel, il est précieux de pouvoir distinguer ceux déterminés par l'état sexuel de la vache, plus ou moins influencé par le reste du groupe, de ceux imposés par ce dernier. Une vache qui se fait chevaucher en dehors de son état d'œstrus a une très forte tendance à esquiver tandis qu'en période d'œstrus elle peut rester

immobile. L'initiative du chevauchement est souvent du ressort d'une autre vache, le plus souvent plus grande et plus lourde, et si ces dernières sont aussi les vaches dominantes elles risquent d'inhiber les chevauchements des moins massives (20).

L'environnement tient aussi un grand rôle dans l'expression de l'œstrus, et donc dans sa détection. Selon que les animaux sont en pâturage, en aires libres, en logettes ou même en stabulations, ils seront plus ou moins inhibés voire bloqués physiquement. Les types possibles de revêtement du sol contribuent également à cette variabilité. Herbe, paille, matières plastiques, béton (et les variantes) laissent dans l'ordre moins de possibilités aux vaches pour agir et interagir avec leurs congénères. Elles ne démontrent des signes comportementaux que si elles en ont la place et si le sol le leur permet. L'illustration la plus explicite est celle de la traite. Même des vaches repérées en chaleur avant et après leur passage dans la salle de traite n'y démontrent rien la plupart du temps (31), et les chevauchements durant leurs allers et retours, bien qu'existants, restent mal identifiables (31).

De même, l'ambiance des locaux a son importance et les activités des vaches y varient selon les coins spéciaux (12), les saisons (20, 23), le moment de la journée (4) et plus généralement les horaires (12). Ces coins spéciaux peuvent correspondre aux points stratégiques : points d'eau, auges ou distributeurs automatiques de concentrés (DAC), ouvertures et portes. Ces coins de rencontre (Auges, DAC) favorisent les interactions tandis que les coins souillés sont le plus souvent évités. Concernant les saisons, les vaches européennes semblent moins inhibées en hiver qu'en période estivale chaude (20, 22), ce qui n'est pas le cas général (20). Les vaches en œstrus le matin semblent le rester plus longtemps que celles qui le sont l'après midi. De même, les vaches actives la nuit sont plus démonstratives que celles qui le sont la journée (31).

Enfin, d'autres aspects physiologiques peuvent interférer, masquant les manifestations attendues : régimes alimentaires et de manière générale les stades de production, la croissance, la puberté, la lactation des multipares.

Les signes eux-mêmes, représentés dans le comportement d'œstrus de certaines vaches, ne sont pas toujours présents tout le long de l'œstrus. Ce dernier est découpé en périodes de pro-œstrus, œstrus (ou subœstrus) avec ou non un « split-œstrus » (période d'inactivité relative séparant la période d'œstrus en deux périodes plus actives), et met-œstrus, où plusieurs signes se retrouvent préférentiellement. Ainsi, l'on rencontre souvent des tentatives de chevauchements, des flairages et des appuis de menton tout au long de sa période d'activité œstrale. Mais une vache aura tendance, en fonction de l'évolution de son cycle (10, 12, 31) :

- d'abord à tenter de chevaucher les autres vaches (pro-œstrus et jusqu'à la fin de l'œstrus à proprement parler) ;
- ensuite à accepter le chevauchement (hors split-œstrus), à présenter des glaires vulvaires visqueuses en longs filaments élastiques, à diminuer son ingestion alimentaire et sa production (œstrus ou œstrus imminent) ;
- puis à tenter de chevaucher les autres vaches, à appuyer son menton, à refuser le chevauchement tout en présentant des glaires plus aqueuses collées à la queue et/ou aux flancs, avec ou non un aspect mat (post-œstrus).

Ce déroulement est généralement accompagné mais aussi annoncé par une hausse d'activité et de nervosité chez la vache.

La vache laitière prise dans son individualité met donc en avant-plan la dualité homogénéisation des signes à détecter / adaptation à l'animal et par extension au groupe étudié. Deux vaches ne se comportent pas de manière identique, seuls certains détails sont communs, et ils ne sont partagés qu'avec une partie de leur groupe. Les plus représentés des signes secondaires cités ne se rencontrent que chez moins de 15% des vaches chacun, et seulement autour de 5% pour la plupart (22).

Malgré cela, certains signes apparaissent valides, mais restent à interpréter en fonction d'autres facteurs tels que la vache, ses congénères, les locaux, la période de l'année et le moment de la



journée (activité, meuglements). D'autres sont intéressants dans la mesure où ils annoncent (nervosité, mouvements de queue), confirment (glaires) ou infirment (certaines métrorragies et métrites) l'état d'œstrus, même s'ils ne peuvent l'assurer. D'autres encore peuvent aider à la détection de l'œstrus, comme le repérage de l'œstrus précédent pour mieux observer la vache à partir de 17-20 jours après (10), les antécédents de traitements (notamment à visée reproductive), ainsi que d'autres signes qui permettent de se repérer dans le cycle de la vache : un peu de sang à la vulve, par exemple, peut être en relation avec le metœstrus, soit 2 à 3 jours après l'œstrus (10, 12).

## **2.4 Informations supplémentaires**

S'ajoutent à ces signes émanant directement des animaux, des informations complémentaires. Des données physiologiques et physiques, si elles sont recueillies efficacement, peuvent aider à la détection de l'œstrus.

### ***2.4.1 Données physiologiques***

Des diverses données physiologiques disponibles, outre la progestéronémie, c'est l'impédance (résistance) du tractus génital qui est la plus exploitable (16, 25).

La mesure de l'impédance (résistance électrique) des tissus du tractus génital livre ses informations. Les glaires ont une densité croissante à l'œstrus et les tissus deviennent 74% plus denses. La valeur de l'impédance s'abaisse de 160 à 155 Ohms (25). Cela est dû à l'augmentation des concentrations sériques d'œstradiol, qui accroît l'hydratation du mucus et du tractus génital (24). Ce paramètre reste cependant très sensible à toute autre modification telle que métrite et variation inter-individuelle (25).

### ***2.4.2 Données physiques***

Les données physiques sont elles assez nombreuses, et leur facilité d'accès leur confèrent un certain intérêt :

- Glaires (Mucus) vaginales translucides (10, 12, 16, 17, 28, 31)
- Turgescence et congestion des lèvres de la vulve (10, 12, 31)

- Légères pertes sanguines (metœstrus) à la vulve (10, 12, 17)
- Poils ébouriffés à la naissance de la queue, certaines salissures sur le dos et/ou les flancs dus aux chevauchements (10, 12, 17)
- Pelage de la queue ainsi que de la zone périnéale collé et à l'aspect mat dus aux glaires vaginales translucides (12)

La présence de glaires translucides et ses conséquences, poils mats et collés peut retenir l'attention. Certains accordent une valeur diagnostique si les glaires peuvent s'étirer en de longs fils supérieurs à 50 cm (28). L'aspect turgescent de la vulve bien que facile à décrire, est peu souvent caractérisable, et peut se confondre avec d'autres phénomènes.

Certaines autres méthodes couplent le recueillement de diverses informations. Ainsi certaines vaches sont surveillées sur plusieurs critères à la fois, mêlant par exemple le niveau d'activité, l'acceptation du chevauchement et l'impédance du tractus vaginal (25). Des machines automatiques sont même conçues pour effectuer des mesures durant la traite. Elles peuvent relever l'impédance (résistance électrique) vaginale, la température, l'ingestion et les variations de la courbe de lait .





**REVUE DES TECHNIQUES DE DETECTION**



### **3. Assistance à la détection des comportements d'œstrus**

L'étude précédente de l'état d'œstrus, observé sur l'animal, est directement utile à l'élevage pour permettre à l'homme de repérer le moment de l'insémination. A cette fin, il s'aide de techniques (protocoles) basées sur les différents signes exprimés.

#### **3.1 Techniques basées sur l'« acceptation du chevauchement »**

Signe primaire, l'acceptation du chevauchement reste l'un des premiers signes exploités dans la détection des vaches en chaleur. Outre l'observation visuelle directe, l'éleveur peut avoir recours à un témoin. Soit mécanique soit électronique, ce témoin lui permet d'identifier les animaux ayant été chevauchés. Dans certains cas, il lui permet même de situer la période (heures) d'acceptation du chevauchement.

##### **3.1.1 Observation visuelle**

Déjà amplement abordée lors de la description des comportements dit d'œstrus, il reste à préciser les résultats obtenus lors de l'utilisation de cette méthode, au travers de diverses techniques (fréquence, durées, signes recherchés) mises en œuvre.

L'observation visuelle, bien qu'ancienne, a évolué dans sa méthodologie. En effet, elle est devenue dépendante tant des emplois du temps des éleveurs (durée et moments d'observation) que des évolutions techniques (rendements, vaches laitières hautes productrices) ou de la mutation générale du monde rural (intensification, stabulations).

Rationalisée depuis le milieu du siècle dernier, une recommandation semble largement admise (13, 16, 22, 26, 27, 28, 33), même si elle n'est pas toujours suivie : observer le troupeau deux à trois fois par jour, 20 à 30 minutes à chaque fois. Ce temps à consacrer à l'observation doit se réserver en dehors des moments de traite, sous peine de tripler le nombre de faux positifs sans même augmenter celui des vaches correctement détectées (30).

Ainsi, malgré l'ensemble des comportements exprimés par les vaches (partie précédente), l'homme perdra inéluctablement de précieuses informations, à raison d'une surveillance de 2 à 3 fois par jour pour entre 40 et 90 minutes (resp. 2x20 minutes et 3x30 minutes). Et cela même s'il s'organise de façon optimale dans le temps tout en privilégiant les moments les plus favorables. Ces derniers correspondent aux moments de la journée non seulement où un maximum de vaches sont en œstrus mais aussi où elles le manifestent le mieux. L'aménagement des horaires de vie et de travail de l'éleveur doit prendre en compte ses autres obligations. Et afin de s'assurer une bonne attention et d'éviter de déranger les animaux, il doit se préserver de tâches à accomplir en parallèle à la surveillance du troupeau. L'optimum revient à consacrer une demi-heure à 10h00 plus une autre à 20h00 (28). Malheureusement, réduire ainsi la surveillance dans le temps diminue aussi la probabilité de voir une acceptation de chevauchement (cf. supra) : en suivant cette recommandation 30% à 70% des chevauchements sont susceptibles d'être observés par l'homme (10). Ce qui aboutit, toutes vaches confondues, à un faible taux de détection des périodes d'œstrus accompagnées de ce signe, étant donné le faible nombre d'acceptations de chevauchement par période d'œstrus (cf. première partie). Il passe de 37% (12x30') à 12% (3x30' à 10h, 12h, 20h), laissant dans ce dernier cas les trois quarts (28) des périodes d'œstrus (et non des vaches) non déterminées par ce seul signe, pourtant majeur.

De plus, tous signes confondus (signe majeur plus signes secondaires), les résultats de cette technique restent en deçà de la moitié des vaches en œstrus détectées. Et ils donnent un huitième de « fausses détections » (30).

Au final, seulement un à deux tiers des cas peuvent être relevés visuellement (38% des œstrus, 17 ; 64% des vaches, 16).

### ***3.1.2 Témoins (mécaniques) du chevauchement***

Ces moyens techniques permettent en théorie de bénéficier d'une surveillance continue des animaux, avec seulement quelques réels passages dans le troupeau. Les signes recherchés, s'ils sont détectés par la méthode, doivent laisser une marque (témoin) sur l'animal concerné, ou au moins permettre d'identifier ce dernier même après la fin de ce signe. A titre d'exemple le chevauchement ébouriffe souvent des poils à la base de la queue, ce qui reste visible bien après l'acceptation. Des

techniques ont été développées pour assurer un marquage de meilleure qualité (plus visible et plus durable), plus sensible (moins de faux négatifs) et plus spécifique (moins de faux positifs).

### 3.1.2.1 Colliers Marqueurs

Le principe du collier ou harnais marqueur réside dans l'affectation d'un bovin à la tâche du marquage des autres. Celui-ci s'en voit attribuer un (Figure 9) muni à la gorge d'un marqueur gras. C'est soit une craie à visser soit un bloc marqueur (Figure 10) et il laisse un trait coloré en redescendant des animaux qu'il chevauche.

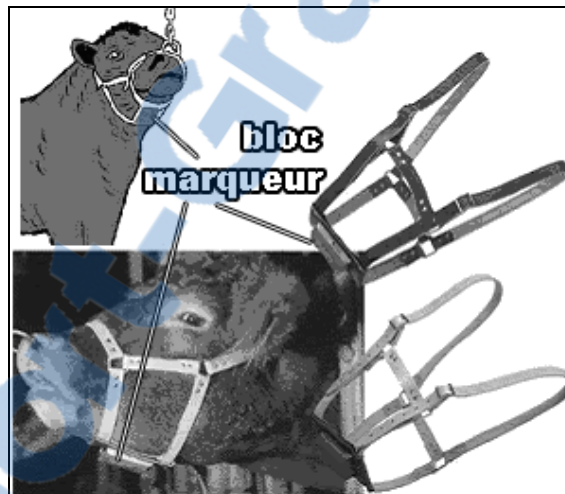
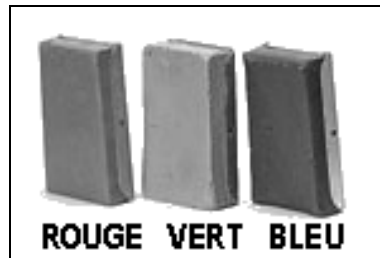


Figure 9 : Collier ou harnais avec emplacement pour bloc marqueur (d'après 3)



*Figure 10 : Bloc marqueur pour harnais (d'après 3)*

Ainsi, les animaux qui se laissent chevaucher deviennent repérables et le restent un certain temps. Les animaux utilisés à cette tâche sont généralement des mâles vasectomisés (ayant subi ou non une intervention de déviation du pénis). Ce choix a pour but d'exploiter leur tendance naturelle à la saillie, sans les risques de fécondation non désirée ou de contamination. On rencontre aussi des femelles androgénisées (interdit depuis 1988), d'usage moins contraignant. En effet, les mâles vasectomisés nécessitent autant d'attention qu'un mâle entier, sans toutefois apporter le confort des « rattrapages » par monte naturelle que peut apporter ce dernier.

Ces mâles peuvent en même temps stimuler le troupeau par leur propre activité. Leur usage est particulièrement intéressant lorsque la saison de la mise à la reproduction arrive à sa fin et que le taux de vaches gestantes est important (10). C'est en effet la période qui correspond aux plus faibles interactions au sein du troupeau, seules quelques vaches viennent encore en œstrus.

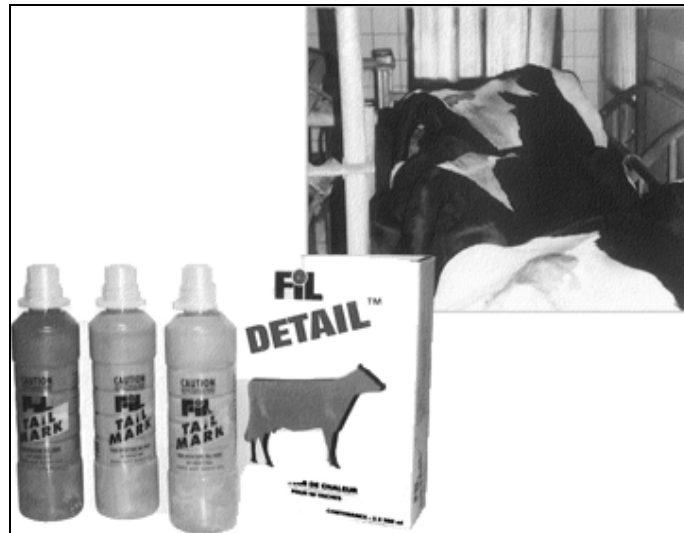
Peu de résultats sont disponibles, mais la sensibilité de la technique semble faible, d'environ 50%. Ce résultat est d'autant plus faible qu'il prend pour référence les observations visuelles et non l'état physiologique. La spécificité, elle, est supérieure à 50% (14).

### *3.1.2.2 Peinture sur la base de la Queue*

Des marques systématiques sur la croupe des animaux suivis sont également un moyen de les surveiller. Il faut pour cela marquer régulièrement tous ces animaux à l'aide d'un crayon marqueur comme les RAIDL-stick© de Raidex GmbH (21, Figure 11), ou de peinture spécifique (3, Figure 12). Ainsi, lorsqu'ils sont chevauchés leur marque est étalée ou enlevée.



*Figure 11 : Crayons RAIDL-stick© de RAIDEX (d'après 3)*



*Figure 12 : Bombes colorantes Fil Detail© (d'après 1)*

Pour obtenir une bonne lecture de ces repères, des vérifications individuelles régulières s'imposent, afin de pouvoir différencier des marques étalées de celles justement effacées par les mouvements de la vache.

Combinée à une observation visuelle tôt le matin et tard dans la soirée, la vérification de l'état de la peinture pendant les moments de traite (2 fois par jour) aboutit à une détection de l'œstrus de 44% à 96% (10).

### 3.1.2.3 Capsules de Peintures (Æstrusflash®, KaMaR®, HotFlash®)

Sur le même principe que la peinture, mais pour un marquage plus durable il est possible de fixer une capsule de couleur sur la croupe de l'animal, à l'image du KaMaR© de Kamar Inc avec de l'encre rouge (18, Figure 13).

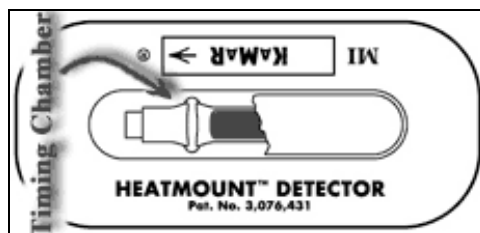


Figure 13 : Constitution d'un système KaMaR© (18)

Lorsqu'il y a chevauchement, la capsule interne et opaque est percée. L'encre contenue se répand dans une seconde poche, transparente et la coloration apparaît (Figure 14). Certains affichent en plus de cette coloration, une certaine fluorescence, comme Æstruflash©. La durée de ce dernier phénomène est annoncée aux alentours de 6 heures, ce qui peut parfois permettre d'obtenir une indication, mais imprécise, du début d'œstrus.

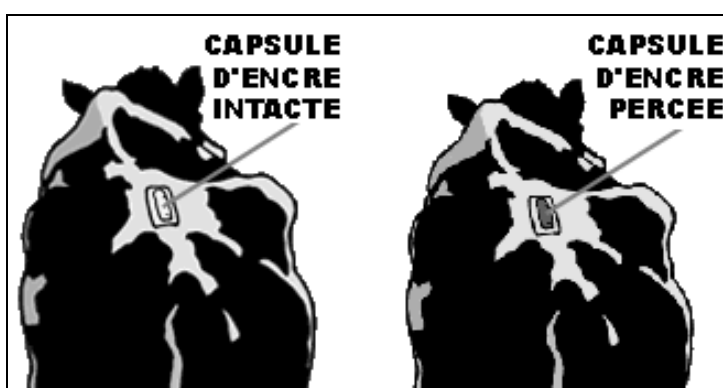


Figure 14 : Coloration du KaMaR©, après perçage de sa capsule d'encre (d'après 18)



Ces aides à la détection sont des appliques à fixer sur la croupe de la vache, qui changent de couleurs à la pression, donc en cas de chevauchement. Le principe réside dans l'éclatement de capsules sous la pression du chevauchement. Soit de l'encre est libérée dans une poche transparente, soit différents produits se mélangent. La sensibilité de ce type de détecteurs varie de 56% à 94% et leur spécificité de 36% à 80% (10). Concernant le KaMaR, sa spécificité est annoncée de 98% (10), avec pour référence une observation visuelle continue 24/24. Elle approche les 77% en prenant pour référence les observations visuelles des animaliers, soit 2 fois 30 minutes par jour. Une autre étude donne au KaMaR une sensibilité entre 70% et 90% et une spécificité autour de 50% (24). Cette étude affiche des résultats semblables pour Œstruflash : resp. autour de 70% et autour de 50% avec cependant un fort effet troupeau (24). La faible spécificité de ces appareils s'illustre aussi par un taux de progestérone incompatible pour plus de 10% des vaches « détectées » par le KaMaR (24). De plus, la chute de ces systèmes concerne entre le tiers et le huitième des appareils (14, 24).

Les faibles chiffres de sensibilité et de spécificité des différents types de témoins mécaniques s'expliquent par le fait 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 coté 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. La chute du détecteur peut cependant s'interpréter soit comme une défaillance technique soit comme témoin d'un chevauchement rendu responsable (14).

Ces outils restent donc des aides et non des techniques abolissant l'intérêt des observations directes.

### ***3.1.3 Surveillance électronique (capteurs de pression)***

Ces outils se basent sur le même principe de détection que les précédents : identifier les animaux qui se sont laissés chevaucher. Grâce à l'apport d'électronique, ces capteurs de pression permettent en plus de mettre en place un réel algorithme de détection. C'est-à-dire qu'ils 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. En contrepartie, l'usage de ce type de techniques implique un investissement financier élevé, au moins 50€ par module individuel en plus de l'installation de base, la fixation sur la croupe des animaux. Les aléas de l'électronique s'ajoutent aux contraintes de l'utilisation de modules individuels, déjà rencontrées ci-dessus (fixation, perte, fonctionnement).

#### *3.1.3.1 Compteurs de Pression*

Les premiers appareils apparus 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®, le Mate Master®, le Mount Count and Trade® (10).

#### *3.1.3.2 Détecteurs Électroniques de Chevauchements*

Le DEC® (Détecteur Electronique de Chevauchements, du Laboratoire IMV Technologies - France) est un module de détection à fixer par collage d'une base textile à la croupe de l'animal. Sur cette dernière est cousue une pochette fermée par une bande « scratch », dans laquelle le module doit être inséré (Figure 15). Il détecte les pressions, leurs intensités, leurs durées, leurs nombres et leurs fréquences, et un algorithme (tenu secret) en déduit l'heure de début de l'œstrus.



*Figure 15 : Un système DEC posé sur une vache*

Cet algorithme détermine le premier enregistrement attribuable à un comportement d'œstrus et le définit comme étant le début des chaleurs. Dès la deuxième heure, le DEC émet un clignotement se répétant toute les 10 secondes, par une diode intégrée au module et visible à distance sans l'ôter de la pochette. Ensuite le nombre de clignotements (espacés de moins d'une seconde) est incrémenté toutes les 2 heures. L'algorithme se remet à zéro après 9 clignotements soit 18 heures, et recommence à "attendre" une période de chaleurs. L'information disponible est donc simple, c'est la durée qui nous sépare de l'œstrus de la vache qui porte le DEC qui clignote (Figure 16).

**Interprétation de la lecture des clignotements du DEC**

- L'heure de début d'œstrus se situe entre  $H_0$  et  $H_0-2$ heures
- $H_0 = (\text{Heure de lecture}) - 2 * (\text{Nombre de clignotements})$

*Figure 16 : Information fournie par le système DEC*

Une fois considéré ce mode de fonctionnement, plusieurs défaillances potentielles doivent être envisagées :

- défauts de fixation du module : chute voire perte de ce dernier par décollage de la base textile, rupture de la toile constituant la pochette ou des coutures de cette dernière, ouverture involontaire du scratch ;

- fragilité du boîtier : intégrité, étanchéité ;

- dysfonction des composants électroniques : insensibilité, blocage allumé de la diode, non enregistrement ;

- implémentation incorrecte de l'algorithme : non pertinence des prises en compte des poids, durées, nombre et fréquences de chevauchements, mauvaise détermination du début de l'œstrus, mauvaise incrémentation du nombre de clignotements, nombre erroné de ces derniers à l'affichage.

Il semble (n= une vingtaine de vaches sur 73 jours, unité= la journée) que ce dispositif ait une bonne spécificité (autour de 96%), mais une faible sensibilité (autour de 30%). Ces valeurs comprennent les vaches qui n'expriment pas le signe recherché, ainsi que celles pour lesquelles le système a été défaillant. Cela attribue au système une valeur prédictive négative (VPN) de 98% et une valeur prédictive positive (VPP) de seulement 14%. A noter que la référence pour ce calcul n'a pas été l'observation visuelle 24/24, mais la détection visuelle habituelle effectuée par le personnel, soit 3 fois 20 minutes par jour, en plus des passages réguliers au sein du troupeau. On peut donc émettre l'hypothèse que si le seul signe retenu en référence était le chevauchement et son acceptation, la spécificité serait équivalente mais que la sensibilité serait meilleure.

### *3.1.3.3 Système Radio-Téléométrique*

Le terme « radio-télémetrie » ne précise pas le moyen de détection lui-même, mais signifie que les données sont transmises à distance. Et c'est bien ce qui distingue les principes du DEC® (cf. ci-dessus) et du Heat-Watch® (DDx Inc., Denver, CO). Pour les deux, un capteur de pression est fixé à la croupe de l'animal, et analyse les différents chevauchements perçus. Pour le système radio-

téléométrique, en plus de l'antenne émettrice attachée à la queue de l'animal, ces informations sont transmises à un ordinateur central, au lieu d'être directement affichées sur le module. Les transmetteurs du Heat-Watch® ont une portée de 400 mètres, et les relais une portée de 800 mètres. Les signaux sont ensuite acheminés à un récepteur d'un rayon de 1200 mètres, puis à une mémoire tampon. Ils sont constitués de l'identification du module fixé à l'animal, de la date et de l'heure, de la durée du chevauchement ainsi que de la force (1 à 7) du signal. Seuls les chevauchements de plus d'une seconde déclenchent le capteur de pression (5, 33).

Les données sont donc téléchargées, traitées puis consultables sur un seul et même ordinateur, à l'exploitation ou dans tout autre lieu choisi à la convenance de l'exploitant. L'attention est portée sur une vache dès qu'elle se fait chevaucher une seule fois, et elle est considérée en œstrus à partir de 3 chevauchements en moins de quatre heures (5). Les données restent en mémoire, ce qui permet de trier les vaches selon leur cycle et d'adapter les suivis individuels. Celles qui n'ont jamais été considérées en œstrus dans les 25 jours post-partum (JPP) sont classées en « non retour », elles sont en diœstrus. Celles qui apparaissent deux fois en œstrus dans un délais de moins de 13 jours sont classées en cycles courts (5).

Un tel dispositif voit son utilité lorsqu'il sert pour des troupeaux de grandes tailles et/ou qui pâturent à distance des bâtiments d'élevage. Le Heat-Watch® évite les nombreux déplacements et les gênes occasionnées par une observation directe et régulière. Lorsqu'il est appliqué à un élevage en stabulation, la télé-transmission n'apporte que peu d'avantages face aux coûts d'installation. Ce qui explique la bonne implantation de ce système dans les zones de grands élevages comme l'Australie, la Nouvelle Zélande et sa moindre présence en Europe. Cette préoccupation est soulignée par la répartition des articles qui étudient le Heat-Watch®.

Les études semblent indiquer que dans les conditions d'utilisation conseillées pour le Heat-Watch®, ce système détecte les œstrus avec autant de succès que l'observation visuelle, même aidée par l'application de peinture à la base de la queue. Des chiffres de 95% ou plus sont avancés, tant pour la sensibilité que la spécificité (33). D'autres auteurs retournent le point de vue et préfèrent conclure que ces systèmes n'apportent rien de mieux que l'observation visuelle classique (25).

Les études faites sur des systèmes électroniques ont permis de conclure que la moitié (5 sur 10) des défaillances observées (œstrus non détectés) est attribuable à la perte du module (33). Sa fixation est un réel souci, d'autant plus que ces chiffres n'incluent qu'une partie des modules tombés, ces derniers étant généralement remis en place systématiquement, sauf lorsque c'est impossible. Et même si leur chute peut être interprétée comme indicatrice de chevauchement (responsable de la chute), ils restent « insensibles » durant toute leur durée restée à terre. De plus, certaines chutes de modules 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 (14). Des systèmes à implanter sous la peau (SQID) 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 en plus.

### **3.2 Techniques complémentaires**

Les techniques déjà envisagées ont pour ambition de se suffire à elles mêmes. Mais en fait la détection qu'elles apportent peut être améliorée par d'autres, qui testées seules ne donnent pas de résultats satisfaisants. Ces techniques, complémentaires, servent de confirmation ou de signal d'appel.

#### *3.2.1.1 Impédance Utérine (Z)*

Cette méthode est non seulement peu sensible (nombreux faux négatifs), peu spécifique (nombreux faux positifs) mais également difficile à mettre en place (25). Une étude préliminaire a fourni de bons résultats en apparence, mais à corriger par l'effet troupeau et le faible nombre d'animaux : sensibilité de 91% et spécificité de 80% (24). De plus, les conditions de l'expérience ainsi que la méthode de référence ne sont pas détaillées. Malgré les informations complémentaires qu'elle peut apporter sur l'involution utérine de la vache, son installation (implantation d'électrodes et téléreceur) reste difficile à justifier.

### *3.2.1.2 pH Utérin*

De même que pour la mesure de l'impédance utérine, 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.

### *3.2.1.3 Température Corporelle & Température du Lait*

La température corporelle de la vache, ainsi que celle du lait, subit également des variations dues à l'œstrus (16). Cependant, la difficulté de quantification de celles-ci ainsi que les interférences avec de nombreux autres facteurs rendent inexploitable ces données.

### *3.2.1.4 Ingestion / Production (Courbe de lait)*

Ces paramètres sont mesurés une fois par mois dans le cadre de l'alimentation et de la production du troupeau, il en faudrait un suivi quotidien pour obtenir une indication sur l'état d'œstrus, ce qui est directement mesurable dans le cas de l'ingestion dans les élevages munis de DAC. Ils peuvent rester un élément de consultation pour conforter une impression, dans le cas où les valeurs sont individuelles.

L'approche de la période d'œstrus se traduit souvent chez la vache par une baisse d'ingestion. En effet, l'augmentation de l'activité et des interactions avec d'autres vaches la détourne de l'auge. Une légère diminution dans la courbe de lait s'observe également. Mais ces variations ne sont pas toujours quantifiables, voire significatives (24). Les conclusions sur les variations de production aux alentours de l'œstrus sont même contradictoires (17, 24).

### 3.3 Techniques alternatives

#### 3.3.1 *Suivi de l'activité individuelle*

L'activité motrice globale s'accroît en période d'œstrus. Sa mesure permet d'en préciser le moment, et cette évaluation doit être rapportée au niveau d'activité normale de la vache concernée. C'est seulement le calcul du ratio activité ponctuelle / activité normale qui pourra renseigner sur la période de l'œstrus, par son augmentation mesurable et suffisamment significative.

##### 3.3.1.1 *Ceintures et Colliers*

Ceintures et colliers exploitent le même principe que celui du podomètre : mesurer l'activité d'une vache, mais les données disponibles ne semblent exister que chez le constructeur (24).

##### 3.3.1.2 *Podomètres*

Le Heat-Seeker® (Boumatic, Madison WI) est un module encapsulé dans une pochette en plastique, à fixer au canon de la vache. Il se compose d'un capteur de mouvement et d'un système électronique auto-alimenté par une batterie. Le capteur de mouvement est un commutateur de mercure sensible aux pas de l'animal. Les pas de la vache, ainsi comptés, sont analysés par un progiciel (ActivityTagSoftware®) et enregistrés par créneau de deux heures. Les données sont ensuite récupérées du module à l'aide d'un lecteur électromagnétique, identifiées par un stylo optique et stockées sur un ordinateur. La détection de l'œstrus est possible grâce à la comparaison de l'activité ponctuelle de la vache à sa propre moyenne d'activité. Cette période de référence, afin d'être biaisée le moins possible, est en général définie sur les deux à trois jours précédents (ou les suivants sinon) l'œstrus (5).

Le principe du podomètre est de mesurer la distance parcourue par une vache et d'en tenir compte comme indice de l'activité de la vache. Une vache marche plus (24) durant l'œstrus, de 2 à 4 fois (10), ce qui valide cette utilisation. L'activité est augmentée dès la fin du diœstrus et le début du pro-œstrus et encore durant le met-œstrus (25). Les premières générations de podomètres



affichaient une sensibilité entre 60% et 100% et une spécificité entre 22% et 100% (10, 25). Ces grands écarts peuvent s'expliquer par un grand nombre de faux-positifs et des dysfonctionnements matériels. Depuis, une mémoire propre permet d'étudier l'évolution de l'activité et non plus seulement le niveau ponctuel d'activité. L'interface informatique permet l'intégration de calculs statistiques ainsi qu'une récolte plus aisée des données et la possibilité de programmer des alertes personnalisées.

Le réglage du podomètre doit se faire animal par animal, afin de pouvoir détecter un maximum d'œstrus sans toutefois maximiser les faux positifs (24), puisque les niveaux moyens d'activité varient d'une vache à l'autre.

Des craintes émanent également de la littérature à propos de la gêne occasionnée par la pose d'un tel dispositif, qui peut interférer avec l'attitude comportementale habituelle des animaux. Mais cela n'a pas encore été objectivé. Ce système est plus adapté à la stabulation, si les animaux ne sortent pas à l'herbe.

### **3.3.2 Méthodes palliatives**

#### *3.3.2.1 Animaux Renifleurs*

Certains mâles bovins peuvent être utilisés pour la détection de l'œstrus. Ces « mâles renifleurs » sont à l'image des boute-en-train. Ils sont en contact visuel et olfactif avec les vaches, mais sans saillie possible (case attenante). Tout comme pour les mâles vasectomisés, l'entretien d'un tel animal, sans le bénéfice du « rattrapage » des vaches encore infécondes, reste non rentable. Des « chiens renifleurs » peuvent également être dressés au reniflage des vaches et à la reconnaissance de celles en chaleur qui en découle. Peu de données sont disponibles pour en estimer la fiabilité .



**OBSERVATIONS INDIVIDUELLES**



## **4. Travail personnel**

L'intérêt de ce qui précède est de dresser un tableau synthétique et de recenser le maximum d'aspects déjà relatés sur l'état d'œstrus et sur les techniques mises en œuvre à sa détection. Mais ces données issues de différentes sources regroupent diverses situations précises, incluant races, nombre, localisation, structures, méthodes et mêmes modes de calculs. Le caractère particulier de chacune des publications a donc été gommé au profit d'une vision globale. Le travail expérimental, dont sont issus les (premiers) résultats et l'analyse ci-dessous, permet de mieux cerner les contraintes et difficultés de mise en place de ces études.

### **4.1 Matériel et méthode**

#### *4.1.1.1 Le cadre de travail*

La ferme expérimentale abritant le troupeau de l'essai se situe à Méjussaume (ferme INRA), entourée de parcelles cultivables et de mise à l'herbe (aux beaux jours). Elle est constituée de plusieurs ensembles : logements du personnel résidant, bureaux administratifs, laboratoires de conditionnements et d'analyses, salle de traite et laiterie, étable des vaches, étable des génisses, étable des veaux, étable "digestibilité", étable et salle de traite caprins et ovins.

#### *4.1.1.2 Les animaux*

Les 72 vaches incluses dans l'essai sont de race Prime Holstein (36 primipares et 36 multipares). Agées de 3 à 7 ans, elles sont de rang 1 à 4 de lactation. Elles sont réparties en 3 lots de 24. L'appariement des lots a eu lieu pour la parité, pour l'âge des primipares (G2/G3), pour la date prévue de vêlage, pour la production laitière prévue au pic (pour les multipares), pour la note d'état du mois précédent la date prévue de vêlage.

#### *4.1.1.3 Le dispositif expérimental*

Ces animaux ont été suivis du vêlage à la première insémination (ou sortie de l'essai 70 jours post-partum au plus tard), lors de la campagne de reproduction 2000/2001 à la ferme de Méjussaume (INRA / UMR - Production du Lait). Les vaches ayant du recevoir des traitements motivant leur exclusion de l'essai n'ont pas été prises en compte : injection de prostaglandines, pathologie individuelle entraînant la mise sur aire paillée totale. Toutes les vaches ont été observées par 3 méthodes :

#### *4.1.1.4 Suivi vidéo 24h/24h*

Méthode de référence pour l'étude, le suivi vidéo 24h/24h consiste au visionnage des cassettes vidéo filmant les vaches 24h/24h. Elle s'appuie sur un matériel de vidéo-surveillance : les vues de 6 caméras sont enregistrées en même temps sur une cassette vidéo VHS de 3h fonctionnant en mode 24h.

- Chaque vue est en noir et blanc, sans bande sonore, en 50 images par minute environ. Les caméras sont reliées au même appareil multiplexeur, qui fusionne les 6 sources vidéo et envoie le résultat à un magnétoscope unique, réglé en mode 24 h. Chaque cassette renferme donc les vues de 6 caméras, durant 24 h.

- La cassette est changée quotidiennement, le matin vers 10 h, en semaine comme en week-end. Elle peut enregistrer près de 26 h de données, la récolte des données n'a pas eu de conséquences délétères lors des quelques décalages au changement de cassette.

- Le même système est nécessaire à la lecture : le magnétoscope livre une source vidéo au multiplexeur qui en extrait les 6 vues, et les affiche sur un moniteur (un téléviseur 16/9).

- Afin de mieux repérer les vaches durant le visionnage, les vaches ont été numérotées par tag chaque mardi et jeudi. La peinture utilisée est de type glycérophtalique, et n'a provoqué aucun trouble cutané exprimé cliniquement. Chaque vache s'est vue attribuer d'un numéro (basé sur l'ordre de vêlage), peint sur chaque flanc et sur les plateaux lombaires (Figure 17).



*Figure 17 : Marquage des vaches à la peinture (« tag »)*

#### *4.1.1.5 Méthode visuelle classique*

La méthode visuelle classique correspond à la méthode traditionnelle, avec des visites régulières, de 20 à 30 minutes par session : le midi (12 h 00 - 12 h 30) et le soir (autour de 22 h), ainsi que autour des deux traites de la journée (soit dans les créneaux horaires 07 h 00 - 08 h 30 et 16 h 30 - 17 h 30 environ). L'animalier surveillant les chaleurs les note sur un planning linéaire.

#### *4.1.1.6 Méthode assistée du « système DEC »*

Le système DEC® ("Décteur Electronique de Chevauchement") est un appareillage de détection de chaleurs, permettant une certaine « automatisation ». Il est composé d'une base textile (en toile de jute) encollée (colle en spray) sur la croupe des vaches (en avant du sacrum), d'une housse en tissu cousue sur cette toile, d'un module électronique (sensible aux pressions) inséré dans cette housse et d'un algorithme implanté dans les composants électroniques (Figure 18).



*Figure 18 : Les composants du système DEC*

Ce système détecte chaque pression subie par le module, et enregistre des paramètres tels que la pression exercée sur le capteur, sa durée, et la fréquence ainsi que le rapprochement entre les mesures. La qualité de sa pose conditionne l'efficacité du système, il faut faire attention à l'encollage (Figure 19)



*Figure 19 : Pose d'un système DEC, encollage, fixation, initialisation*

Les relevés des DEC ont eu lieu lors des passages à l'étable, entre 10h et 11h30 sauf week-end. Les données sont récoltées sur les feuilles de relevé des DEC et le planning de chaleurs des animaliers. La période s'étend du 30/10/2000 au 09/02/2001 avec samedis, dimanches et jours fériés exclus. L'étude porte donc sur 73 jours, avec un nombre variable de vaches par jour, une vingtaine en moyenne (nombre allant de 16 à 44).



#### *4.1.1.7 Méthode d'aide et de contrôle*

Le dosage de progestérone dans le lait permet de mieux se repérer dans le cycle hormonal des vaches. Chaque vache est prélevée trois fois par semaine durant la traite du matin, et les dosages ont eu lieu à la fin de l'expérimentation, avec des kit Ovucheck milk 2000 ® Vétoquinol, méthode adaptée pour lait congelé (Répétabilité= 15 %, reproductibilité= 30 %). Les échantillons sont dosés en double, sur des plaques de 96 puits comportant 14 puits de gamme, avec deux fois le même point de cinétique soit 41 valeurs par plaque (30).

Les courbes individuelles de progestérone aident à déterminer des zones d'« œstrus potentiel ». La recherche sur les vidéos de périodes d'œstrus est ainsi facilitée, puisque ciblée sur trois à quatre jours. Le visionnage de périodes témoins, hors œstrus, l'est aussi par conséquent. Ces périodes sont choisies un à deux jours avant ou après l'œstrus, afin de conserver un maximum de paramètres identiques : ambiance des locaux, état des autres vaches, animaliers aux soins...

#### *4.1.1.8 Les bâtiments*

L'étable des vaches représente une portion du plus grand bâtiment d'élevage de l'exploitation. Elle est divisée en deux (dans la longueur) par un couloir d'alimentation. Long de 36 mètres et large de 2,3 mètres ce dernier mesure 83 m<sup>2</sup> (Figure 20).

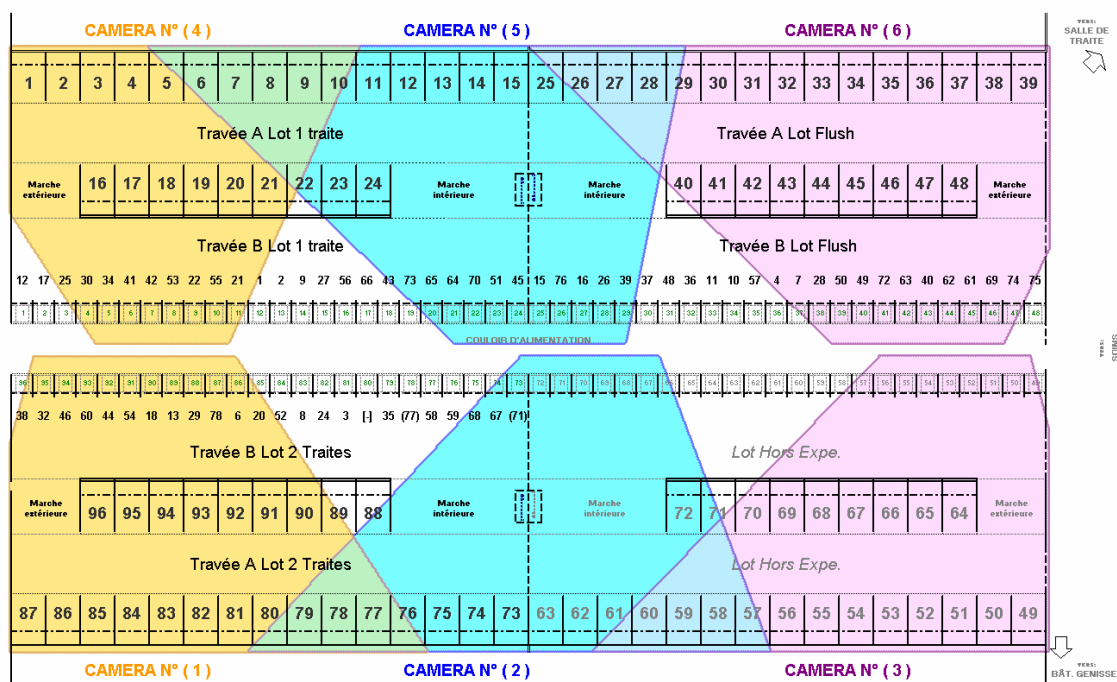


Figure 20 : Plan de l'étable où se déroule l'essai, avec les champs de vision des caméras

Chacune de ces deux stabulations (48 aubes sur une même longueur) est séparée en largeur en deux demi-stabulations (24 aubes), séparées par des barrières mobiles et un abreuvoir de chaque coté. L'étable est ainsi divisée en 4 espaces accueillant chacun 24 vaches. Chaque demi-stabulation comporte également 24 logettes disposées en deux rangées (surélevées du sol de 10 cm), une au bord opposé aux aubes (15 logettes), et une centrale (9 logettes), longées de deux travées de circulation des vaches (notée "A" entre les deux rangées de logettes, et "B" le long des cornadis). Le passage d'une travée à l'autre est possible par deux "marches" (surfaces au même niveau que les logettes), situées de part et d'autre de la rangée centrale de logettes : l'une centrale (contre la demi-stabulation adjacente) et l'autre latérale.

Les stabulations sont libres et sur sol bétonné (rainuré dans les travées), avec paillage des logettes chaque matin et soirs après la traite (1 à 2 kg par logette par jour). La dimension des logettes est de 1,20 mètre de large sur 2,15 à 2,25 mètres de long. Par demi-stabulation, ces dernières représentent une surface totale de 65 m<sup>2</sup> et les travées 112 m<sup>2</sup> (travée "A" : 47 m<sup>2</sup> ; travée "B" : 65 m<sup>2</sup>). Les "marches" sont de 7m<sup>2</sup> (centrale) et de 5m<sup>2</sup> (latérale).

#### 4.1.1.9 L'alimentation

L'alimentation est ajustée pour l'ensemble des vaches des 3 lots et est la même (en quantité absolue) pour chaque animal à la même période. Elle est constituée d'ensilage de maïs (INRA n°10499 et n°10799), de tourteaux de soja, de tourteaux tannés (INRA n°900), de concentrés d'équilibre (INRA n°700), de compléments minéraux et vitaminés ainsi que d'urée. Trois périodes d'alimentation sont définies : du vêlage à la 3<sup>ème</sup> semaine, de la 4<sup>ème</sup> à la 6<sup>ème</sup> semaine, et de la 7<sup>ème</sup> à la 10<sup>ème</sup> semaine.

- les animaux du lot "2 traites" sont traités deux fois par jour, et changent de ration entre la première et la seconde période.

- les animaux du lot "1 traite" se distinguent du lot "2 traites" par l'absence de traite le soir, du vêlage à la 3<sup>ème</sup> semaine.

- les animaux du lot "flushing" se distinguent du lot "2 traites" par une ration "FLUSH" (plus énergétique) de la 7<sup>ème</sup> à la 10<sup>ème</sup> semaine.

Le « roulimètre » est un engin mécanisé spécialisé dans la distribution contrôlée des rations alimentaires. Ce système permet d'éviter le transport et la pesée manuels des aliments. Il se déplace sur des rails disposés dans la longueur du couloir central, marque l'arrêt devant chaque auge, et y dépose la ration appropriée, après avoir pesé chaque constituant individuellement. Ainsi, les animaux disposant chacun d'un collier magnétique individuel, ne peuvent accéder qu'à l'auge qui leur a été désignée et qui contient la ration adéquate. Les quantités individuelles de chaque composant sont fournies au "roulimètre" par voie informatique, en important des données mises à jour quotidiennement sur ordinateur par les animaliers qui vérifient la bonne distribution.

#### 4.1.1.10 Les données recueillies

Les données recueillies sont de trois ordres : bandes vidéos, relevés visuels directs des clignotements des DEC et dosages de Progestérone.

La gestion des échantillons de progestérone a été effectuée de concert avec l'unité de l'INRA, et c'est cette dernière qui a effectué les dosages et édité les valeurs.

Les cassettes vidéo représentent chacune 3 h / 24 h par jour, de mi octobre à mi-février, soit plus de 17 mille heures d'enregistrement en considérant les champs des 6 caméras. L'exploitation complète des bandes enregistrées a été estimée à plus de deux ans à raison de 8 heures par jour, jours de week-end et de congés inclus. Il a donc été décidé de cibler les observations autour des jours durant lesquels la vache étudiée est en période d'« œstrus potentiel », grâce à sa courbe de progestérone. Il n'a été possible, durant mon accueil, de n'exploiter que des données sur 4 vaches, chacune observée durant 3 à 5 jours. Cela correspond à une période d'œstrus par vache, une à deux vaches par lot, une vache de chaque génération présente.

Le relevé visuel direct des clignotements des DEC a eu lieu tous les matins, jours de week-end et de congés exclus. Pour ces journées, la vidéo permet de visualiser la diode allumée du DEC, mais ni de dénombrer les clignotements ni d'être sur de déceler tous les DEC en clignotement. En effet, la fréquence de clignotement du DEC est trop grande comparée à celle de la vidéo, d'environ 50 images par minutes. Les clignotements indicatifs de l'heure du début d'œstrus sont séparés de moins d'une seconde entre eux, pour seulement une seconde entre deux périodes de clignotement.

## **4.2 Résultats**

### ***4.2.1 Analyse descriptive***

#### ***4.2.1.1 Remarques préliminaires***

L'observation des vaches et de leur comportement par le visionnage des cassettes vidéo ainsi que les passages à l'étable a suscité des remarques qualitatives, embrassant ou non les thèses évoquées. Elles relèvent plus de l'impression que de l'impartialité.

Certaines vaches, par exemple, se sont mises en groupe et ont semblé s'exciter mutuellement. Cela rejoint le principe des groupes d'activité sexuelle, puisque la plupart de ces vaches étaient en état d'œstrus.

Mais il a été permis d’observer des « copinages ». Une vache en œstrus arrive à en solliciter une autre, même si cette dernière n’est pas en œstrus. Et lorsque cette seconde vache devient en œstrus, elle peut également réussir à solliciter la première, même si elle n’est plus en œstrus.

De même, les groupes étant en général composés de 2 à 3 ou 4 vaches, le groupe pouvait ou non admettre une autre vache en son sein, selon le nombre de vaches en œstrus le composant.

#### 4.2.1.2 Activités individuelles

Les 4 vaches observées sont les numéros 5214, 6222, 7255 et 8378. Leur temps d’observation varie, notamment en fonction de la difficulté à repérer le moment de l’œstrus sur les vidéos. Au sein des temps d’œstrus potentiels (déterminés par les courbes de progestérone), les premiers signes sont repérés en recherche sans prise de note, puis les derniers signes sont obtenus à la suite du visionnage assidu des bandes vidéos (Tableau I).

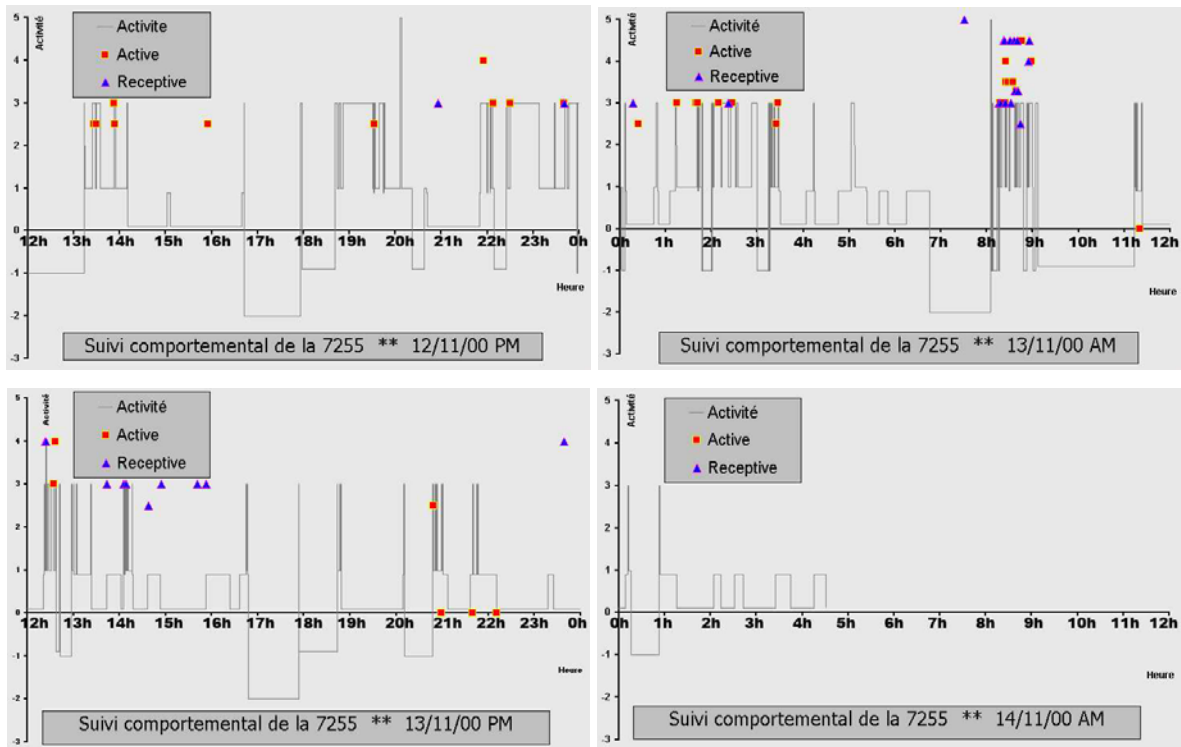
*Tableau I : Répartition des données recueillies*

	Œstrus potentiels	Observations	Premier et dernier enregistrements	
5214	24/12 – 31/12	737 h (30,7 j.)	25/12 (14h00)	26/12 (6h47)
6222	30/11 – 8/12	55 h (2,3 j.)	1/12 (11h16)	3/12 (18h25)
7255	8/11 – 20/11	42 h (1,7 j.)	12/11 (10h45)	14/11 (4h31)
8378	29/11 – 8/12	29h (1,2 j.)	4/12 (6h46)	5/12 (12h07)

Le suivi comportemental de la vache 7255 permet de l’étudier durant les heures qui encadrent et incluent sa période de comportement d’œstrus. A l’instar d’un podomètre, le graphique représentant son niveau d’activité (ordonnée) en fonction de l’heure (abscisse) livre des informations précieuses.

Les différentes allures de la vache vont de -2 (absence due à la traite) à +5 (course), ainsi de nombreux déplacements (changements d’allure) créent une visualisation directe de l’agitation de la vache par juxtaposition de traits (principalement entre 9h et 10h le 13/10).

Chaque comportement saisi y est également indiqué, avec pour ordonnée un coefficient (arbitraire) de +2,5 à +5 (chevauchement par l'avant), en distinguant si la vache est active (carrés) ou réceptive (triangles - Figure 21).



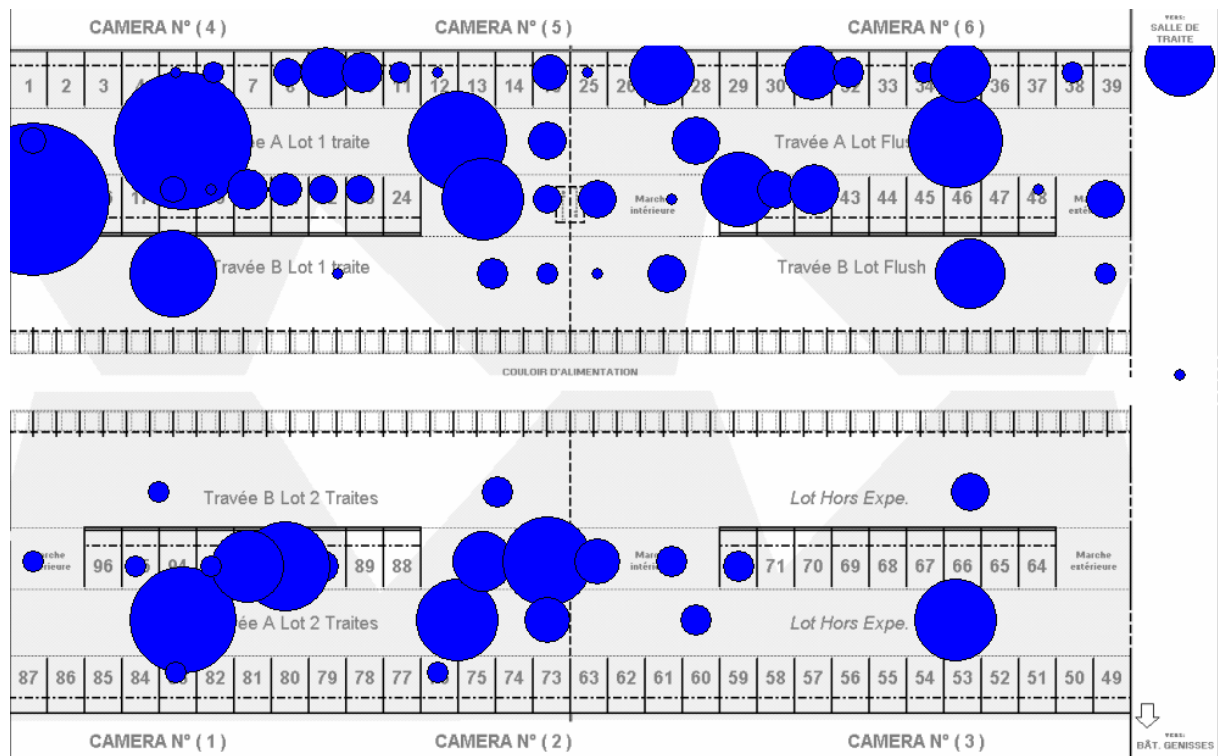
*Figure 21 : Les quatre demi-journées d'observation de la vache 7255*

La vache 7255 présente donc une activité qui se concentre entre 9h et 10h le 13/11, période encadrée de deux autres, de niveau d'activité plus faible que cette première, mais toutefois plus que le reste du graphique : de 2h à 4h30 le 13/11 et de 11h à 14h30 toujours le 13/11. La répartition des évènements suit cette observation, sans distinction des répartitions des comportements plutôt passifs et plutôt actifs.

Pour la répartition spatiale des activités, le plan de l'étable enrichi des points ("spot") d'activités fournit les indications suivantes. Les surfaces des "spots" sont proportionnelles au nombre d'évènements qui y ont été recensés, par exemple ceux concernant la vache 7255. On y aperçoit qu'elle est allée dans la demi-stabulation du "Lot Hors expérimentation", cela correspond aux périodes entourant la traite (la barrière intermédiaire est laissée ouverte).

Plusieurs figures (et annexes) suivantes représentent le plan des stabulations, avec des tâches rondes situées sur les zones où ont été observé les comportements indiqués, et dont le diamètre est proportionnel au nombre de ces évènements recensés (rapporté au nombre total d'évènements). Elles illustrent les chiffres exposés dans le Tableau II et le Tableau III.

On y remarque une tendance à agir plutôt dans des zones stratégiques telles que les marches en hauteurs, les coins d'abreuvements (Figure 22).



*Figure 22 : Répartition spatiale de l'ensemble des activités des 4 vaches.*

Les vaches semblent adopter des répartitions de comportements différents, tant temporelles que spatiales. Certaines sont plus dispersées que d'autres (8378), d'autres plus fixes (6222). Deux vaches du même lot, n'auront pas la même propension à se déplacer : la 6222 va rarement agir dans le lot jouxtant, tandis que la 5214 va y agir.

De même, la 6222 adopte un comportement « idéal », par son niveau d'activité normal bas et par son augmentation brutale et conséquente autour de l'œstrus (3 décembre, de minuit à 7 h). La facilité du repérage est ici aisément assurée.

#### *4.2.1.3 Activité globale*

Outre les points stratégiques déjà évoqués, tels que les abreuvoirs, les marches, la travée extérieure est privilégiée comparée à la travée intérieure, malgré sa plus faible surface. La présence des cornadis et des auges, ne doit pas y être étranger : salissures plus abondantes, gênes des vaches au cornadis, absence d'ouverture vers des logettes individuelles (Figure 22).

Une partie semble particulièrement attractive : la marche extérieure du lot 1 traite, où même la vache 8378 (du lot FLUSH qui jouxte le lot 1 traite) y a plus d'activité que sur le reste de la surface de sa demi-logette, alors qu'elle n'y a accès que durant les moments d'ouverture de la barrière mobile lot 1 / lot flush, soit 4 à 6 heures par jour maximum, période de nuit exclue (Figure 22).

#### *4.2.1.4 Comportements*

Les comportements saisis durant l'observation vidéo ont été reportés sur les figures suivantes, incluant les occurrences vache par vache, et les totaux par vache et par comportement, ainsi que des sous-totaux par regroupement (arbitraire) de comportements et par vache.

Dans un premier temps, l'étude de la répartition des comportements par vache indique une diversité évidente (Tableau II). Cette diversité empêche de livrer de réelles déductions, juste quelques tendances. L'étude de l'acceptation du chevauchement est ici réduite : seules deux vaches sur les quatre se sont laissées chevaucher, et seule l'une d'entre elles plus d'une fois (6222). D'autre part, les types d'activités les plus observés (changements d'allure exclus) sont du domaine tactile ou olfactif.



*Tableau II : Répartition des activités, par comportement et par vache*

	TOTAL	n°5214	n°6222	n°7255	n°8378
<b>TOTAUX COLONNES</b>	<b>1933</b>	<b>612</b>	<b>629</b>	<b>376</b>	<b>316</b>
ACCEPTTE le chevauchement	11		10	1	
CHEVAUCHE (ou tente)	19	4	5	10	
chevauche par DEVANT (ou tente)	5	4		1	
POSE son menton sur croupe/flancs	40	19	12	9	
POSE son menton sur encolure/épaules					
se frotte le CORPS contre le CORPS	5	1	3	1	
se frotte la TÊTE contre la TÊTE	55	12	27	10	6
se frotte le CORPS contre la TÊTE					
se frotte la TÊTE contre le CORPS	12	3	9		
se frotte la TÊTE contre la CROUPE	16	8	6		2
se rapproche de l'ENCOLURE	38	15		11	12
se rapproche du CORPS	45	7	34	4	
renIFLE flanc/ventre/mamelle	30	9	1	5	15
Renifle l' ARRIERE train	190	87	35	36	32
LECHE l'arrière train	6	1		4	1
tourne son encolure vers ses flancs	37	13		1	23
pointe ses OREILLES	9	3	3	2	1
gratte le SOL	10			3	7
HUME l'air	28	13		7	8
a une grande AGITATION					
MEUGLE					
se DEPLACE	429	172	178	53	26
s'ARRETE	372	112		127	133
change d'ALLURE (vitesse)	498	104	306	58	30
a des GLAIRES vulvaires translucides					
a les poils EBOURIFFES					
a fait qqchose non codifié	57	13		24	20
aurait du faire					
est en chaleur d'après P4					
a son DEC qui clignote	21	12		9	
est en chaleur d'après animaliers					
<i>Chevauchements</i>	35	8	15	12	
<i>Contacts</i>	211	65	91	35	20
<i>Odeurs</i>	226	97	36	45	48
<i>Attitudes</i>	84	29	3	13	39
<i>Allures</i>	1299	388	484	238	189
<i>Autres</i>					
<i>Plus</i>	57	13		24	20
<i>Détection</i>	21	12		9	

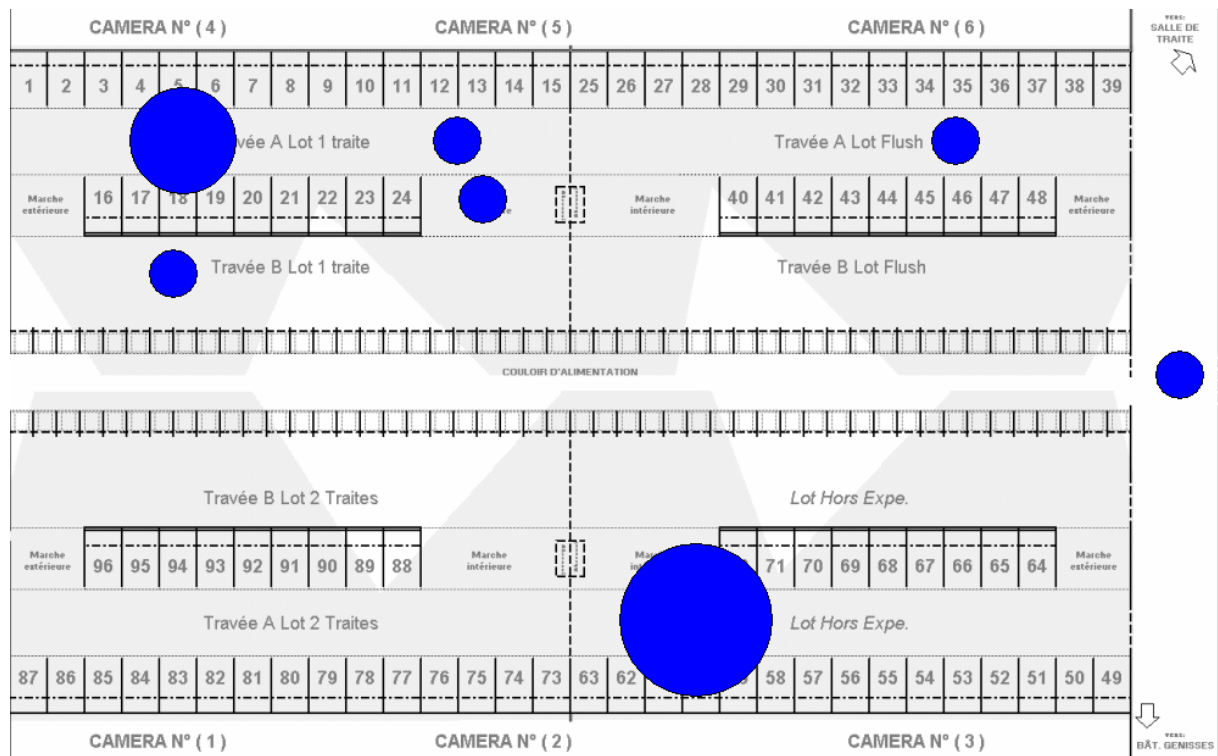
Ces mêmes évènements peuvent être classés par zone et non plus par comportement (Tableau III). Cette présentation permet de dégager des zones sur lesquelles l'activité générale est favorisée, comme les logettes d'une part, et les travées externes (longeant le couloir central), les cotés extérieurs des travées (des deux cotés des lots), et les marches d'autre part. Cette répartition peut s'expliquer par le paillage d'une part et par le contact visuel direct d'autre part. Concernant les marches intérieures, elles regroupent à la fois le contact avec le lot adjacent et le point de ralliement de l'abreuvoir.

Ce tableau livre une seconde série d'informations : l'allure adoptée par la vache durant le comportement. La majorité d'entre eux se déroulent debout, "à l'arrêt". Il s'en passe moitié moins lorsque la vache marche, et sept fois moins la vache couchée. Cet état de fait est évident, et il ne faut pas en conclure que la vache est plus souvent à l'arrêt qu'en marche et qu'en position couchée : les chiffres dénombrent des évènements, et ne mesurent aucune durée.

**Tableau III : Répartition des activités, par zone, par vache, et selon l'allure**

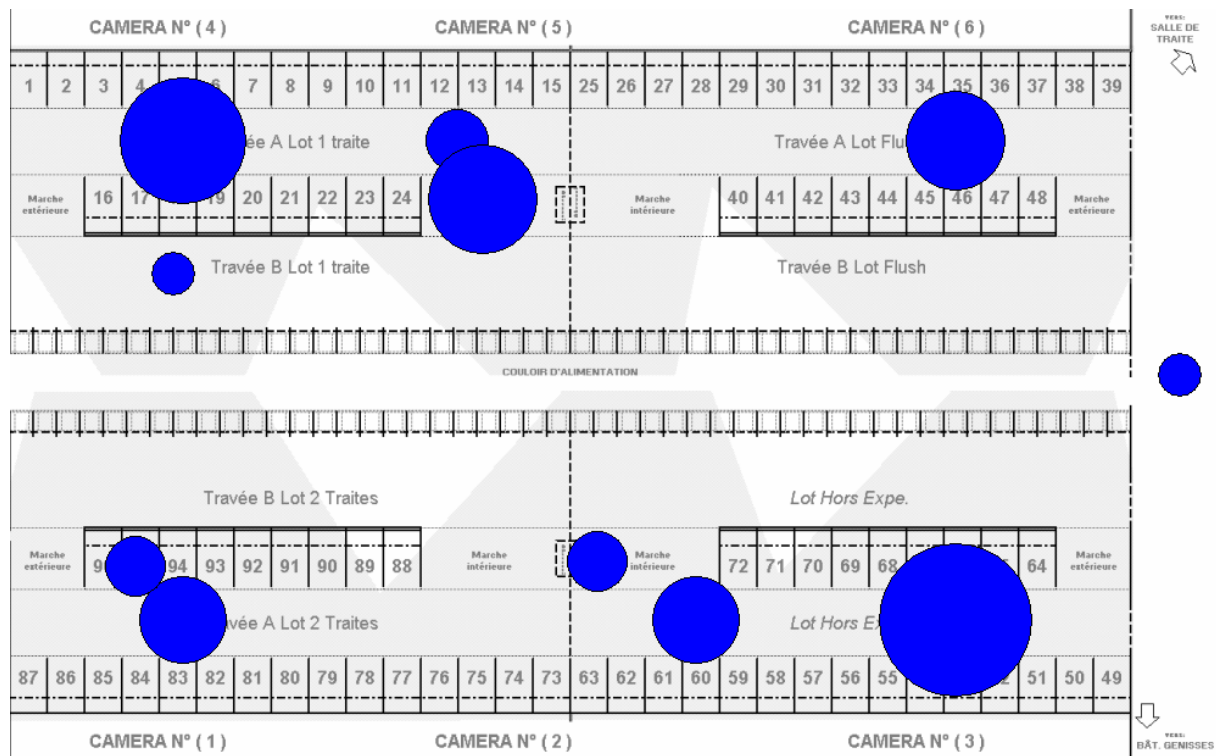
	TOTAL	n°5214	n°6222	n°7255	n°8378	Couchée	Debout	Marche	Court
<b>TOTAUX COLONNES</b>	<b>613</b>	<b>212</b>	<b>145</b>	<b>129</b>	<b>127</b>	<b>68</b>	<b>353</b>	<b>180</b>	<b>12</b>
<b>Zones 1 à 96</b> (Logettes)	147	44	21	34	48	68	76	3	
<b>Zones X</b> (Travées externes, coté extérieur)	167	61	64	35	7		81	84	2
<b>Zones A</b> (Travées externes, coté intérieur)	75	44	14	15	2		30	43	2
<b>Zones Y</b> (Travées centrales, coté extérieur)	52	12	26	4	10		23	27	2
<b>Zones B</b> (Travées centrales, coté intérieur)	9	2	1	2	4		4	5	
<b>Zones E</b> (Travées externes, bord extérieur)	2	1			1		2		
<b>Zones L</b> (Travées centrales, bord extérieur)	1				1		1		
<b>Zones I</b> (Travées externes, bord intérieur)	12	8		4			10	2	
<b>Zones C</b> (Travées centrales, bord intérieur)	4	3	1				4		
<b>Zones N</b> (Marches coté extérieur)	54	11		1	42		53		1
<b>Zones M</b> (Marches coté intérieur)	45	24	12	9			26	14	5
<b>Zones O</b> (Abreuvoirs, marches intérieures)	25		2	19	4		23	2	
<b>Zones H</b> (Hors champs caméras)	7	1		6			7		
<b>Aux rateliers</b>	12	1	3		8		12		
<b>A la traite</b>	1		1				1		
<b>Logettes</b>	147	44	21	34	48	68	76	3	
<b>Travées (sauf extrémités)</b>	303	119	105	56	23		138	159	6
<b>Extrémités des travées</b>	19	12	1	4	2		17	2	
<b>Marches</b>	124	35	14	29	46		102	16	6
<b>Autres</b>	20	2	4	6	8		20		
<b>Votation des comportements :</b>									
<b>lors de la traite</b>	1		1						
<b>en stabu. hors caméra</b>	7	1		6					
<b>vache couchée</b>	68	28	4	21	15				
<b>vache en station debout</b>	345	102	57	77	109				
<b>vache en marche</b>	180	79	74	25	2				
<b>vache en marche rapide / course</b>	12	2	9		1				

Sur la Figure 23, l'acceptation du chevauchement de la 7255 correspond au plus gros cercle, puisque seul évènement dans ce lot. Les 10 acceptations de la 6222 se répartissent dans les travées de son lot (lot 1 traite), avec un lorsqu'elle était à son cornadis (non bloquée) et un lorsqu'elle était dans le lot voisin.



*Figure 23 : Répartition spatiale des acceptations de chevauchements*

Les activités de chevauchements, c'est-à-dire les chevauchements ou tentatives, par l'arrière ou par l'avant, se répartissent aussi dans les travées, probablement pour des raisons de place (Figure 24).



**Figure 24 : Répartition spatiale des chevauchements**

Les autres activités, celles de contacts, les flairages et les léchages (Annexe I) ainsi que l'adoption de comportements individuels (Annexe II), se retrouvent dans les trois lots, et concernent aussi bien les zones de circulation et de rencontre que celles de calme et d'immobilité. Avec les points préférentiels décrits ci-dessus.

#### **4.2.2 Etude du système DEC**

##### **4.2.2.1 Présentation**

Le relevé de chaque DEC est effectué entre 10h et 11h30. Sont donc remarqués les clignotements correspondants jusqu'aux chaleurs ayant débuté (d'après les DEC) la veille vers 14h-15h30 (premier clignotement vers 16h-17h30 et fin des 9 clignotements vers 10h-11h30).

Les chaleurs débutant entre 11h30 et 14h-15h30 sont donc mésestimées par la méthode des DEC dans cette "étude" approximative car non relevées. En parallèle les chaleurs sont récupérées du planning des animaliers.

#### 4.2.2.2 Confrontation du système DEC avec l'Observation Visuelle classique

L'unité est le relevé, chaque unité correspond à un jour et à une vache. Si le DEC clignote de façon compatible (nombre de clignotements) avec des chaleurs relevées ce jour pour cette vache, elle est considérée comme [DEC+;Chaleurs+]. L'étude a concerné 72 vaches au total répartie sur 73 jours, avec une moyenne de 19 vaches par jour. La catégorie des [DEC-;Chaleurs-] correspond au nombre de jours où ni chaleurs ni clignotements de DEC n'ont été remarqués (pour une vache donnée avec un DEC en place). Les catégories [DEC+;Chaleurs-] et [DEC-;Chaleurs+] correspondent respectivement aux faux positifs et aux faux négatifs.

*Tableau IV : Résultats du système DEC confrontés à l'observation visuelle classique*

	DEC(+)	DEC(-)	
Chaleurs(+)	10	27	37
Chaleurs(-)	59	1336	1395
	69	1363	1432

Dans cette étude approximative, une vache n'est plus comptabilisée dès qu'elle perd son DEC. Les chaleurs situées entre cette perte et l'IA ne sont donc comptabilisées ni en "DEC(+)" ni en "DEC(-)" ce qui, à priori, surestime les aptitudes du DEC.

Cette étude n'est d'ailleurs qu'indicative : elle ne prend comme référence que la méthode de détection visuelle. Or, cette méthode n'est pas infallible (bien qu'elle obéisse à un protocole rigoureux et que son efficacité ait été vérifiée lors d'un essai l'année passée).

Les qualités du système DEC estimées sur un petit nombre d'animaux sont les suivantes :

- Sensibilité (% de chaleurs détectées par le DEC) :

$$P [ \text{DEC}+ / \text{Ch}+ ] = \text{Se} = 27\% = 10 / 37$$

- Spécificité (% de "non-chaleurs" ne donnant pas suite à un clignotement du DEC) :

$$P [ \text{DEC}- / \text{Ch}- ] = \text{Spe} = 96\% = 1336 / 1395$$

- Valeur Prédictive Positive (Probabilité qu'il y ait chaleurs lorsque le DEC clignote) :

$$P [ \text{Ch}+ / \text{DEC}+ ] = \text{V.P.P.} = 14\% = 10 / 69$$

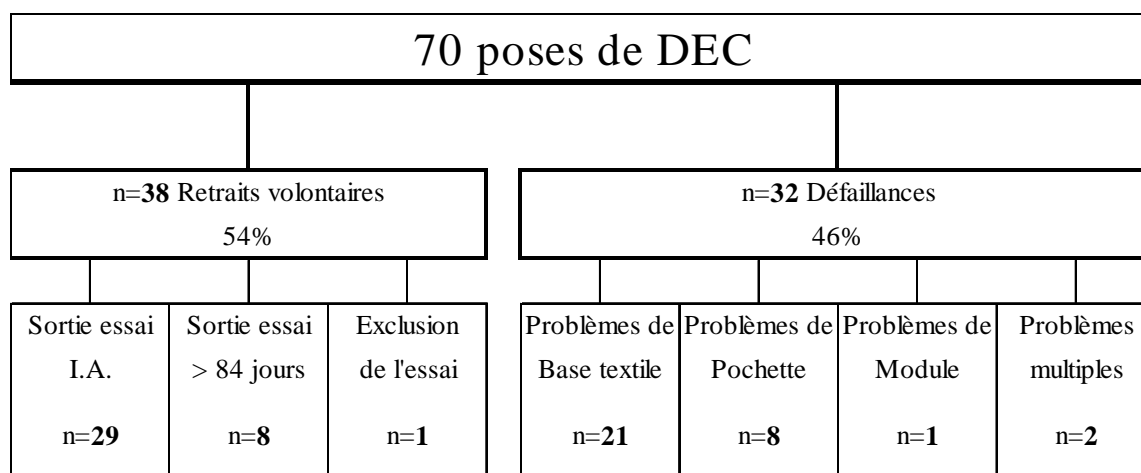
- Valeur Prédictive Négative (Probabilité qu'il n'y ait pas chaleurs lorsque le DEC ne clignote pas) :

$$P [ \text{Ch}- / \text{DEC}- ] = \text{V.P.N.} = 98\% = 1336 / 1363$$

Le DEC en tant que "test" semble donc peu sensible (27%) mais assez spécifique (96%). De même, en tant que prédicteur de chaleurs, il a une mauvaise VPP (14%) mais une bonne VPN (98%). Cette "sensibilité négative" (bonnes spécificité et VPN) peut s'expliquer en partie par le fait que seuls 37 jours correspondent à des chaleurs contre 1395 à des "non chaleurs" (3% contre 97% du total) et que par "défaut" le DEC ne s'allume pas.

#### 4.2.2.3 Bilan des défaillances relevées sur les « Système DEC »

Le système DEC présente de forts pourcentages de perte (Figure 25), ce qui peut notamment s'expliquer par les logements de type logettes, et la présence de nombreuses cordes et piquets sur et contre lesquelles les animaux se frottent et s'appuient.



*Figure 25 : Devenir des DEC posés*

Les retraits volontaires dus à l'IA représentent 41% des systèmes, ce qui reste honorable face à l'expression de l'acceptation du chevauchement dans un troupeau. Cela étant, ces IA ont souvent été motivées par des moyens indépendants des systèmes DEC : en effet, l'essai pratiqué n'a pas permis d'inséminer sur indication du DEC.

Parmi les défaillances, la base textile est la plus grande, et sur les 21 problèmes relevés, 13 ont causé la chute du système, et 8 ont motivé le retrait de la base textile qui ne tenait plus assez. Les pochettes ont également causé la chute du module (n=2) mais se sont aussi déchirées (n=3) ou ont motivé leur retrait (n=3). Le problème du module a été de ne plus être sensible aux pressions, et les problèmes multiples concernent la pochette et la base textile.

Ces systèmes de détection électronique, par leur fort coût, ne semblent pas adaptés au type d'élevage dans lequel il a été utilisé dans cet essai (logettes, stabulation libre cloisonnée), et doivent donner de meilleurs résultats dans d'autres conditions où leur rentabilité peut donc s'avérer, notamment les élevages extensifs avec des bâtiments plus larges et mieux adaptés, ou même en plein air.



## **CONCLUSION**



## 5. Conclusion

De cette étude découlent donc plusieurs constats. Tout d'abord, les performances en reproduction des troupeaux français se sont dégradées, tant en raison de l'évolution des caractéristiques du cheptel français qu'à celle du travail agricole en général.

D'autre part, l'utilisation de la seule acceptation du chevauchement pour détecter les vaches en œstrus risque d'aboutir à des diminutions de résultats. L'usage de signes comportementaux secondaires est risqué puisque aucun autre n'est ressorti spécifique de l'œstrus. Par contre l'étude de l'activité globale semble pouvoir déboucher sur des améliorations significatives, s'il est possible de fixer des seuils d'alerte convenables, à l'instar des systèmes podométriques.

L'étude expérimentale menée à la ferme de l'INRA a été poursuivie sur le troupeau, et il en est ressorti un seuil d'alerte intéressant (9). L'observation de 4 des signes comportementaux peu spécifiques, au cours d'un quart d'heure continu, a détecté les 38 vaches en chaleur sur 38, avec seulement 1 faux positif ; et celle de 5 signes durant un quart d'heure a permis de détecter 36 vaches sur 38, mais sans faux positifs. Ces résultats sont positifs, mais ne reflètent pas la réalité de la détection des chaleurs : les moyens à mettre en œuvre pour pouvoir détecter tous ces signes et 24 heures sur 24 n'existent pas encore.

Enfin, les systèmes automatiques de mesures comme le DEC, qui visent à remplacer l'homme dans la détection des chaleurs, sont peu adaptés. Et si leur potentiel technique pouvait s'ajuster aux particularités des élevages français, leur fixation pose malheureusement de nombreux problèmes.

En conclusion, la meilleure méthode de détection des périodes d'œstrus reste l'observation humaine, fiable et ajustable aux conditions rencontrées. Cela étant, cette solution n'est pas non plus pleinement satisfaisante, car elle exigerait un emploi du temps impossible pour obtenir une observation assez perspicace pour améliorer notablement les résultats actuels. La meilleure solution reste l'observation visuelle, soit vingt minutes deux à trois fois par jour, tant que les moyens techniques n'évoluent pas pour détecter plusieurs paramètres non spécifiques.

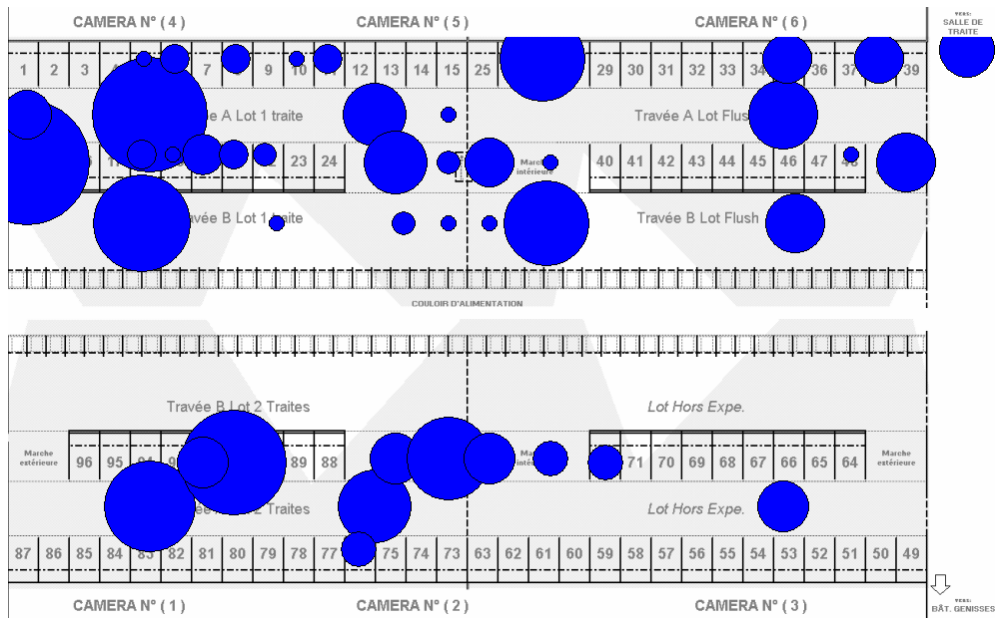


Rapport-Gratuit.com

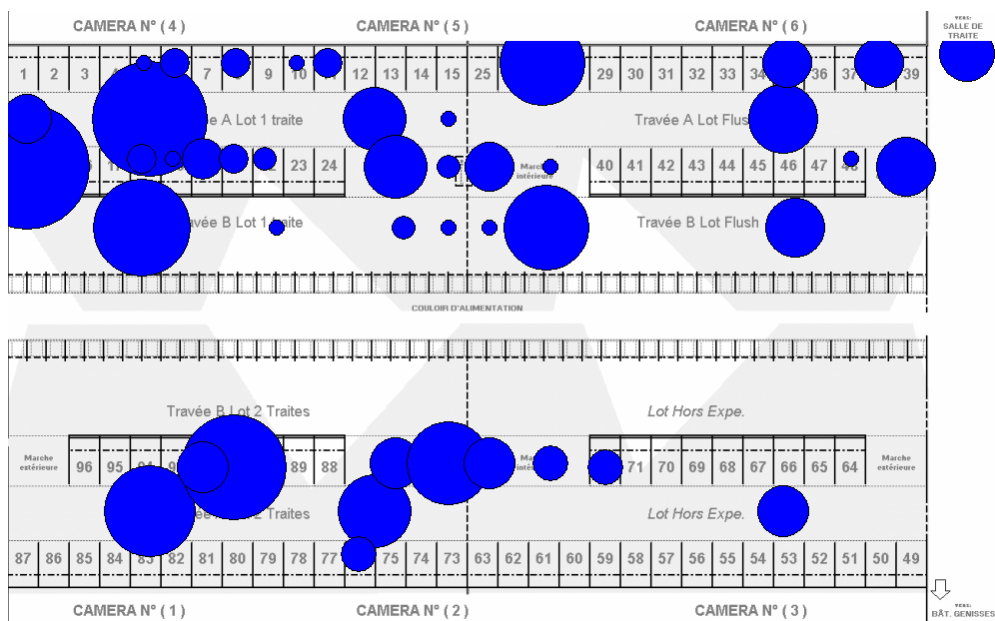
ANNEXES



## 6. Annexes



*Annexe I : Répartition spatiale des activités de contact*



*Annexe II : Répartition spatiale des activités de flairages, léchages et attitudes.*





**BIBLIOGRAPHIE**



## 7. Bibliographie

- 1/ ABPV S.A. (Amélioratrice Bovine Poitou Vendée), image de bombes colorantes [<http://www.abpv.fr>], consulté le 05/02/2003.
- 2/ AFIKIM S.A.E., image de chevauchement, vache numérotée à la bombe de peinture [[http://www.afimilk.com/afiact\\_fr.html](http://www.afimilk.com/afiact_fr.html), <http://www.afimilk.com/images/act.jpg>], consulté le 05/02/2003.
- 3/ Agrilog S.A.S., images de blocs, colliers et harnais marqueurs [<http://www.agrilog.fr>], consulté le 09/01/2004.
- 4/ 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.
- 5/ 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.
- 6/ Biovet Inc, 2002. OVUCHECK<sup>®</sup> PLASMA : Measurement of Progesterone in Plasma or Serum. (en ligne), [<http://www.compasnac.com/cancvp/36/3694/3694000.htm>], mise à jour 23/08, consulté le 02/09/2004.
- 7/ Biovet Inc, 2003. OVUCHECK<sup>®</sup> MILK : Measurement of Progesteron in Bovine Milk. (en ligne), [<http://www.compasnac.com/cancvp/36/3694/3694003.htm>], mise à jour 10/02, consulté le 02/09/2004.
- 8/ BOUISSOU M.F. (1964). Observations sur la hiérarchie sociale chez les bovins domestiques. Mémoire de sciences naturelles, Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

- 9/ 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.
- 10/ DISKIN M.G., SREENAN J.M. (2000). Expression and detection of œstrus in cattle. *Reprod. Nutr. Dev.* 40, 481-491.
- 11/ 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.
- 12/ 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](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.
- 13/ 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.
- 14/ GWAZDAUSKAS FC, NEBEL R.L., SPRECHER D.J., WHITTIER W.D., MCGILLIARD M.L. (1990). Effectiveness of Rump-Mounted and Androgenized females for Detection of Estrus in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 73, 2965-2970.
- 15/ 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 électronique des chevauchements pour la détection des vaches en chaleur : possibilités et limites. *Revue Méd.Vét.*,2000,151,11)
- 16/ 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.
- 17/ HEERCHE G. JR, NEBEL R.L. (1994). Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J. Dairy Sci.* 77, 2754-2761.

- 18/ Kamar Inc., images du système Kamar [<http://www.kamarinc.com>], consulté le 16/01/2003.
- 19/ 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.
- 20/ ORIHUELA A. (2000). Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle : a review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70(2000), 1-16.
- 21/ Raidex GmbH, image de crayons marqueurs [<http://www.raidex.de>], consulté le 16/01/2003.
- 22/ Reproduction Behaviour. Chapitre Cow Behaviour, 81-99.
- 23/ RODTIAN P, ET AL. (1996). Oestrous behaviour of holstein cows during cooler and hotter tropical seasons. *Anim. Prod.* 45, 47-58.
- 24/ SAUMANDE J. (2000). La détection électronique des chevauchements pour la detection des vaches en chaleur : possibilités et limites.. *Revue Med. Vet.* 151-11, 1011-1020.
- 25/ SENGER P.L. (1994). The estrus detection problem : new concept, technologies, and possibilities.. *J. Dairy Sci.* 77, 2745-2753.
- 26/ SHIPKA M.P. (1999). A note on silent ovulation identified by using radiotelemetry for estrous detection. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66(2000), 153-159.
- 27/ STEVENSON J.S., SMITH M.W., JAEGER J.R., CORAH L.R., LEFEVER D.G. (1996). Detection of oestrus by visual observation and radiotelemetry in peripubertal, estrus-synchronized beef heifers. *J. Anim. Sci.* 74, 726-735.
- 28/ 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.

- 29/ 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.
- 30/ 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.
- 31/ 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.
- 32/ WISE T.H., CATON D., THATCHER W.W., BARRON D.H., FIELDS M.J. (1982). Ovarian function during the estrous cycle of the cows : ovarian blood flow and progesterone release rate. *J. Anim. Sci.* 55 (3) : 627-637.
- 33/ 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.

# **TECHNIQUES DE DETECTION DE L'ŒSTRUS CHEZ LA VACHE LAITIERE**

**DOUCET Matthieu**

## **RESUME :**

Le secteur laitier de la production animale bovine dépend en premier lieu à la fécondité et à la fertilité du troupeau. La reproduction assure non seulement la production mais aussi la pérennité de l'élevage, et elle s'effectue majoritairement par l'IA. Cette étape est critique, et doit s'effectuer au bon moment, celui où la vache est féconde. Cette période physiologique (œstrus) est repérable grâce à des manifestations comportementales (« chaleurs »). L'acceptation du chevauchement en est le signe le plus spécifique, mais il reste peu sensible.

La recherche d'autres signes se justifie donc, et elle doit s'opérer selon une étude double : leur expression par les vaches ainsi que leur détectabilité par l'homme. Cette étude recense les comportements « candidats » ainsi que d'autres signes (physiologiques), teste leur pertinence au sein d'un troupeau de 72 vaches laitières et évalue leurs méthodes de détection via plusieurs techniques.

Les quatre vaches suivies de près ont toutes manifesté un comportement d'œstrus, mais chacune différemment. Outre l'acceptation du chevauchement, elle ont manifesté des comportements déjà décrits, mais pas de manière suffisamment significative pour en déduire une règle de probabilité fiable. En pratique, il semble évident de devoir croiser les informations des divers signes, et surtout de connaître les vaches individuellement. Pour conforter cette tendance, il faudrait dépouiller plus de données, et notamment des périodes « témoins » (hors œstrus).

L'efficacité des diverses assistances à la détection est très variable, et semble dépendre des conditions d'utilisation et surtout par des spécificités des élevages. Les élevages français ne rassemblent pas les critères pour l'application de techniques d'assistance élaborées mais coûteuses, ce qui rend peu rentable leur usage. L'utilisation de techniques moins pratiques mais beaucoup moins onéreuses en ressort donc confortée.

**MOTS CLES :** oestrus, comportement sexuel, détection, vache laitière, bovin

## **JURY :**

Président : Pr.

Directeur : Pr. Vét. Grimard-Ballif B.

Assesseur : Dr Ponter A.

Invités : Pr. Vét. Disenhaus C., M. Kerbrat S.

## **Adresse de l'auteur :**

29 avenue André Marie Ampère, 77420 Champs sur Marne, France

# **DAIRY COW OESTRUS DETECTION METHODS**

**DOUCET Matthieu**

## **SUMMARY :**

The milk sector of the cattle industry depends primarily on fecundity and fertility of the cattle. Reproduction ensures not only production but also the survival of the herd and is mainly achieved through AI. This technique must be performed at the right moment, when the cow is open. The physiological state (oestrus) can be detected by the observation of changes in behaviour ("heat"). Acceptation of mounting is the most specific sign, but it is not very sensitive.

Therefore, looking for other signs is relevant and this research must be oriented in two directions: demonstration of these signs by the cow and detectability by breeders. This study lists the various candidate "behaviour signs" as well as other signs (physiological), tests their pertinence within a herd of 72 dairy cows and evaluates the available detection techniques.

Four cows were monitored in detail. They all showed specific oestrus behaviour, however the expression of oestrus was different. In addition to the acceptance of mounting, the cows showed previously described behaviour, however statistical analysis was not possible. In practice, cross-examination of the different signs appears to be essential, in addition to knowing each cow individually. To confirm this trend, more data needs to be analysed, especially data collected during "control periods" (outside oestrus).

The efficiency of the different methods of detection was variable and seems to depend on farm-management. French farms do not meet the appropriate criteria for the application of elaborate but expensive support techniques, which makes their use non-profitable. The use of less easy-to-use but also less expensive techniques is therefore supported.

**KEY WORDS :** oestrus, reproduction behaviour, detection, dairy cow, bovin

## **JURY :**

Président : Pr.

Director : Pr. Grimard-Ballif B.

Assessor : Dr. Ponter A.

Guests : Pr. Disenhaus C., M. Kerbrat S.

## **Author's address :**

29 avenue André Marie Ampère, 77420 Champs sur Marne, France