

ISARA-Lyon
23 rue Jean Baldassini
69364 LYON CEDEX 07

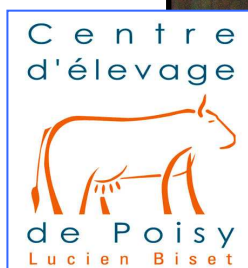


Centre d'Élevage de POISY
Le Crêt - 74330 POISY



MEMOIRE de FIN D'ETUDES
Document de synthèse

**DETECTION DES CHALEURS DES
VACHES LAITIERES PAR
VIDEOSURVEILLANCE :
EVALUATION DE METHODES D'UTILISATION.**



Mémoire de Fin d'Etudes
35^e Promotion (2002-2007)

GIROUD Olivier
Elève - Ingénieur ISARA-Lyon

Date : Le 21 Septembre 2007

Enseignant Responsable : M. Alain GAY Directeur de Mémoire : M. Thierry HETREAU



Sommaire

INTRODUCTION.....	1
RAPPEL DE L'ORIGINE DU SUJET ET DE LA DEMANDE.....	- 2 -
EXPERIMENTATION: « COMPARAISON DE DIFFERENTES METHODES D'UTILISATION D'UN DISPOSITIF DE VIDEOSURVEILLANCE POUR LA DETECTION DES CHALEURS »	- 4 -
2.1 PROTOCOLE DE L'ESSAI :	- 4 -
2.2. PRINCIPAUX RESULTATS :	- 5 -
<i>a. Temps de travail à consacrer à chaque méthodes :</i>	- 5 -
<i>b. Sensibilité des différentes méthodes :</i>	- 5 -
PRISE DE RECUL SUR L'ESSAI ET L'UTILISATION DE LA VIDEOSURVEILLANCE.	- 6 -
3.1 DISCUSSION SUR LES RESULTATS DE L'ESSAI :	- 6 -
3.2 LIMITES DE L'ESSAI :	- 7 -
3.3 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'UTILISATION DE CE TYPE DE VIDEOSURVEILLANCE :	- 8 -
3.4 IMPACT TECHNICO-ECONOMIQUE SUR L'ELEVAGE :	- 9 -
CONCLUSION	- 10 -
BIBLIOGRAPHIE	- 11 -

Ce document de synthèse est une présentation synthétique de ce que je retiens et de ce que je souhaite faire connaître de mon Mémoire de Fin d'Etudes. Ce M.F.E¹ fait la synthèse d'une étude de terrain: « *Détection des chaleurs des vaches laitières par vidéosurveillance ; évaluation de méthodes d'utilisation* ». Il est construit en 3 parties. La première partie théorique, fait le point bibliographique sur l'oestrus de la vache laitière et sa détection. Cette partie ne sera pas détaillée dans ce document de synthèse. Ce document reprendra principalement les deux autres parties : tout d'abord, le protocole et les résultats de l'essai, puis la prise de recul sur les résultats et sur l'utilisation de ce système de vidéosurveillance. On rappellera dans une première partie l'origine de cette étude.

L'expérimentation s'est déroulée au centre d'Elevage « Lucien Biset » de POISY, en Haute Savoie. Thierry HETREAU est le chef de projet de cette étude à laquelle des professionnels de différents organismes ont collaboré : Claire PONSART, Responsable du service Fertilité Femelle de l'U.N.C.E.I.A.², Pierre PACCARD, Chef de projet Reproduction, nutrition et conduite du troupeau laitier au département technique d'élevage et qualité de l'Institut de l'Elevage et François BADINAND, Enseignant à l'E.N.V.L.³ Le centre d'Elevage de POISY, l'U.N.C.E.I.A. et le PEP bovins lait⁴ de la région Rhône Alpes sont les trois principaux financeurs.

Environ six mois, du 19 décembre 2006 au 31 juin 2007, ont été nécessaires à l'expérimentation, temps comprenant la conduite de l'essai et l'analyse des résultats.

L'expérimentation sera reconduite l'année prochaine pour accumuler des résultats et sera adaptée en fonction de l'analyse des résultats et des remarques de cette première année d'étude.

¹ Mémoire de Fin d'Etudes

² Union Nationale des Coopératives d'Elevage et d'Insémination Animale

³ Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

⁴ Pole d'Expérimentation et de Progrès bovins lait

Rappel de l'origine du sujet et de la demande

L'idée d'utiliser ce type de système de vidéosurveillance pour surveiller les chaleurs est celle de Thierry HETREAU, formateur au Centre d'Elevage « Lucien Biset » de POISY. La ferme du Centre fonctionne grâce à **du personnel qui habite loin du site**, ce qui rend **la surveillance du troupeau difficile et pénible. Les résultats de reproduction sont en baisse** depuis quelques années. De plus, les contacts que M. HETREAU a avec des éleveurs au cours de formations de reproduction, l'ont conforté dans l'idée d'**utiliser un moyen nouveau pour la détection des chaleurs.**



Une acceptation du chevauchement, signe spécifique des chaleurs

Après l'alimentation, la reproduction est le second poste à maîtriser dans les élevages laitiers car la **marge d'amélioration est importante** dans ce domaine. La détérioration de la fertilité observée depuis 15 ans, surtout dans les troupeaux à hauts potentiels laitiers, s'est accompagnée d'un allongement de délai de mise à la reproduction des femelles (*CHEVALLIER et HUMBLLOT - 1998*).

La détection des chaleurs est un des deux leviers importants, avec la surveillance des vêlages, permettant de **maîtriser les résultats de reproduction.**

Pour diverses raisons, **les éleveurs ont de moins en moins de temps** à consacrer à la surveillance de leur troupeau : baisse de main d'oeuvre par exploitation, augmentation de la taille des troupeaux, responsabilités extérieures, besoin de temps libre...

Cependant, le temps passé à la détection des chaleurs est le **facteur principal d'amélioration du taux de détection.** (*GRAVES – 2002, LACERTE et al. - 2003*)

Fréquence des observations (15 min. / observation)	% de vaches détectées en chaleur
3 : à l'aube, le midi et le soir	86
2 : à l'aube et le soir	81
1 : à l'aube	50
1 : le soir	42
1 : le midi	24

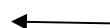


Tableau n° 1 : Pourcentage de vaches détectées en fonction de la fréquence et de la durée des observations
(*LACERTE et al. - 2003*)

Tableau n° 2 : Pourcentage de vaches détectées en fonction du temps d'observation. (GRAVES - 2002)

Nombre d'observation	% de vaches détectées en chaleur		
	Durée d'une observation		
	5min.	10min.	20min.
1	26	52	63
2	36	72	86
3	39	79	95
4	49	82	98

Un système de surveillance automatisé, permettant d'enregistrer les activités du troupeau de façon continue, pourrait pallier en partie le manque de temps, en particulier pour le repérage des chaleurs et la surveillance des vèlages, les deux étapes déterminantes pour une bonne maîtrise des performances de reproduction.

Le Centre d'Elevage « Lucien Biset » de POISY est un centre de formation support d'expérimentations. Il s'y est déjà déroulé de nombreux essais : impact de la température de litières sur les mammites, recherche des meilleurs facteurs d'appétence, effets de la spartamine dans l'alimentation...**La ferme du Centre d'Elevage « Lucien Biset » de POISY était donc le support idéal pour accueillir cette expérimentation.**



Vue aérienne du Centre d'Elevage « Lucien Biset » de POISY

Expérimentation: « Comparaison de différentes méthodes d'utilisation d'un dispositif de vidéosurveillance pour la détection des chaleurs »

2.1 Protocole de l'essai :

Un système de vidéosurveillance des vaches laitières a été installé sur le site du Centre d'Elevage « Lucien Biset » de POISY en Haute-Savoie (troupeau de 80 VL races montbéliarde et abondance - 7500 kg/an). **Quatre caméras fixes**, installées sur les 2 aires de repos paillées, sont reliées à **un ordinateur équipé d'un logiciel de gestion des séquences vidéo**.

Ce logiciel permet l'enregistrement, la numérisation d'images en continu, et surtout la visualisation rapide de n'importe quelle séquence enregistrée sur le disque dur. Il est **possible de naviguer très facilement de caméra en caméra et dans le temps** grâce aux découpages des séquences en heure, dizaine de minutes et minute, et aux fonctions avance/retour rapide paramétrables de 2x à 20x.

Les séquences enregistrées ont été dépouillées chaque jour du 19/12/2006 au 2/04/2007 selon trois méthodes dites « Caméra » :

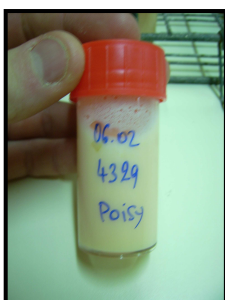
- « **Caméra - 3x30** » : On visualise trois séquences de 30 minutes réparties dans la journée comme suit : de 5 à 5 heures 30, de 11 à 11 heures 30, de 22 à 22 heures 30

- « **Caméra - icônes** » : grâce aux fonctionnalités du logiciel de gestion des images, chaque séquence d'une heure est découpée en six séquences de dix minutes. La première image arrêtée de chaque dizaine de minutes est appelée une « icône ». Nous sélectionnons les séquences à visionner en fonction du nombre de vaches debout, visibles sur chacune des icônes. La séquence de dix minutes est visionnée plus ou moins longtemps en fonction de l'activité observée.

- « **Caméra - continu** » : l'intégralité des séquences enregistrées est visionnée.

Une surveillance classique, méthode dite « **Direct - éleveur** », 4 fois 10 minutes par jour, est réalisée en parallèle par le personnel de la ferme.

Pour toutes les méthodes, **seule l'acceptation du chevauchement** a été retenue comme signe spécifique de chaleur.



Les observations des différentes méthodes ont été comparées à une méthode de référence, basée sur la détection des phases ovulatoires (P.O.) par **dosages bihebdomadaires de progestérone** dans le lait (taux < 2,5 ng/ml, test Ovucheck Milk®, Biovet), réalisés au laboratoire de l'U.N.C.E.I.A. 33 vaches ont été suivies par dosages de progestérone au

Prélèvement de lait envoyé au laboratoire de l'U.N.C.E.I.A pour dosage

cours de l'expérimentation. Pour chacune de ces V.L., on a établi un profil de progestérone permettant de connaître la date exacte de la P.O..

2.2. Principaux résultats :

71 P.O. ont été identifiées grâce au dosage de progestérone. La prochaine année d'étude permettra d'étoffer ces résultats et d'en faire un traitement statistique.

a. Temps de travail à consacrer à chaque méthode :

Le temps nécessaire à l'observation d'un jour représente **le temps passé à l'observation en direct** pour la méthode « *Direct-éleveur* » et **le temps de dépouillement des images** pour les trois méthodes « *Caméra* ». La durée moyenne observée correspond au **nombre d'heures et de minutes visionnées**. La sensibilité est le pourcentage de P.O. détectées parmi la totalité des P.O. identifiées grâce aux profils de progestérone.

	<i>Temps nécessaire à l'observation d'un jour (24h)</i>			<i>Durée moyenne observée</i>
	<i>Moyenne</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	
<i>Direct-éleveur</i>	40 min.	-	-	40 min.
<i>Caméra - 3x30 min</i>	6 min. 15	14 min.	3 min.	1 h. 20
<i>Caméra-icônes</i>	20 min. 10	32 min.	8 min.	6 h. 00
<i>Caméra-continu</i>	60 min. 00	109 min.	34 min.	20h.30

Tableau n°3 : Temps de travail à consacrer à chacune des différentes méthodes d'observation des chaleurs (*n P.O. = 71*)

La méthode « *Caméra - 3x30* » a été biaisée. La sensibilité de cette méthode a donc été écartée. Le temps de dépouillement et la durée moyenne observée n'ont pas été affectés par ce biais.

La valeur du rapport « durée observée/durée d'observation » varie selon les méthodes. Ainsi pour la méthode « *Direct-éleveur* », on visualise 1 minute en 1 minute, alors que l'on arrive à décrypter, en 1 minute, respectivement 12 minutes 50 secondes pour la méthode « *Caméra - 3x30* », 18 minutes pour la méthode « *Caméra - icônes* » et 20 minutes 30 secondes pour la méthode « *Caméra - continu* ».

b. Sensibilité des différentes méthodes :

La sensibilité d'une méthode est le **rapport entre le nombre de chaleurs détectées par cette méthode et le nombre de chaleurs détectées grâce à une méthode de référence**, ici la progestérone.

	<i>Sensibilité</i>
<i>Direct-éleveur</i>	76 %
<i>Caméra-icônes</i>	77 %
<i>Caméra-continu</i>	86 %
Toutes méthodes confondues	94 %

Tableau n°4 : Sensibilité des différentes méthodes d'observation des chaleurs

Les méthodes « *Direct – éleveur* » et « *Caméra – icônes* » détectent respectivement 76 % et 77 % des P.O. La méthode « *Caméra-continu* » est plus sensible et détecte 86 % des P.O. Grâce à la synthèse des observations de toutes les méthodes, on peut dire que 94 % de P.O. se manifestent par l'acceptation au chevauchement. Ainsi, seulement 6 % des chaleurs n'ont pas été exprimées par le signe caractéristique des chaleurs, l'acceptation du chevauchement. Elles sont dites « discrètes » (pas d'acceptation du chevauchement, mais signes secondaires), ou « silencieuses » (pas de signes de manifestation de chaleurs).

Il faut retenir de cet essai le bon taux de détection des chaleurs dans cet élevage quelles que soient les méthodes. L'utilisation de la méthode de dépouillement des images « *Caméra - icônes* » est intéressante. La méthode « *Caméra – 3x30* » est à reprendre. Tous les résultats sont discutés et expliqués dans la partie suivante.

Prise de recul sur l'essai et l'utilisation de la vidéosurveillance.

3.1 Discussion sur les résultats de l'essai :

Un taux de détection de seulement 50 % est assez fréquemment cité (*SENGER - 1994, AT-TARAS et SPAHR - 2001, NEBEL – 2003, PERALTA et al. - 2005*), avec un temps de surveillance de 4 fois 5 minutes par jour. **Cette sensibilité est bien plus élevée dans notre étude (méthode « *Direct – éleveur* » : 76 %) :** elle peut être expliquée par le temps d'observation relativement important, peu représentatif des pratiques moyennes dans les exploitations d'élevage, car rares sont les éleveurs qui acceptent de passer du temps spécifique à la surveillance des chaleurs. Ce taux reflète une bonne détection des chaleurs dans l'élevage de POISY où les vaches manifestent bien leur chaleur.

L'observation visuelle nécessite dans notre essai deux fois plus de temps pour détecter le même nombre de chaleurs que la méthode « *Caméra-icônes* ».

On peut donc dire que **la méthode « *Caméra-icônes* » est deux fois plus efficace que l'observation visuelle en direct.** Il faut dépouiller les enregistrements des deux aires paillées. Pour un éleveur n'ayant qu'une seule aire paillée, l'efficacité sera quatre fois meilleure.

L'efficacité de la détection des chaleurs est définie par le rapport taux de détection / temps passé. En condition d'élevage classique cette méthode de vidéosurveillance permettra sans doute de passer de 50 % à 80 % de chaleurs détectées dans le même temps (20 minutes), le taux de détection de **la méthode « *Caméra – icônes* » s'apparente à celui d'une**

observation visuelle en direct de 4 fois 10 minutes, 82 % selon la bibliographie (Cf. *tableaux n° 2*).

L'utilisation des caméras permet de visionner une plus grande période, de jour comme de nuit, ce qui permet de détecter les chaleurs fugaces qui durent moins de 6 heures.

ROELOFS *et al.* (2005) ont observé 42 % de P.O. non accompagnées d'acceptations du chevauchement. KERBRAT et DISENHAUS (2004) en ont observées 50 %. **Le pourcentage de chaleurs discrètes, caractérisées par l'absence de l'acceptation du chevauchement est bien moins élevé dans l'essai que dans la littérature.** 6 % des oestrus ne se manifestent pas par l'acceptation du chevauchement. Les facteurs d'élevage, favorables à l'expression de signes de chaleur peuvent expliquer en partie cette différence.

3.2 Limites de l'essai :

L'essai s'est déroulé dans des **conditions d'élevages favorables à la manifestation de chaleurs**. Un sol souple, **aire paillée**, facilite la manifestation des chaleurs (BRITT, 1982). Les vaches étudiées, de races **Montbéliardes et Abondances** avec un **niveau de production peu élevée**, présentant **peu d'anomalie de cyclicité**, manifestent bien leur chaleur. Les notations d'état corporel, réalisées durant l'expérimentation, n'ont pas révélé d'animaux en dessous de 2. Une note d'état d'engraissement supérieure à 2 est un facteur favorisant une bonne manifestation des chaleurs. (FRERET *et al.* - 2005).

L'étude est à réaliser dans un élevage où la détection des chaleurs est difficile, en élevage Prim'Holstein hautes productrices particulièrement.

Le système utilisé **n'est pas utilisé à 100 % de ces capacités**. Il est équipé d'un **détecteur de mouvement** permettant d'écarter les séquences sans activité, inutile à la détection des chaleurs. Le réglage du taux de détection de mouvement n'est pas bien utilisé, il a été bloqué arbitrairement à 90 %. Un réglage plus fin de ce taux permettrait de diminuer le temps de dépouillement en éliminant les séquences avec peu de mouvements.

Le système pourrait être couplé d'un **détecteur de chevauchement** spécifique. La première chose remarquable lorsqu'une vache en chevauche une autre, c'est qu'elle est bien plus haute que les autres, environ un mètre au dessus. Un « **plafond** » de laser, traversé par la vache active lors du chevauchement, nous indiquerait le moment des chevauchements. A moindre frais, un filet peut être tendu au dessus des animaux. Ces indications permettraient de cibler très rapidement les séquences à visualiser. L'intégration au système d'un **logiciel de reconnaissance de forme** (forme du chevauchement), est également possible et permettrait

d'obtenir les mêmes indications. Le temps d'observation serait sans doute raccourci, mais le prix du système augmenté.

Enfin, pour ne pas biaiser l'étude, le dépouillement des images enregistrées s'est fait sans l'appui d'outils d'élevage et isolé des observations faites en direct. **L'utilisation combinée de différents outils d'aide à la détection**, comme le feront les éleveurs, permettra d'être plus efficace. Grâce aux suivis des événements de reproduction, l'éleveur pourra concentrer son attention sur les vaches qui doivent venir ou revenir en chaleur. Il pourra déceler les signes secondaires de chaleurs car il surveillera en particulier, une ou seulement quelques vaches. Les images seront ainsi dépouillées plus rapidement et sans doute plus



efficacement car la **prise en compte des signes secondaires** dans la détection des chaleurs a déjà permis d'augmenter le taux de détection (*KERBRAT et DISENHAUS - 2004*).

Reniflement de la zone périnéale, signe secondaire d'une vache en chaleur.

3.3 Avantages et inconvénients de l'utilisation de ce type de vidéosurveillance :

Voici un tableau permettant de faire la synthèse des avantages et des inconvénients d'utiliser ce système de vidéosurveillance sur son élevage :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Permet de visualiser les images en différé, celles de la nuit y compris : adapter à la disponibilité de l'éleveur - Influence sur le délai de mise à la reproduction, facteur déterminant sur la réussite à l'I.A. - Bon rapport durée observée / durée d'observation. - Fonctionnalité du logiciel : Vitesse de lecture variable, déplacement dans la journée facile... - Permet de surveiller le troupeau sans être vu et sans être obligé de se déplacer .- Multi usage : surveillance des chaleurs, des vêlages, d'une vache en particulier... 	<ul style="list-style-type: none"> - Inutile si les vaches ne manifestent pas de signes de chaleurs. - Difficilement utilisable aux pâturages, hors bâtiment - Difficulté d'identifier les animaux par leur robe. - Nouvel investissement. - Observation hors troupeau : pas d'observations précises (rumination, notes d'état corporel, aspect des bouses, blessures, ...) ou de touchés possibles - Effet de la lumière sur les animaux ?

3.4 Impact technico-économique sur l'élevage :

On part de deux hypothèses :

- la **vidéosurveillance permet de détecter 25 % à 30 % de chaleur en plus dans le même temps**. On a vu plus haut (*Cf. p.7*) que l'utilisation de la méthode de dépouillement des images « *Caméra - icônes* » permettra en condition d'élevage de passer d'un taux de détection de 50 % à 75 % (taux de détection observé au Centre d'Élevage de POISY) voir 82 % (selon la bibliographie) en passant 20 minutes par jour à surveiller les chaleurs.

- Le coût d'un système de vidéosurveillance, amorti sur 10 ans, est de **700 €/an** clefs en main.

D'après une étude de VRIES (2003) et par extrapolation, passer d'un taux de détection de 50 % à 75 % permet d'économiser en moyenne 36,70 €/V.L./an. Ainsi, le système serait **rentable à partir de 20 V.L.**

Après un calcul, utilisant des chiffres issues d'études d'HEERSCHE et NEBEL (1994) et LE LAN (2005), on trouve que de passer d'un taux de détection de 50 % à 80 % permet d'éviter un perte de 32,10 €/V.L./an. Avec ce chiffre, le système serait **rentable à partir de 22 V.L.**

Un cheptel d'une vingtaine de V.L. semble cependant trop faible pour ce permettre d'investir dans un tel système. **La rentabilité économique est difficile à chiffrer** car elle dépend de nombreux facteurs : la configuration du bâtiment, influençant sur le nombre de caméras, le pourcentage de vaches qui manifestent des signes de chaleurs, le taux de détection des chaleurs initial dans l'élevage...**Elle est à chiffrer au cas par cas.**

De plus, le système de vidéosurveillance à **d'autres atouts indéniables**. Il peut **améliorer la qualité de vie de l'éleveur** en lui évitant de retourner sur sa ferme le soir pour surveiller les chaleurs où les vêlages, très utile pour les éleveurs étant loin de l'exploitation. Il permet aussi de **surveiller une vache malade, la fréquentation aux cornadis**... Ces atouts ne sont pas chiffrables et **dépendent des objectifs et des envies de l'éleveur**.

Ainsi, chaque exploitation doit réfléchir avant d'installer un tel système de vidéosurveillance. **D'autres études doivent être faites**, dans d'autres systèmes d'élevages, avec plus de vaches...pour pouvoir confirmer les intérêts et les conséquences économiques ressenties, suite à l'installation de ce type de vidéosurveillance sur un élevage.

Conclusion

La méthode « *Caméra-icônes* » d'utilisation du système de vidéosurveillance des chaleurs est intéressante. Elle permet un taux de détection similaire à la méthode d'observation classique tout en passant deux fois moins de temps.

De plus, comme la surveillance peut se faire à distance, le système peut être employé à d'autres utilisations: surveillance du troupeau et d'un animal en particulier : maladie, vêlage,... Cependant ce système, comme aucun autre, ne peut se substituer en totalité à l'observation visuelle des animaux (blessures, état corporel...). La rentabilité économique d'un tel système est à chiffrer au cas par cas et dépend du taux de détection des chaleurs initial.

L'étude va être reconduite l'année prochaine pour cumuler des résultats sur deux ans. Les résultats seront complétés par l'étude des signes secondaires de manifestations de chaleurs et du délai de mise à la reproduction sur la réussite à l'I.A.

Bibliographie

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. – *J. Dairy. Sci.* 84 (p. 792 – 798)

BRITT J.H – (1982) – Foot problems affect heat detection – *Hoard's Dairyman* 127 (p. 824)

CHEVALLIER A., HUMBLLOT P. - (1998) – Evolution des taux de non retour après insémination artificielle: effet du contrôle du délai de mise à la reproduction sur les résultats de fertilité – *Renc. Rech. Ruminants* 5, (p75-82)

FRERET S., CHARBONNIER G., CONGARD V., JEANGUYOT N., DUBOIS P., LEVERT J., HUMBLLOT P., PONSART C. - (2005) – Expression et détection des chaleurs, reprise de la cyclicité et perte d'état corporel après vêlage en élevage laitier. – *Renc. Rech. Ruminants* 12 (p.149-152)

GRAVES - (2002) Heat detection strategies for dairy cattle - *Extension Dairy Scientist. University of Georgia college of agricultural and environmental Sciences*, (4 p.)

HEERCHE J.R., NEBEL R.L. - (1994) - Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J. Dairy Sci.* 77, (p. 2754-2761)

KERBRAT S., DISENHAUS C. – (2004) – A proposition for an updated behavioural characterisation of the oestrus period in dairy cows. – *Applied Animal Behaviour Science* 87 (p. 223-238)

LACERTE G. – (30 Octobre 2003) - La détection des chaleurs et le moment de l'insémination - *Symposium sur les bovins laitiers, Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec* - 13p.

LE LAN B. - (2005) – Le coût Vache Laitière « nourrie logée » - *Renc. Rech. Ruminants* 12 (p.37)

NEBEL R.L – (2003) - Components of a successful Heat Detection Program - *Advances in dairy Technology* 15 (p.191-203)

PERALTA O.A, R.E. PEARSON R.E, NEBEL R.L – (2005) – Comparaison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd - *Animal Reproduction Science* 87 (p.59–72)

ROELOFS J.B – VAN EERDENBURG F.J.C.M, SOEDE N.M, KEMP B. – 2005 – Various behavioural signs of estrous and their relationship with of ovulation in dairy cattle – *Theriogenology* 63 (p. 1366-1377)

SENGER P.L – (1994) - The estrus detection problem: new concept, technologies, and possibilities - *J. Dairy Sci.*, 1994, 77, (p.2745-2753)

VRIES (de) A., CONLIN B.J. - (2003) - Economic Value of timely Determination of Unexpected Decreases in Detection of Estrus Using Control Charts – *J. Dairy Sci.* 86 (p.3516-3526)