

PARTENAIRE  
**Repro**

MAGAZINE D'INFORMATION  
EN REPRODUCTION BOVINE DE MSD SANTÉ ANIMALE

**MAG**



*Numéro*

**SPÉCIAL 10 ANS**



# SOMMAIRE

## ÉDITO

### 1 ■ FERTILITÉ - FÉCONDITÉ

La fertilité des vaches laitières en 2012

Reproscope : l'observatoire de la reproduction des bovins en France

### 2 ■ ÉCONOMIE DE LA REPRODUCTION

Quelle valeur pour une nouvelle gestation

Quel coût pour un avortement ?

Pertes économiques associées à l'infécondité

Quel coût ? Quels postes à risque ?

Infécondité : quel coût pour l'éleveur ?

### 3 ■ PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Quelle est la durée du cycle chez la vache Holstein en France ?

Pourquoi les VLHP sont-elles déficientes en progestérone ?

Du nouveau sur le comportement de chaleurs des vaches laitières

Acceptation du chevauchement : moins d'1 VLHP sur 2 entre 50 et 80 jours post partum

Quel est le moment idéal pour inséminer ?

Les gestations gémellaires augmentent

### 4 ■ INDICATEURS BIOLOGIQUES

Un marqueur précoce de durée de vie productive chez les vaches laitières ?

La progestérone, indicateur précoce des performances de reproduction

### 5 ■ MONITORING DE LA REPRODUCTION

Le monitoring automatisé des chaleurs en élevage bovin

Le monitoring du vêlage

### 6 ■ ENDOMÉTRITES ET AUTRES TROUBLES DU POSTPARTUM

Les endométrites

Endométrites subcliniques :

la partie immergée de l'iceberg

Que penser du Métrichек ?

3 Endométrites subcliniques : un test simple pour identifier les vaches à traiter 98

5 Pourquoi traiter les endométrites précocement ? 104

6 L'uro-vagin constitue bien un facteur de risque d'infertilité chez la vache laitière 106

18 **7 ■ ANOESTRUS – TROUBLES DE LA REPRISE DE CYCLICITÉ 111**

25 Les ovulations silencieuses du postpartum sont fréquentes et pénalisent les performances de reproduction 112

26 Reprise anormale de cyclicité : les montbéliardes aussi ! 118

32 Les conséquences différées du déficit énergétique sur la reproduction 120

37 **8 ■ KYSTES & CORPS JAUNES PERSISTANTS 123**

38 Les kystes ovariens 124

38 Les phases lutéales prolongées : une réalité, pas un mythe 128

41 Facteurs de risque, caractéristiques et conséquences des corps jaunes persistants sur les performances de reproduction 138

42

46 **9 ■ TROUBLES DE L'OVULATION 139**

48 Ovulations décalées, fertilité altérée ... 140

50

51 **10 ■ TRAITEMENTS 145**

51 Utilisation des hormones pour optimiser la reproduction des femelles d'élevage

52 Retour sur 40 ans de reproduction bovine 146

64 Prostaglandines chez les bovins : faut-il doubler la dose pour augmenter leur efficacité 152

64 Les prostaglandines inopérantes dans les heures suivant le vêlage 160

67 hCG, follicule et corps jaune 162

76 **11 ■ DIAGNOSTIC DE GESTATION 165**

68 Des applications nouvelles pour l'échographie Doppler en reproduction bovine ? 166

85 Le diagnostic manuel de gestation présente-t-il un risque pour l'embryon et le futur veau ? 172

86 Une nouvelle étude confirme que le diagnostic de gestation précoce n'augmente pas les pertes embryonnaires 176

92

96

MARS 2019

**Rédacteur en chef :** René FOURNIER

**Ont collaboré à ce numéro :** Nathalie BAREILLE, Fabrice BIDAN, Sylvie CHASTANT MAILLARD, Laure DEGUILLAUME, Christian HANZEN, Pascale LE MÉZEC, Nicole PICARD-HAGEN, Marie SAINT-DIZIER

**Réalisation :** Christine BESSON



## Reproduction interdite ... d'échec

Avec la sortie de son 20<sup>ème</sup> numéro, ReproMag fête ses 10 ans d'existence.

Dix années qui ont permis de traiter les différents domaines de la reproduction bovine et d'aborder des aspects aussi variés que le coût de l'infécondité, le monitoring des chaleurs et du vêlage, les conséquences des mycotoxines sur la fertilité, les particularités de la gestion de la reproduction en système robotisé, les avancées dans le diagnostic des endométrites subcliniques, les perspectives de l'échographie Doppler, le traitement des principales entités pathologiques, ... Un grand merci à tous les experts qui ont accepté de partager leur compétence au travers des articles publiés sur cette période.

ReproMag constitue l'un des supports mis à disposition des vétérinaires par MSD Santé Animale pour actualiser leurs connaissances en reproduction bovine et les aider à améliorer leur pratique quotidienne. Nous considérons en effet qu'au-delà de la fourniture de médicaments, notre position de leader en reproduction bovine n'est justifiée que si nous sommes capables de vous aider au quotidien dans votre métier auprès des éleveurs.

Ce rôle d'accompagnement revêt une importance toute particulière du fait de la mutation actuelle des élevages. La taille des exploitations augmente, les signes de qualité se développent, les besoins des éleveurs changent. Ce sont de plus en plus des chefs d'entreprise concernés par la pertinence et le retour sur investissement des actions mises en œuvre. La reproduction est au cœur de ces préoccupations car de bonnes performances de fertilité / fécondité sont associées à une amélioration de la rentabilité de l'atelier lait ou viande.

Dans ce contexte, le rôle des vétérinaires sera renforcé à condition de s'adapter et de répondre à l'évolution des demandes de leurs clients. Nous souhaitons vous aider à relever ce défi.

**Dr René Fournier**

Responsable Filière Lait

Rédacteur en chef du Partenaire ReproMag









1

# FERTILITÉ FÉCONDITÉ

# LA FERTILITÉ DES VACHES LAIITIÈRES EN 2012 :

La stabilisation des performances masquée en partie  
par le développement du recours à la semence sexée

*La situation de la reproduction des femelles des trois principales races laitières est étudiée du point de vue des données enregistrées dans le système national d'information génétique (SNIG). Plusieurs millions d'inséminations réalisées dans les troupeaux au contrôle de performances et leurs suites en termes de vêlage donnent ainsi une vision (presque) d'ensemble de la fertilité du cheptel laitier et de son évolution depuis plus d'une dizaine d'années. En y associant les données de l'indexation fertilité femelle réalisée par l'INRA, l'importance de la composante génétique dans les variations des résultats de reproduction peut être appréhendée.*



Pascale Le Mézec  
(Institut de l'Élevage),  
René Fournier  
Responsable technique  
Reproduction Bovine MSD.

## Plusieurs dizaines de millions d'inséminations étudiées sur 14 ans

La mise à jour du bilan de la fertilité des principales races laitières en France fait suite à l'édition « Fertilité des races laitières – Bilan 1999-2008 » (1). Elle est établie à partir des données utilisées pour l'évaluation génétique (2), arrêtées au 05/12/2013.

Les données utilisées pour établir le bilan de la fertilité des trois principales races laitières en France concernent les femelles et leurs inséminations (IA) de rang 1 à 5 réalisées au cours des campagnes 1999 à 2012, pour lesquelles le résultat est définitif, c'est-à-dire établi avec un recul suffisant pour constater un éventuel vêlage. Seules les inséminations réalisées par des entreprises de mise en place sont pour le moment prises en compte dans l'évaluation, et pas les inséminations par l'éleveur au sein de son troupeau. Comme dans l'évaluation génétique, les performances de reproduction n'ont pas été retenues au-delà du quatrième vêlage, car à ce stade, elles portent sur des femelles conservées après une sélection sévère aussi sur la reproduction. Les femelles de père inconnu ont été exclues, compte tenu de leur situation souvent incertaine : elles ne se répartissent pas de la même façon que les autres dans les catégories d'âge, de rang de vêlage, selon les zones... Elles ont généralement des résultats bien inférieurs, sans qu'on puisse déterminer la part de leur fertilité réelle et celle de la méconnaissance de leurs caractéristiques et de leurs événements de reproduction. Lorsque l'âge des femelles à la première IA paraissait anormal (génisses de plus de 3 ans...), elles ont été éliminées. Les index combinés fertilité « génisse » et « vache » des femelles issus de l'édition 2013/4, dès lors que leur coefficient de détermination (CD) atteignait 10%, ont été aussi étudiés en relation avec les résultats d'IA.



Au total, plus de 50 millions d'inséminations ont été rassemblées pour un bilan actualisé, dans la suite de celui réalisé en 2010 (Tableau A).

**Tableau A : Nombre d'IA et nombre de femelles prises en compte dans le bilan**

|                           | Race des femelles inséminées | Toutes IA (IAT) | IA premières (IAP) | Femelles indexées en fertilité (cd FERg ≥ 10) |                               |
|---------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------|---|-------------------------------|
| Campagnes*<br>1999 à 2012 | montbéliarde                 | 6 973 723       | 4 176 306          | 1 225 654                                     |                               |
|                           | normande                     | 5 521 679       | 3 287 825          | 916 812                                       |                               |
|                           | prim' holstein               | 40 437 526      | 21 533 291         | 6 073 071                                     |                               |
| Campagnes*<br>1999 à 2012 | montbéliarde                 | 585 121         | 344 621            | 130 795                                       | Primipares inséminées en 2012 |
|                           | normande                     | 369 096         | 210 387            | 84 107  |                               |
|                           | prim' holstein               | 2 790 755       | 1 442 322          | 592 433                                       |                               |

\*Campagne N = IA réalisées entre le 01/09/N-1 et le 31/08/N.

\*\*Campagne 2012 = IA réalisées entre le 01/09/2011 et le 31/08/2012.

## 2008-2012 : une fertilité stabilisée en vaches prim' holstein, une tendance à la baisse en montbéliarde et normande

Après une baisse du taux de réussite des IA premières pour les femelles, vaches et génisses des trois principales races laitières, entre les campagnes 2000 et 2004, les résultats de reproduction se sont ensuite plutôt améliorés pour les génisses et maintenus pour les vaches en montbéliarde, stabilisés en prim' holstein et légèrement dégradés en normande.

Les années 2007 et 2008 ont été vraiment particulières pour la reproduction en raison d'une combinaison de facteurs influençant la conduite et les résultats de reproduction (impact de la fièvre catarrhale ovine (FCO) et fluctuations de prix du lait entraînant des adaptations du renouvellement des troupeaux) (3,4). Des espoirs d'amélioration des performances de reproduction ont été émis depuis la mise en œuvre d'efforts d'amélioration par la sélection, grâce à la prise en compte volontariste des critères de reproduction dans les objectifs de sélection depuis 2001 et aux nouvelles possibilités de l'évaluation génomique.

La situation 2012 pour les trois races est présentée au Tableau B.

**Tableau B : Taux de réussite des IA en 2012**

|                |          | Nb IAP  | Taux de réussite IAP | Nb IAT    | Taux de réussite IAT |
|----------------|----------|---------|----------------------|-----------|----------------------|
| montbéliarde   | génisses | 111 729 | 57,6 %               | 178 875   | 55,2 %               |
|                | vaches   | 232 892 | 50,6 %               | 406 246   | 47,9 %               |
| normande       | génisses | 68 334  | 57,7 %               | 109 536   | 54,4 %               |
|                | vaches   | 142 053 | 46,6 %               | 259 560   | 43,5 %               |
| prim' holstein | génisses | 470 715 | 57,8 %               | 758 923   | 55,2 %               |
|                | vaches   | 971 607 | 38,1 %               | 2 031 832 | 36,8 %               |



• Réussite sur IA totales (figures 1-ph, 1-mo, 1-no)

Entre 2008 et 2012, la réussite des IA totales pour les génisses montbéliardes est stable (environ 55,2%), gagne un peu plus d' 1 point en prim' holstein (de 53,8% en 2008 à 55,2% en 2012), faiblit légèrement en normande (-1,6 points passant de 56,0% en 2008 à 54,4% en 2012).

Les évolutions de la fertilité sur IA totales concernant les vaches sont un peu différentes : en baisse d' 1 point en montbéliarde (de 48,9% en 2008 à 47,9% en 2012), stable pour les prim' holstein (36,8%), en légère diminution en normande (-0,2 points en 2012 à 43,5%).

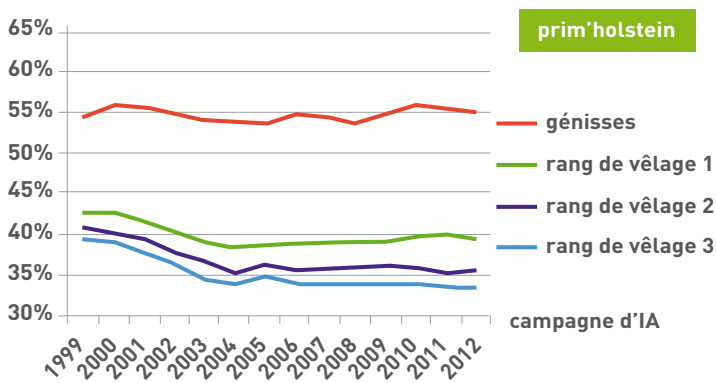


Figure 1-ph : Taux de réussite des inséminations – IA totales

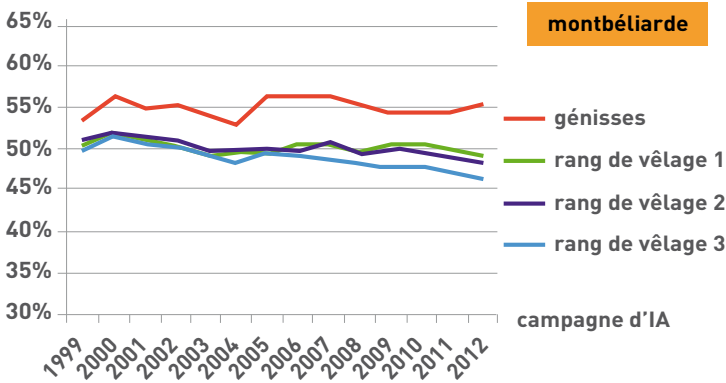


Figure 1-mo : Taux de réussite des inséminations- IA totales

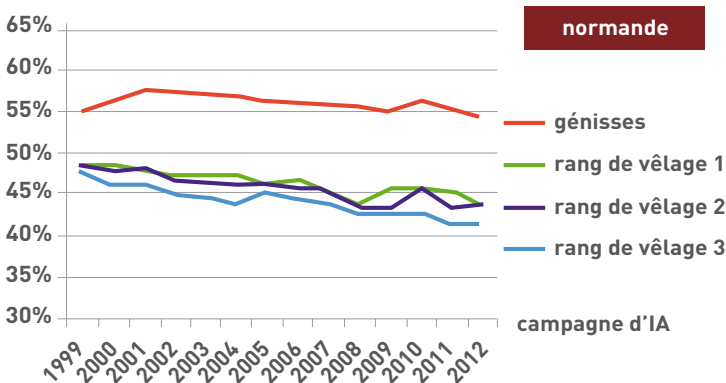


Figure 1-no : Taux de réussite des inséminations – IA totales







• Réussite en IA première (figures 2-ph, 2-mo, 2-no)

En 2012, la fertilité en IA 1<sup>ère</sup> des génisses est analogue pour les trois races étudiées, entre 57,6 et 57,8% ; ces valeurs sont supérieures de 2 à 3 points à celles observées sur les IA totales. En comparaison à 2008, la fertilité en IA 1<sup>ère</sup> des génisses est en recul en montbéliarde (-0,65 point à 57,6% en 2012) et en normande (-1,9 point à 57,7% en 2012), en augmentation en prim' holstein (+0,6 point à 57,8%) mais moindre en comparaison à la fertilité sur IA totales (+1,4 point) ; ces évolutions concernant les génisses en IA 1<sup>ère</sup> sont probablement dues en partie au développement sur cette période de l'usage de la semence sexée sur ce type de femelles (voir paragraphe suivant page 12). Concernant la fertilité en IA 1<sup>ère</sup> des vaches, seules les montbéliardes sont en recul depuis 2008, d'un point à 50,6% en 2012 ; c'est pourtant la seule race se maintenant au-dessus de la barre des 50% pour la réussite en IA 1<sup>ère</sup>. La fertilité en IA 1<sup>ère</sup> des normandes est stable en 2012 à 46,6%, celle des prim' holstein montre une légère progression (+0,4 points à 38,1%).

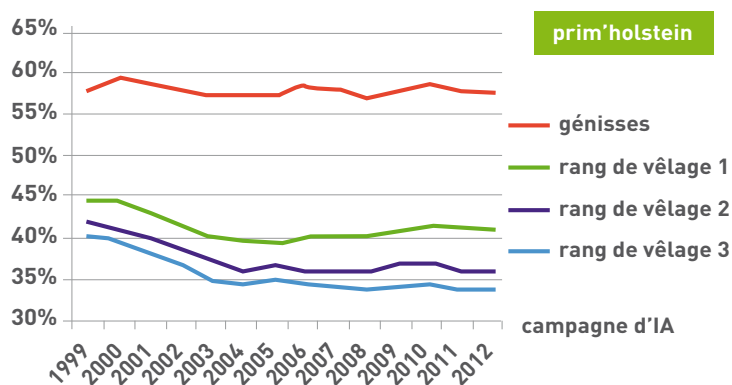


Figure 2-ph : Taux de réussite des inséminations - IA premières

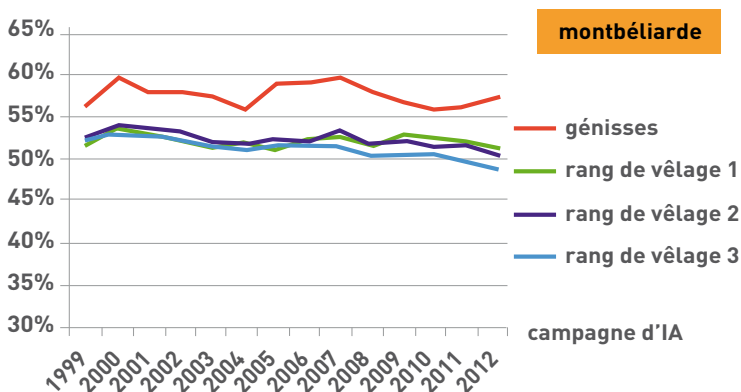


Figure 2-mo : Taux de réussite des inséminations - IA premières

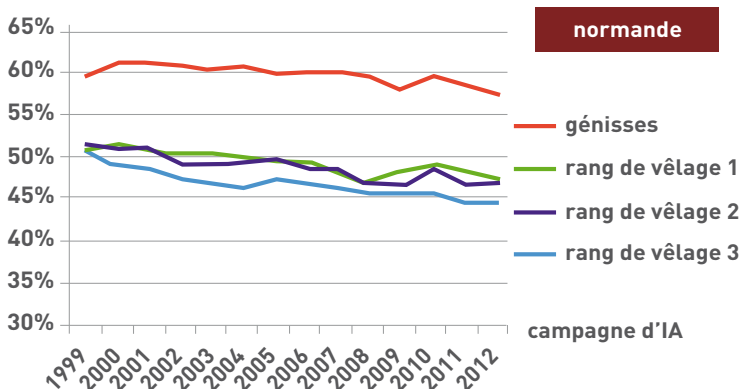


Figure 2-no : Taux de réussite des inséminations - IA premières

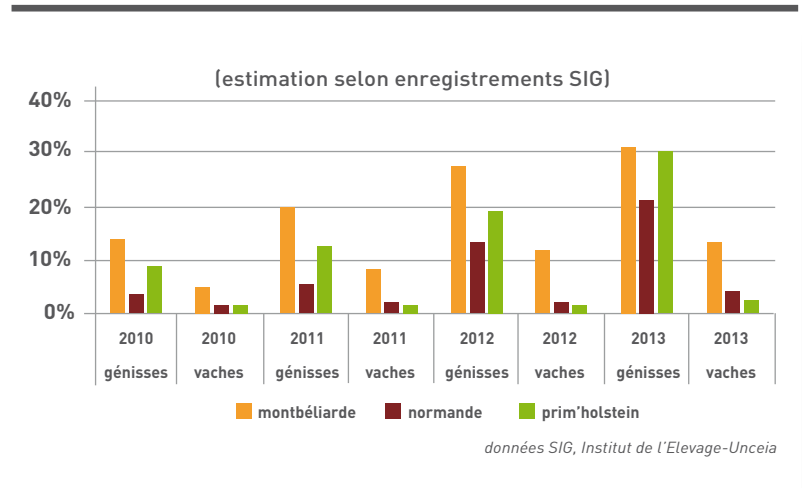




## Une évolution plutôt favorable mais contrariée par la montée en puissance de la semence sexée

Depuis 2008, la situation paraît ne pas s'améliorer, mais ces années correspondent à la montée en puissance de la semence sexée, surtout sur les génisses et pour les IA premières (2). En 2012, 27% des génisses montbéliardes et 19% des génisses prim' holstein sont inséminées avec de la semence sexée, 13% en normande (Figure 3). Ces estimations sont issues des entreprises de mise en place qui mentionnent le statut semence sexée/semence conventionnelle lors de l'enregistrement des IA et qui représentent 72% de l'activité IA en 2012 en France (voir l'article sur la semence sexée dans ce même numéro). Jusqu'en 2014, ce statut n'est pas systématiquement déclaré pour les données utilisées pour l'indexation, ce qui est préjudiciable à l'évaluation génétique de la fertilité des femelles, et n'a pas permis d'étudier son effet mesuré sur l'ensemble des données étudiées ici.

Figure 3 : Evolution de la part d'IA sexées par race et par statut génisse/vache



Le revers de médaille de cette innovation assurant la naissance de femelles est le moindre pouvoir fécondant de la semence qui a subi un traitement de séparation des spermatozoïdes. Nul doute que les 10 à 15 points de réussite en moins observés entre semence conventionnelle et semence sexée, appréhendés par les taux de non retour 18-90j des IA premières, pèsent maintenant sur les résultats généraux des taux de réussite dans les races où les éleveurs adoptent de plus en plus cette technologie, **surtout en race montbéliarde**, où la pratique s'est développée plus vite, même sur les vaches.

Les deux autres races, normande et prim' holstein, sont aussi concernées par l'impact de la semence sexée sur les taux de réussite, surtout pour les génisses et pour les IA premières (peu de semences sexées pour les IA de retour). Le recul des performances moyennes se poursuit en race normande, pour les génisses comme pour les vaches : environ 3% de taux de réussite des IA perdus en 10 ans. Le maintien des résultats des vaches prim' holstein est plutôt rassurant, compte tenu de l'effet semence sexée qui pèse sur les génisses. Les primipares, qui constituent la génération la plus récente des vaches en production, montrent des résultats en léger progrès ces dernières années, et c'est un indice favorable.

Les taux de réussite des IA 2013, avec près de 30% des génisses laitières inséminées en semence sexée, seront sensibles à cet effet, même si les progrès techniques parviennent à diminuer le « manque à réussir » des IA sexées.

Le redressement espéré après les mauvaises années 2000, alors que la sélection prend de plus en plus en compte les aspects reproduction et que les actions de suivi des troupeaux s'étoffent et se multiplient, n'est pas vraiment visible. Il est contrarié par cette arrivée de la semence sexée, et par la difficulté de maîtriser les causes multiples de variation des paramètres de la reproduction dans les troupeaux. Pourtant, les résultats ne se dégradent plus en prim' holstein, et se maintiennent en montbéliarde. Les adaptations de la conduite des troupeaux, avec les nouveaux outils de détection automatisée des chaleurs, et la probable attention accrue portée pour assurer la réussite des IA sexées, plus précieuses, contribuent à limiter les échecs de la reproduction par insémination. Les femelles normandes montrent une situation plus difficile : les générations de vaches issues de taureaux défaillants pour la fertilité sont encore présentes dans les troupeaux, et ont malgré tout laissé des filles... Mais d'autres facteurs que la génétique, difficiles à isoler, participent aussi à ces résultats préoccupants. Cette race a pour spécificités sa répartition localisée au nord-ouest du pays et l'existence de nombreux troupeaux mixtes normandes / prim' holstein où la proportion de normandes diminue. Quelle est la conduite de la reproduction dans ces situations, comment se situent les femelles normandes qui restent par rapport à celles qui disparaissent ? Ces questions mériteraient une investigation plus poussée.





## Le délai de mise à la reproduction après vêlage continue d'augmenter

Une augmentation sensible du délai entre vêlage et insémination première a été marquée les années 2007 et 2008. Depuis, ce délai continue de s'allonger de façon régulière : en 6 ans (2006 à 2012), +6 jours en montbéliarde et normande, +10 jours en prim'holstein, où il dépasse maintenant 100 jours (figure 4).

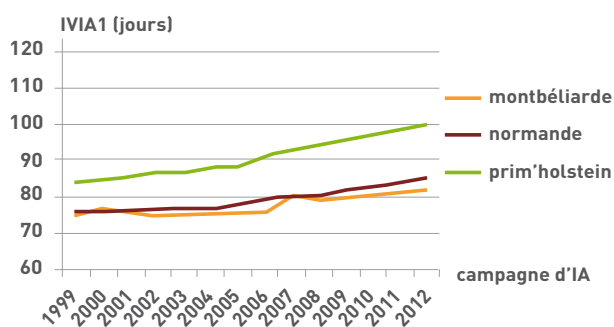


Figure 4 : Evolution de l'intervalle vêlage - première IA moyen

Si le délai de reprise et la régularité de la cyclicité conditionnent le moment de mise à la reproduction après le vêlage et le début de la production laitière, certaines pratiques comme la volonté d'allonger les lactations peuvent aussi conduire à retarder la première insémination.

La proportion d'IA réalisées avant 70 jours recule dans les trois races. En montbéliarde, où en 2008 la moitié des femelles étaient inséminées avant ce délai, cette proportion devient 43%, contre seulement 25% pour les prim'holstein (figure 5).

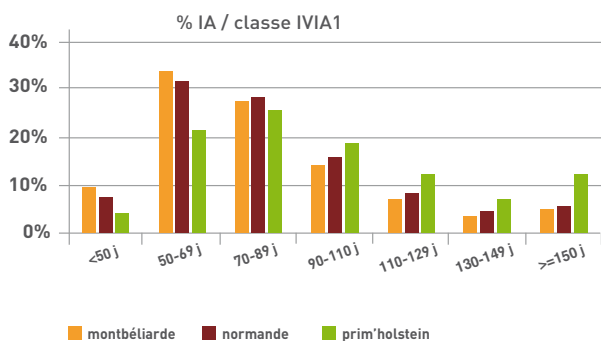


Figure 5 : Répartition des intervalles vêlage - première IA, campagne IA 2012

Les mises à la reproduction précoces, moins de 50 jours après le vêlage sont suivies d'une probabilité de réussite moindre, et leur diminution évite, modestement, de pénaliser les résultats de fertilité. La recommandation reste donc de ne pas inséminer avant 50 jours. Attendre 60 jours post partum en montbéliarde ou 70 jours post partum en normande et prim'holstein peut s'avérer intéressant dans certains systèmes pour gagner quelques points de fertilité : au-delà de ces délais, la réussite des IA premières atteint son plafond, sans faiblir ensuite (figure 6).

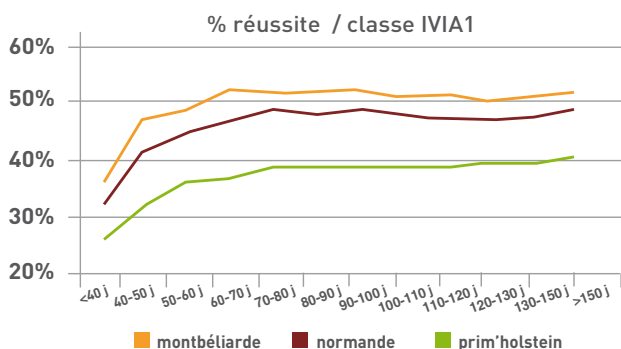


Figure 6 : Taux de réussite selon la classe d'intervalle vêlage - première IA, campagne IA 2012



## L'intervalle entre vêlage et IA fécondante augmente surtout du fait de l'allongement du délai de mise à la reproduction

Si l'on compare à la période précédant l'épisode 2007-2008 qui traduisait des désordres conjoncturels, le délai entre le vêlage et l'insémination fécondante (IVIAF) pour la campagne des IA 2012, s'est allongé d'une dizaine de jours ainsi que l'intervalle entre vêlages (schéma 1 et figures 7 et 8). Cette augmentation résulte principalement du report de la première insémination, surtout en race prim' holstein. Dans cette race, au cours des dernières années, le délai entre l'IA1 et l'IAF (« temps perdu ») apparaît en effet quasi constant alors qu'en normande il s'accroît. Cet indicateur est cohérent avec les observations faites sur l'évolution du taux de réussite des IAP, stable en prim' holstein et en recul en normande.

**Schéma 1 : Décomposition de l'intervalle entre vêlages pour les 3 principales races laitières (vaches inséminées en 2012)**

| montbéliarde |            | IA1         | IAF       |             |  |
|--------------|------------|-------------|-----------|-------------|--|
| vêlage       | (+6*)      | (+9*)       | gestation | vêlage      |  |
| J0           | <b>J82</b> | <b>J109</b> | (286j)    | <b>J395</b> |  |

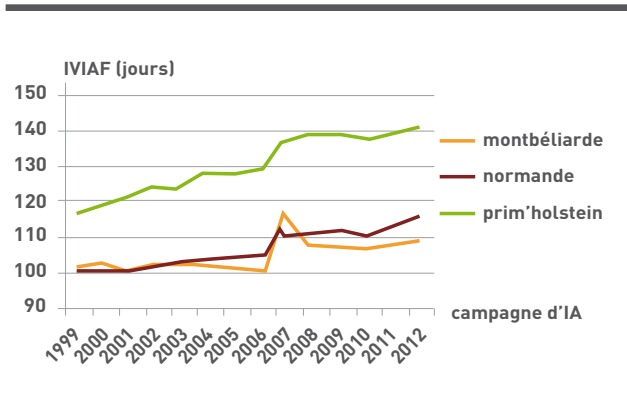
| normande |            | IA1         | IAF       |             |  |
|----------|------------|-------------|-----------|-------------|--|
| vêlage   | (+6*)      | (+11*)      | gestation | vêlage      |  |
| J0       | <b>J85</b> | <b>J115</b> | (285j)    | <b>J399</b> |  |

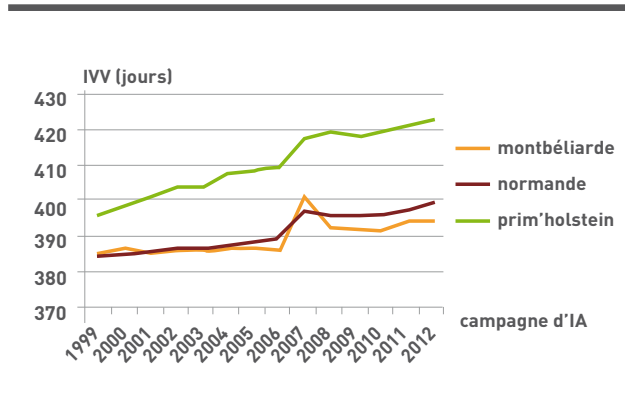
| prim'holstein |             | IA1         | IAF       |             |  |
|---------------|-------------|-------------|-----------|-------------|--|
| vêlage        | (+10*)      | (+11*)      | gestation | vêlage      |  |
| J0            | <b>J101</b> | <b>J140</b> | (280j)    | <b>J422</b> |  |

\*Variation / 2006

**Figure 7 : Evolution de l'intervalle vêlage - IA fécondante moyen**



**Figure 8 : Evolution de l'intervalle vêlage - vêlage moyen**





## Le pourcentage de femelles inséminées au moins trois fois est assez stable

Parmi les autres témoins des performances de reproduction, le pourcentage de femelles inséminées au moins à trois reprises donne une idée du nombre d'actes nécessaires à la fécondation des femelles (Tableau C). **Au total, 15% des génisses, 20% des vaches montbéliardes ou normandes, plus de 25% des vaches prim' holstein sont inséminées au moins 3 fois.**

**Tableau C : Pourcentage de femelles à plus de trois IA**

|          |         | % de femelles à 3 IA ou + en race : |          |                |
|----------|---------|-------------------------------------|----------|----------------|
|          |         | montbéliarde                        | normande | prim' holstein |
| Génisses | IA 2006 | 15 %                                | 13 %     | 15 %           |
|          | IA 2012 | 15 %                                | 15 %     | 15 %           |
| Vaches   | IA 2006 | 19 %                                | 19 %     | 28 %           |
|          | IA 2012 | 20 %                                | 21 %     | 27 %           |

Là-aussi, la situation plus difficile de la reproduction en IA en race normande ces toutes dernières années se traduit par un peu plus de vaches et de génisses soumises à des retours d'IA. En revanche, alors que la proportion de vaches prim' holstein nécessitant au moins 3 IA augmentait sans cesse auparavant, cet indicateur se stabilise sur les quatre dernières années. Dans les trois races, la proportion de génisses à 3 IA ou plus reste semblable, comme les taux de réussite des IA pour cette catégorie de femelles, très proches également.

Ces constats sur le nombre d'IA par femelle ignorent cependant les pratiques utilisant des taureaux de monte naturelle en complément de l'IA. L'agrandissement des troupeaux et la simplification du travail peuvent amener à adapter la conduite de la reproduction en évitant le recours à l'IA pour certains retours. Dans ce cas le taux de réussite des IA, qui traduit la réalité de la situation des inséminations, ne coïncide pas avec le pourcentage de femelles mises à la reproduction 3 fois et plus. Or ces informations sont impossibles à vérifier tant que l'information de la mise au taureau n'est pas remontée dans les bases nationales de façon indicative et simple...

## L'évolution génétique de la fertilité montre des progrès

L'évolution du niveau génétique mesurée par l'index moyen des femelles par année de naissance a été rapprochée du taux de gestation après IA des mêmes animaux observé sur les primipares (Tableau D).

**Tableau D : Evolution du taux de réussite et du niveau génétique fertilité**

| Entre les vaches nées en 2001 et en 2008 (primipares en 2003-2004 et en 2010-2011) |   |                                |                          |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|
|  | Evolution du taux de réussite des IA (primipares) | Evolution de l'index fertilité |                          |
|  |   | En points d'index              | En équivalent % réussite |
| montbéliarde   | + 0,2 %   | + 0,16                         | + 1,1 %                  |
| normande   | - 1,8 %   | + 0,04                         | + 0,3 %                  |
| prim' holstein   | + 1,7%  | + 0,12                         | + 0,8 %                  |



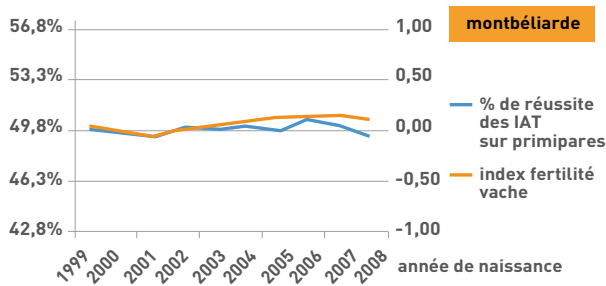




### • La situation des femelles montbéliardes

Le taux de réussite des IA sur les primipares montbéliardes nées en 2008 est en recul par rapport aux cohortes qui les précèdent immédiatement, nées de 2005 à 2007 (49,3%, contre 50% et plus). Leur index fertilité « vache » est aussi un peu inférieur à celui de leurs aînées (figure 9a-mo).

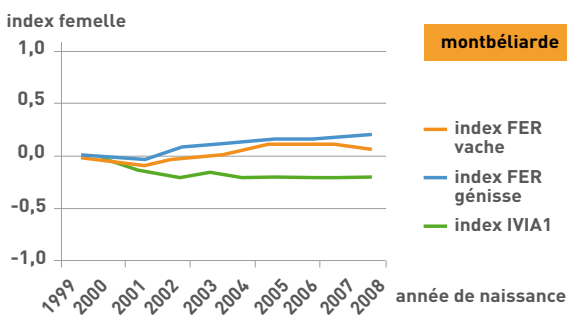
**Figure 9a-mo : Evolution du taux de réussite des IA sur primipares et de l'index fertilité vache par année de naissance en écart à 1999**



Sur une plus longue période, la succession des femelles primipares nées de 2001 à 2008 montre globalement un progrès génétique traduit dans l'évolution favorable de l'index moyen fertilité « vache », et dans le même temps, si l'on excepte la dernière année, les performances en termes de taux de réussite des IA se sont aussi plutôt améliorées. La rupture dans l'évolution du niveau génétique et des taux de réussite des IA pour la dernière génération de primipares pose question : est-ce conjoncturel ? Est-ce que ce sont des femelles particulières conservées suite aux IA de l'hiver 2007-2008, si atypiques ? Quel est l'effet nouveau des IA en semence sexée sur cette génération ? L'étude de la suite de la série apportera des éclaircissements.

L'évolution de l'index fertilité « génisse » est favorable pour les dernières générations de femelles tandis que le niveau génétique de l'intervalle vêlage-IA1 (IVIA) reste maintenant stable (figure 9b-mo).

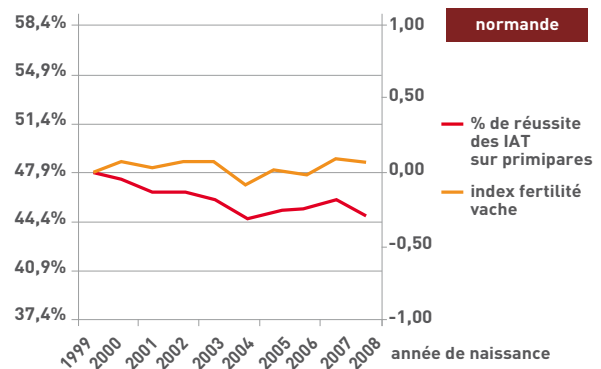
**Figure 9b-mo : Evolution du niveau génétique des femelles par année de naissance en écart aux femelles nées en 1999**



### • La situation des femelles normandes

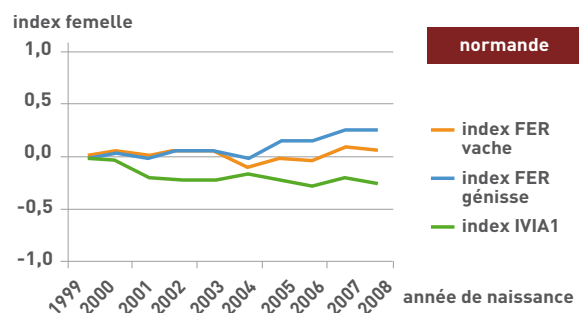
La situation de la normande reste préoccupante. Si côté génétique, les toutes dernières générations apparaissent un petit peu mieux armées que le creux de la vague des femelles nées en 2004-2006, leurs performances mesurées par le taux de réussite des IA restent bien en deçà de celles mesurées sept ans auparavant. La baisse phénotypique apparaît plus importante que l'évolution génétique, qui n'est plus défavorable, et donne à penser que d'autres facteurs que la génétique sont responsables des difficultés de reproduction dans les élevages de normandes. De plus, comme en montbéliarde, la dernière génération des femelles nées en 2008 ne répond pas aux espérances de redressement (figure 10a-no).

**Figure 10a-no : Evolution du taux de réussite des IA sur primipares et de l'index fertilité vache par année de naissance en écart à 1999**



Après quelques hésitations, l'index moyen fertilité « génisse » est en progrès, plus net que l'index fertilité « vache ». Le niveau génétique de l'IVIA1, qui est en partie lié à la reprise de cyclicité, est en recul pour les plus jeunes générations (figure 10b-no).

**Figure 10b-no : Evolution du niveau génétique des femelles par année de naissance en écart aux femelles nées en 1999**

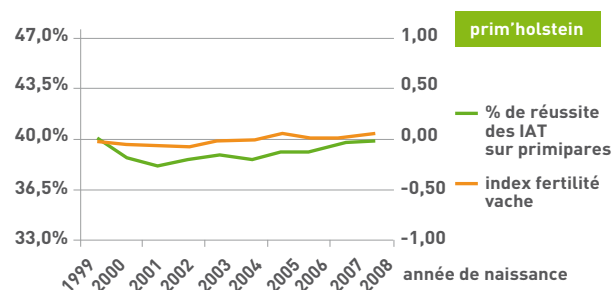




### • La situation des femelles prim' holstein

En prim' holstein, après des années d'évolution inquiétante sur le plan génétique et phénotypique, la situation se stabilise, voire se redresse un peu sur le plan génétique (+ 0,12 points d'index pour les vaches nées en 2008 comparées à celles nées en 2001). Dans les élevages, les résultats par campagne montrent une amélioration régulière de la réussite des IA pour les femelles nées depuis 2004 (*figures 1-ph et 2-ph*). Et à la différence des deux autres races, les taux de réussite des IA faites sur les primipares nées en 2008 apparaissent presque dans la continuité de cette amélioration. Dans cette race, les femelles en production, dont les primipares, sont très peu nombreuses à être inséminées en semence sexée. L'impact pénalisant pour la fertilité (mais pas pour le nombre de petites génisses nées) de cette nouvelle technique sur le taux de réussite des IA observé pour ces dernières générations est donc minime (*figure 11a-ph*).

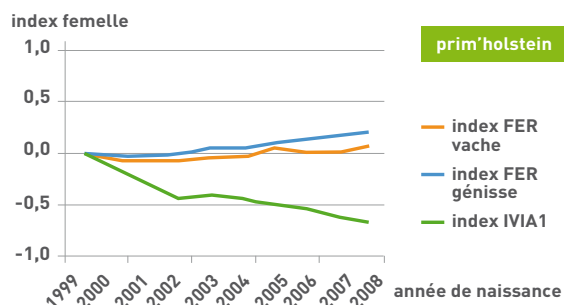
**Figure 11a-ph : Evolution du taux de réussite des IA sur primipares et de l'index fertilité vache par année de naissance en écart à 1999**



Si sur la période passée, on estimait la part de la génétique dans la dégradation des performances à 35-40 %, **sur les cinq dernières générations de vaches prim' holstein, le redressement génétique représente la moitié de l'amélioration du taux de réussite.**

Le niveau génétique de la fertilité « génisse » suit le même chemin de progrès que la fertilité « vache », mais il en va différemment de l'IVIA1, qui est un caractère héritable, avec donc une composante génétique, pour lequel la dégradation est manifeste et équivaut au plan de l'aptitude génétique à un recul de 5 jours entre les générations de femelles nées en 1999 et 2008 (*figure 11b-ph*).

**Figure 11b-ph : Evolution du niveau génétique des femelles par année de naissance en écart aux femelles nées en 1999**



### • Des indices favorables pour la génétique fertilité des troupeaux à venir

Ces tendances de maintien des performances, dessinées par les femelles les plus jeunes des races montbéliarde et prim' holstein, peuvent résulter en partie de la prise en compte de la fertilité dans les objectifs de sélection de ces races, et de la mise à disposition du public des index fertilité femelle des taureaux pour les accouplements depuis une quinzaine d'années. En race normande, l'offre de taureaux qui avaient été choisis avant la disponibilité d'informations génétique fertilité n'a pas permis la même évolution favorable, et la relève n'est pas encore perceptible.

Pour l'avenir, les génisses en cours d'élevage sont issues de la nouvelle ère génomique : leurs pères ont été évalués d'après leur ADN, et les possibilités de sélection ont été élargies. En prim' holstein en particulier, leur niveau génétique laitier reste constant depuis 2007, et leur niveau pour la fertilité des femelles s'améliore chaque année (5). Les performances des prochaines années devraient suivre : vers un troupeau dont le niveau génétique laitier s'élève plus lentement qu'au-paravant, et dont les aptitudes fonctionnelles, comme la reproduction, s'améliorent au plan génétique.



## CONCLUSION

Si la fertilité des vaches et des génisses laitières apparaît quasi stabilisée sur les dernières années, la montée en puissance des inséminations en semence sexée, dont la réussite est inférieure à celle des IA en semence conventionnelle, vient brouiller les cartes. Des indices de bon augure au plan génétique laissent espérer que le déficit de fertilité lié à l'utilisation de semence sexée sera en partie compensé par une meilleure aptitude des femelles à la reproduction selon les choix des éleveurs.



D'après Fertilité des principales races laitières – Bilan 1999-2012. Institut de l'Élevage, CR 0014203038, octobre 2014. Téléchargeable à l'adresse : <http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/fertilite-des-principales-races-laitieres.html>

**Publications disponibles sur le site de l'Institut de l'Élevage :**

**Sur la semence sexée en 2013 :**

<http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/25-des-elevages-ont-essaye-ou-adopte-la-semence-sexee-1.html>

**Sur les tendances génétiques passées et à venir :**

<http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/moins-de-progres-laitier-plus-de-morpho.html>

**Sur l'utilisation des taureaux évalués en génomique en 2013 :**

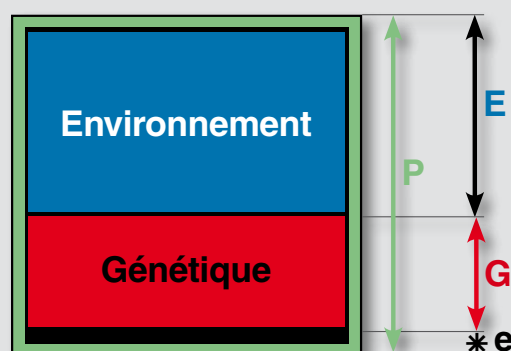
<http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/les-ia-de-taureaux-evalues-en-genomique-deviennent-majoritaires-1.html>

## Références

- (1) Le Mézec P., Barbat-Leterrier A., Barbier S., Gion A., Ponsart C., 2010. Fertilité des principales races laitières – Bilan 1999-2008. Institut de l'Élevage 001072030, 33pp.
- (2) Barbat A, Gion A., Bonaiti B., Ducrocq V., 2007. L'évaluation génétique de la fertilité en France. BTIA, 126, 19-22.
- (3) Mounaix B., David V., Lucbert J., 2008. Impact technico-économique de la FCO dans les élevages ovins et bovins français. Bilan de l'épizootie 2007. Institut de l'Élevage 130838028, 116 pp.
- (4) Le Mézec P., Barbat-Leterrier A., Barbier S., de Crémoux R., Gion A., Ponsart C., 2010. Evolution de la fertilité et impact de la FCO sur la reproduction du cheptel laitier français. Renc. Rech. Ruminants 17, 157-160.
- (5) Institut de l'Élevage, 2014. Bilan génétique de l'insémination animale en races bovines laitières - Résultats 2013. Institut de l'Élevage 0014202015, 53pp.

## Les index fertilité :

L'évaluation génétique des aptitudes à la reproduction des bovins laitiers est basée sur les performances des vaches et des génisses : taux de réussite à l'IA et intervalle vêlage-première IA. La performance (P) résulte de la combinaison des aptitudes génétiques (G) et des conditions d'environnement (E) dans lesquelles cette performance est réalisée :



Pour la fertilité, l'environnement *E* représente les influences du mois de l'IA, du rang de vêlage avant l'IA, de l'âge à la première IA (génisses), de l'opérateur, de l'effet troupeau, évalués intra région et par campagne d'IA. L'effet troupeau est une estimation des influences communes à toutes les femelles d'une même race élevées dans un même troupeau. Il est très variable. Le taureau utilisé pour l'IA est aussi un facteur identifié pris en compte.

La part résiduelle inexpliquée des performances (*e*) tend vers zéro dans l'évaluation de l'ensemble des animaux d'une race.

Le rapport  $G/P$  donne la part des différences d'origine génétique ou héritabilité ( $h^2$ ). Pour les caractères de reproduction, ce rapport est faible :  $h^2 = 2$  à 5 %. Il indique que l'environnement a une très forte influence et peut masquer les différences génétiques entre les animaux qui existent pourtant.

L'évaluation génétique consiste à utiliser les données de performances et à séparer *G* et *E*.

L'estimation de la valeur génétique *G* pour chaque animal est son index, restitué avec un indicateur de la précision de son estimation, le coefficient de détermination (CD).

Quand l'héritabilité est faible, la précision de l'index d'un individu est faible, et c'est pour cela que les index fertilité de chaque vache ne sont pas publiés (CD < 50%). Mais ils peuvent être utilisés collectivement pour estimer le niveau génétique d'une génération, ou des femelles d'une région par exemple.





# d'où viennent-ils ? que disent-ils ?

Pour les taureaux qui sont évalués à partir de nombreuses filles, la précision est meilleure et les index sont publiés et utilisés pour les choix des reproducteurs.

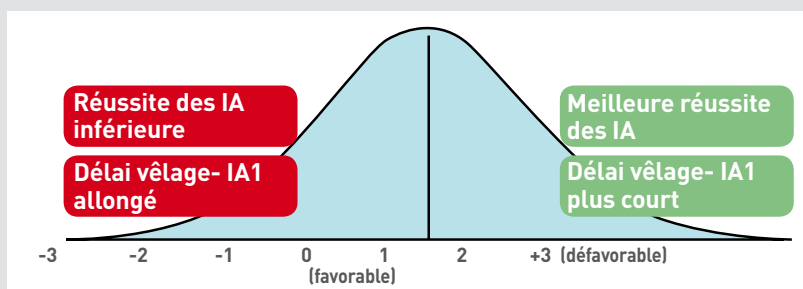
Des index sont estimés pour trois caractères exprimés par les femelles :

- **Fertilité vache (FERv)**, appréhendée par le taux de réussite à l'IA pour les femelles en production ; l'index **fertilité femelle** d'un taureau traduit l'aptitude de ses filles à être inséminées avec succès, c'est indépendant du pouvoir fécondant de son sperme ;
- **Fertilité génisse (FERg)**, qui est un caractère différent pour des animaux en croissance et hors production laitière ;
- **Intervalle vêlage IA 1<sup>ère</sup> (IVIA1)**, en lien avec la précocité de retour à une cyclicité propre à la mise à la reproduction.

Pour plus de facilité d'utilisation, à côté des autres informations génétiques (quantité de lait/vache, taux, santé de la mamelle, longévité, morphologie, vitesse de traite), ces trois index sont combinés en un indicateur global « reproduction » (**REPRO**).

Les index sont exprimés en unités d'écart-type génétique et 1 point d'écart-type génétique représente pour la fertilité vache 7% de réussite à l'IA. Les index s'étalent donc entre -3 et +3 autour de la moyenne 0, qui représente le niveau génétique d'une population de vaches actives (en 2014 : les femelles nées en 2006, 2007, 2008).

Exemple des index d'un taureau avec de nombreuses filles (référence 2014/2) : Tartare, taureau prim' holstein



|              | nb filles | index       | CD (%) |
|--------------|-----------|-------------|--------|
| FERv         | 33 306    | +1,5        | 95     |
| FERg         | 42 931    | +1,4        | 95     |
| IVIA1        | 37 219    | -0,1        | 95     |
| <b>REPRO</b> |           | <b>+1,5</b> |        |

Son index FERv = +1,5 indique que sa valeur génétique fertilité vache représente +10,5% de réussite à l'IA (1,5 écart-type génétique\*7%). Comme c'est un taureau, il n'aura jamais l'occasion de prouver directement cette promesse de bonne performance pour lui-même... Il va léguer la moitié de sa valeur génétique (10,5%/2) à ses filles dont la réussite à l'IA sera en moyenne supérieure de 5,25% à celles d'un taureau indexé à 0, grâce à cet héritage génétique venu de leur père Tartare.

Et maintenant, avec l'évaluation génomique à partir de l'ADN obtenu par prise de sang par exemple, les individus, mâles ou femelles peuvent disposer d'index fertilité précis dès leur plus jeune âge, sans avoir réalisé de performance (pas d'IA pour les femelles, pas de filles pour les taureaux). C'est grâce à la base de référence constituée de la population à la fois évaluée sur performances et génotypée\* que l'on peut traduire la lecture de l'ADN de jeunes animaux en index de valeur génétique.

\*Génotypage= lecture de l'ADN extrait du sang ou de cartilage.



# REPROSCOPE : L'OBSERVATOIRE DE LA REPRODUCTION DES BOVINS EN FRANCE



**Fabrice BIDAN**  
Institut de l'Élevage,  
UMT Maîtrise de la santé  
des troupeaux bovins

*Tout l'enjeu de l'observatoire REPROSCOPE est d'accompagner l'ensemble des éleveurs, mais aussi des intervenants sur des problématiques de reproduction dans les troupeaux bovins laitiers et allaitants. Cet outil facilite le conseil pour les intervenants en élevage par l'accès à des référentiels de performances de reproduction bovine, différenciés selon le profil et/ou des caractéristiques de conduite de la reproduction pour les élevages audités.*

## CHIFFRES CLÉS

**9,4** millions de vaches présentes

**7** millions de vêlages

**5** millions de vaches inséminées

**82 000** troupeaux laitiers

**109 000** troupeaux allaitants

**12** dimensions d'exploration

**20** performances de reproduction

Les intervenants en élevage n'ont aujourd'hui que peu de moyens pour suivre l'évolution des performances de reproduction des bovins à l'échelle de la France. Même si certains départements ou régions ont pu développer des outils de conseil souvent très poussés dans ce domaine, ces derniers restent uniquement reliés à des références régionales. La valorisation des données d'élevages stockées dans les bases de données nationales, encore sous-utilisées, permettra d'explorer les performances de reproduction dans l'ensemble des troupeaux français. Au travers des informations enregistrées (naissance, insémination artificielle, mortalité, mouvements d'animaux...) dans la BDNI et du SNIG<sup>(1)</sup>, 20 performances de reproduction sont calculées autour de la fécondité, de la fertilité, des naissances, des génisses et des vaches improductives en termes de reproduction.

Un espace **REPROSCOPE** sur [www.idele.fr](http://www.idele.fr)

Un espace dédié à REPROSCOPE est accessible gratuitement sur le site de l'Institut de l'Élevage dans la rubrique « Réseaux et partenariats ». Plusieurs rubriques y figurent dont l'accès à l'observatoire en ligne. En cliquant sur ce lien, on accède à une plate-forme permettant de réaliser la sélection. En effet, l'observatoire permet d'explorer des performances de reproduction avec différentes dimensions d'exploration, c'est-à-dire que le choix des élevages peut être réalisé en fonction de plusieurs caractéristiques.

(1) L'observatoire REPROSCOPE s'alimente des données issues des Systèmes Nationaux d'Information Génétique et de la Base de Données Nationale d'Identification. Ces données sont fournies par les EDE, l'INRA, l'Institut de l'Élevage, les entreprises de contrôle de performances et d'insémination artificielle et les organismes de sélection.



Article paru en janvier 2018  
dans Repromag 19

## Pour opérer sa sélection

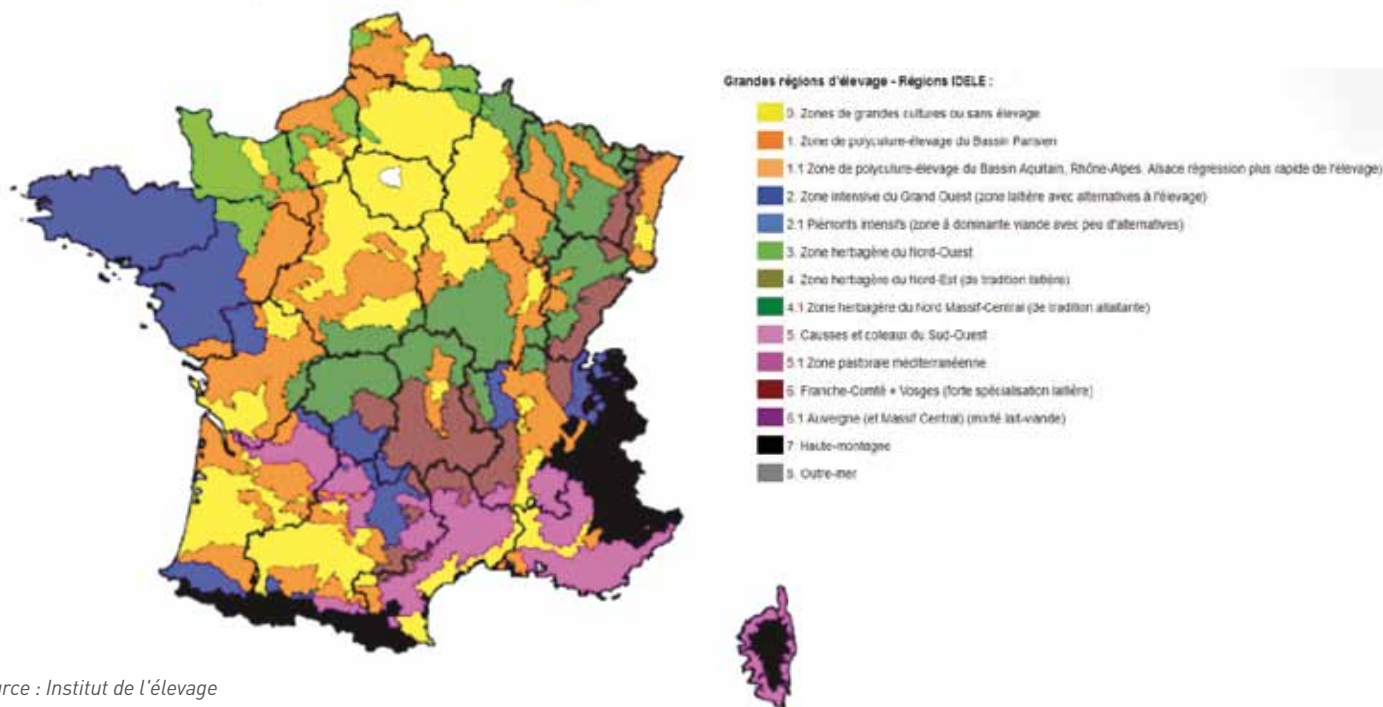


Tout d'abord, une ou plusieurs zones géographiques doivent être définies sur une carte interactive des régions, des départements ou des régions d'élevage définies par l'IDELE (*encart 1*). Cette dernière permet de comparer des zones avec un contexte d'élevage similaire.

### Encart 1 : Les grandes régions d'élevage

Les 8 régions d'élevage IDELE (métropole) sont des regroupements de petites régions agricoles selon : le milieu pédo-climatique (potentialités fourragères), la structure des exploitations (taille et parcellaire), le type de système fourrager, la démographie et l'organisation économique locale.

#### Les grandes régions d'élevage



Source : Institut de l'élevage



Ensuite, les performances de reproduction à explorer sont choisies pour la production laitière ou allaitante en fonction de la race des femelles. La présentation des résultats se fait séparément, mais l'ensemble des calculs sont réalisés de la même façon pour les deux filières. Pour une exploitation mixte où cohabitent des femelles de deux types, le troupeau laitier et le troupeau allaitant sont pris en compte séparément.

L'exploration peut se faire à plusieurs niveaux

- Performances des animaux : l'unité est la femelle
- Performances des élevages : l'unité est le troupeau
- Evolution des performances : l'unité est le troupeau

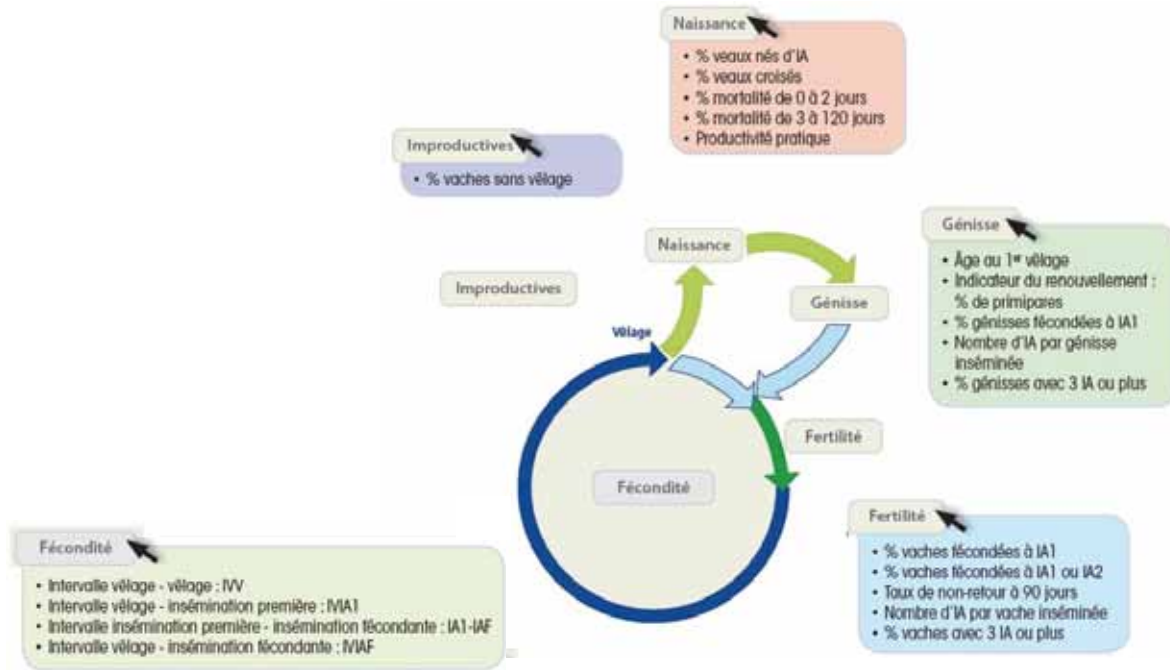
Fin 2017, seule la partie « Elevages » est disponible, mais elle représente plus de 80% des restitutions de l'observatoire REPROSCOPE. Les parties Animaux et Evolution arriveront début 2018.





Enfin, en fonction des informations recherchées, un groupe d'indicateurs (Fécondité, Fertilité, Génisse, Naissance, Improductives), décrits dans le schéma ci-dessous, est sélectionné.

**Figure 1 : liste des performances de reproduction accessibles**



## Une base de 7 millions de vaches et 160 000 exploitations

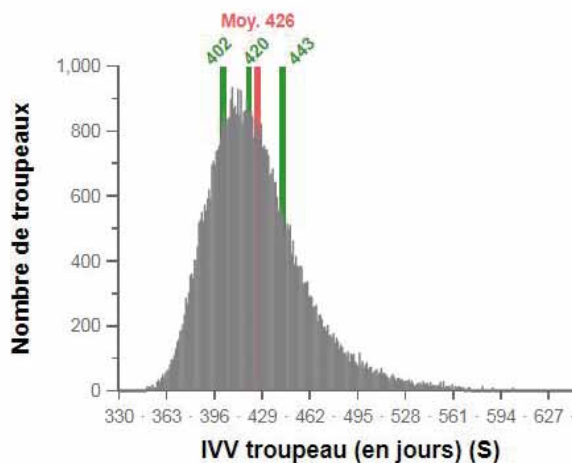
Pour la campagne 2013-2014, plus de 7 millions de femelles laitières et allaitantes alimentent l'observatoire et sont réparties dans un peu plus de 160 000 exploitations françaises. Après avoir choisi le groupe d'indicateurs, apparaît une page avec plusieurs graphiques représentant :

- La distribution d'une performance de reproduction permettant de visualiser le nombre de troupeaux (en ordonnée) pour chaque valeur de la performance (en abscisse, sur la figure 2 ci-dessous : l'IVV). Sur celle-ci, il peut être observé que la performance moyenne de la sélection est de 426 jours d'IVV moyen et que le 1<sup>er</sup> quartile, la médiane et le 3<sup>ème</sup> quartile sont respectivement de 402, 420 et 443 jours d'IVV.

La plus-value de l'observatoire REPROSCOPE est d'afficher les distributions de l'ensemble des troupeaux de la sélection. Celle-ci permet une meilleure visualisation de la répartition des élevages de la sélection et ainsi des marges de progrès envisageables dans les exploitations suivies.

**Figure 2 : graphique de distribution de l'Intervalle Vêlage-Vêlage (France, 65359 troupeaux laitiers de plus de 10 vèlages, campagne 2013-2014)**

### Intervalle vêlage - vêlage troupeau DÉTAILS





- Pour certaines performances de reproduction, la constitution moyenne d'un troupeau est réalisée pour cette performance. Est ainsi obtenue le % d'animaux (en abscisse) présents en moyenne dans une classe de la performance observée (en ordonnée, sur l'exemple ci-dessous, la classe d'IVV).

Ce type de graphique permet ainsi d'observer, qu'au-delà de la moyenne du troupeau, la performance des animaux à l'intérieur d'un troupeau est très hétérogène.

## Affiner la sélection

La partie supérieure de la page donne accès à des éléments permettant de cibler l'observation sur une population spécifique.

- **Campagne de reproduction** : pour choisir la campagne de reproduction (1<sup>er</sup> juillet au 30 juin de l'année suivante). En routine, la mise à jour de l'observatoire sera réalisée 6 mois après la fin de chaque campagne afin que tous les indicateurs puissent être correctement calculés. Deux campagnes (2012-2013 et 2013-2014) sont déjà disponibles et les campagnes 2014-2015 et 2015-2016 sont en cours de déploiement.

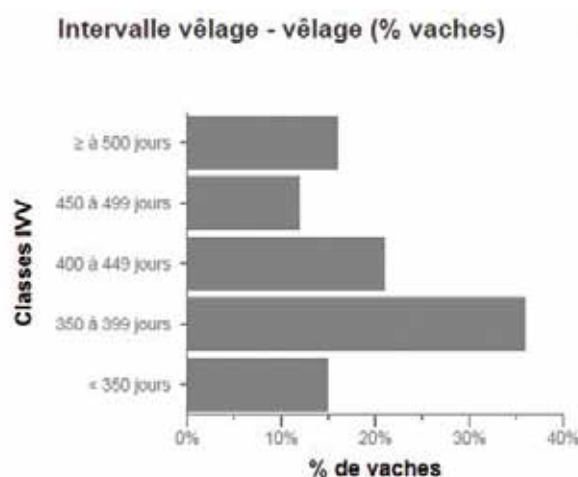
- **Race** : pour sélectionner une ou plusieurs races. La composition du troupeau permet son classement dans une race si elle représente plus de 80% des vêlages. Dans le cas contraire, il est considéré qu'il appartient à la catégorie multiraces.

- **Spécialisation de l'exploitation** : pour identifier les exploitations qui ont une orientation de leur type de production bovine laitière, allaitant ou mixte, d'après la typologie des élevages de bovins définies par l'IDEELE.

- **Niveau de production laitière** : une réglette permet d'affiner la sélection en fonction de la production moyenne des vaches du troupeau par lactation sur 305 jours (kg lait). Si « tous » est coché, la sélection comprend alors tous les troupeaux laitiers indépendamment d'un suivi de leurs performances de production laitière.

A chacune des sélections, des compteurs précisent les nombres de troupeaux sélectionnés, ainsi que ceux de moins de 10 vêlages qui ne sont pas intégrés dans les calculs. Sont également mentionnés le nombre de vêlages moyen et de vaches présentes par troupeau de la sélection.

**Figure 3 : graphique de distribution de l'Intervalle Vêlage-Vêlage (France, troupeaux laitiers de plus de 10 vêlages, campagne 2013-2014)**



### Encart 2 :

#### Interprétation des résultats : effectif minimum

Pour chaque performance de reproduction affichée dans l'observatoire, sont donnés systématiquement les effectifs qui permettent d'alimenter l'indicateur. L'interprétation des résultats des performances de reproduction de la sélection doit toujours prendre en compte les effectifs de la population de bovins. Donc, si les effectifs deviennent trop faibles en fonction des caractéristiques de la sélection... il faut prendre de la hauteur !!



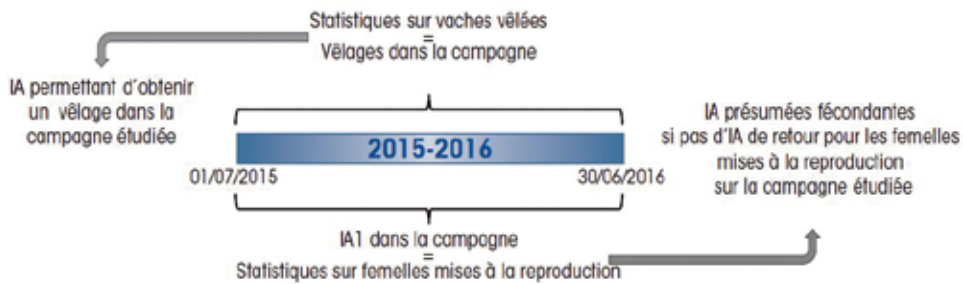
## Principes de présentation des données d'IA

Pour analyser les données d'insémination, deux populations sont considérées : les seules femelles vêlées durant la campagne ou bien toutes les femelles mises à la reproduction par IA au cours de la campagne.

Les statistiques sur vaches vêlées représentent les performances qui ont abouti à une naissance. Cet indicateur semble plus juste, mais les calculs ne prennent pas en compte les vaches mises à la reproduction réformées ou les animaux ne menant pas à terme leur gestation (mortalité fœtale, avortement). Ce calcul sous-estime la valeur réelle de la fertilité des bovins.

La plupart des outils de conseil en élevage utilisent aujourd'hui les statistiques sur les femelles mises à la reproduction pour être plus près de la campagne en cours et pour adapter le conseil à partir des IA présumées fécondantes. Cette méthode surestime la fertilité en ne prenant pas en compte les avortements tardifs, les femelles non vues en chaleurs ou remises à la reproduction avec un taureau.

**Figure 4 : principes de calcul des statistiques des données d'IA**

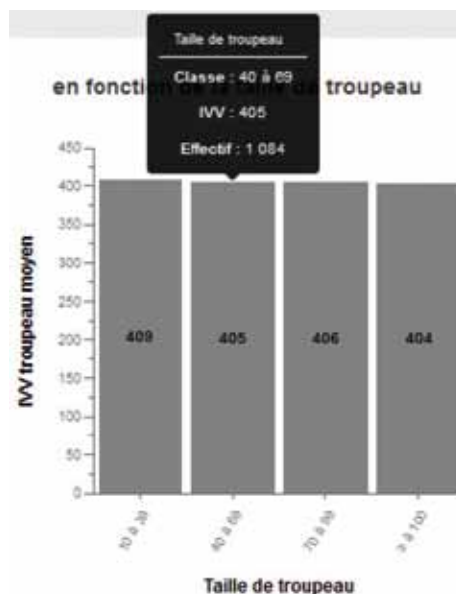


Pour ces deux méthodes représentées dans la figure 4, d'une part les animaux pris en compte dans les calculs sont différents et, d'autre part, les résultats obtenus sont tardifs (vêlages faits) ou précoces (IA présumées fécondantes). Sur certains indicateurs, et en fonction des modalités de calcul, il est possible de rencontrer des valeurs différentes dont les écarts peuvent aller jusqu'à 10%. La fertilité réelle des animaux se situe entre les deux résultats. Reproscope propose des résultats selon les deux méthodes de calcul, mais les comparaisons ne sont valables qu'à l'intérieur de chaque méthode.

### **DÉTAILS** : pour aller plus loin...

L'onglet **DÉTAILS** à droite des titres des graphiques permet, pour certaines performances, d'aller plus loin dans l'exploration en regardant les performances en fonction de la taille des troupeaux et en fonction des stratégies de conduite de la reproduction dans une exploitation : saison de vêlages (avec une notion de groupage des vêlages), taux de renouvellement, % d'animaux issus de l'IA ou du croisement et la stratégie d'âge au 1<sup>er</sup> vêlage (avec une notion de groupage des 1<sup>ers</sup> vêlages sur un âge objectif). La moyenne (en ordonnée) des performances de reproduction est calculée en fonction des classes de taille de troupeau ou de stratégie de conduite de la reproduction (en abscisse, en exemple sur la figure 5). Les effectifs pour chaque stratégie s'affichent dans les info-bulles lors du survol du graphique, donnant ainsi une vision des pratiques pour la sélection.

**Figure 5 : Intervalle vêlage-vêlage en fonction de la taille de troupeau (nombre de vêlages) - (France, troupeaux laitiers de plus de 10 vêlages, campagne 2013-2014)**







Pour l'accompagnement dans l'exploration de cet observatoire, plusieurs documents sont disponibles dans l'espace REPROSCOPE sur le site de l'Institut de l'Élevage :



- des fiches de « Prise en main » de l'outil permettant d'appréhender l'ensemble des informations proposées par l'observatoire, la navigation et les méthodes de calculs.



- « Vu dans Reproscope », dans lequel les partenaires de REPROSCOPE aident à la découverte de l'observatoire. Le 1<sup>er</sup> numéro, qui décrit les stratégies de conduite de la reproduction des bovins en France relevées dans l'observatoire troupeaux, est disponible.

## EN RÉSUMÉ

L'observatoire REPROSCOPE est un outil permettant d'accéder à différentes données de reproduction bovine sur une zone d'activité tout en prenant en compte certaines caractéristiques des troupeaux ou stratégies de conduite de la reproduction. Il a pour objectif de répondre aux divers besoins de références spécifiques à l'occasion des interventions en élevage.

A chacun d'explorer cet outil qui permet d'apporter des objectifs cohérents et imagés aux éleveurs en suivi.

Pour obtenir des valeurs « robustes », la sélection doit intégrer un nombre suffisant d'animaux.

*Bonne navigation !!!!*

*Le projet REPROSCOPE a été porté par l'Institut de l'Élevage, ALLICE, l'UMR BIOEPAR, FCEL avec le soutien financier de la CNE et du Ministère de l'agriculture autour d'un projet CASDAR. De nombreux intervenants en élevages ont contribué à cette réussite par leur participation aux différentes concertations afin d'identifier les attentes de chacun.*









# 2 ÉCONOMIE DE LA REPRODUCTION





## QUELLE VALEUR POUR UNE NOUVELLE GESTATION ? QUEL COÛT POUR UN AVORTEMENT ?

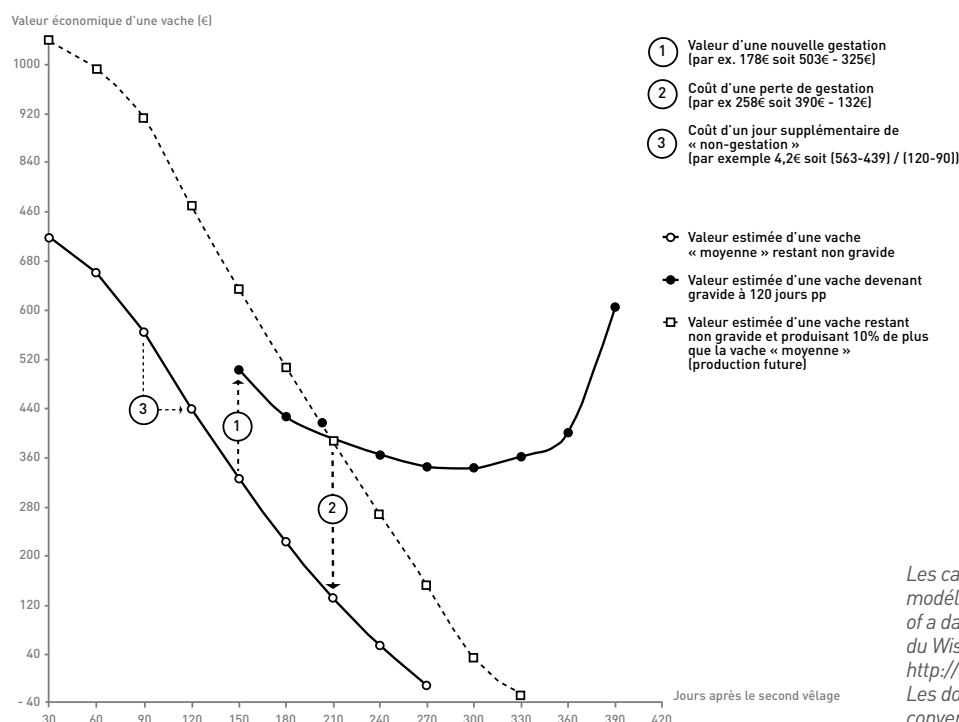
La rentabilité des fermes laitières dépend pour une part importante de leurs performances de reproduction. Plusieurs études ont montré que les jours additionnels nécessaires pour obtenir un début de gestation, par rapport à un délai optimum postpartum, font perdre de l'argent à l'éleveur. Ces pertes sont d'autant plus élevées que le retard pour obtenir une fécondation est important. La valeur d'une nouvelle gestation dépend donc d'abord du stade de lactation. Mais d'autres paramètres peuvent aussi l'influencer, tels que le numéro de lactation, la production de lait, la persistance laitière, le prix du lait, la stratégie de renouvellement du troupeau laitier, ...

### Comment calculer la valeur d'une nouvelle gestation ou d'une perte de gestation ?

Pour calculer le prix d'une nouvelle gestation ou le coût d'une perte de gestation, 2 approches ont été utilisées dans les études américaines publiées. La première consiste à calculer la différence entre les bénéfices financiers (revenus - coûts) générés par la vache selon son statut de gestation (DE VRIES 2006). Les revenus sont issus de la vente du lait produit et des veaux ; les coûts correspondent à l'aliment, les frais de mise à la reproduction, le coût de remplacement des vaches par une génisse, ...

Une autre méthode consiste à comparer la valeur de la vache, gravide ou non, à une date donnée (CABRERA 2014 ; *graphe 1*). Pour calculer cette valeur, l'auteur a utilisé l'outil de modélisation économique « The economic Value of a Dairy Cow » de l'Université du Wisconsin Madison, disponible en ligne : <http://dairymgt.uwex.edu/tools.php>. La valeur d'une nouvelle gestation était calculée à 150 jours postpartum sur une vache « moyenne » fécondée 30 jours auparavant.

**Graphe 1 : Valeur estimée d'une vache laitière selon son statut de gestation et sa production (d'après CABRERA 2014)**



Les calculs sont réalisés à l'aide de l'outil de modélisation économique « Economic value of a dairy cow » développé par l'Université du Wisconsin (disponible <http://dairymgt.info/tools.php>). Les dollars ont été convertis en euros avec la conversion 1 USD = 0,8€





Les résultats des différentes études sont voisins, avec **une valeur moyenne d'environ 200€ pour une nouvelle gestation.**

**Tableau 1 : Valeur moyenne d'une nouvelle gestation (aux Etats-Unis)**

| Auteurs         | Année | Valeur*(€) |
|-----------------|-------|------------|
| EICKER & FETROW | 2003  | 160        |
| STEVENSON       | 2001  | 202 - 219  |
| DE VRIES        | 2006  | 222        |
| CABRERA         | 2014  | 178        |

*\*données en USD converties en € (en prenant 1 USD = 0,8 €)*

Dans la modélisation de CABRERA (2014), la valeur d'une nouvelle gestation augmente significativement avec la productivité de la vache : elle passe de 178€ pour une vache « moyenne » à 365€ pour une vache produisant 10% de plus. Chez une vache non gestante entre 90 et 120 jours pp, la baisse de valeur de l'animal fait apparaître une perte moyenne de 4,2€ par jour supplémentaire pour obtenir la fécondation (4,8€ si la vache produit 10% de plus que la moyenne).

Selon le même modèle, chez une vache fécondée à 120 jours postpartum, l'avortement précoce au bout de 90 jours (donc à 210 jours pp) coûte 258€ pour une vache « moyenne » (393€ chez une vache avec un niveau de production 10% supérieur).

### Variations de la valeur d'une nouvelle gestation et du coût d'une perte de gestation

En utilisant une modélisation bio-économique, De VRIES (2006) a testé l'influence de plusieurs paramètres sur la valeur d'une nouvelle gestation : délai entre vêlage et fécondation, rendement laitier et parité. Le tableau 2 présente quelques valeurs utilisées dans le cadre de cette modélisation.





**Tableau 2 : Quelques critères utilisés dans le modèle développé par De VRIES (2006)**

| <b>Rendement laitier</b>                            |  |
|---|--|
| - en 1 <sup>ère</sup> lactation                     | 83,3% de la production 3 <sup>ème</sup> lactation et +   |
| - en 2 <sup>ème</sup> lactation                     | 90,9% de la production 3 <sup>ème</sup> lactation et +   |
| <b>Reproduction</b>                                 |  |
| Taux de soumission à l'IA*                          | 40%  |
| Réussite à l'IA**                                   | 40%  |
| Taux de gestation***                                | 16%  |
| Baisse du taux de réussite à l'IA après 61 jours pp | 2,6% par mois  |
| Probabilité d'avortement                            | 3,5% au 2 <sup>ème</sup> mois de gestation<br>2,5% au 3 <sup>ème</sup> mois de gestation<br>1,5% au 4 <sup>ème</sup> mois de gestation<br>0,5 % au 5 <sup>ème</sup> mois de gestation<br>0,25 % au 6 <sup>ème</sup> mois de gestation<br>0,1 % au 7 <sup>ème</sup> et 8 <sup>ème</sup> mois de gestation |
| <b>Prix****</b>                                     |  |
| Lait  | 248€ / 1000kg  |
| Génisse de remplacement                             | 1 280 €  |
| Veau  | 160 €  |

\* Probabilité pour une vache cyclée d'être inséminée sur un cycle de 21 jours

\*\* Calculée à 61 jours pp

\*\*\* Taux de gestation calculé 61 jours pp (Taux de soumission X Réussite à l'IA)

\*\*\*\* (sur la base 1 dollar = 0,8 euro)

Les paramètres utilisés dans le modèle bio-économique (tableau 2) permettent de définir les caractéristiques technico-économiques d'un troupeau « moyen » (tableau 3). Dans celui-ci, les ventes de lait représentent 91% des produits (le reste correspondant aux ventes de veaux et réformes). Les frais d'alimentation représentent 45% des coûts totaux.

**Tableau 3 : Caractéristiques du troupeau défini sur la base du modèle bio-économique par DE VRIES (2006)**

|   |              |
|---|--------------|
| <b>Revenus totaux / vache par an (€*)</b> | <b>3105</b>  |
| Vente de lait                             | 2835         |
| Vente de vache                            | 103          |
| Vente de veau                             | 167          |
| <b>Coûts totaux / vache par an (€)</b>    | <b>2822</b>  |
| Coûts d'alimentation                      | 1258         |
| Coût d'achat de génisses                  | 482          |
| Coûts de mise à la reproduction           | 26           |
| Autres coûts                              | 1056         |
| <b>Profit / vache par an (€)</b>          | <b>283</b>   |
| Production / vache par an                 | 11431 litres |
| Stade de lactation moyen                  | 223 jours    |
| Intervalle vêlage-IA fécondante           | 137 jours    |
| Taux de gestation**                       | 15%          |
| Réforme                                   | 36%          |
| Valeur d'une nouvelle gestation (€)       | 222          |
| Coût d'une perte de gestation (€)         | 444          |

\*Sur la base 1 dollar = 0,8 euro,

\*\*Taux de soumission x Réussite à l'IA



### • Valeur d'une nouvelle gestation

Sur la base du modèle développé, il apparait que (voir tableau 4 et graphe 2) :

- la valeur de la gestation **augmente avec le rendement laitier** (à l'exception des primipares « remplissant » précocement à 61 jours pp)
- la valeur d'une nouvelle gestation est minimale en début et en fin de lactation
- la valeur maximale d'une nouvelle gestation est obtenue plus tardivement en lactation chez les fortes productrices.
- La valeur d'une nouvelle gestation est nulle pour certaines femelles, ce qui signifie qu'il est préférable de les réformer. Ceci concerne les primipares faibles productrices vides au-delà de 300 jours ; pour les vaches en 2<sup>ème</sup> lactation, il s'agit des faibles productrices au-delà de 210 jours pp ainsi que les moyennes productrices au-delà de 330 jours pp.

A noter que chez les primipares fortes productrices, la valeur d'une nouvelle gestation est négative lorsque celle-ci est obtenue précocement, dès 61 jours postpartum ; cela signifie que sur ce type de femelles, l'optimum économique est observé en différant la mise à la reproduction.

**Tableau 4 : Valeur de conservation d'une vache selon son statut de gestation et valeur d'une nouvelle gestation selon le numéro de lactation, le délai de fécondation et la production laitière (DE VRIES 2006)**

| N° de lactation | Intervalle (j.)<br>Vêlage -<br>fécondation | Production<br>laitière (%) <sup>1</sup> | Valeur (€)<br>de conservation <sup>2</sup><br>Vache gestante | Valeur (€) de<br>conservation <sup>2</sup><br>Vache 'vide' | Valeur (€)<br>d'une nouvelle<br>gestation |
|-----------------|--|---|--|--|---|
| 1               | 61   | 80                                      | 315  | 219  | <b>96</b>                                 |
| 1               | 61   | 100                                     | 812  | 747  | <b>65</b>                                 |
| 1               | 61   | 120                                     | 1322   | 1333   | <b>-11</b>                                |
| 1               | 243  | 80                                      | 117  | (-6)   | <b>117</b>                                |
| 1               | 243  | 100                                     | 570  | 239  | <b>331</b>                                |
| 1               | 243  | 120                                     | 1054   | 654  | <b>400</b>                                |
| 2               | 61   | 80                                      | 343  | 206  | <b>137</b>                                |
| 2               | 61   | 100                                     | 828  | 649  | <b>179</b>                                |
| 2               | 61   | 120                                     | 1327   | 1161   | <b>166</b>                                |
| 2               | 243  | 80                                      | -34  | -34  | <b>0</b>                                  |
| 2               | 243  | 100                                     | 243  | 18   | <b>225</b>                                |
| 2               | 243  | 120                                     | 639  | 198  | <b>441</b>                                |

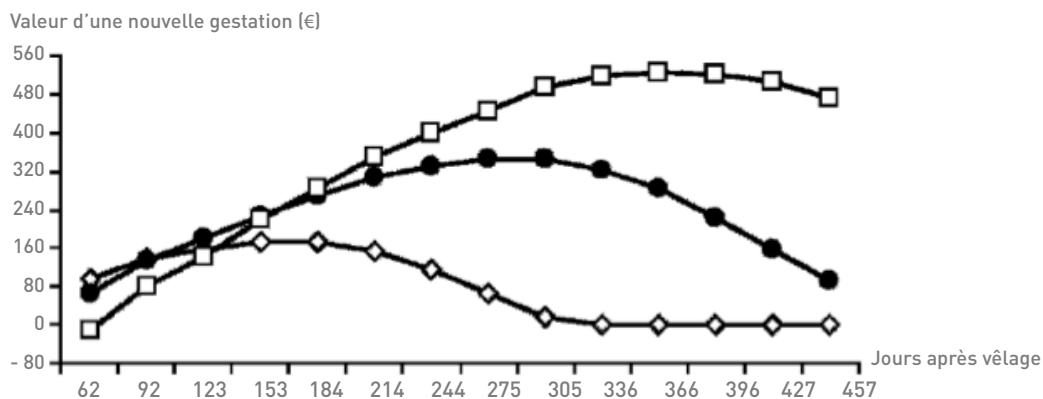
<sup>1</sup> En comparaison à une production moyenne (100%)

<sup>2</sup> Calculée en comparant les revenus générés par sa conservation ou sa réforme  
Conversion utilisée : 1 dollar = 0,8€

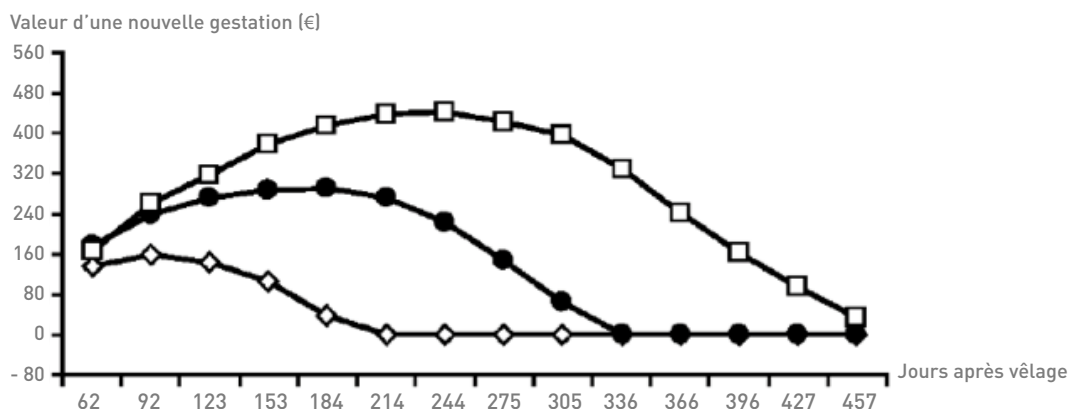


Graphe 2 : Valeur estimée d'une nouvelle gestation selon le niveau de production (◇ : 80%, ● : 100%, □ : 120% du rendement laitier de référence) en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> lactation (DE VRIES 2006)

### Primipares



### 2<sup>ème</sup> lactation



#### • Coût d'une perte de gestation

Le coût d'une perte de gestation est toujours plus élevé que la valeur d'une nouvelle gestation, sauf dans les rares cas où la vache gestante mériterait d'un point de vue économique d'être réformée (cas des multipares peu productives débutant une nouvelle gestation tardivement après le vêlage précédent, pour lesquelles la valeur d'une nouvelle gestation est négative). Il est en moyenne double (444 €) de celui de la valeur d'une nouvelle gestation (222€).

De façon générale, **le coût d'une perte de gestation augmente avec l'avancement de la gestation** (tableau 5). A l'exception des vaches les plus faibles productrices, **le coût de perte de la gestation augmente aussi avec le délai postpartum d'acquisition de la gestation concernée par la perte** (la perte d'une gestation amorcée 243 jours après le vêlage précédent est plus coûteuse que celle d'une gestation débutée dès 61 jours après le vêlage).

Chez les plus fortes productrices, le coût de la perte de gestation est plus élevé lorsque le délai d'acquisition de la gestation est important. Lorsque la conception est obtenue précocement après vêlage, le niveau de production joue peu sur le coût de la perte de gestation, sauf dans les cas où cette perte a lieu à un stade avancé (7 mois) de la gestation.





**Tableau 5 : Coût d'une perte de gestation selon l'avancement de la gestation, le numéro de lactation, la production laitière et le délai entre vêlage et fécondation (DE VRIES 2006)**

| Production laitière <sup>1</sup><br>(%) | N°<br>de lactation | Intervalle Vêlage - fécondation<br>61 jours |     |     | Intervalle Vêlage - fécondation<br>243 jours |                |      |
|---|--------------------|---|-----|-----|--|----------------|------|
|   |                    | Mois de gestation                           |     |     | Mois de gestation                            |                |      |
|   |                    | 1   | 4   | 7   | 1  | 4              | 7    |
| 80                                      | 1                  | 122   | 225 | 334 | 128  | 236            | 461  |
| 80                                      | 2                  | 166   | 226 | 331 | 0 <sup>2</sup>                               | 95             | 452  |
| 80                                      | 3                  | 184   | 222 | 323 | 0 <sup>2</sup>                               | 0 <sup>2</sup> | 313  |
| 100                                     | 1                  | 88  | 223 | 462 | 391  | 591            | 770  |
| 100                                     | 2                  | 228   | 420 | 605 | 248  | 414            | 746  |
| 100                                     | 3                  | 269   | 450 | 581 | 97   | 238            | 569  |
| 120                                     | 1                  | -2  | 109 | 392 | 479  | 794            | 1098 |
| 120                                     | 2                  | 218   | 463 | 787 | 519  | 750            | 1059 |
| 120                                     | 3                  | 289   | 555 | 818 | 390  | 535            | 844  |

<sup>1</sup> En comparaison à une production moyenne (100%) - Conversion utilisée : 1 dollar = 0,8€

<sup>2</sup> Lorsque la vache gestante devrait être réformée d'un point de vue économique, le coût de la perte de gestation est pris égal à 0

## Conséquences pratiques et conclusion

Ces résultats sont issus de modélisations réalisées en intégrant des valeurs représentatives d'un troupeau Holstein américain (tableau 2). Il serait intéressant de reproduire le même type d'étude sur la base de données françaises ou européennes (et avec des prix variables payés pour le lait).

L'évaluation de la valeur d'une nouvelle gestation et du coût d'une perte de gestation est importante pour la prise de décision concernant la mise à la reproduction. En particulier, elle permet d'affiner les stratégies d'insémination et de mise en place de programmes de prévention de la mortalité embryonnaire ou fœtale :

- Le coût d'un jour supplémentaire pour obtenir un début de gestation est élevé (4 à 5€), notamment chez les vaches les plus fortes productrices. De ce fait, il est intéressant économiquement d'augmenter les opportunités d'inséminer, particulièrement chez les femelles à plus forte productivité (optimisation de la détection des chaleurs, protocole de synchronisation de l'œstrus).
- Le coût d'une perte de gestation étant élevé, d'autant plus que la gestation est avancée, les stratégies permettant de réduire les risques de mortalité embryonnaire ou d'avortement sont le plus souvent rentables.
- Contrairement aux pratiques qui se développent sur le terrain, la mise à la reproduction (très) précoce ne constituerait pas nécessairement la stratégie la plus intéressante d'un point de vue économique chez les plus fortes productrices.

Au-delà de la seule valeur d'une gestation ou de sa perte, des logiciels d'aide à la décision de réforme sont déjà en développement avancé et seront proposés aux éleveurs. Ils intègrent non seulement la fertilité et la fécondité antérieure des animaux mais également le nombre d'épisodes de maladies (mammite, boiterie, ...), le niveau de production, le numéro de lactation.

DE VRIES. *JDS* 2006, 89 : 3876-3885

CABRERA. *Animal* 2014, 8 (suppl. 1) : 211-221

EICKER & FETROW. *Proceedings of the Kentucky Dairy Conference, Cave City* 2003 : 33-46

STEVENSON. *JDS* 2001, 84 (E supplement) : 128-143

# PERTES ÉCONOMIQUES ASSOCIÉES À L'INFÉCONDITÉ

## QUEL COÛT ? QUELS POSTES À RISQUE ?

*Une mauvaise reproduction coûte cher à l'éleveur et compromet sa production (lait, veaux). Pour autant, la quantification des pertes associées à l'infertilité ou l'infécondité n'est pas simple car les conséquences financières sont, pour l'essentiel, indirectes et différées. De plus, ces pertes consistant en des manques à gagner (par rapport à une situation meilleure), leur amplitude réelle est mal perçue, et le plus souvent sous-estimée. En effet, l'éleveur est le plus souvent davantage sensible à ses frais et pertes directes (mortalité, réformes non souhaitées, ...) qu'aux possibilités d'augmenter – ou, pour ce qui concerne la reproduction, plutôt de ne pas réduire- son revenu.*

Une récente étude néerlandaise (INCHAI-SRI & al. 2010) s'est attachée à calculer, grâce à un modèle de simulation économique, les conséquences financières de 3 scénarios de reproduction différents : performances (très) bonnes, moyennes ou (très) mauvaises. Le scénario médian est assez représentatif de la situation moyenne française des vaches laitières en France (tableau 1).

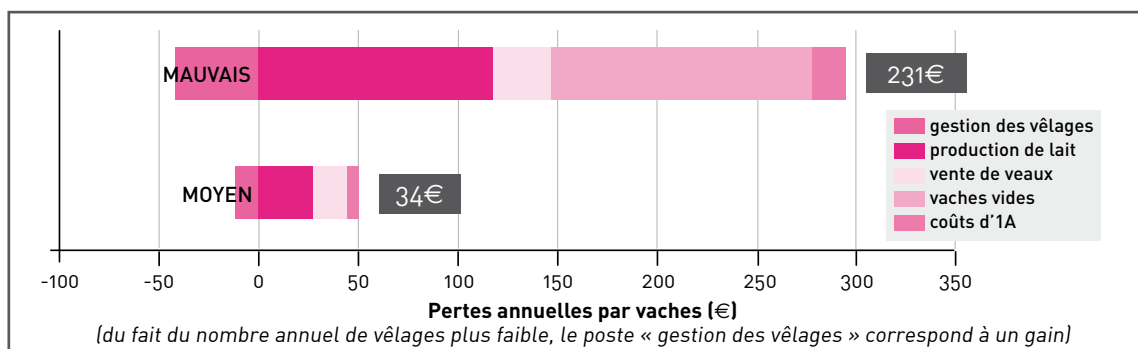
| SCÉNARIO                    | BON       | MOYEN     | MAUVAIS   |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Production laitière         | 8068 kg   | 7775 kg   | 7031 kg   |
| Intervalle Vêlage - IA1     | 83 jours  | 127 jours | 228 jours |
| Intervalle Vêlage-Vêlage    | 362 jours | 407 jours | 507 jours |
| Nombre d'IA / IA fécondante | 1,16      | 1,61      | 2,76      |

**Tableau 1. Quelques performances de reproduction des vaches laitières classées à performances « bonnes », « moyennes » ou mauvaises » (INCHAI-SRI & al. 2010)**

### Des pertes accentuées pour les performances de reproduction très médiocres

La perte annuelle par rapport à une « bonne » vache en matière de reproduction est de 34€ pour une vache « moyenne » et de 231€ pour une « mauvaise » vache (sans tenir compte des coûts de réforme et d'IA additionnels). Pour les vaches à performances de reproduction moyennes, la perte totale correspond à la perte de lait (les autres pertes, plus modérées, étant compensées par le gain sur les coûts de gestion des vêlages qui sont moins fréquents). Pour les vaches à (très) mauvaise reproduction, la perte globale est partagée à parts quasi égales entre la baisse de production de lait et le coût des vaches vides (graphe 1). Appliqué

au système français, le modèle aboutirait probablement à des montants supérieurs car la perte par litre de lait non produit est valorisée à (seulement) 0,12€ dans cette étude (conditions néerlandaises). Ces résultats confirment que ce sont les écarts les plus importants par rapport à la normale qui sont les plus pénalisants économiquement, rejoignant ainsi les conclusions de SEEGERS & al. (1999) : dans les conditions françaises, pour les intervalles très accrus entre vêlages (IVV de 16 mois et plus), le coût journalier du retard peut atteindre 1,5 à 2,5€, alors qu'il n'est que de 0,5 à 1€ pour les IVV de 13 ou 14 mois.



**Graphe 1. Conséquences économiques de performances de reproduction « moyennes » ou « mauvaises » (INCHAI-SRI & al. 2010)**



Article paru en mai 2011  
dans ReproMag 8

## L'impact majeur de la qualité de détection des chaleurs et de la réussite à l'IA

Les conséquences de la modification individuelle de différents paramètres ont été calculées sur la base du scénario de performances moyennes (taux de détection des chaleurs = 50%, taux de fécondation = 50%, délai de mise à la reproduction = 12 semaines, incidence des endométrites = 27%, ...). En gardant les caractéristiques du scénario « moyen », le modèle fait évoluer un seul paramètre jusqu'aux valeurs correspondant respectivement aux scénarii « bon » ou « mauvais » (par exemple, la réussite à l'IA, 50% dans le scénario « moyen », est amenée à 30% ou 70%).

L'analyse montre que le taux de réussite à l'IA constitue la variable la plus importante influençant les pertes économiques annuelles, devant le taux de détection des chaleurs, puis l'incidence des métrites et le délai volontaire imposé entre vêlage et mise à la reproduction (graphe 2).

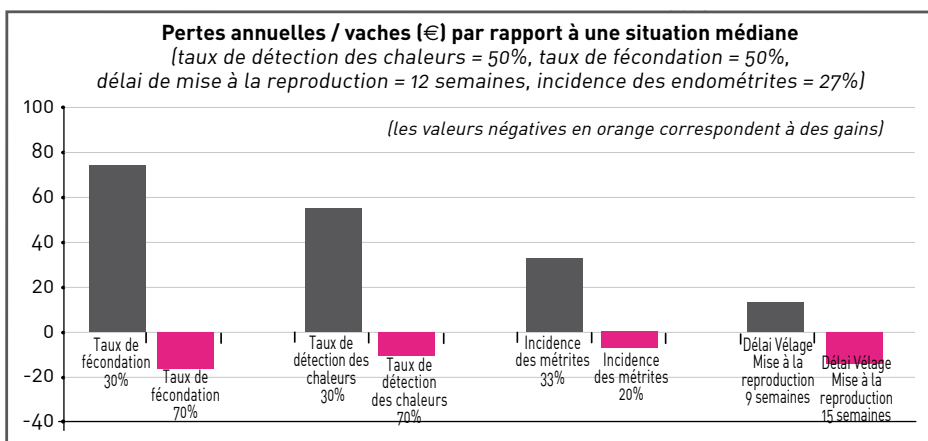
En valeur absolue, les pertes correspondant à la dégradation d'un paramètre vers le « mauvais » sont plus élevées que les gains notés à l'occasion de l'évolution jusqu'à une valeur du « bon » scénario. En d'autres termes, les bénéfices potentiels de l'amélioration d'un paramètre de reproduction sont d'autant plus importants que la situation initiale est très dégradée. Les efforts consentis pour améliorer une situation moyenne (normale) sont moins fructueux.

L'amélioration de la réussite à l'IA de 20 points (de 30% jusque 50%) apporte un gain de 75,5€ par vache dans le modèle développé par INCHAISRI & al., ce qui correspond à une valeur de 3,8€ du point de fertilité gagné dans cette fourchette de valeur. Entre 50% et 70% de réussite à l'IA, le gain par vache est de 16,7€ soit une valeur du point additionnel qui ne vaut (plus) que 0,8€. Cette estimation du coût du point de réussite à l'IA s'avère être en adéquation avec les évaluations déjà anciennes de Van ARENDONK & DIJKHUIZEN aux Pays-Bas (1985) fixant à 1,2€ le coût d'un point de fertilité, et de BOICHARD en France (1990) mentionnant une valeur comprise entre 1,5 et 3,0€.

Les valeurs calculées par INCHAISRI & al. sont aussi très cohérentes avec le coût de 38€ par IA ratée, calculé en France sur la base de bilans comptables (HOBE & al. 2008). En effet, en considérant une réussite à l'IA demeurant stable quel que soit le numéro d'insémination et sans tenir compte des réformes, il faut en moyenne 2 IA pour initier une gestation chez une vache dont la fertilité est de 50% ; ce nombre d'IA théoriques est de 3,33 (+ 1,33 IA) pour une fertilité de 30% et de 1,43 (-0,57 IA) pour une fertilité de 70%. A raison de 38€ par IA supplémentaire, la perte pour un taux de détection des chaleurs de 30% atteint 50,7€ par vache et le gain est de 21,7€ par vache pour un taux de détection de 70%.

La perte associée à la dégradation du taux de détection des chaleurs de 50% à 30% est estimée à 53,3€ alors

le gain correspondant à son amélioration de 50% jusque 70% est chiffré à 11,2€. valeurs rejoignent celles calculées en France par SEEGER & al. (2010) pour qui l'impact d'une réduction de 10% de la détection des chaleurs avant l'IA1 entraîne un manque à gagner annuel vache de l'ordre de 15€.



Graph 2. Pertes annuelles par vache observée par la modification individuelle de différents paramètres de reproduction (INCHAISRI & al. 2010)

### En pratique



Les pertes économiques sont plus que proportionnellement augmentées lorsqu'un ou plusieurs paramètres de reproduction sont très altérés (par exemple IVV de 17 mois et plus, réussite à l'IA de 30%, taux de détection des chaleurs de 30%, ...). Le retour à des valeurs normales dans ces situations s'avère donc très profitable.

La mauvaise réussite à l'IA et la mauvaise détection de l'œstrus constituent les deux premières causes de pertes économiques liées à la reproduction. La perte d'un point de réussite à l'IA coûte de 0,8€ à 3,8€, alors que la perte d'un point de détection des chaleurs coûte de 0,6€ à 2,7€.

INCHAISRI & al. *Theriogenology* 2010, 74 : 835-846  
SEEGERS & al. *Journée AERA 1999*, Recueil pp 49-58  
Van ARENDONK & DIJKHUIZEN. *Livestock Production Science* 1985, 13 : 333-349  
BOICHARD. *Livestock Production Science* 1990, 24 : 187-204  
HOBE & al. *Journées Nationales es GTV 2008*, Recueil pp 97-102  
SEEGERS & al. *Renc. Rech. Ruminants* 2010, 17 : 146



# INFÉCONDITÉ : QUEL COÛT POUR L'ÉLEVEUR ?

*Il y a 20 ans, il était classique (et empirique le plus souvent !) d'annoncer que chaque jour de retard pour l'IA coûtait 20 francs environ (3 €). A cette époque, l'objectif était (encore) d'un veau par vache et par an et l'Intervalle Vêlage-Vêlage (IVV) moyen avoisinait 390 jours ; d'où la valeur annuelle de 500 francs (75 €) généralement annoncée comme perte pour infécondité par vache laitière. Qu'en est-il aujourd'hui ?*

## Un calcul compliqué

Tout d'abord, il faut rappeler que chiffrer le coût de l'infécondité n'est pas aisé. En effet, un même retard de fécondation a un effet économique variable selon différents paramètres, par exemple :

- la saisonnalité des vêlages : le revenu de l'exploitation est moins atteint par l'échec de l'IA si les vêlages sont étalés ; si les vêlages sont groupés, le maintien de la saison de vêlage peut obliger l'éleveur à réformer certaines femelles infécondes,
- la proportion de femelles infécondes : le « tamponnement » des effets négatifs de l'infertilité (en retardant des réformes planifiées, en gardant des génisses prévues pour la vente, en augmentant temporairement la ration, ...) n'est possible que si peu de femelles sont concernées,
- le niveau de production laitière de l'élevage : la valeur optimale de l'IVV est augmentée pour les fortes productrices
- l'état de réalisation du quota.

En pratique, le coût total de l'infécondité correspond à la somme :

- des pertes directes :
  - proportionnelles à l'allongement de l'IVV (moindre production de lait, de veaux, ...)
  - fixes en cas de réforme
- des coûts de maîtrise, c'est-à-dire les charges de prévention et de traitement des troubles de la reproduction : frais vétérinaires, IA supplémentaires. Parmi les autres coûts, bien souvent non comptabilisés, figure la surcharge de travail causée par l'infertilité.





## Pertes individuelles par femelle inféconde

### - Pertes liées à l'allongement de l'IVV :

Dans les conditions françaises, les répercussions économiques de l'allongement de l'IVV sont variables selon l'importance de l'écart par rapport à l'objectif fixé.

**La perte est très augmentée pour les IVV les plus extrêmes (16 mois et plus) : elle peut atteindre 75 € par mois supplémentaire pour obtenir une IA fécondante (soit 50 euros par cycle perdu ; tableau 1).**

| IVV     | Perte par pas de 21 jours (par jour) | Perte totale maximale |
|---------|--------------------------------------|-----------------------|
| 13 mois | 10 à 20 euros (0.5-1.0 €)            | 30 euros              |
| 14 mois | 10 à 20 euros (0.5-1.0 €)            | 60 euros              |
| 15 mois | 20 à 30 euros (1.0-1.5 €)            | 120 euros             |
| 16 mois | 30 à 50 euros (1.5-2.5 €)            | 300 euros             |
| 17 mois | 30 à 50 euros (1.5-2.5 €)            | 375 euros             |

Tableau 1 : Pertes associées à l'allongement de l'IVV des vaches non réformées (SEEGERS & al. 1999)

Ces résultats rejoignent les estimations américaines récentes (MEADOWS & al. 2005) : 0,33 € par jour de retard pour les IA fécondantes obtenues jusque 130 jours pp (IVV ≤ 13,5 mois), 1,0 € par jour de retard entre 130 et 160 jours (13,5 mois < IVV ≤ 14,5 mois) et 1,3 € par jour de retard entre 160 et 190 jours (14,5 mois < IVV ≤ 15,5 mois).

### - Pertes liées aux réformes additionnelles :

La perte dépend du taux moyen de réforme de l'exploitation, du numéro de lactation des femelles réformées et de leur valeur génétique. Toute vache étant réformée tôt ou tard, la réforme pour infécondité n'entraîne une perte que lorsqu'elle augmente significativement le taux de renouvellement visé. La réforme provoque aussi une perte de progrès génétique qui ne doit pas non plus être surévaluée ; seuls les troubles conduisant à une réforme prématurée d'animaux exceptionnels sont très préjudiciables.

Une fourchette moyenne de 250 à 450 euros peut être prise en compte comme perte par réforme effectivement supplémentaire et anticipée. En France, l'infertilité est responsable de 20 à 25% des réformes (et donc de la perte annuelle de 5 à 6% du troupeau ; SEEGERS 2006 ; BOICHARD 1988) ; en conséquence, les réformes constituent un poste important des pertes liées à l'infécondité.

Logiquement, **la perte est beaucoup plus importante lorsque la réforme est subie, en particulier en 1<sup>ère</sup> lactation** : dans ce cas, le surcoût de remplacement par rapport à une réforme décidée en 6<sup>ème</sup> lactation est estimé à **800 € soit près de 120 € / 1000 l de lait produit** (tableau 2). Si la femelle primipare produit 9000 litres, ce coût est alors évalué à 90 € / 1000 l de lait.

Le coût de remplacement de l'animal diminue avec le nombre de lactations réalisées. Rapporté à la production de lait, il se réduit sensiblement avec l'avancement de la carrière de l'animal, en relation avec l'amortissement par une plus forte quantité de lait : de l'ordre de 120 € / 1000 l de lait produit pour une réforme en fin de 1<sup>ère</sup> lactation, il ne représente plus que 10 € / 1000 l en fin de 4<sup>ème</sup> lactation.

| Réforme en fin (270 <sup>e</sup> jour) de | Surcoût total* | Surcoût / 1000L lait produit** |
|---|----------------|--------------------------------|
| 1 <sup>ère</sup> lactation                | 800 €          | 120 €                          |
| 2 <sup>e</sup> lactation                  | 600 €          | 45 €                           |
| 3 <sup>e</sup> lactation                  | 400 €          | 20 €                           |
| 4 <sup>e</sup> lactation                  | 300 €          | 10 €                           |

Tableau 2 : Surcoût approximatif d'une réforme subie selon le numéro de lactation (par rapport à une réforme en 6<sup>e</sup> lactation, d'après SEEGERS 2006)

\* sur la base d'une différence de 700 € entre le coût d'élevage de la génisse et la valeur de la carcasse  
\*\* sur la base d'une production adulte de 7000 litres



## Coût global de l'infécondité par femelle présente

Une enquête menée de 1995 à 1998 sur 200 troupeaux laitiers des Pays de la Loire (FOURICHON & al. 2001) démontre l'importance des troubles de la reproduction dans le coût global des maladies : les troubles du péripartum et l'infécondité représentent au total près de 30% de l'impact économique des troubles de santé des vaches laitières, soit environ 67 € par vache présente et par an.

| Trouble de santé  | Perte / vache        | Coûts de maîtrise  | Total / vache        | % coût total |
|---|----------------------|--------------------|----------------------|--------------|
| Mammite   | 52 €                 | 26 €               | 78 €                 | 34%          |
| Reproduction<br>- dont endométrite, infécondité, ...<br>- dont troubles du péripartum | 53 €<br>31 €<br>22 € | 14 €<br>9 €<br>5 € | 67 €<br>40 €<br>27 € | 29%          |
| Métabolique & digestif  | 19 €                 | 13 €               | 32 €                 | 14%          |
| Néonatal (veaux jusque 15 j.)   | 15 €                 | 9 €                | 24 €                 | 10%          |
| Autres  | 10 €                 | 21 €               | 31 €                 | 13%          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>149 €</b>         | <b>83 €</b>        | <b>232 €</b>         | <b>100%</b>  |

Tableau 3 : . Contribution des différents troubles de santé des vaches aux pertes estimées dans 197 élevages laitiers des Pays de la Loire (FOURICHON & al. 2001)

Une étude plus récente (2003 à 2005) conduite sur 114 exercices comptables de fermes bretonnes conclut à un coût total annuel des troubles de reproduction très proche (dépenses + pertes) : 69 euros (dont 47 euros pour les performances de reproduction et 22 euros pour les troubles autour du vêlage), soit 28% du coût global des troubles de santé évalués à 250 euros par vache et par an. L'impact économique des troubles globaux de reproduction représente dans cette étude 11 € / 1000 l de lait produit.

SEEGERS H. & al. Recueil de la Journée AERA 1999. 49-58.  
SEEGERS H. Proceedings of the World Buiatrics Congress, Nice 2006. 292-302.  
FOURICHON C. & al. Journées 3R (Rencontres Recherche Ruminants) 2001.137-143.  
JEGOU V. & al. Journée Bovine Nantaise 2006. 104-105.  
MEADOWS & al. Journal of Dairy Science 2005. 88. 1244-1254.  
BOICHARD D. INRA Productions Animales 1988. 1(4) : 245-252.

## En pratique

Le coût financier des troubles de reproduction avoisine 70 € par vache présente, soit près de 30% des pertes économiques globales liées aux troubles de santé. Il est très variable et peut atteindre des valeurs extrêmes si l'intervalle entre vêlages est très allongé (16 mois et plus) et /ou que des femelles jeunes à forte génétique doivent être réformées pour infécondité.





**3**

# **PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION**



## QUELLE EST LA DURÉE DU CYCLE CHEZ LA VACHE HOLSTEIN EN FRANCE ?

*Au cours des 10 dernières années, deux enquêtes françaises d'envergure ont étudié la durée des cycles de vaches Holstein à partir des intervalles IA1-IA2 et IA2-IA3 :*

- *une enquête conduite sur 1370 troupeaux de Vendée et Charente-Maritime de septembre 1997 à août 1998, concernant 66.000 femelles,*
- *une enquête sur 470.000 vaches issues de 4000 élevages de Bretagne, entre début 2001 et fin 2005.*

*Pour les 2 enquêtes, seules les données concernant des vaches provenant d'élevages avec au moins 20 IA1 / an ont été prises en compte.*



**D'un point de vue méthodologique,** il est important de préciser que l'assimilation des intervalles entre IA aux intervalles entre chaleurs constitue une approximation pour diverses raisons :

- les intervalles entre IA ne sont pas représentatifs de la population totale de vaches (seules les données de femelles inséminées, en IA1 ou en IA2, et revues en chaleurs sont collectées),
- le délai entre début des chaleurs et IA est variable selon les animaux,
- certaines femelles (au moins 5%) sont inséminées alors qu'elles ne sont pas en chaleurs,
- ni le numéro des chaleurs concernées, ni l'intervalle depuis le vêlage ne sont connus (alors qu'ils peuvent faire varier la longueur des cycles).

Cependant les résultats obtenus n'en restent pas moins très intéressants, d'autant plus qu'ils sont obtenus sur un très grand nombre de femelles, ce qui tend à réduire l'importance de certains facteurs d'approximation.

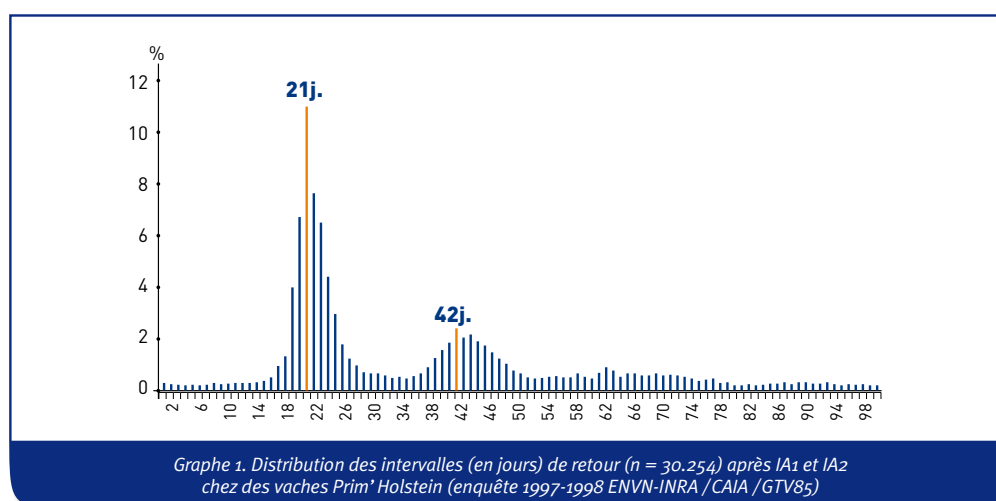




## Enquête Vendée / Charente-Maritime 1997-1998 :

La distribution des intervalles de retours jusque 100 jours après IA1 et IA2 met en évidence des modes (classes présentant des fréquences plus élevées) à 21 jours et 42 jours (*graphe 1*). Dans la population considérée, **l'intervalle « normal » de retour à 3 semaines est compris entre 19 et 26 jours** (44% du total des retours jusque 100 jours) ; **l'intervalle de retour à 6 semaines, entre 39 et 52 jours post IA** représente 20% des retours entre 0 et 100 jours.

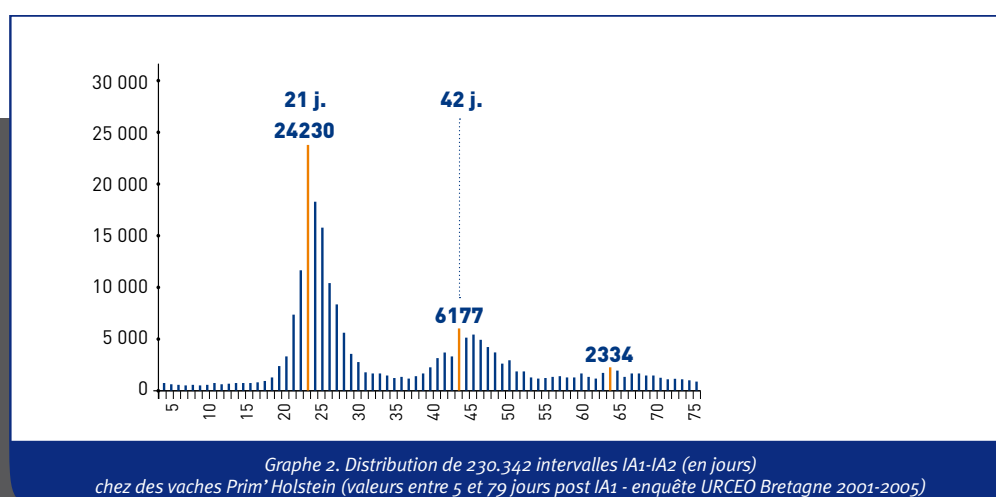
La répartition des retours à 3 semaines est dissymétrique à droite par rapport au mode de 21 jours (*graphe 3*), de sorte que **la moyenne des retours à 3 semaines est observée à 22 jours**.



## Enquête Bretagne 2001-2005 :

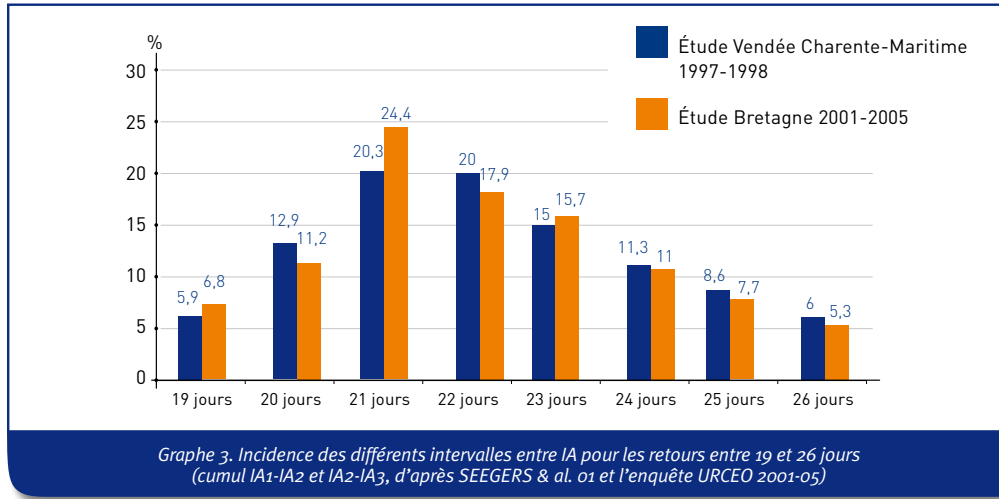
Dans cette étude, **les intervalles les plus fréquemment observés pour le retour à 3 semaines sont compris entre 19 et 25 jours** ; ces intervalles « cyclés » représentent 42% de l'ensemble des retours entre 5 et 79 jours après l'IA1 (*graphe 2*). La distribution est identique pour les intervalles IA1-IA2 et IA2-IA3. **La valeur la plus fréquente entre IA est de 21 jours, la valeur moyenne calculée est de 22 jours**.

Au-delà de son importance quantitative, **l'intervalle 19-25 jours entre IA1 et IA2 peut être considéré comme normal dans la mesure où il est associé aux meilleurs taux de réussite en IA2** ; la fertilité est significativement supérieure ( $p < 0,0001$ ) en IA2 pour les intervalles de 19 jours (taux de réussite à l'IA : 45,9%) par rapport à 18 jours (39,3%) ; elle est également plus élevée ( $p < 0,001$ ) pour les intervalles de 25 jours (43,8%) vs 26 jours (40,8%). Entre 19 et 25 jours pour l'intervalle IA1-IA2, il n'y a pas de différence significative pour la réussite en IA2. Les mêmes différences significatives de fertilité sont observées en IA3 entre 18 et 19 jours et 25 et 26 jours.





La répartition des retours cyclés à 3 semaines est très voisine dans les deux enquêtes (graphe 3).



Ces résultats, obtenus sur la base des IA réalisées, sont confirmés par ceux obtenus récemment par DISENHAUS *et al.* (2008) à partir des dosages plasmatiques de la progestérone en post partum (sur de plus faibles effectifs) : la durée de cycle la plus fréquente mesurée sur 136 Holstein est de 21 jours, la durée moyenne est de 22 jours.

Dans les autres races étudiées (Abondance, Montbéliarde, Normande), la durée du cycle moyenne et la durée la plus fréquente sont identiques, égales à 21 jours.

SEEGERS H. & al. Journée Bovine Nantaise 2001. 55-59.  
 Enquête URCEO (Dr Philipot), non publiée.  
 ADAMS G. P. & al. Theriogenology 2008. 69 : 72-80.  
 DISENHAUS C. & al. Rencontres en Recherche Ruminant 2008. 15 : 383-386.

## En pratique

En France, la grande majorité des retours en chaleurs après IA1 ou IA2 des vaches Holstein sont observés dans la fourchette 19-25 jours (voire 19-26 jours). L'intervalle 19-25 jours entre IA1 et IA2 peut être considéré comme normal car il est associé aux meilleurs taux de réussite en IA2. L'intervalle le plus fréquent entre IA est de 21 jours mais la moyenne est d'environ 22 jours, en relation avec un décalage à droite (vers les valeurs plus élevées) de la distribution des retours. Il y donc tendance à l'allongement de l'intervalle entre IA par rapport à la valeur « normale » de 21 jours +/- 3 jours. Ce phénomène pourrait s'expliquer par le développement des cycles à 3 vagues folliculaires (d'une durée moyenne de 22-23 jours) au détriment des cycles à 2 vagues (durée 19-20 jours). Cette hypothèse mériterait toutefois d'être validée sur les troupeaux français ; en effet, les résultats d'essais réalisés à l'étranger sur la répartition des cycles à 2 ou 3 vagues ne sont pas univoques.

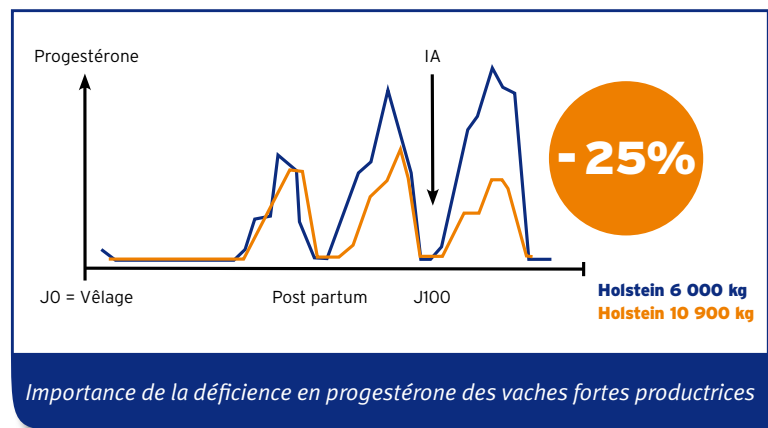


# POURQUOI LES VLHP SONT-ELLES DÉFICIENTES EN PROGESTÉRONNE ?

La progestéronémie des vaches laitières fortes productrices est réduite de 25% par rapport à celle des femelles à production moyenne (cf figure). Or la déficience progestéronique dans les premiers jours suivant la fécondation est associée à des pertes embryonnaires précoces. Ceci contribue à la moindre fertilité des VLHP.

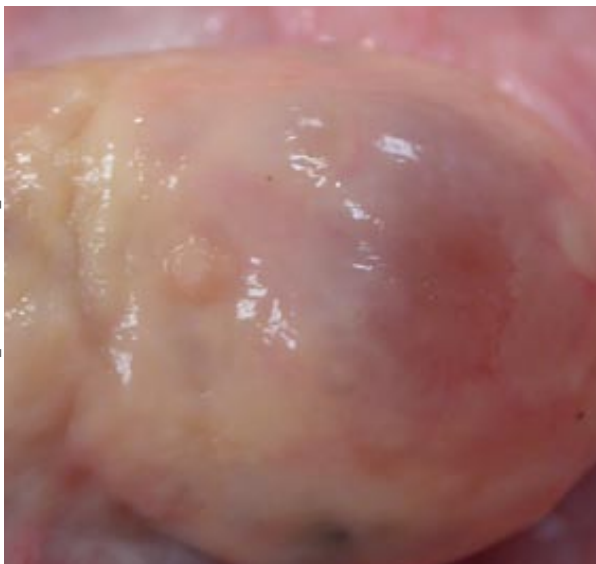
Ces plus faibles niveaux de progestérone s'expliquent par un triple mécanisme :

- les vaches fortes productrices produisent moins de progestérone : la progestérone est produite par le corps jaune sous l'influence de la LH ; or, les fortes productrices synthétisent peu de LH,
- les vaches productrices détruisent davantage la progestérone au niveau du foie dont l'activité est accrue du fait de leur consommation alimentaire élevée,
- les vaches fortes productrices éliminent davantage de progestérone dans le lait car l'hormone se fixe aux matières grasses du lait.



LUCY M.C. & CROOKER B. Fertility in the high producing dairy cow. British Society of Animal Science. Occasional Meeting 20-22 September 1999, Galway, pp 27-28.  
SANTOS & al. Journal of Animal Science 2001. 79 : 2881-2894  
NISHIGAI & al. Theriogenology 2002. 58 : 1597-1606

## En pratique



Pour limiter la baisse de fertilité associée à des concentrations trop faibles en progestérone, le traitement des VLHP avec l'hormone chorionique (hCG) peut être proposé : mis en oeuvre 5 jours après l'IA1, il entraîne une augmentation rapide et significative de la progestéronémie. Ce protocole amplifie la production de progestérone non seulement en stimulant celle du corps jaune mais aussi en générant un second corps jaune (par ovulation du follicule de grande taille présent sur l'ovaire à J5). Il en résulte une augmentation du taux de gestation (significative dans les essais conduits avec des effectifs élevés).



# DU NOUVEAU SUR LE COMPORTEMENT DE CHALEURS DES VACHES LAITIÈRES

*La réduction du temps consacré à l'observation des femelles, associée à la moindre expression de l'œstrus, en intensité et en durée, constituent deux facteurs majeurs expliquant la moindre détection des chaleurs. Les difficultés rencontrées par les éleveurs pour voir les vaches en chaleurs se traduisent par l'allongement des intervalles vêlage -IA 1 et vêlage -IA fécondante ; de plus, lorsque la décision d'inséminer est prise dans le cadre d'une détection de l'œstrus déficiente, la réussite à l'IA est pénalisée, ce qui concourt aussi à augmenter le délai pour obtenir une nouvelle gestation. Pour ces raisons, une détection sensible et spécifique des chaleurs est indispensable pour assurer la fertilité et la fécondité des vaches soumises à l'IA.*

*Cet article synthétise les résultats des dernières études, pour l'essentiel conduites en France, consacrées au comportement d'œstrus des vaches laitières ; il fournit également les recommandations pratiques actualisées pour optimiser la qualité de la détection des chaleurs.*

## L'acceptation du chevauchement se fait rare

Chez les vaches laitières, l'acceptation du chevauchement exprimée au cours des chaleurs est un signe qui n'est plus observé – même dans le cadre expérimental d'un suivi attentif - que chez une femelle forte productrice sur 2 (tableau 1).

| RÉFÉRENCE                | PAYS     | VACHES                                | NOMBRE D'OESTRUS OU D'OVULATIONS | ACCEPTATION DU CHEVAUCHEMENT |
|--------------------------|----------|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| LYIMO & al. 2000         | Pays-Bas | 14 Holstein 7256 kg lait / 305 j      | 32                               | 53%                          |
| KERBRAT & DISENHAUS 2004 | France   | 44 Holstein                           | 44                               | 59%                          |
| ROELOFS & al. 2005       | Pays-Bas | 67 Holstein 8274 kg lait / 305 j      | 89                               | 58%                          |
| PONSART & al. 2006       | France   | 537 Prim'Holstein → 7500 kg lait / an | -                                | 63%                          |

Tableau 1. Observation de l'acceptation du chevauchement sur des femelles en chaleurs







Article paru en mai 2011  
dans Repromag 8

Le nombre d'acceptations du chevauchement chez les femelles exprimant ce signe a beaucoup diminué : alors que HURNIK & al. observaient en moyenne 56 acceptations du chevauchement par œstrus en 1975, les études les plus récentes font état de valeurs parfois inférieures à 10 acceptations par chaleur. Chaque immobilisation durant en moyenne 2 à 6 secondes, bon nombre de vaches laitières n'expriment le signe spécifique d'œstrus qu'environ 1 ou 2 minutes par cycle..., ce qui rend particulièrement délicate la détection des chaleurs fondée uniquement sur l'immobilisation au chevauchement !

Parallèlement, la durée des chaleurs en race Holstein, fondée sur l'acceptation du chevauchement, est passée de 18-20 heures à 4-8 heures en l'espace de 30 ans (DISENHAUS & al. 2010).

La présence de plusieurs vaches en chaleurs en même temps augmente la proportion des femelles acceptant le chevauchement (tableau 2). Ainsi, plus les vêlages sont groupés et plus la taille du troupeau est importante, meilleure est l'expression des chaleurs. A titre d'exemple, dans un élevage de 90 vaches pratiquant des vêlages groupés, la probabilité pour qu'une ovulation (potentiellement manifestée sous forme de chaleurs) intervienne en même temps que celle d'au moins une autre vache est de 95% ; cette probabilité tombe à 41% dans un élevage avec 30 vêlages étalés (simulation mathématique ; DISENHAUS & al.2010).

Enfin, le comportement de monte est rarement observé pendant que la vache laitière s'alimente ; le pic d'observation de l'acceptation du chevauchement est observé entre 7 et 8 heures du matin (DISENHAUS & al. 2010). Une surveillance particulière en aire d'attente avant la traite du matin est donc recommandée.

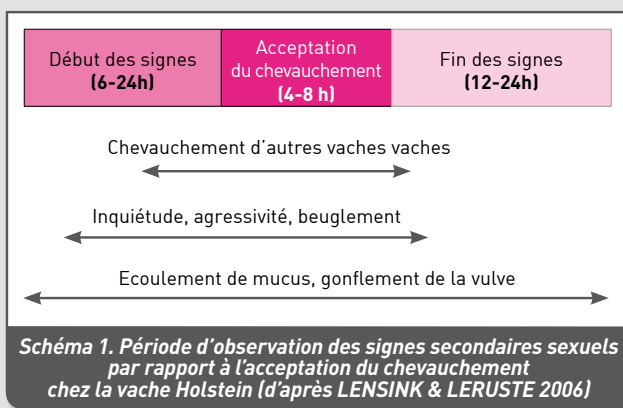
|   | 1 vache en chaleurs<br>(n = 25) | 2 vaches en<br>chaleurs (n= 36) | > 2 vaches en<br>chaleurs (n = 28) | Toutes<br>vaches |
|---|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------|
| % vaches acceptant le chevauchement               | 20%                             | 69%                             | 79%                                | 58%              |
| Nombre d'acceptations du chevauchement par œstrus | 3.6                             | 3.3                             | 5.9                                | 4.2              |

Tableau 2. Observation de l'acceptation du chevauchement selon le nombre de vaches en chaleurs simultanément (ROELOFS & al. 2005)



## Observer les signes secondaires de chaleurs pour accroître le nombre de femelles inséminées

Pour optimiser la détection des chaleurs, il devient nécessaire de prendre en compte les signes sexuels secondaires ; ceux-ci sont plus fréquents que l'acceptation du chevauchement, s'expriment sur une durée plus longue (14 heures en moyenne) mais s'avèrent moins spécifiques (schéma 1). Pour exemple, l'augmentation de l'activité générale (plus de déplacements, plus souvent debout) est un signe toujours observé chez les vaches ovulantes et présentant des signes de chaleurs.



VAN EERDENBURG *et al.* (1996) ont attribué à chaque signe de manifestation de chaleurs un nombre de points en fonction de la fiabilité du signe concerné (tableau 3). La vache est considérée en chaleurs si son score total atteint 50 points en 2 ou 3 observations sur une journée.

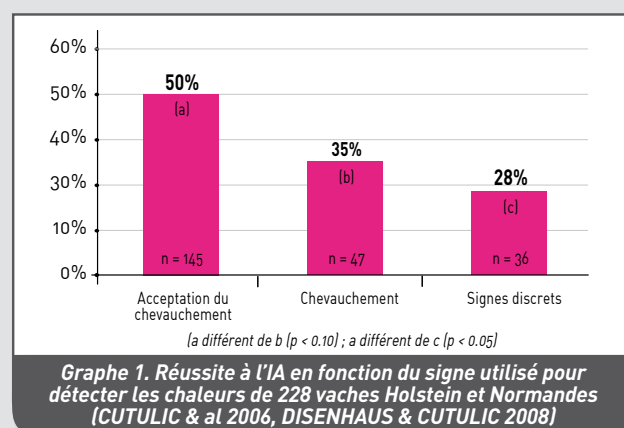
Cette grille de décision trouve tout son intérêt pour inséminer les vaches ovulantes mais ne présentant pas le signe caractéristique d'immobilisation au chevauchement. Elle requiert de l'éleveur un suivi régulier des femelles et la bonne connaissance des critères et de leur notation.

| SIGNES  | POINTS |
|---|--------|
| Gonflement de la vulve, mucus                     | 3      |
| Cajolerie, « flehmen »                            | 3      |
| Inquiétude, agressivité, meuglement               | 5      |
| Chevauchement non accepté par une autre vache     | 10     |
| Reniflement ou léchage vulvaire d'une autre vache | 10     |
| Pose du menton sur le bassin d'une autre vache    | 15     |
| Chevauchement d'une autre vache                   | 35     |
| Chevauchement d'une autre vache côté tête         | 45     |
| Immobilisation au chevauchement                   | 100    |

**Tableau 3. Echelle de scores pour les différents signes observés au cours de l'œstrus (Van EERDENBURG & al. 1996, adapté)**

Du fait de leur moindre spécificité, la prise en compte des signes sexuels secondaires pour décider de l'insémination tend cependant à pénaliser la réussite à l'IA (graphe 1). La détection d'un seul signe secondaire augmente le nombre de femelles inséminées au mauvais moment : 10% de vaches inséminées en phase lutéale en IA première après observation d'un seul signe non spécifique, contre 4,9% dans le cas où plusieurs signes ont été vus (PONSART & al. 2006).

Dans certains cas, les vaches laitières ovulent sans exprimer aucun signe de chaleurs, ni spécifique ni secondaire ; ces ovulations silencieuses concernaient 14% des Holstein fortes productrices suivies dans l'étude de KERBRAT & DISENHAUS (2004).





L'observation de l'acceptation du chevauchement demeure le principe fondamental de la détection de l'œstrus chez les vaches laitières. Pour être efficace, elle doit être synchronisée avec les périodes privilégiées d'expression des chaleurs : en aire d'attente, au pré, ... La notation de toutes les chaleurs dès le post partum permet de prévoir ou de confirmer la chaleur suivante. Les freins à l'expression des chaleurs doivent être corrigés ou prévenus (sols glissants ou non meubles, boiterie, ...).

La raréfaction du signe spécifique d'acceptation du chevauchement chez les vaches laitières fortes productrices conduit à une évolution des recommandations pour la détection des chaleurs. Il devient important d'intégrer les signes secondaires d'œstrus pour prendre la décision d'inséminer, par exemple en utilisant un podomètre. De nouveaux systèmes plus sophistiqués, basés sur la détection des activités et mouvements des vaches, donnent des résultats encourageants (HEATIME®). Mais leur mise en œuvre présente un coût non négligeable.

Pour les femelles à ovulations silencieuses, le dosage automatisé de la progestérone en salle de traite ou sur le robot de traite sera peut-être une solution appropriée.

Le recours aux dispositifs marqueurs du chevauchement ou bien à la synchronisation des chaleurs constitue une option pratique et efficace dans les exploitations où le taux de détection de l'œstrus est (trop) faible.

- BLANC & al. Renc. Rech. Ruminants 2010, 17 : 121-124  
 BLANC & al.. Colloque AERA 2010. 21-32  
 GATIEN & al. BTIA 2010, décembre (N° 138) : 13-20  
 LYIMO & al. Theriogenology 2000, 53 : 1783-1795  
 VAN EERDENBURG & al. Veterinary Quarterly 1996, 18 : 52-54  
 ROELOFS & al. Theriogenology 2005, 63 : 1366-1377  
 LENSINK & LERUSTE. L'observation du troupeau bovin. Editions France Agricole 2006 : 75-86  
 HURNIK & al. Applied Animal Ethology 1975, 2 : 55-68  
 SAINT-DIZIER. Reproduction des Ruminants - N° spécial du Point Vétérinaire 2005, 36 : 22-27  
 DISENHAUS & al. Renc. Rech. Ruminants 2010 (17) : 113-120  
 DISENHAUS & CUTULIC. Journées nationales GTV 2008 : 61- 67  
 CUTULIC & al. Renc. Rech. Ruminants 2006 (13) : 79-82  
 KERBRAT & DISENHAUS. Le Médecin Vétérinaire du Québec 2004, 34 (1-2) : 144  
 PONSART & al. Renc. Rech. Ruminants 2006 (13) : 273-276  
 \* partenaires de l'étude : AgroCampus Ouest (ex ENSAR), Ecoles vétérinaires (Alfort, Lyon, Nantes), Institut de l'Élevage, INRA et UNCEIA







# ACCEPTATION DU CHEVAUCHEMENT : MOINS D'1 VLHP SUR 2 ENTRE 50 ET 80 JOURS POST PARTUM

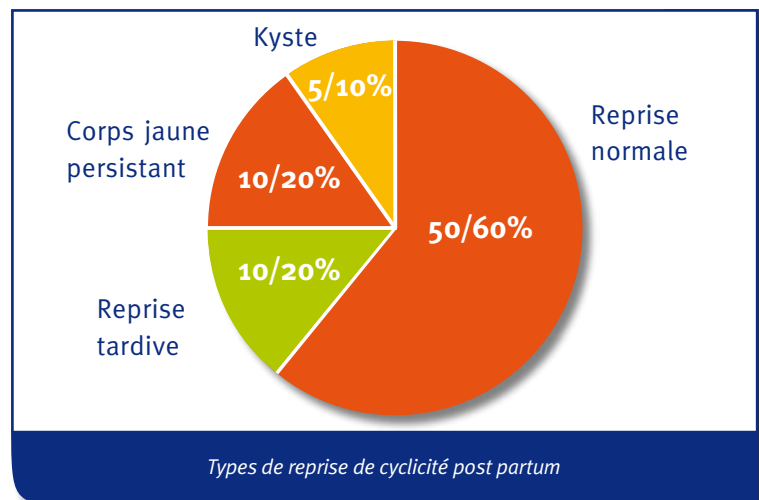
**L'intervalle entre le vêlage et la 1ère IA a considérablement augmenté chez la vache Holstein au cours des 10 dernières années.**

L'allongement de l'inactivité ovarienne post partum (anoestrus vrai, c'est-à-dire absence réelle de reprise de cyclicité) n'est pas le seul facteur animal expliquant l'augmentation du délai de mise à la reproduction.

En effet, la reprise d'activité sexuelle peut s'accompagner d'irrégularité des cycles dont la proportion s'accroît (15 à 30% des VLHP concernées) ; c'est le cas des interruptions de cyclicité (liées par exemple à un kyste folliculaire) et des phases lutéales prolongées (corps jaune persistant). Ces profils anormaux se caractérisent, tout comme l'anoestrus, par l'absence d'expression de chaleurs ; ils rendent donc impossible l'insémination des femelles concernées.

Et même quand les femelles ovulent, et donc devraient présenter un comportement de chaleurs, la partie n'est pas gagnée...

Une étude a été menée en 2003 à l'ENSA de Rennes afin d'actualiser les données sur la cyclicité des VLHP et leur comportement de chaleurs. Dans cet objectif, 64 vaches Prim'Holstein ont fait l'objet d'un suivi systématique de l'ovulation (par dosage de la progestérone dans le lait) et d'une observation continue de leur comportement de chaleurs (enregistrements vidéo par 6 caméras, permettant de s'affranchir du facteur humain).



Entre 50 et 80 jours post partum, seules 44 de ces vaches (69%) ont ovulé, avec pour 6 d'entr'elles aucune modification comportementale (« chaleurs silencieuses »).

Le signe caractéristique d'acceptation du chevauchement n'a été observé que sur 26 des 44 vaches ayant ovulé (59%), soit sur 41% de l'ensemble des 64 vaches suivies.

En l'absence du signe spécifique des chaleurs, les comportements les plus fréquents ont été la pose ou le frottement du menton sur la croupe ainsi que le reniflage ou le léchage de la vulve (qu'ils soient initiés ou reçus par la vache en chaleur).





Article paru en mai 2008  
dans ReproMag 2

Ainsi, l'augmentation de la taille des exploitations et la réduction du temps consacré par les éleveurs à observer les animaux ne sont pas les seules raisons expliquant l'allongement du délai de mise à la reproduction après le vêlage.

A côté des facteurs structurels et humains, les VLHP sont aussi largement responsables de la difficulté croissante à détecter les chaleurs :

- elles recouvrent une activité cyclique plus tardivement (l'anoestrus vrai augmente)
- elles présentent davantage d'anomalies de la reprise de cyclicité (avec absence de comportement de chaleurs)

- les chaleurs sont plus discrètes, plus courtes ; dans certains cas, le comportement d'acceptation du chevauchement n'est plus observé.

La difficulté croissante à observer les chaleurs imposera-t-elle l'utilisation dans les années à venir d'une échelle de notation telle que celle développée dès 1996 aux Pays-Bas par van EERDENBURG *et al* ? A chaque manifestation d'un signe d'oestrus, même secondaire, est affecté un nombre de points. La décision d'inséminer la femelle est prise quand un nombre fixé de points est atteint (même en l'absence d'observation de l'acceptation du chevauchement). Ce système de pointage, assez contraignant, est efficace mais ne règle pas le problème posé par les vaches sans aucun signe détectable de chaleurs (14% des ovulations sont « silencieuses »).

KERBRAT S. & DISENHAUS C. Le Médecin Vétérinaire du Québec 2004. 34 (1-2) : 144 (Recueil du Congrès WBC 2004).

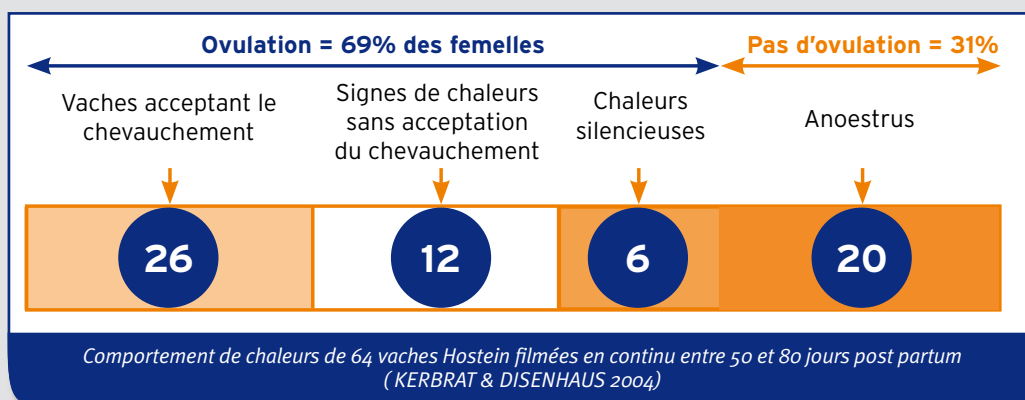
DISENHAUS C. *et al*. Journée Bovine nantaise 2003. 94-101.

GRIMARD B. & DISENHAUS C. Le Point Vétérinaire. N° spécial Reproduction des Ruminants 2005. 16-21.

PONSART C. & HUMBLLOT P. Journées de la Société Française de Buiatrie 2002. 4-13.

Van EERDENBURG F. J. *et al*. Veterinary Quarterly 1996. 18 : 52-64.

MANN G.E. in KASK. M. & *al*. Recent developments and perspectives in bovine medicine (Hannover) 2002. 300-306.



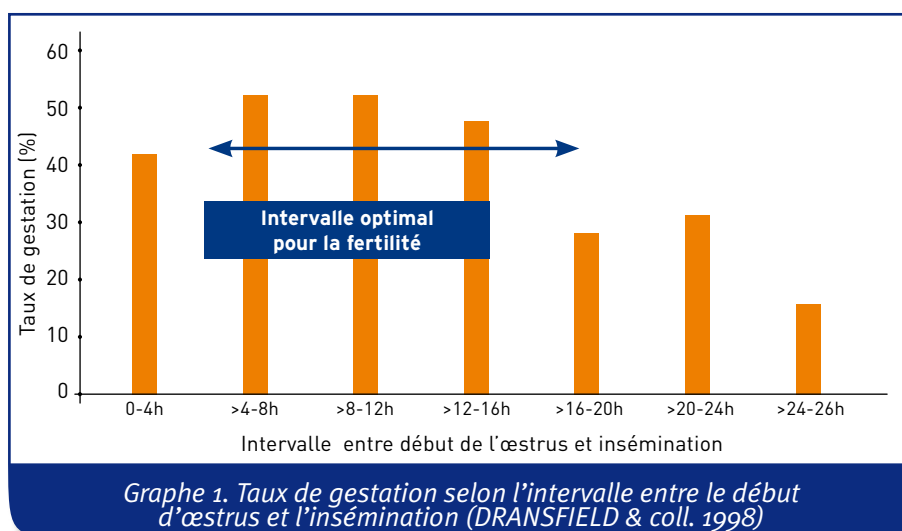


# QUEL EST LE MOMENT OPTIMAL POUR INSÉMINER ?

Classiquement, il est recommandé d'inséminer dans la seconde moitié des chaleurs et jusque 6 à 8 heures après la fin de celles-ci (soit entre 8/10 et 24 heures après le début de l'oestrus). PETERS & BALL (1995) ont confirmé que la fertilité maximale est obtenue pour des IA réalisées entre 12 et 24 heures après le début des chaleurs.

La règle pratique consiste à respecter un intervalle d'approximativement 1/2 journée entre le début de l'oestrus (1<sup>ère</sup> observation de l'acceptation du chevauchement) et l'IA : les vaches vues en chaleurs le matin sont inséminées l'après-midi (ou le matin suivant au plus tard) ; les vaches vues en chaleurs l'après-midi sont inséminées le matin (à défaut l'après-midi) suivant.

Mais ces préconisations demeurent-elles valables chez la vache moderne forte productrice ? En effet, la durée des chaleurs s'est nettement réduite passant de 18 heures en moyenne il y a 20 ans à 7-12 heures environ aujourd'hui, avec une forte variabilité.



| 1 <sup>er</sup> auteur (année) | Type de femelles (pays)                | Mode de détection de l'oestrus                    | Délai optimal entre début d'oestrus et IA |
|--------------------------------|--|---|---|
| MAATJE (1997)                  | Holstein 8650 kg lait (Pays-Bas)       | Visuel (+ podomètre)                              | 5 - 18 heures                             |
| DRANSFIELD (1998)              | Holstein 7300 kg à 10800 kg lait (USA) | Heatwatch (capteur électronique de chevauchement) | 4 - 16 heures                             |
| ROELOFS (2006)                 | Holstein 7950 kg (Pays-Bas)            | Visuel (+ podomètre)                              | 2 - 14 heures                             |

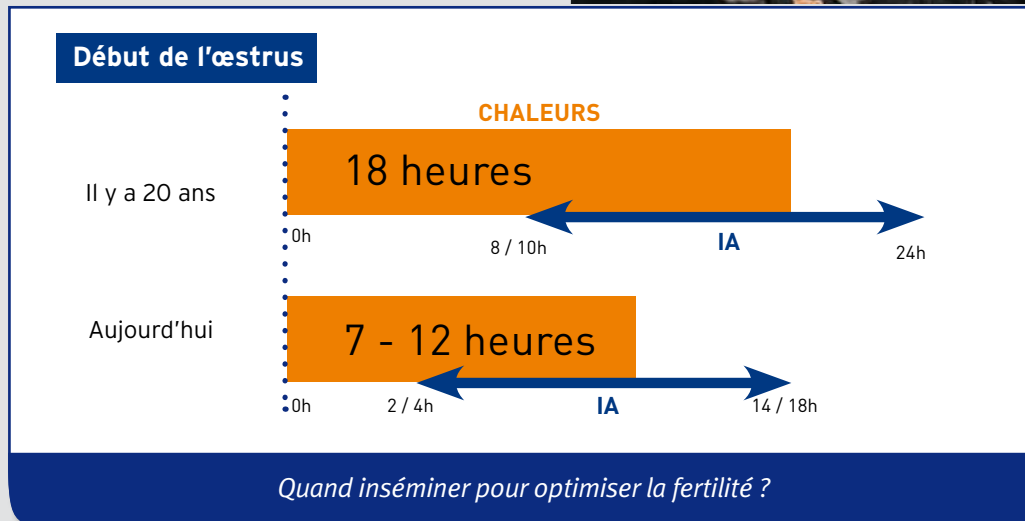
Tableau 1 : Détermination du moment optimal d'insémination par rapport au début des chaleurs



Article paru en octobre 2008  
dans ReproMag 3

Les études les plus récentes conduites sur vaches laitières fortes productrices indiquent que **la date d'IA doit être avancée** d'environ 6 heures par rapport aux anciennes règles : l'intervalle compris **entre 2/4 et 14/18 heures après la première observation de l'acceptation du chevauchement** conduit aux meilleurs résultats de fertilité (tableau 1 et graphe 1).

PETERS A. R. & BALL P. J. H. *Reproduction in cattle*. Butterworth 1987. 194 p.  
 Collectif. *Reproduction des Mammifères d'élevage* (collection INRAP, Dijon). Editions Foucher 1988. 242 p.  
 PONSART C. & HUMBLLOT P. *Journées de la Société Française de Buiatrie, Paris 2002*. 4-11.  
 DISENHAUS C. *Journées Nationales GTV, Tours 2004*. 859-865.  
 SAINT-DIZIER M. *Le Point Vétérinaire*. N° spécial *Reproduction des Ruminants 2005*. 22-27.  
 MAATJE K. *et al.*. *Journal of Dairy Science* 1997. 80 : 1098-1105.  
 DRANSFIELD M. B. G. *et al.*. *Journal of Dairy Science* 1998. 81 : 1874-1882.  
 SAUMANDE J. *Revue de Médecine Vétérinaire* 2001. 152 (11) : 755-764.  
 MARTINEZ F. *et al.*. *Theriogenology* 2004. 62 : 1264-1270.  
 ROELOFS J. B. *et al.*. *Theriogenology* 2006. 66 : 2173-2181.  
 SAACKER R. G. *Theriogenology* 2008. 70 : 479-484.  
 DALTON J. C. & *al.*. *Journal of Dairy Science* 2001. 84 : 2413-2418.



## En pratique



La période optimale d'IA, bien qu'avancée par rapport au début de l'oestrus, continue de correspondre, approximativement, à la seconde partie des chaleurs et aux 6 heures qui suivent leur fin (étant donnée la réduction de la durée des chaleurs).

Les femelles vues en chaleurs tôt le matin devraient être inséminées le jour-même plutôt que le lendemain.

Les éleveurs doivent donc appeler l'inséminateur sans tarder dans ce cas de figure.

Les vaches vues en chaleur en matinée, mais trop tard pour une insémination le jour-même, seraient donc inséminées tardivement par rapport à la règle ; en pratique, peu de vaches commencent leurs chaleurs à cette période de la journée. La nature est bien faite ...

De plus, concrètement, les inséminations menées dans les 24 heures suivant l'observation initiale des chaleurs s'accompagnent d'une fertilité sensiblement égale, ce qui laisse une marge de manoeuvre suffisante pour l'IA.

## LES GESTATIONS GÉMELLAIRES AUGMENTENT

**Au cours des 20 dernières années**, le taux de gémellité a augmenté parallèlement à l'amélioration du rendement laitier. La proportion de jumeaux croît également avec la parité.

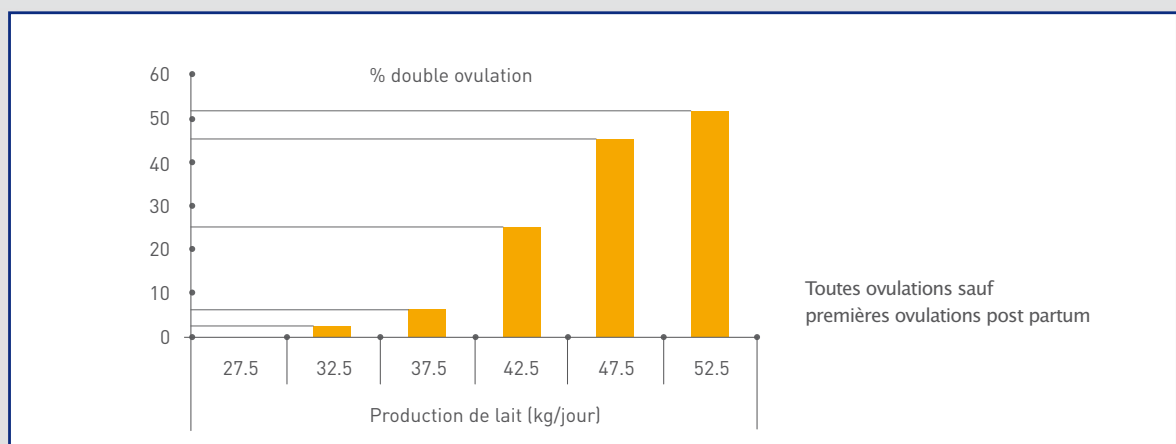
Certaines études récentes concluent à un taux de vêlage gémellaire supérieur à 9% chez les fortes productrices et à un taux de double ovulation dépassant 20%. Une récente étude américaine portant sur 463 ovulations indique même un taux de double ovulation dépassant 50% pour les femelles à plus de 50kg lait / jour (cf figure).

L'effet de la production laitière sur les doubles ovulations concerne essentiellement le niveau de production au cours des 2 semaines précédant l'ovulation, plutôt que la production totale au cours de la lactation.

**Le mécanisme exact expliquant cette fréquence** accrue n'est pas bien connu. Chez les vaches fortes productrices, les niveaux circulants en oestradiol plus faibles (liés à un métabolisme accru) pourraient moins inhiber la FSH, ce qui serait à l'origine des doubles ovulations plus fréquentes.

Ces doubles ovulations ne sont pas souhaitables, d'une part car elles augmentent le risque de mortalité embryonnaire précoce, d'autre part car les naissances gémellaires diminuent la rentabilité du troupeau laitier.

« Des jumeaux chez près  
d'1 VLHP sur 10 »



Relation entre l'incidence des doubles ovulations et la production laitière dans les 2 semaines avant l'œstrus (WILTBANK & coll.2006)





# 4 INDICATEURS BIOLOGIQUES

# UN MARQUEUR PRÉCOCE DE DURÉE DE VIE PRODUCTIVE CHEZ LES VACHES LAITIÈRES ?

Une publication récente (JIMENEZ-KRASSEL & al., 2015) montre que les génisses, dont les concentrations sanguines en AMH (anti-Müllerian hormone) sont les plus élevées à 1 an d'âge, sont celles dont la carrière productive sera la plus longue. Ce résultat, même s'il mérite encore d'être confirmé, est particulièrement important à l'heure où la quantité de lait produit par jour de vie est considérée comme l'un des indicateurs les plus pertinents en production laitière, à la fois en terme de rentabilité mais aussi de bien-être animal. Prolonger la carrière des vaches participe grandement à l'amélioration de ce critère, concomitamment à l'augmentation individuelle de la production par lactation. En effet, l'allongement de la durée de vie productive entraîne mathématiquement une augmentation du rapport entre jours productifs (femelles en lactation) et jours improductifs (élevage des génisses jusqu'au premier vêlage et périodes sèches).

L'hormone anti-Müllérienne n'est pas totalement inconnue du « thériogénologue », en particulier en reproduction bovine. Ainsi, dans le domaine de la transplantation embryonnaire, il est déjà établi que les vaches présentant des concentrations élevées en AMH sont des candidates intéressantes pour servir de donneuses, car elles possèdent une plus forte réserve ovarienne de follicules ; de ce fait, elles sont donc susceptibles de produire davantage d'embryons en réponse au traitement de superovulation.

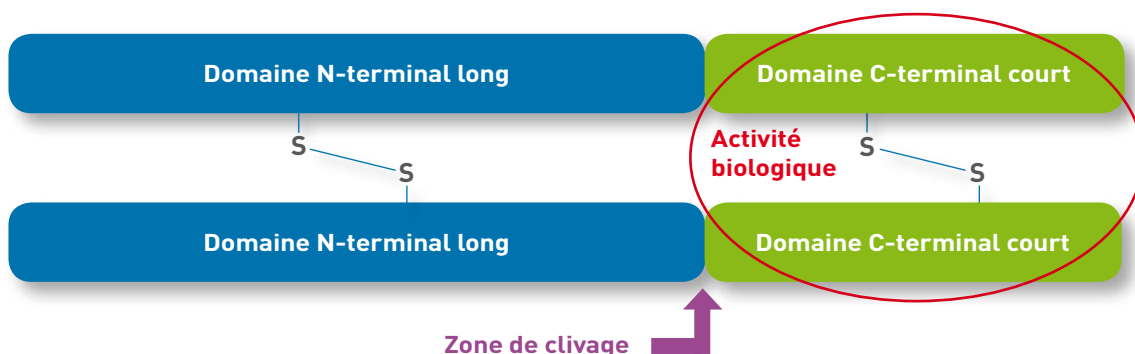
Mais l'essai de JIMENEZ-KRASSEL & al. est le premier à démontrer l'intérêt de mesurer l'AMH en dehors du cadre strict de la reproduction bovine. Ces données nouvelles sont l'occasion de faire une synthèse des informations scientifiques sur l'AMH et son dosage, son utilisation en reproduction, et ses applications potentielles pour repérer précocement (et ne garder que ?) les femelles les plus à même d'avoir une longue vie productive.

## L'AMH, marqueur biologique de la réserve ovarienne de follicules

### Données générales sur l'AMH

L'AMH est une hormone glycoprotéique appartenant à la famille des facteurs de croissance TGF- $\beta$  (Transforming Growth Factor). Elle est sécrétée exclusivement par les gonades sous forme d'un précurseur inactif, la pro-AMH. L'AMH, obtenue à partir de la pro-AMH, est un homodimère dont les 2 entités sont stabilisées par 2 ponts disulfure (schéma 1). Une zone de clivage existe sur chaque monomère entre le fragment C-terminal court, qui est à l'origine de l'activité biologique, et le fragment N-terminal long. Le fragment court est constitué de 109 acides aminés et le fragment long en comporte 426.

Schéma 1 : Structure schématique de l'AMH





L'AMH tire son appellation du fait que, pendant l'embryogenèse des mammifères, elle est responsable de la régression des canaux de Müller qui sont les structures embryonnaires à l'origine de l'utérus et des oviductes. L'AMH est donc impliquée dans le développement du fœtus mâle. Elle est aussi connue sous la dénomination MIS (Müllerian Inhibiting Substance). L'AMH est impliquée dans le phénomène de free-martinisme, indiquant que pendant la vie fœtale l'hormone n'inhibe pas seulement le développement des « canaux » génitaux mais peut également s'attaquer à l'ovaire. Ainsi, en cas de gémellité, si 2 fœtus de sexes opposés sont reliés par des anastomoses placentaires, l'AMH sécrétée par les testicules du fœtus mâle passe dans la circulation de la femelle et provoque une atrophie ovarienne, suivie éventuellement par une masculinisation de la gonade (JOSSO & al. 1987).

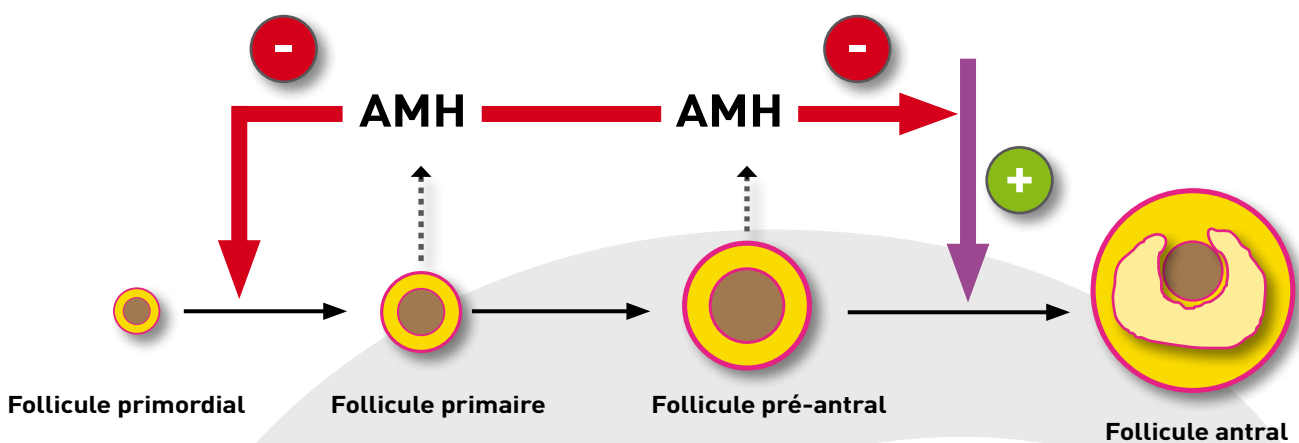
Chez le mâle, l'hormone est produite d'abord par les testicules fœtaux. Sa sécrétion par les cellules de Sertoli se poursuit ensuite jusque la puberté. L'AMH est un très bon marqueur du fonctionnement testiculaire pré-pubertaire.

Chez la femelle, l'AMH est produite par les cellules de la granulosa des follicules en développement, au cours de la folliculogénèse. Elle cesse donc d'être produite à la ménopause chez la femme.

La bibliographie fait état de concentrations variables en AMH chez l'humain. Celles-ci sont plus fortes chez l'homme que chez la femme tout au long de l'existence. Les valeurs usuelles se situent entre 10 et 200 ng/ml chez le garçon nouveau-né jusqu'au stade pré-pubère (valeurs 10 à 100 fois supérieures par rapport aux filles) ; elles diminuent fortement ensuite (entre 3 et 20 ng/ml environ). Chez la femme, les concentrations sont faibles jusqu'à la puberté, maximales pendant la période de cyclicité (entre 2,5 et 6 ng/ml en général), et deviennent indétectables après la ménopause (LA MARCA & al. 2006, DEFFIEUX 2003, JOSSO & al. 2014, document Biomnis 2012).

Chez la femelle des mammifères, l'AMH produite par les follicules en croissance inhibe la croissance des follicules primordiaux, contribuant à la régulation du nombre de follicules sortant de la réserve ovarienne. L'AMH réduit également la sensibilité à la FSH des follicules plus développés, influençant le processus de sélection (schéma 2).

**Schéma 2 : Mode d'action sur la croissance folliculaire de l'hormone anti-Müllérienne (AMH) chez la souris et la femme (d'après Visser & Themmen, 2005)**

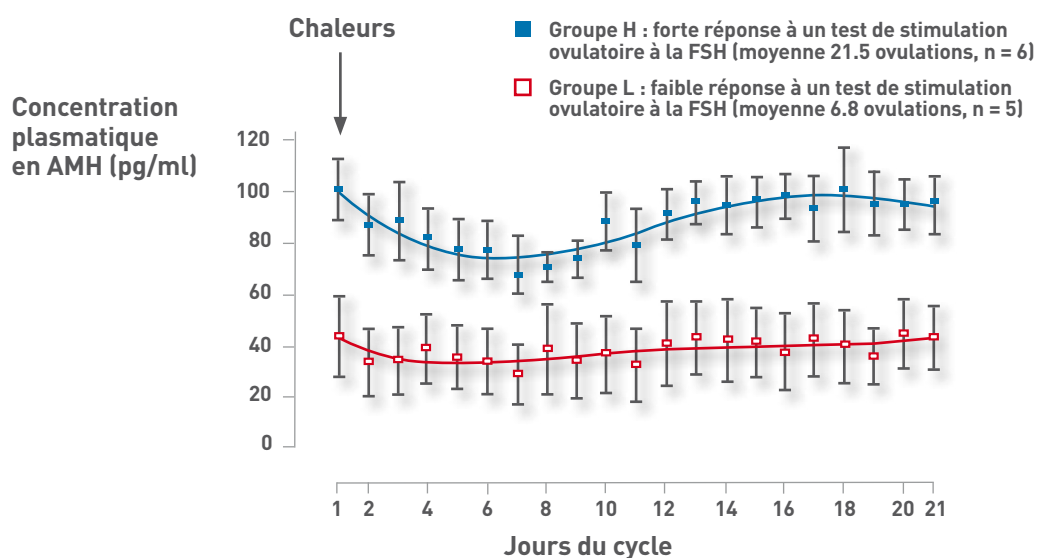




## L'AMH chez les bovins

Les concentrations en AMH mesurées chez les vaches et les génisses sont très variables, pouvant varier d'un facteur 10 entre animaux. Par contre, elles sont stables dans le temps pour un même animal. Il existe des variations de concentration au cours du cycle, assez modérées, avec des valeurs minimales entre les 4<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> jours (J1 = Jour des chaleurs, *figure 1* ; MONNIAUX 2012). Du fait de ces variations, il est conseillé de prélever, afin de doser l'AMH chez la vache, soit le jour des chaleurs, soit le 12<sup>ème</sup> jour du cycle.

**Figure 1 : Concentration plasmatique en hormone anti-Müllérienne (AMH) au cours du cycle œstral chez 11 vaches, classées selon leur réponse à la superovulation (MONNIAUX 2012, d'après RICO & al., 2011)**



Chez les bovins, les valeurs des concentrations circulantes sont plus faibles que chez l'Homme (LA MARCA & al., 2006). Mais comme les résultats sont actuellement obtenus avec des méthodes utilisant des anticorps anti-AMH d'origine humaine, les plus faibles valeurs s'expliquent par les réactions croisées limitées de l'AMH bovine dans ce dosage d'AMH humaine (voir plus loin dans le paragraphe spécifique consacré aux kits AMH pour la reproduction bovine). Aussi, un nouveau test en développement (le BOC-ELISA), fondé sur l'usage d'anticorps monoclonaux dirigés spécifiquement contre l'AMH bovine et d'AMH bovine recombinante, donne des valeurs de concentration plasmatique en AMH bovine 44 fois plus élevées que celles fournies par un test utilisant des anticorps d'origine humaine (ELISA Active MIS/AMH ; AROUCHE & al., 2015).

L'effet de l'AMH sur l'activité folliculaire des bovins est biphasique :

- les concentrations en AMH sont plus élevées dans les follicules de 3 à 7 mm de diamètre (follicules peu différenciés, avec peu de récepteurs à la LH et d'aromatase), en comparaison à ceux de 8 à 16 mm,
- l'AMH inhibant la réponse folliculaire à la FSH, l'effondrement de son expression dans les gros follicules (d'un diamètre de 8 à 16 mm) permet à la FSH d'exercer ses effets stimulants sur leur différenciation ainsi que sur la production d'œstrogènes (suite à l'augmentation de la quantité/activité de l'aromatase, enzyme qui catalyse la transformation des androgènes en œstrogènes).

Des différences existent pour le mode d'action de l'AMH entre les bovins et la femme ; ainsi, des concentrations intra-folliculaires élevées d'AMH sont retrouvées dans les kystes chez la femme, et pas chez la vache (MONNIAUX & al., 2010).





## Quel dosage pour l'AMH ?

### Les kits pour la médecine humaine

Différentes techniques ELISA ont été utilisées pour mesurer l'AMH dans les fluides biologiques. Le premier kit commercial était destiné au dosage de l'hormone chez le garçon pré-pubère, en particulier pour rechercher les états intersexués. Ultérieurement des tests plus sensibles ont été développés pour être utilisés chez la femme.

Les premiers tests ELISA à avoir été commercialisés sont les kits DSL Active MIS/AMH de la société Diagnostics Systems Laboratory (DSL) et le kit ELISA de la société Immunotech (IOT). Les 2 kits, n'utilisant pas les mêmes anticorps monoclonaux humains, donnaient des résultats différents, et des concentrations plus faibles pour l'ELISA DSL. Quand la société BECKMAN COULTER a racheté les 2 sociétés DSL et IOT, elle a décidé de développer un nouveau kit unique sur la base des 2 anciens tests : l'AMH Gen II. Celui-ci reprend les anticorps monoclonaux de l'ELISA DSL Active MIS/AMH, mais avec une calibration correspondant au kit IOT. De ce fait, le nouveau kit AMH Gen II, fournit des valeurs absolues plus élevées d'environ 40% en comparaison à l'ancien kit DSL (WALLACE & al., 2011).

D'autres kits existent pour le dosage de l'AMH humaine ; en 2016, PIGNY & al. recensaient 3 kits ELISA et 2 techniques automatisées de dosage immunologique ; leurs performances sont comparables mais des seuils différents doivent être utilisés pour l'interprétation des résultats obtenus en ELISA ou par les méthodes automatisées, ces dernières aboutissant à des valeurs plus faibles.

### Les kits pour la reproduction bovine

Pour le diagnostic vétérinaire, les premiers tests ont employé des anticorps monoclonaux spécifiques de l'AMH bovine (bAMH) permettant le dosage de l'AMH bovine mais aussi ovine et caprine (CAZORLA & al. 1998, ROTA & al. 2002, cités par AROUCHE & al. 2015).

Quand la bAMH native est devenue indisponible, c'est le test ELISA DSL Active MIS/AMH, développé pour un usage humain, qui a été repris pour le dosage chez les bovins (KEVENAR & al. 2006, cité par AROUCHE & al. 2015). En effet, les anticorps monoclonaux dirigés contre l'AMH d'origine humaine ne sont pas strictement spécifiques de l'espèce ; ils permettent aussi la reconnaissance de l'AMH bovine, avec cependant une moindre affinité. L'utilisation du test ELISA DSL Active MIS/AMH a été validée pour les bovins (IRELAND & al. 2008 ; MONNIAUX & al. 2008). La spécificité du dosage a été montrée par KEVENAR & al. (2006) ; l'ELISA DSL Active MIS/AMH ne croise pas avec les autres membres de la famille des TGF- $\beta$  (inhibine, activine, ...). Ce test utilisé sur sang de bovin aboutit à des plus faibles concentrations d'AMH (en comparaison à celles obtenues chez l'Homme) ; de ce fait, il a été proposé d'adapter la technique en doublant le volume de sérum bovin analysé (40  $\mu$ l ou 50  $\mu$ l au lieu de 20  $\mu$ l). Le kit DSL n'est actuellement plus commercialisé, il a été remplacé par le kit AMH GenII (Beckman) qui présente des caractéristiques similaires de spécificité et de sensibilité pour la reconnaissance de l'AMH bovine dans le plasma.

Une nouvelle méthode d'analyse vient d'être mise au point à partir d'AMH bovine recombinante et d'anticorps monoclonaux spécifiques de l'AMHb. Ce test (BOC-ELISA) se caractérise par des performances très encourageantes en termes de précision, sensibilité et spécificité. Les valeurs absolues obtenues pour les concentrations en AMH bovine sont beaucoup plus élevées que celles données par le test fondé sur l'AMH humaine (ELISA DSL Active MIS/AMH) : en moyenne 7,07 ng/ml mesuré sur le plasma de 40 vaches, contre 0,17 ng/ml avec l'ancienne méthode (AROUCHE & al., 2015) ! Le BOC-ELISA est encore au stade du prototype aujourd'hui et n'est pas commercialisé.

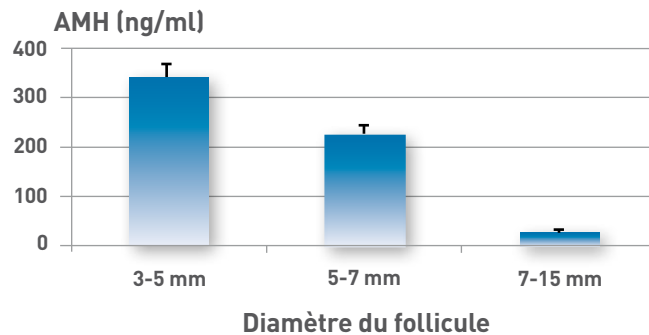
Le prix de revient individuel minimal de l'analyse avec le test à l'AMH humaine est de 10€. Ce coût est estimé sur la base du prix de la plaque de 96 puits ELISA ; il ne prend pas en compte les frais de main d'œuvre et est calculé pour un nombre élevé d'échantillons (chaque analyse requiert la réalisation d'une gamme étalon, le coût individuel diminue donc avec l'augmentation du nombre d'échantillons testés en même temps).

En pratique aujourd'hui, il n'existe **pas de kit ELISA spécifique commercialisé pour le dosage de l'AMH bovine**. Les kits ELISA développés pour l'usage en médecine humaine sont utilisés pour le dosage chez les bovins uniquement dans un cadre expérimental.

### Intérêt de l'AMH en reproduction bovine

L'AMH est synthétisée chez la vache essentiellement par les petits follicules d'un diamètre de 3 à 7 mm, avant que ceux-ci ne débutent leur développement terminal et ne produisent de l'œstradiol (figure 2, MONNIAUX & al., 2010b).

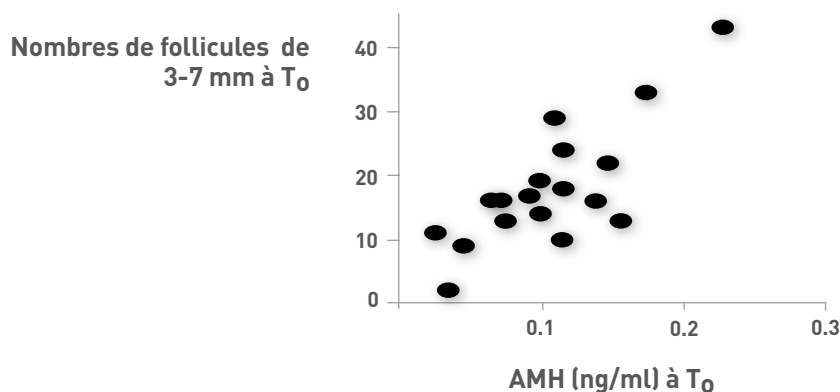
**Figure 2 :** Concentration en hormone anti-Müllérienne (AMH), mesurée dans le liquide folliculaire, de follicules sains chez la vache (MONNIAUX & al. 2010, d'après RICO & al. 2009)



La concentration plasmatique en AMH de la vache est fortement corrélée au nombre de follicules en développement (nombre moyen de follicules d'un diamètre  $\geq 2-3$  mm) et à la taille de la réserve ovarienne (respectivement  $r = 0,88$  et  $r = 0,90$  ; IRELAND & al., 2008). De ce fait les niveaux en AMH permettent de prévoir le nombre d'embryons collectés chez les femelles donneuses traitées recevant un traitement de super-ovulation à la FSH.

Dans le cadre d'un traitement de superovulation, il existe une forte corrélation ( $r = 0,79$ ,  $p < 0,001$ ) entre les concentrations plasmatiques en AMH et le nombre de follicules de 3 à 7 mm observés sur les ovaires par échographie (figure 3, MONNIAUX & al. 2010). La répétabilité individuelle dans le temps des concentrations en AMH est à mettre en parallèle avec la faible variabilité individuelle du nombre de follicules antraux présents au cours des vagues successives de croissance folliculaire.

**Figure 3 :** Relation entre la concentration plasmatique en hormone anti-Müllérienne (AMH), mesurée avant traitement de superovulation ( $T_0$ ) et le nombre de follicules 3-7 mm chez 18 vaches Prim' Holstein (MONNIAUX & al., 2010)



**L'AMH est aujourd'hui considérée comme le meilleur marqueur endocrinien pour la réponse ovarienne à la stimulation par les gonadotrophines.** Etant donné la stabilité individuelle dans le temps des niveaux circulants, un seul dosage de l'AMH chez la génisse suffit pour prévoir la taille de la réserve ovarienne et le nombre de follicules de plus de 3 mm de chaque vague folliculaire. Néanmoins, compte tenu de la sécrétion par les follicules de 3 mm et plus, il est important de standardiser le moment du dosage par rapport aux vagues folliculaires (Jour des chaleurs et J12). Le dosage de l'AMH pourrait constituer une alternative au dénombrement par examen échographique (tableau 1).



**Tableau 1 : Avantages et inconvénients d'un test AMH ou d'un comptage des follicules de 3 mm et plus à l'échographie pour identifier le potentiel individuel de femelles à répondre à une superovulation**

| Critère   | Test AMH  | Echographie ovarienne  |
|---|---|--|
| Exactitude  | Bonne   | Bonne  |
| Complexité de mise en œuvre (stade du cycle précis lors du test)    | Oui (J0 et J12)   | Idéalement à J3 ou J12*. Eviter les stades où il y a un gros follicule, masquant les plus petits     |
| Précocité de mise en œuvre (possibilité de test avant la puberté ?) | Pas testé   | Possible, mais la corrélation prépubère - adulte reste à établir                                     |
| Réponse immédiate (« au cul de la vache ») ?                        | Non, échantillon de sang à envoyer au labo                                    | Oui  |
| Facilité d'inclusion dans une stimulation ovarienne                 | Doit être réalisé en amont de la mise en place du protocole de superovulation | Excellente. L'échographie peut être réalisée juste avant l'injection de la première injection de FSH |
| Coût  | +++ (test et envoi)   | +  |

\* des follicules en développement sont présents à J3 et J12, que la vache suive un fonctionnement à 2 ou 3 vagues folliculaires

Les concentrations plasmatiques en AMH sont également utiles pour prévoir très tôt la production d'embryons de bonne qualité dans le cadre du transfert d'embryons (TE). Ainsi, des vaches considérées comme de « bonnes donneuses » (ayant produit plus de 10 embryons sur au moins une collecte) ont présenté, plusieurs mois avant la mise en place du protocole de T. E., des concentrations plasmatiques moyennes en AMH 2 fois plus fortes que les « mauvaises donneuses » (MONNIAUX & al., 2010).

De plus, plusieurs auteurs ont suggéré ou démontré que la fertilité de la vache (par insémination artificielle, en dehors de toute superovulation) est d'autant meilleure que son nombre de follicules antraux est élevé (MARTINEZ & al., 2016 ; ERICKSON 1966 ; *tableau 2*).

**Tableau 2 : Performances de reproduction de vaches laitières (insémination artificielle, sans superovulation) en fonction du nombre de follicules antraux (MARTINEZ & al. 2016)**

| Paramètres                           | Nombre de follicules d'un diamètre ≥ 2 mm |                         |                   | Significativité |
|--------------------------------------|---|-------------------------|-------------------|-----------------|
|                                      | Faible (≤ 20)                             | Intermédiaire (21 à 29) | Elevé (≥ 30)      |                 |
| Nombre de vaches                     | 200                                       | 137                     | 104               |                 |
| Comptage folliculaire moyen          | 14,4 <sup>a</sup>                         | 24,4 <sup>b</sup>       | 38,5 <sup>c</sup> | p < 0,0001      |
| Intervalle moyen Vêlage -IA1 (jours) | 80,7                                      | 80,9                    | 79,8              | NS              |
| Réussite en IA1 (%)                  | 45,3 <sup>a</sup>                         | 45,0 <sup>a</sup>       | 68,1 <sup>b</sup> | p = 0,0013      |
| Taux de gestation à 6 semaines (%)*  | 67,3 <sup>a</sup>                         | 56,4 <sup>a</sup>       | 81,9 <sup>b</sup> | p = 0,0011      |
| Taux de gestation à 12 semaines (%)* | 79,7 <sup>a</sup>                         | 75,6 <sup>a</sup>       | 91,3 <sup>b</sup> | p = 0,0058      |

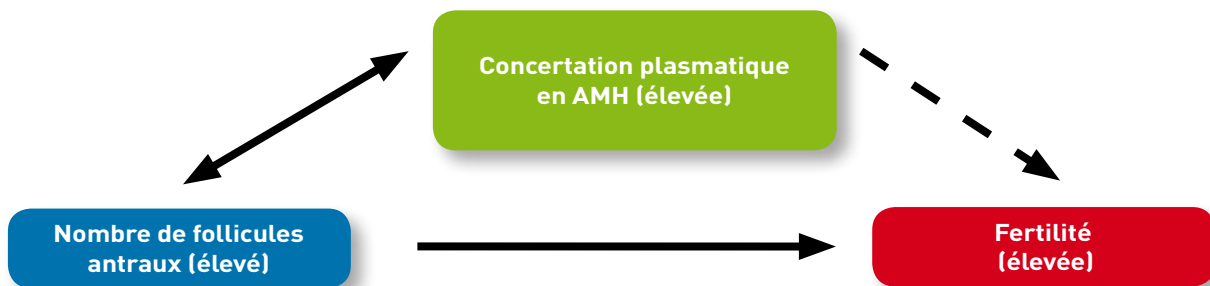
\*après de début de la saison de mise à la reproduction

a, b, c : sur une même ligne, les valeurs avec une lettre différente en exposant sont significativement différentes (p < 0,05)



De ce fait, l'AMH pourrait constituer un indicateur global précieux des performances de reproduction chez la vache (schéma 3). D'après JIMENEZ-KRASSEL & al. (2015), environ 25% des vaches laitières se caractérisent par des valeurs (trop) basses en AMH.

**Schéma 3 : Les liens (potentiels) entre concentration en hormone anti-Müllérienne (AMH) et fertilité chez la vache**

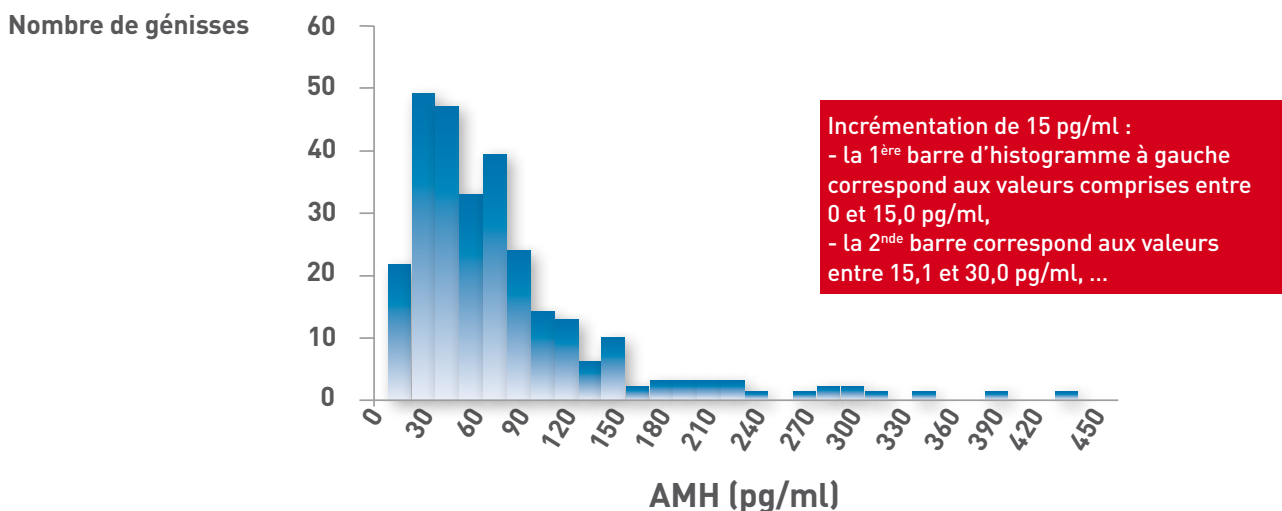


## AMH et durée de vie productive chez la vache

Une vache dont les performances de reproduction sont correctes voit logiquement son risque d'être réformée pour infécondité réduit. De ce constat mathématique, toutes choses étant égales par ailleurs, il peut être déduit que ses chances d'être conservée dans le troupeau sont donc plus importantes que celles d'une femelle infertile. Les niveaux les plus élevés en AMH étant associés à une fertilité supérieure, il est alors pertinent de s'interroger sur les relations potentielles entre concentration plasmatique élevée en AMH et durée de vie productive chez la vache. Cette hypothèse a été testée à grande échelle aux USA par JIMENEZ-KRASSEL & al. (2015). La concentration individuelle en AMH étant très répétable, les mesures ont été réalisées sur 245 génisses Holstein âgées de 11 à 15 mois. Les concentrations en AMH variant pendant le cycle œstral, le dosage a été effectué chez toutes les femelles 4 jours après un protocole de synchronisation à l'aide de 2 injections de prostaglandine F2α espacées de 11 jours.

Les résultats obtenus (dosage sur le plasma avec le kit AMH Gen II de BECKMAN COULTER) ont confirmé la grande variabilité des concentrations en AMH entre individus, les valeurs s'étalant de 6 pg/ml à 440 pg/ml (figure 4).

**Figure 4 : Distribution des concentrations en hormone anti-Müllérienne (AMH) chez 245 génisses Holstein âgées de 11 à 15 mois (JIMENEZ-KRASSEL & al. 2015)**







À la suite du dosage unique de l'AMH, les données concernant ces femelles ont été enregistrées pour la reproduction, la production de lait, la santé et les réformes sur 3 lactations, jusqu'à un âge approximatif de 5 ans pour les animaux encore présents.

Les femelles ont été classées en 4 groupes correspondant à la répartition en quartiles des valeurs initiales d'AMH. Les performances de production et de reproduction ainsi que les taux de réforme enregistrés ont été analysés et comparés entre ces 4 groupes (Tableau 3).

**Tableau 3 : Nombre de lactations et durée de carrière productive selon la concentration en hormone anti-Müllérienne (AMH) à l'âge de 11 à 15 mois (JIMENEZ-KRASSEL & al. 2015)**

| Paramètres                   | 1 <sup>er</sup> quartile |                  | 2 <sup>ème</sup> quartile |                  | 3 <sup>ème</sup> quartile |                  | 4 <sup>ème</sup> quartile |                  | p    |
|------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|------------------|------|
|                              | nombre                   | moyenne          | nombre                    | moyenne          | nombre                    | moyenne          | nombre                    | moyenne          |      |
| AMH (pg/ml)                  | 62                       | 19               | 59                        | 41,8             | 58                        | 68,9             | 66                        | 153,2            |      |
| Lactations débutées          | 62                       | 1,9              | 59                        | 2,2              | 58                        | 2,3              | 66                        | 2,2              | NS   |
| Lactations terminées         | 62                       | 1,2 <sup>a</sup> | 59                        | 1,5 <sup>a</sup> | 58                        | 1,7 <sup>b</sup> | 66                        | 1,5 <sup>a</sup> | 0,03 |
| Carrière productive* (jours) | 59                       | 578 <sup>a</sup> | 53                        | 771 <sup>b</sup> | 56                        | 778 <sup>b</sup> | 62                        | 702 <sup>c</sup> | 0,01 |

\*Femelles suivies jusqu'en début de 3<sup>ème</sup> lactation, calcul à partir du 1<sup>er</sup> vêlage

a, b, c : sur une même ligne, les valeurs avec une lettre différente en exposant sont significativement différentes ( $p < 0.05$ ) ; NS : non significatif

Les génisses présentant les plus faibles valeurs initiales en AMH (premier quartile) ont eu des durées de carrière productive réduites, de 124 à 200 jours plus courtes que celles aux concentrations en AMH plus élevées.

Ces résultats rejoignent ceux de MOSSA & al. [2012], montrant que les vaches laitières avec les plus faibles populations de follicules d'un diamètre  $\geq 3$ mm à l'examen échographique (a priori celles aux plus faibles concentrations en AMH) font moins de lactations en comparaison à leurs congénères (1,9 lactation contre 2,6 lactations).

À la fin de la période d'observation dans l'essai de JIMENEZ-KRASSEL & al. (2015), il ne restait que 24% des génisses du lot « 1<sup>er</sup> quartile » contre 32% à 43% dans les autres lots (tableau 4).

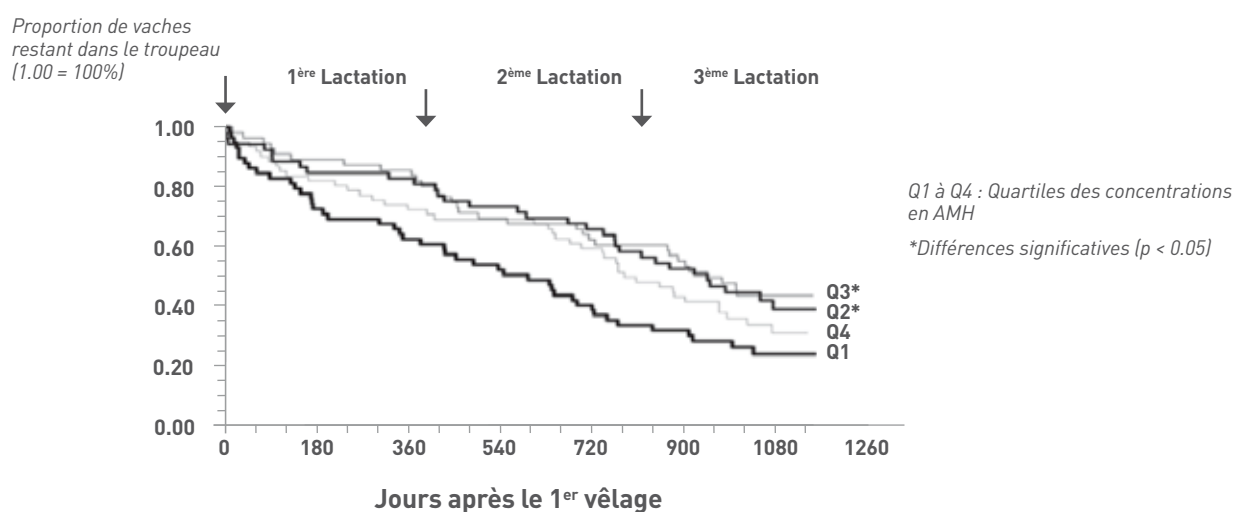
**Tableau 4 : Nombre et âge (en jours) des femelles présentes à différentes échéances selon la classe de concentration en hormone anti-Müllérienne à l'âge de 11-15 mois (JIMENEZ-KRASSEL & al. 2015)**

| Echéances                                | 1 <sup>er</sup> quartile |         | 2 <sup>ème</sup> quartile |         | 3 <sup>ème</sup> quartile |         | 4 <sup>ème</sup> quartile |         |
|--|--------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|
|  | nombre                   | moyenne | nombre                    | moyenne | nombre                    | moyenne | nombre                    | moyenne |
| 1 <sup>ère</sup> prostaglandine          | 62                       | 421     | 59                        | 421     | 58                        | 419     | 66                        | 422     |
| 1 <sup>ère</sup> insémination (génisses) | 60                       | 473     | 57                        | 471     | 58                        | 478     | 65                        | 473     |
| Fécondation (génisses)                   | 60                       | 506     | 56                        | 507     | 57                        | 505     | 65                        | 508     |
| 1 <sup>er</sup> vêlage                   | 59                       | 785     | 53                        | 788     | 56                        | 789     | 62                        | 789     |
| 2 <sup>ème</sup> vêlage                  | 34                       | 1183    | 41                        | 1179    | 41                        | 1184    | 46                        | 1186    |
| 3 <sup>ème</sup> vêlage                  | 22                       | 1608    | 32                        | 1603    | 35                        | 1592    | 29                        | 1559    |
| Fin de l'étude                           | 15 (24%)                 |         | 22 (37%)                  |         | 25 (43%)                  |         | 21 (32%)                  |         |



Les courbes de survie des femelles de chacun des 4 lots encore présentes à différentes échéances sont présentées dans la figure 5. Après le 1<sup>er</sup> vêlage, la probabilité d'être réformé dans le lot 'Quartile 2' (Hazard Ratio : HR = 0,57, p < 0,02) et dans le lot 'Quartile 3' (HR= 0,54, p < 0,01) est plus faible que dans le lot 'Quartile 1' ; elle tend à l'être aussi dans le lot 'Quartile 4' (HR = 0,72, p = 0,13). En d'autres termes, par exemple, le risque d'être réformé au cours des 3 premières lactations est réduit de 46% dans le lot 'Quartile 3' en comparaison aux femelles du lot 'Quartile 1'.

**Figure 5 : Courbes de survie de femelles présentes sur l'exploitation selon la classe de concentration en hormone anti-Müllérienne (AMH) à l'âge de 11-15 mois (JIMENEZ-KRASSEL & al. 2015)**



L'étude des causes de réforme dans chacun des lots (infertilité, production insuffisante, mauvaise conformation, mammite, boiterie, mort, ...) a montré que le taux de réforme pour mauvaises performances de reproduction était significativement plus fort dans le lot 'Quartile 1', en comparaison aux 3 autres lots cumulés (36% contre 27%, p < 0,05 ; *tableau 5*).

**Tableau 5 : Taux et motifs de réforme au cours des 3 premières lactations selon la concentration initiale en hormone anti-Müllérienne (AMH) à l'âge de 11-15 mois (JIMENEZ-KRASSEL & al. 2015)**

|                                    | 1 <sup>er</sup> quartile |            | 2 <sup>ème</sup> quartile |            | 3 <sup>ème</sup> quartile |            | 4 <sup>ème</sup> quartile |            |
|------------------------------------|--------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|
|                                    | nombre                   | %          | nombre                    | %          | nombre                    | %          | nombre                    | %          |
| Nombre initial                     | 62                       | 100%       | 59                        | 100%       | 58                        | 100%       | 66                        | 100%       |
| Nombre final                       | 15                       | 24%        | 22                        | 37%        | 25                        | 43%        | 21                        | 32%        |
| <b>Nombre de réformes</b>          | <b>47</b>                | <b>76%</b> | <b>37</b>                 | <b>63%</b> | <b>33</b>                 | <b>57%</b> | <b>45</b>                 | <b>68%</b> |
| <i>dont dues à la reproduction</i> | <b>22</b>                | <b>36%</b> | <b>16</b>                 | <b>27%</b> | <b>11</b>                 | <b>19%</b> | <b>22</b>                 | <b>33%</b> |
| <i>dont mortalité</i>              | <b>11</b>                | <b>17%</b> | <b>11</b>                 | <b>19%</b> | <b>11</b>                 | <b>19%</b> | <b>10</b>                 | <b>15%</b> |
| <i>dont santé générale</i>         | <b>5</b>                 | <b>8%</b>  | <b>6</b>                  | <b>10%</b> | <b>4</b>                  | <b>7%</b>  | <b>5</b>                  | <b>8%</b>  |
| <i>dont volontaire</i>             | <b>6</b>                 | <b>10%</b> | <b>3</b>                  | <b>5%</b>  | <b>6</b>                  | <b>10%</b> | <b>5</b>                  | <b>8%</b>  |
| <i>autres</i>                      | <b>3</b>                 | <b>5%</b>  | <b>1</b>                  | <b>2%</b>  | <b>1</b>                  | <b>2%</b>  | <b>3</b>                  | <b>5%</b>  |



L'étude détaillée des performances de reproduction sur la période de l'étude confirme la moindre fertilité et fécondité numériques dans le lot 'Quartile 1', la significativité statistique n'étant toutefois atteinte que pour le taux de gestation global (tableau 6).

**Tableau 6 : Performances de reproduction au cours des 3 premières lactations selon la concentration initiale en hormone anti-Müllérienne (AMH) à l'âge de 11-15 mois (JIMENEZ-KRASSEL & al. 2015)**

|                                   | 1 <sup>er</sup> quartile |                  | 2 <sup>ème</sup> quartile |                  | 3 <sup>ème</sup> quartile |                  | 4 <sup>ème</sup> quartile |                   |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|-------------------|
|                                   | nombre                   | moyenne          | nombre                    | moyenne          | nombre                    | moyenne          | nombre                    | moyenne           |
| Intervalle entre vêlages (jours)  | 34                       | 401              | 41                        | 405              | 41                        | 397              | 46                        | 393               |
| Intervalle Vêlage -IA1ère (jours) | 59                       | 143              | 53                        | 136              | 56                        | 135              | 62                        | 138               |
| Nombre d'IA par IA fécondante     | 49                       | 2,8              | 49                        | 2,6              | 51                        | 2,7              | 53                        | 2,5               |
| Taux de gestation sur l'IA 1ère   | 49                       | 28%              | 49                        | 35%              | 51                        | 33%              | 53                        | 39%               |
| Taux de gestation global          | 49                       | 71% <sup>a</sup> | 40                        | 85% <sup>b</sup> | 51                        | 89% <sup>b</sup> | 53                        | 79% <sup>ab</sup> |

a, b : sur une même ligne, les valeurs avec une lettre différente en exposant sont significativement différentes ( $p < 0,05$ )

**Dans cet essai, les génisses d'1 an avec les concentrations en AMH les plus basses (1<sup>er</sup> quartile) sont restées présentes en moyenne 6 mois de moins sur l'exploitation.** Aux USA, le bénéfice d'un mois de longévité est chiffré entre 26 et 37€ environ (24 à 35 dollars, VanRADEN & COLE 2014). Remplacer dans l'étude de JIMENEZ-KRASSEL & al. (2015) une génisse du 1<sup>er</sup> quartile par une génisse des quartiles 2 à 4 améliorerait de 172 jours la carrière productive, soit un gain de 147 à 214€.





## CONCLUSION

Comme chez la femme, **l'AMH est aujourd'hui considérée chez les femelles de l'espèce bovine comme un excellent marqueur endocrinien de la réponse ovarienne à la stimulation par les gonadotrophines**. Les fortes variations de sa concentration entre animaux témoignent des différences importantes de leur potentiel à se reproduire naturellement (fertilité) ou en reproduction assistée (superovulation). En transplantation embryonnaire, l'AMH constitue un indicateur qui permet de **prévoir efficacement le nombre d'embryons de bonne qualité**, transférables sur des receveuses ou pouvant être congelés.

Plus généralement, il semble que l'AMH soit aussi un **indicateur des performances générales de reproduction**. De ce fait, les animaux aux plus faibles concentrations présenteraient un risque accru d'être réformés prématurément pour infécondité, comme en témoigne l'étude récente de JIMENEZ-KRASSEL (2015). Environ 25% des génisses présenteraient des valeurs en AMH trop faibles, incompatibles avec une bonne profitabilité.

Si ces résultats venaient à être confirmés, le dosage de l'AMH constituerait un moyen simple et précoce de prévoir la longévité des femelles laitières. La détermination de la durée de la carrière productive d'une vache avant même sa première mise à la reproduction en tant que génisse constituerait une information précieuse pour l'éleveur, avec des implications économiques importantes. Mais pour cela, il faudra disposer **d'une technique de dosage de l'AMH validée dans l'espèce bovine**.

En l'absence aujourd'hui d'une méthode d'analyse accessible pour l'AMH bovine, le dénombrement de la population de follicules d'un diamètre  $\geq 3$  mm au cours des vagues de croissance folliculaire peut constituer une alternative intéressante. Facile à mettre en œuvre grâce à l'échographie, son résultat donne une bonne indication de la taille de la réserve ovarienne de follicules et permet indirectement de prédire les performances de reproduction.

Même si cette sélection des génisses, par dosage de l'AMH ou dénombrement de la population de follicules d'un diamètre  $\geq 3$  mm, intervient avant le début de la carrière productive, elle ne peut être réalisée que sur des femelles pubères. Les données publiées manquent sur les femelles prépubères. Il serait intéressant d'étudier les corrélations des concentrations en AMH entre femelles prépubères et pubères, afin de savoir si une identification précoce des femelles d'« élite » (en termes de reproduction) est envisageable.

Que faire dans ces conditions des génisses identifiées pour leurs moindres performances ultérieures ? Les engraisser, faire du croisement industriel, les vendre à un tiers (ce qui peut être considéré comme éthiquement discutable sachant qu'elles sont présumées moins profitables), ... ? De plus, la mise à l'écart de certaines génisses jugées improductives nécessite de garder davantage de femelles pour l'élevage (ce qui est envisageable avec le développement du recours à la semence sexée).

L'idéal serait de pouvoir déterminer ce « statut productif » très tôt. La recherche et l'identification par génotypage de gènes associés à de plus fortes concentrations en AMH pourrait constituer une piste intéressante. En termes de sélection, alors que l'héritabilité des paramètres de reproduction est faible en général, celle du nombre de follicules d'un diamètre  $\geq 3$  mm, fortement corrélée à la concentration en AMH, est un caractère d'héritabilité intermédiaire (0,25 chez la génisse, 0,31 chez la vache pour WALSH & al., 2014). Il serait donc envisageable d'intégrer ce critère dans le calcul de l'index femelle.



### Remerciements

Merci à Nathalie DI CLEMENTE (INSERM U1133, Paris 13<sup>e</sup>) et Danièle MONNIAUX (INRA UMR85, Nouzilly) pour les informations fournies sur le dosage de l'AMH chez les bovins. Merci aussi pour leurs corrections et améliorations, ainsi qu'à Marc-Antoine DRIANCOURT (ASTEK consultants, Chateaufort sur Sarthe) et Sylvie CHASTANT-MAILLARD (Ecole nationale vétérinaire de Toulouse).





## Bibliographie

- JIMENEZ-KRASSEL & *al.* J. Dairy Sci. 2015, 98 : 3036-3045
- IRELAND & *al.* Biol. Reprod. 2008, 79 : 1219-1225
- JOSSO & *al.* Médecine/Sciences 1987, 3 : 444-452 ([http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/3717/MS\\_1987\\_8\\_444.pdf?sequence=1](http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/3717/MS_1987_8_444.pdf?sequence=1))
- MONNIAUX. Colloque annuel de l'AETE, Saint Malo, 7 & 8 septembre 2012. Proceedings pp 7-40
- MONNIAUX & *al.* Gynécologie Obstétrique & Fertilité 2010b, 38 : 465-470
- AROUCHE & *al.* Theriogenology 2015, 84 : 1397-1404
- LA MARCA & *al.* Human Reproduction 2006, Vol. 21, N°12 : 3103-3107
- JOSSO & *al.* in : Genetic steroid disorders. Academic Press (Elsevier) 2014
- Anonyme 2012 : [www.biomnis.com/referentiel/liendoc/precis/HORMONE\\_ANTI-MULLERIENNE.pdf](http://www.biomnis.com/referentiel/liendoc/precis/HORMONE_ANTI-MULLERIENNE.pdf)
- VISSER & THEMEN. Mol. Cell. Endocrinol. 2005, 234 : 81-86
- KEVENAR & *al.* Endocrinology 2006, 147 : 3228-3234
- WALLACE & *al.* Annals of Clinical Biochemistry 2011, 48 : 370-373
- RICO & *al.* Biol. Reprod. 2011, 84 : 560-571
- RICO & *al.* Biol. Reprod. 2009, 80 : 50-59
- ERIKSON. J. Anim. Sci. 1966, 25 : 800-805
- MARTINEZ & *al.* Theriogenology 2016, 85 : 466-475
- PIGNY & *al.* Fertility and Sterility 2016, 105 (N°4) : 1063-1069
- MOSSA & *al.* J. Dairy Sci. 2012, 95 : 2355-2361
- VanRADEN & COLE. Animal Improvement Programs Laboratory, ARS-USDA 2014.
- WALSH & *al.* J. Dairy Sci. 2014, 97 : 4503-4511





# LA PROGESTÉRONE, INDICATEUR PRÉCOCE DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION

Des travaux de recherche récents montrent que les niveaux de progestérone circulants déterminent très tôt les performances de reproduction des vaches laitières, aussi bien en post partum qu'après la fécondation.

## Après vêlage :

Alors que la précocité de la 1<sup>ère</sup> ovulation après vêlage est considérée par certains chercheurs comme un facteur d'amélioration des performances de reproduction, d'autres estiment au contraire que la reprise de cyclicité trop rapide n'est pas souhaitable car elle exposerait à un risque accru de métrite (en relation avec l'action proinfectieuse de la progestérone produite par le corps jaune).

C'est dans ce contexte que GILBERT & al ont étudié l'évolution de la progestéronémie en post partum et ses relations avec le risque d'endométrite et les performances de reproduction ultérieures. Sur 500 femelles laitières issues de 6 fermes américaines, des échantillons de sang veineux ont été prélevés à la queue en vue de déterminer la concentration plasmatique en progestérone à 3 dates distinctes : 3, 5 et 7 semaines post partum.

**La progestéronémie à 3 semaines s'est avérée être un indicateur très significatif du délai jusqu'à l'IA1 ( $p = 0.001$ ) et du taux de gestation à 150 jours pp ( $p < 0.0002$ ) et à 300 jours pp (tableau 1). De plus, les plus faibles concentrations en progestérone à 3 semaines pp sont associées à un risque accru d'endométrite à 7 semaines ( $p = 0.0033$ ).**


| Progestéronémie à J21 post partum             |  |
|---|--|
| FAIBLE  | ÉLEVÉE   |
| ↗ Risque de métrite à J49 pp ( $p = 0.0033$ ) | ↗ Délai jusque l'IA1 ( $p = 0.001$ )           |
|   | ↗ Taux de gestation à J150 pp ( $p = 0.0002$ ) |

Tableau 1. Conséquences de la progestéronémie à 3 semaines pp sur la reproduction (GILBERT & al. 2006)

Les concentrations en progestérone relevées 7 semaines après le vêlage constituent aussi un bon indicateur pour les chances de gestation à 150 et 300 jours. A cette échéance, la valeur seuil, correspondant au meilleur compromis entre spécificité et sensibilité pour la prévision de gestation, est estimée à 3,5-4 ng/ml de progestérone.



## En pratique

 Il semble que la reprise précoce de cyclicité est de nature à réduire le risque d'endométrite, à permettre une mise à la reproduction plus rapide et à améliorer les performances de reproduction.



Article paru en novembre 2009  
dans ReproMag 5

Ces résultats sont cohérents avec ceux de la revue bibliographique réalisée par GRIMARD & DISENHAUS : dans les 6 essais recensés concernant des femelles en inactivité sexuelle prolongée, le taux de réussite en IA1 est régulièrement diminué et l'intervalle Vêlage-IA fécondante augmenté par rapport à des vaches à reprise de cyclicité normale.

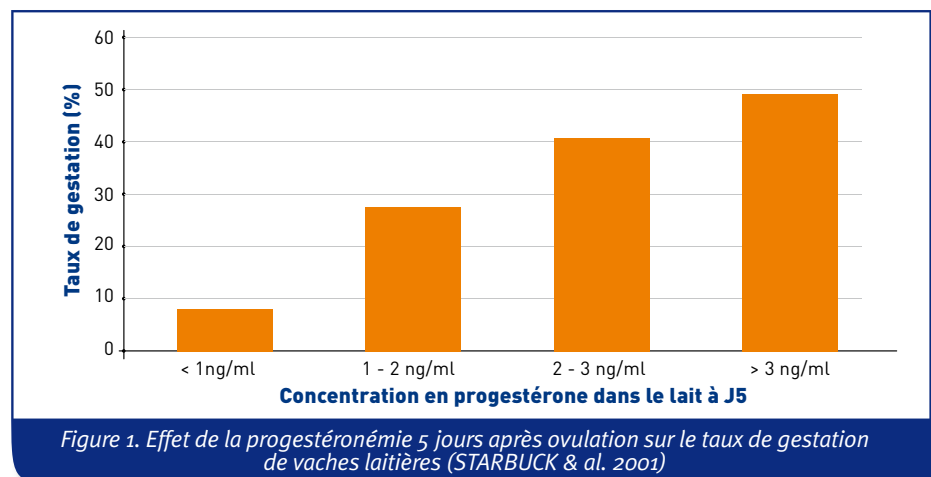
Pour expliquer l'effet favorable de la précocité de la reprise de cyclicité sur les performances de reproduction ultérieures, certains auteurs suggèrent que l'imprégnation oestrogénique régulière (dans les jours précédant chaque ovulation) pourrait – par son action anti-infectieuse et son effet favorable sur la vidange utérine – limiter précocement le risque d'endométrite, source majeure d'infertilité et d'infécondité.

### Après l'IA :

Dans les jours suivant l'IA, il est admis que l'augmentation insuffisante, en délai et en amplitude, de la concentration en progestérone est un facteur d'échec de gestation.

Plusieurs essais illustrent l'importance de la précocité de la « montée » en progestérone dans les premiers jours après la fécondation.

Par exemple, STARBUCK & al. ont montré sur 1400 vaches laitières que les niveaux plus élevés en progestérone mesurés sur le lait 5 jours après IA sont associés à une fertilité accrue : 50% de vaches gestantes pour les concentrations supérieures à 3 ng/ml contre moins de 10% pour les concentrations inférieures à 1 ng/ml (figure 1).



De même, sur des génisses receveuses en transplantation embryonnaire, il semble exister une corrélation positive entre le taux de progestérone 6 jours après les chaleurs et les chances de gestation ; BARUSELLI *et al.* ont classé les femelles selon la taille du corps jaune mesuré à J6 ; le groupe des femelles présentant les plus gros corps jaunes (classe 1 ; surface > 2 cm<sup>2</sup>) s'est caractérisé par un taux de gestation significativement plus élevé (tableau 2).

| Classe du corps jaune à J6                       | Nombre de femelles | Surface moyenne (cm <sup>2</sup> ) | Progestéronémie à J6 (ng/ml) | Taux de gestation |
|--|--------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| 1 (> 2 cm <sup>2</sup> )                         | 77                 | 2,7                                | 2,4 <sup>a</sup>             | 58% <sup>d</sup>  |
| 2 (1.5 cm <sup>2</sup> ≤ C ≤ 2 cm <sup>2</sup> ) | 41                 | 1,7                                | 1,8 <sup>b</sup>             | 41% <sup>e</sup>  |
| 3 (< 1.5 cm <sup>2</sup> )                       | 22                 | 1,2                                | 1,0 <sup>c</sup>             | 32% <sup>f</sup>  |

*a, b, c différence significative (p < 0.01) ; d, e, f différence significative (p < 0.05)*

*Tableau 2. Progestéronémie et taux de gestation de génisses selon la taille du corps jaune 6 jours après l'œstrus (BARUSELLI & al. 2000)*

Ainsi, la production rapide et en quantité suffisante de progestérone dans les premiers jours suivant la fécondation conditionne-t-elle la fertilité des femelles laitières. La progestérone développe la capacité de l'embryon à s'allonger et à produire de l'interféron tau, « signal » permettant le maintien de la gestation ; plusieurs travaux de recherche ont démontré une relation entre la production de progestérone à J5 post IA et d'une part la taille de l'embryon, d'autre part sa production d'interféron tau à J16.

## CONCLUSION

**Actuellement, le dosage de la progestérone est assez peu utilisé sur le terrain (c'est un outil précoce – sensible mais peu spécifique - pour le diagnostic de non gestation 3 semaines après IA). Il pourrait être développé en tant qu'outil prédictif de la fertilité, à condition toutefois que des valeurs seuils soient définies pour la progestéronémie « normale » selon le stade du cycle de reproduction, et que les méthodes permettent l'obtention de résultats quantitatifs fiables. En effet, il ne s'agit pas uniquement de savoir si un corps jaune est présent, information suffisante pour apprécier la cyclicité ou l'état de gestation des femelles, mais d'obtenir une valeur précise pour le niveau circulant de progestérone.**

GILBERT R. & al. Proceedings of the 24th World Buiatric Congress. Nice 2006.  
 GRIMARD B. & DISENHAUS C. Le Point vétérinaire. N° spécial Reproduction des Ruminants 2005. 36 :16-21.  
 LEWIS G. S. Journal of Dairy Science 1997. 80 : 984-994.  
 STARBUCK G. R. & al. Occasional publication of the British Society of Animal Science 1991. 26 (2) : 447-450.  
 MANN G. E. in KASK M. & al. Recent developments and perspectives in bovine medicine. Hannover 2002. 300-306.  
 BARUSELLI P. S. Arq. Fac. Vet. UFRGS 2000. 28 : 216.  
 BINELLI M & al. Theriogenology 2001. 56 : 1451-1463.



La déficience en progestérone concerne tout particulièrement les VLHP, tant en post partum (les reprises de cyclicité retardées ou anormales sont plus fréquentes) que dans les jours suivant l'IA (en relation avec un catabolisme accru de l'hormone). Il a aussi été mis en évidence que la proportion de femelles à concentration « insuffisante » en progestérone (< 3 ng/ml à J5) augmente avec le numéro de lactation : approximativement 10% en 1<sup>ère</sup> lactation contre 20% en 2<sup>ème</sup> lactation et 30% en 3<sup>ème</sup> lactation.

L'optimisation des performances de reproduction des femelles fortes productrices requiert donc :

- d'une part des mesures visant à réduire les reprises anormales de cyclicité : limitation du déficit énergétique post partum (gestion du tarissement et de la ration après vêlage) associée au diagnostic précoce et au traitement des infections pénalisant ou retardant la cyclicité normale (endométrites bien sûr, mais aussi mammites, affections articulaires, ...)
- d'autre part la mise en oeuvre d'une stratégie visant à augmenter la progestéronémie après l'IA pour les femelles effectivement déficientes (hormone chorionique à J5 post IA).





**5**

# **MONITORING DE LA REPRODUCTION**

# LE MONITORING AUTOMATISÉ DES CHALEURS EN ÉLEVAGE BOVIN



Nathalie BAREILLE  
UMR Oniris-INRA BIOEPAR,  
UMT Maîtrise de la santé  
des troupeaux bovins



Fabrice BIDAN  
Institut de l'Élevage,  
UMT Maîtrise de la santé  
des troupeaux bovins

*La détection des chaleurs reste un travail quotidien indispensable pour les nombreux éleveurs utilisant l'insémination artificielle comme mode de reproduction de leurs femelles. L'augmentation de la taille des troupeaux, souvent à main d'œuvre constante, a réduit le temps de surveillance par vache sur l'exploitation. Ainsi, devant la difficulté de détecter les chaleurs, beaucoup d'éleveurs laitiers choisissent maintenant d'entretenir un taureau dans leur troupeau de génisses et/ou de vaches (en 2015, 48% des troupeaux de race Prim'Holstein ont plusieurs veaux issus de taureaux de monte naturelle - REPROSCOPE).*

*Dans ce contexte, plusieurs outils de monitoring automatisé des chaleurs ont été développés et équipent de nombreux troupeaux. Avec le développement des nouvelles technologies en élevage, le praticien doit se former, bien connaître ces nouveaux outils et leurs limites pour accompagner l'éleveur dans leur utilisation ou dans le choix d'équipement.*

*Après un rappel sur l'expression et la détection visuelle des chaleurs de la vache, cet article présente les outils de monitoring automatisé des chaleurs disponibles actuellement, leurs performances et les différents bénéfices que les éleveurs peuvent attendre de l'équipement de leur troupeau.*

## 1) Où en est-on en termes d'expression et de détection des chaleurs ?

Expression et détection des chaleurs sont deux notions souvent confondues. Pourtant, lorsqu'un éleveur dit « Je ne vois pas mes vaches en chaleur », l'échec peut résulter d'un défaut d'expression de ses vaches et/ou d'un déficit de surveillance de l'éleveur. Ceci est très important à garder en mémoire au regard des leviers à leur disposition qui sont foncièrement différents pour l'une ou l'autre de ces causes.

Chez la vache laitière, la durée des chaleurs est estimée à 4-8h entre la première et la dernière acceptation du chevauchement (seul signe spécifique des chaleurs). Si on intègre d'autres signes sexuels dits secondaires (flairage et léchage de la zone ano-génitale, menton posé sur la croupe ou le dos d'une congénère, chevauchement d'une congénère), cette durée est d'environ 14h (Disenhaus *et al.*, 2010). Des durées de même ordre sont connues en races allaitantes (Blanc *et al.*, 2010). Un autre élément qui ne facilite pas l'observation de ces signes est que la majorité d'entre eux ont lieu la nuit de 1h à 7h.

La recommandation actuelle pour une détection optimale des chaleurs reste d'observer les chaleurs des vaches 3 fois 20 minutes par jour à des périodes calmes. Une étude basée sur un suivi vidéo en continu de troupeaux de vaches allaitantes précise les conditions d'observation des chaleurs permettant d'obtenir un taux de détection d'environ 80% des chaleurs exprimées (Beauchet, 2012) :

- observer les vaches lors de périodes calmes ;
- 2 à 3 fois par jour pendant 5 à 15 minutes, soit au moins 15 minutes par jour ;
- et prendre en compte tous les signes de chevauchement et les signes sexuels secondaires (flairages, léchages de la zone arrière, appui du menton sur le dos d'une congénère...).

Compte tenu des pratiques actuelles de surveillance des chaleurs des éleveurs, on estime que le taux de détection des chaleurs de l'éleveur moyen est de 50% (Rutten *et al.*, 2014).

Pour aller plus loin sur ces notions, deux guides relatifs à la détection visuelle des chaleurs ont été produits en 2011 dans le cadre du projet DetOestrus (Cf photos des couvertures allaitant & laitier). Ils sont disponibles gratuitement sur [www.idele.fr](http://www.idele.fr) par téléchargement (pour troupeaux bovins laitiers ou allaitants).

Ils fournissent une synthèse des facteurs de risque d'un défaut de :

- reprise de cyclicité et/ou d'expression des chaleurs ;
- sensibilité de la détection ;
- spécificité de la détection.



Photo 1. DetOestrus allaitant



Photo 2. DetOestrus laitier

Ces guides sont couplés à une méthode d'intervention simple en cas de problème de détection des chaleurs qui permet d'en diagnostiquer les origines précises (Chanvallon *et al.*, 2011 ; UMT Maitrise de la santé des troupeaux bovins, 2011a ; 2011b). Elle peut facilement être menée par le praticien grâce au support informatique disponible sur [www.idele.fr](http://www.idele.fr).

## 2) Quels sont les outils de détection des chaleurs et quelles sont leurs performances ?

La détection des chaleurs fait l'objet d'avancées technologiques majeures en élevage laitier ; la transposition aux élevages allaitants est vraisemblablement possible mais les performances de détection sont moins connues.

Aux outils classiques (planning, détecteur de chevauchement mécanique) s'ajoutent aujourd'hui des outils automatisés (Tableau 1) (Saint-Dizier *et al.*, 2011 ; Picard-Hagen et Opsomer, 2012 ; Allain *et al.*, 2012 ; Rutten *et al.*, 2013). Ils sont fondés sur :

- la détection automatisée des chevauchements (capteur de pression posé sur la croupe) ;
- la mesure de l'activité motrice à l'aide d'un podomètre (enregistrement du nombre de pas) ou d'un accéléromètre (enregistrement des mouvements de l'encolure dans les trois dimensions) ;
- des mesures biologiques, le dosage de progestérone, en particulier avec le Herd Navigator®, pour la détection de l'ovulation (Encadré 1).



**Tableau 1 : Les principaux outils de détection des chaleurs.**

| Système   | Performances <sup>(1)</sup> |            | Intérêts   | Limites  | Coût <sup>(2)</sup>                                | Modèles (constructeur)<br>En retrait : les mêmes modèles commercialisés dans une autre offre   |
|---|-----------------------------|------------|--|--|--|--|
|   | SE (%)                      | VPP (%)    |  |  |  |  |
| <b>Système basé sur la détection du chevauchement</b>     |                             |            |  |  |  |  |
| Détecteur électronique de chevauchement                   | 69 à 92 %                   | 96 à 100 % | Monitoring continu<br>Assez bonne SE<br>Peu de faux positifs (bonne fiabilité)   | Détection des chevauchements uniquement (faux négatifs en cas de chaleurs frustes)<br>Disponibilité en France<br>Manipulations<br>Efficacité en logettes | 6,5 k€   | HeatWatch 2 (CowChips)   |
| <b>Systèmes basés sur la mesure de l'activité motrice</b> |                             |            |  |  |  |  |
| Podomètre   | 63 à 90 %                   | 71 à 94 %  | Monitoring continu<br>Assez bonne SE<br>Technologie éprouvée<br>Fonction identification compatible avec DAC et porte de tri<br>Croisement possible avec d'autres données (syst. intégrés)                              | Incompatible avec les boiteries<br>Transition bâtiments/pâturage ?   | 4,5 à 8 k€ (jusqu'à 10 k€ si tous animaux équipés) | Pedometer Afitag (Afimilk)<br>Crystal act (FullwoodPacko)<br>Pedometer Afitag + Crystal act + (FullwoodPacko)<br>Smart Tag (Nedap)<br><br>Smart Dairy (Boumatic)   |
| Accéléromètre   | 59 à 83 %                   | 80 à 94 %  | Monitoring continu<br>Assez bonne SE<br>Peu de faux positifs (bonne fiabilité)<br>Ergonomie d'utilisation<br>Grand choix de capteurs<br>Possibilité d'ajout du comportement alimentaire sur de plus en plus de modèles | Pas de fonction identification<br>Manipulations (tous les animaux ne sont pas équipés)   | 4,5 à 8 k€ (+ abonnement éventuel)                 | HeatPhone (Medria)<br>H tag (SCR) – non vendu en direct<br>Heatime (Milkline/Evolution)<br>Qwes H (Lely)<br>HR tag (SCR) – non vendu en direct<br>HeatimeRuminact (Milkline/Evolution)<br>Qwes HR (Lely)<br>Moo monitor (Dairy Master)<br>Heat Box (Gènes Diffusion)<br>Activité-mètre (Delaval)<br>CowScout (GEA) |
| <b>Systèmes basés sur le dosage de progestérone</b>       |                             |            |  |  |  |  |
| Portable  |                             |            | Portable<br>Coût/Herd Navigator  | Non automatique (interprétation)<br>Performances ?   |  | eProCheck (MiniTüb)  |
| Automatisé  | 93 à 99 %                   |            | Performances de détection<br>Nombreuses fonctions<br>Prédiction de l'ovulation   | Coût très élevé<br>Retour sur investissement ?<br>Troupeaux > 120 VL uniquement  | 40 à 50 k€ (+50 €/vache/an)                        | Herd Navigator (Delaval/Foss)  |

(1) SE=sensibilité, taux de détection des chaleurs ou des ovulations(%), VPP=valeur prédictive positive ou fiabilité des alertes.

(2) Coût pour 50 vaches pour les outils automatisés.





La vidéosurveillance peut aussi être utilisée mais n'est pas automatisée ; des études sont menées pour pro-gresser sur le temps de dépouillement des vidéos et notamment sélectionner les séquences où les animaux sont particulièrement actifs (Hetreau *et al.*, 2007 ; Bruyère *et al.*, 2012). D'autres systèmes existent (température corporelle ; quantité, température, conductivité électrique du lait ; sonde de mesure de la résistance électrique vaginale) mais les difficultés de standardisation et les mesures répétées en font d'assez mauvais prédicteurs de chaleurs à ce jour. Certains combinent plusieurs mesures : fluctuations de température et d'activité par exemple mais aucune référence sur leur précision n'est encore disponible. Ainsi, les dispositifs fondés sur l'activité motrice sont les plus développés actuellement.

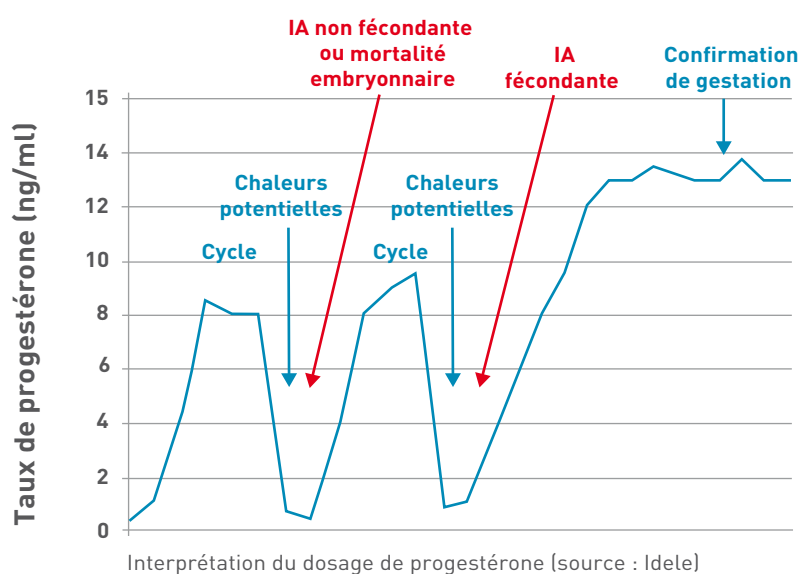
#### Encadré 1

### Le dosage de progestérone avec le Herd Navigator®

Le dosage de progestérone permet d'identifier les périodes d'ovulation : un prélèvement de sang ou de lait le jour de l'IA permet de savoir a posteriori si la vache était bien en phase folliculaire, le renouveler 21 à 24 jours plus tard permet de réaliser un test de non-gestation (Figure 3). Un suivi plus régulier (deux à trois fois par semaine) permet de vérifier la cyclicité (reprise, normalité) mais est quasiment impossible à réaliser en élevage du fait des interventions répétées sur les animaux et du coût (matériel et dosage).

Le Herd Navigator®, système automatisé issu d'une collaboration entre Foss et Delaval, est associé avec un robot ou une salle de traite conventionnelle. Il prélève un échantillon de lait automatiquement pendant la traite. Le début des prélèvements est choisi par l'éleveur en fonction de ses objectifs de délai de mise à la reproduction post-partum et le système ajuste la fréquence des prélèvements en fonction du stade physiologique de la vache. Au-delà de la détection des ovulations. Ce système permet de détecter plusieurs types de problèmes liés à la reproduction : l'anœstrus vrai post-partum, le subœstrus, les kystes lutéinisés ou les mortalités embryonnaires. Le dosage de progestérone peut aussi servir de test de non-gestation.

L'avantage de ce système de monitoring est qu'il détecte les ovulations et non les chaleurs, ce qui lui permet de maintenir ses performances de détection même quand l'expression des chaleurs par les vaches est réduite.





Les outils sont souvent indépendants, mais de plus en plus, les constructeurs proposent des panels d'outils connectés. Ainsi, la présence d'un robot, d'une salle de traite équipée de compteurs à lait ou d'un distributeur automatique de concentrés peut orienter le choix vers un outil compatible (du même constructeur) avec ces systèmes. Certains accéléromètres (HeatPhone®, HeatBox®) fonctionnant seuls peuvent être combinés avec d'autres capteurs utilisant la même base d'enregistrement, de stockage des données et d'analyse, en particulier des détecteurs de troubles de santé. L'intérêt est de faciliter le suivi du troupeau par l'éleveur avec une même interface mais les performances des différentes technologies doivent être comparées.

Une enquête réalisée par l'Institut de l'Élevage, Evolution et Orange en 2015 (Allain *et al.*, 2015) annonçait des taux d'équipement des éleveurs laitiers du Grand-Ouest en détecteurs de chaleurs de 19%, avec un fort effet de la taille du troupeau (13% dans les troupeaux de moins de 60 vaches et 32% dans ceux de plus de 100 vaches). Ce chiffre est certainement dépassé vu qu'un quart des éleveurs enquêtés projetaient de s'équiper dans un futur proche. L'équipement avec le Herd Navigator® reste encore rare en France (une centaine d'élevages équipés).

Aucun outil ne permet aujourd'hui de se substituer totalement à la surveillance par l'éleveur. Les meilleures détections sont obtenues en combinant observations visuelles par l'éleveur et informations délivrées par les détecteurs d'activité (podomètres, accéléromètres).

Les outils automatisés permettent de détecter de 60 à 99 % des ovulations avec une fiabilité en général supérieure à 70 % et jusqu'à 100%. Ils sont en continuelle évolution pour améliorer les algorithmes de détection des chaleurs à partir des mesures brutes produites par le matériel de mesure. Ces performances sont également variables selon bien sûr la façon dont l'éleveur souhaite utiliser ces capteurs (délégation totale ou en combinant l'observation), mais aussi selon les conditions d'élevage et les performances de reproduction de départ. Mis à part l'analyseur Herd Navigator® qui estime le moment de l'ovulation, **les systèmes automatisés ne peuvent pallier une très faible expression des chaleurs**. De la même façon, un marqueur ou détecteur de chevauchement n'apportera aucune aide si la vache n'exprime pas de comportement spécifique.

Souvent, les constructeurs insistent sur la sensibilité de la détection (capacité à repérer les vraies chaleurs ou ovulations) encore appelée taux de détection. Cependant, la spécificité de la détection (capacité à ne pas signaler des vaches qui ne sont pas en chaleurs) est primordiale et va être impactée par le réglage choisi pour détecter les chaleurs. Plus on abaisse les seuils de détection, plus le taux de détection sera bon, mais plus il y aura de vaches signalées en chaleurs à tort (avec le risque d'inséminer à tort et une remise en cause progressive de l'outil). Souvent, les seuils de détection peuvent être adaptés par les éleveurs ; il est alors difficile de savoir quelle est la performance réellement obtenue dans une ferme donnée.

© ONIRIS - Unité de zootechnie



Boîtier accéléromètre Heatime (Milkine/Evolution).

© IDELE - Clément ALLAIN



Podomètre Smart Tag (Nedap).



### 3) Quels bénéfices sont apportés par les outils de monitoring automatisé des chaleurs ?

Ces offres en nouvelles technologies sont séduisantes pour l'éleveur : promesse de fécondité accrue, gain de temps de travail... Les bénéfices retirés de l'équipement en capteurs peuvent provenir d'une amélioration des conditions de travail de l'éleveur ou d'une amélioration des performances qui se traduise par un bénéfice économique.

En effet, la mise en place de ces technologies modifie le métier d'éleveur. Le travail induit par ces nouveaux outils (installation, maintenance) et parfois les nouvelles compétences nécessaires en informatique ne doivent pas être négligées (Hostiou *et al.*, 2014). Une enquête récente, réalisée auprès de 52 éleveurs de bovins laitiers de Bretagne, du Doubs et d'Ecosse (Philippe, 2017), a montré que les éleveurs percevaient une forte amélioration de leur confort de travail : l'outil leur permet d'être plus sereins dans leur travail et notamment au moment de la décision d'insémination (*Figure 1*). Cette sérénité est aussi liée à l'impact positif dans les relations entre associés ou avec le salarié. Les avis sont plus partagés en ce qui concerne la réduction du temps passé à la détection des chaleurs, la flexibilité des horaires, la facilitation de la gestion des absences ou du travail du week-end (impact perçu positif, nul voire négatif).

Dans cette même enquête (Philippe, 2017), les éleveurs ont perçu différemment les impacts sur les performances de détection de l'outil, les performances de reproduction du troupeau et, in fine, l'impact économique (*Figure 1*). Les éleveurs écossais évoquent plus souvent que les français leur satisfaction sur ces aspects économiques : les subventions du gouvernement lors d'investissement et la taille plus importante des troupeaux peuvent expliquer ces différences de satisfaction. En effet, d'un point de vue économique, quelques publications étrangères mettent en évidence un impact économique positif de ces outils surtout pour les grands troupeaux (Østergaard *et al.*, 2005 ; Rutten *et al.*, 2014). Cependant, les bénéfices retirés sont rarement positifs dans nos conditions d'élevage laitier françaises : l'investissement dans l'outil n'est pas compensé par l'amélioration des performances de reproduction et de lactation des vaches.

D'où vient ce résultat ? Le coût des outils de monitoring automatisé des chaleurs (entre 5000 et 8000 € pour la plupart sauf le Herd Navigator® - *Tableau 1*) doit être amorti sur une période de 5 à 6 ans, ce qui correspond à la durée de vie de la base de réception et de la batterie des capteurs, même si certaines doivent être remplacées avant ce délai. Pour générer un bénéfice économique, les gains de produits annuels en valeur monétaire actualisée doivent donc excéder l'amortissement annuel.

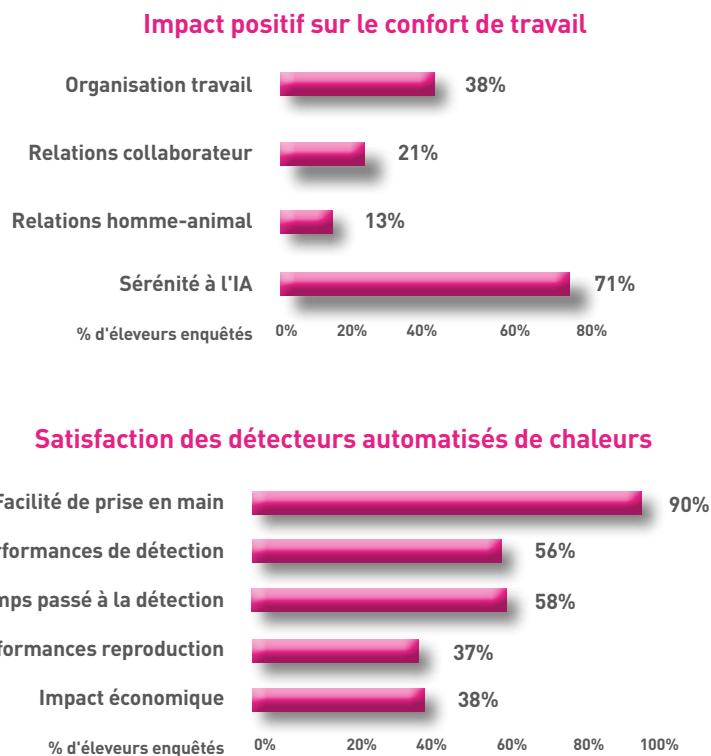


© IDELE - Clément ALLAIN

Accéléromètres HeatimeRuminact (en haut) et HeatPhone (en bas).



**Figure 1 : Satisfaction des éleveurs équipés en outil de monitoring automatisé des chaleurs**



Grace au simulateur de troupeau bovin laitier de l'UMR Oniris-INRA BIOEPAR, il a été montré qu'en diminuant l'intervalle entre vêlages, les produits augmentent grâce à une amélioration de la production laitière annuelle par vache et du nombre de veaux et génisses vendues, mais, dans le même temps, les charges de concentrés et d'insémination augmentent.

Plusieurs facteurs vont tout de même tendre à dégager un bénéfice économique à s'équiper (par ordre d'importance décroissante) :

- une grande taille de troupeau qui permet d'amortir l'investissement dans la base de réception sur plus d'animaux ;
- un taux de détection des chaleurs par l'éleveur bas : progresser de 20% à 50% des chaleurs détectées permet de réduire l'intervalle vêlage-vêlage de 49 jours alors qu'une progression de 50% à 90% ne réduit l'IVV que de 20 jours ;
- les élevages avec recours aux vêlages groupés, où l'équipement permet de réduire le nombre de vaches devant être réformées pour infécondité, mais qui nécessite un équipement de chaque vache avec un capteur (une économie peut être faite lors de vêlages étalés en équipant successivement les vaches à mettre à la reproduction) ;
- les troupeaux fonctionnant sans recours aux achats de femelles pour raisons sanitaires, pour les mêmes raisons que précédemment ;
- les troupeaux en race Montbéliarde ou Normande par rapport au Prim'Hostein.

Ces bénéfices économiques seront d'autant plus importants lors de conjoncture défavorable.

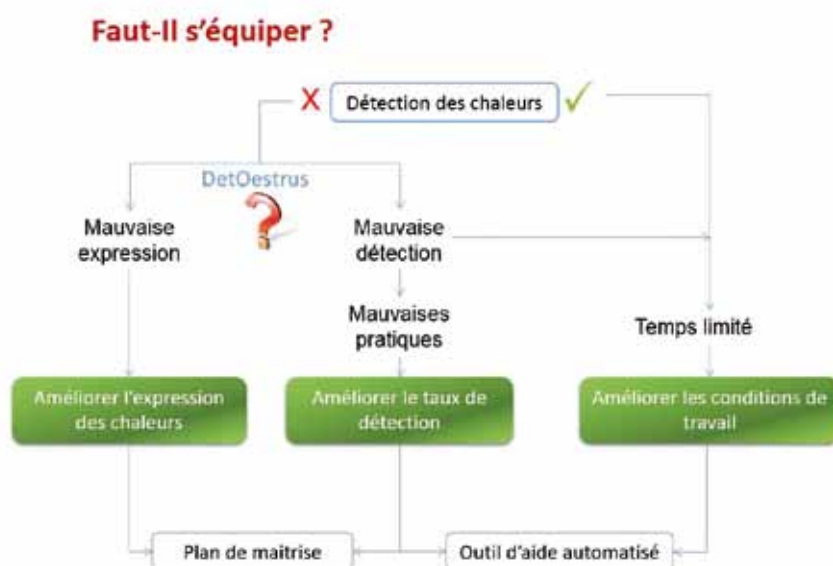




## CONCLUSION

Le monitoring automatisé des chaleurs est un marché en pleine expansion ; il dispose d'ores et déjà d'outils ayant des performances techniques satisfaisantes. Il reste toutefois important d'accompagner l'éleveur dans un choix d'équipement qui puisse répondre à ses attentes sur les plans techniques et organisationnels, sachant que le gain économique n'est souvent pas au rendez-vous dans les systèmes de production français. La figure 2 résume les conditions à respecter pour un équipement réussi en outils de monitoring automatisé des chaleurs. Le vétérinaire peut être un acteurs dans cet accompagnement, en complément des outils déjà à la disposition de l'éleveur.

**Figure 2 :** Les conditions à respecter pour un équipement réussi en outils de monitoring automatisé des chaleurs



## Pour en savoir plus :

- Allain C, Thomas G, Chanvallon A, 2012. Détection automatisée des chaleurs en élevage bovin laitier : quel outil choisir ? Collection l'Essentiel Institut de l'Elevage, CR n°001272129. Disponible sur [www.idele.fr](http://www.idele.fr).
- Allain C, Quinton P, Philibert A, Cros P, Herman M, Cimino M, Frappat B, Larssonneur S, Lafont N, 2015. La connectivité des élevages bovins laitiers. Renc. Rech. Ruminants, 22, 403.
- Beauchet S, 2012. Détermination de recommandations pour la détection visuelle des chaleurs en races allaitantes. Thèse vétérinaire, 123p. Disponible en ligne : [http://kentika.oniris-nantes.fr/GEIDEFile/na\\_12\\_072.pdf?Archive=193230291141&File=na\\_12\\_072\\_pdf](http://kentika.oniris-nantes.fr/GEIDEFile/na_12_072.pdf?Archive=193230291141&File=na_12_072_pdf)
- Blanc F, Paccard P, Gatién J, de la Torre A, Ponsart C, Egal D, Krauss D, Delval E, Agabriel J. 2010. Caractérisation de l'œstrus chez la vache allaitante : quantification des manifestations comportementales et facteurs de variation. Renc. Rech. Ruminants, 17, 121-124. Disponible sur [www.journees3r.fr](http://www.journees3r.fr).
- Bruyère P, Hêtreau T, Ponsart C, Gatién J, Buff S, Disenhaus C, Giroud O, Guérin P, 2012. « Can video cameras replace visual estrus detection in dairy cows ? ». Theriogenology, 77,525-530.
- Chanvallon A, Gatién J, Salvetti P, Frappat B, Paccard P, Agabriel J, Blanc F, Constant F, Grimard B, Disenhaus C, Seegers H, Ponsart C, 2011. Vers une amélioration de la détection des chaleurs dans les troupeaux bovins grâce à une nouvelle méthode de diagnostic et de conseil (DetCEstrus). Renc. Rech. Ruminants, 18,19-22.
- Disenhaus C, Cutullic E, Freret S, Paccard P, Ponsart C, 2010. Vers une cohérence des pratiques de détection des chaleurs : intégrer la vache, l'éleveur et le système d'élevage. Renc. Rech. Ruminants, 17, 113-120.
- Hêtreau T, Giroud O, Ponsart C, Paccard P, Badinand F, 2007. Simplifier la détection des chaleurs des vaches laitières grâce à la vidéosurveillance. Renc. Rech. Ruminants, 14, 372.
- Hostiou N, Allain C, Chauvat S, Turlot A, Pineau C, Fagon J, 2014. L'élevage de précision : quelles conséquences pour le travail des éleveurs. INRA Prod. Anim., 27, 111-120.
- Østergaard S, Friggens NC, Chagunda MGG, 2005. Technical and economic effects of an inline progesterone indicator in a dairy herd estimated by stochastic simulation. Theriogenology, 64, 819-843.
- Philippe P, 2017. Les détecteurs automatisés de chaleurs vus par des éleveurs de vaches laitières dans 3 régions d'élevage. Des éleveurs équipés de détecteurs automatisés de chaleurs témoignent. Disponible sur [www.idele.fr](http://www.idele.fr).
- Picard-Hagen N, Opsomer G, 2012. Méthodes de détection des chaleurs : avantages et limites. Dans : Vade-mecum sur la Gestion de la reproduction des bovins laitiers. Editions Med'Com, 178-184.
- Saint-Dizier M, Aubriot D, Chastant-Maillard S, 2011. Vers une détection automatisée des chaleurs en élevage laitier. Le Point Vétérinaire, 317, 62-69.
- Rutten CJ, Velthuis AGJ, Steeneveld W, Hogeveen H, 2013. Sensors to support health management on dairy farms. J. DairySci. 96, 1928-1952.
- Rutten CJ, Steeneveld W, Inchausti C, Hogeveen H, 2014. An ex ante analysis on the use of activity meters for automated estrus detection: to invest or not to invest. J. Dairy Sci., 97, 1-19.
- UMT Maîtrise de la Santé des troupeaux bovins, 2011 « DetCEstrus Allaitant : Méthode de diagnostic et de conseil pour améliorer la détection des chaleurs dans les troupeaux bovins allaitants » par Chanvallon A. et coll., 53 p. Disponible sur [www.idele.fr](http://www.idele.fr).
- UMT Maîtrise de la Santé des troupeaux bovins, 2011 « DetCEstrus Laitier : Méthode de diagnostic et de conseil pour améliorer la détection des chaleurs dans les troupeaux bovins laitiers » par Chanvallon A. et coll., 50 p. Disponible sur [www.idele.fr](http://www.idele.fr).

# LE MONITORING DU VÊLAGE



**Sylvie CHASTANT-MAILLARD**  
Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
UMR 1225 IHAP,  
Reproduction, Pathologie bovine,  
Toulouse, s.chastant@envt.fr



**Marie SAINT-DIZIER**  
Université François Rabelais,  
UMR 85 PRC,  
Tours.

*Communes chez les vaches allaitantes, les dystocies sont finalement actuellement très fréquentes également chez les vaches laitières : 29 à 50% des primipares et 10 à 30% des multipares en race Holstein ont un vêlage anormalement long ou nécessitant une assistance (Meyer et al. 2001, Lombard et al. 2007, Mee et al. 2011). Or la dystocie affecte gravement à la fois les performances de l'élevage et le bien-être animal. Elle est considérée par les vétérinaires comme une affection très douloureuse (juste derrière l'amputation d'onglon et la césarienne ; Huxley et Whay 2007 ; Laven et al 2009). Les conséquences pour les*

*veaux nés sont immédiates, mais aussi retardées : les génisses nées de vaches ayant présenté une dystocie sévère ont plus de risque de naître mortes (odds ratio égal à 20,7), de mourir dans les quatre mois après la mise bas (odds ratio de 6,7), de subir un traitement pour une affection respiratoire (odds ratio de 1,7) ou pour une affection digestive (odds ratio de 1,3) (Lombard et al., 2007). Les difficultés de vêlage représentent même 14% des causes de mortalité des vaches laitières (Fusi et al., 2017). Ultérieurement, la dystocie est associée à une augmentation de la fréquence des complications post partum, comme la rétention placentaire, les infections utérines et donc plus de réformes involontaires et une fertilité réduite. Elle rend aussi plus difficile le démarrage en lactation (Paolucci et al. 2010, Palombi et al. 2013).*

Prévoir le moment du vêlage avec suffisamment de précision pour permettre une présence humaine et une intervention si nécessaire est donc un moyen d'améliorer les conditions de vêlage, à la fois pour la mère et pour le veau. Cette prévision est intéressante, que le moment du vêlage soit précisé au jour près ou à l'heure près. La détection à quelques jours près permet de déplacer la vache préparturiente dans un box de vêlage, endroit propre et sec dans lequel une surveillance rapprochée sera facilitée. Ceci évite de déplacer une vache ayant déjà entamé la phase d'expulsion, avec le risque de retarder ou allonger le temps de mise bas (Proudfoot et al. 2013). La détection du moment du vêlage à l'heure près permet d'être présent au moment de l'expulsion du veau, d'intervenir si besoin et d'apporter les premiers soins au veau. Un bon outil de monitoring doit donc être en mesure de prévenir du jour précédant le vêlage et du début de l'expulsion. On attend donc de l'outil de détection une bonne efficacité de détection (sensibilité ; tous les vêlages doivent être précédés d'une alarme) mais également une bonne fiabilité des alertes, c'est-à-dire peu de faux positifs : si l'éleveur est trop souvent dérangé pour des vaches qui ne sont pas en train de mettre bas, il finira par se laisser et ne se déplacera plus.

De nombreux outils automatisés sont actuellement disponibles sur le marché pour assister l'éleveur dans la prédiction du moment du vêlage. Ils sont basés sur la détection automatisée des contractions utérines, des mouvements de l'animal, de la chute de température corporelle ou de l'expulsion de la première poche des eaux. Le principe général est celui de l'élevage ou de la médecine de précision : un capteur équipant la vache détecte un signe caractéristique de l'imminence du vêlage ; ce capteur relayé par une antenne ou une base réceptrice envoie alors un signal, le plus souvent sur le téléphone mobile de l'éleveur. Contrairement aux dispositifs de détection des chaleurs, très peu de ces outils de prévision du moment du vêlage ont été validés par des publications scientifiques indépendantes. Rappelons que ces appareils peuvent être commercialisés sans aucune exigence réglementaire en termes d'efficacité ou d'exactitude.

## 1 - Outils automatisés de détection du vêlage et leurs performances

### • Détection des contractions utérines

Un des plus anciens systèmes de surveillance automatisée des vêlages, disponible sur le marché depuis la fin des années 1980, est basé sur la détection des contractions abdominales et utérines (Agrimonitor®, Databel Trading, Belgique). Ce dispositif surtout utilisé en Belgique comprend une ceinture, placée autour de l'abdomen de la femelle, équipée d'un boîtier composé de capteurs de pression (*photo 1*). Le dispositif génère une alerte en fonction de l'intensité des contractions, de leur fréquence et de leur durée. Lorsque ces paramètres dépassent une valeur seuil (pré-fixée) ou lorsque les contractions n'évoluent pas normalement, le dispositif émet des alertes d'urgence. L'avantage principal de ce dispositif repose sur le caractère non invasif du dispositif. En revanche, sa pose est assez complexe. Le calibrage de l'appareil est court : le fabricant annonce une efficacité optimale après seulement 2 à 6 heures de pose. Bien qu'utilisé de longue date, aucune étude scientifique n'est disponible sur les performances de cet outil. L'investissement est de l'ordre de 3800 € pour deux ceintures et un récepteur.

**Photo 1 :** Ceinture de mesure des contractions utérines. Agrimonitor.



© Databel

### • Détection des mouvements liés à l'imminence du vêlage

Le jour même du vêlage, sont observées une diminution nette du temps passé couchée, une augmentation du nombre de transitions couchée-debout et de levers de queue. En équipant les vaches d'accéléromètres en fin de gestation, il a pu être établi que ces changements augmentent en intensité et en fréquence dans les 6-12 heures précédant le début de l'expulsion (Jensen 2012, Titler *et al.* 2015).

Trois dispositifs détectant de façon automatisée des mouvements liés au vêlage sont actuellement disponibles en France : SmartVel® (distribué par Evolution), Mocal® (distribué par Gènes Diffusion et Horizont en France) et Alert'Vel® (ALB Innovation). Il s'agit d'accéléromètres qui se fixent à la base de la queue de la vache prête à vêler, au mieux 3-4 jours avant le vêlage. Ils détectent à la fois les levers de queue, les mouvements globaux de l'animal et les vibrations liées aux contractions utérines. Ces dispositifs sont utilisables aussi bien en bâtiment qu'au pâturage et s'adaptent donc à tous types de conduites.



Le système SmartVel® envoie un message téléphonique au début de l'expulsion présumée. Une nouvelle alerte est adressée 2 heures plus tard si le vêlage n'est pas terminé. L'outil a été conçu et validé sur le terrain en élevages allaitant et laitier par Evolution, qui annonce un taux de détection de 95%. L'investissement pour un kit de démarrage comprenant quatre capteurs et une base radio est de l'ordre de 3300 €, auquel il faut ajouter environ 70 € par an d'abonnement. Les prix d'AlertVel® sont similaires.

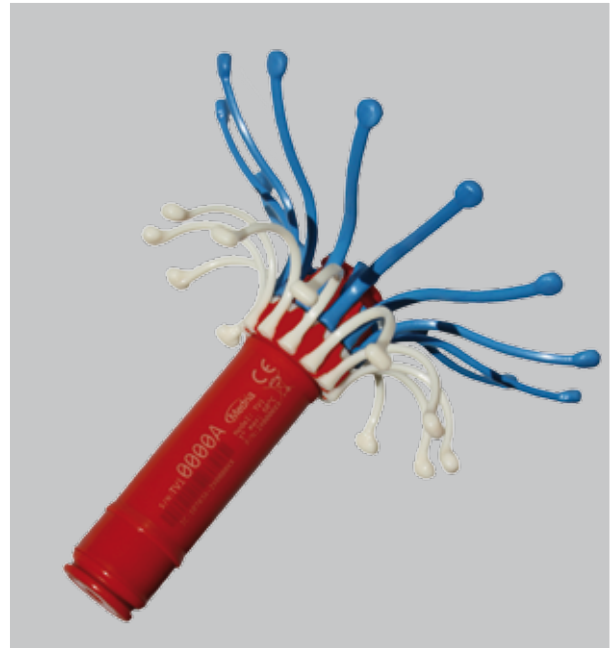
Le dispositif Moocall® (photo 2) envoie un premier SMS une heure après l'enregistrement d'une augmentation d'activité typique du prepartum et un deuxième message après 2 h si l'activité n'est pas revenue à son niveau basal (photo 2). Pour éviter une nécrose de la queue, le système ne doit pas rester en place plus de 4 jours d'affilée : un retrait quelques heures permet une nouvelle pose pour 4 jours. Le système distribué par Gènes Diffusion coûte 274 € HT par capteur et 122 €/an d'abonnement.

**Photo 2 : Activitémètre Moocall®.**



© Gènes Diffusion

**Photo 3 : Thermomètre vaginal Vel'Phone®.**



© Medria

### • Détection de la chute de température corporelle et de l'expulsion :

La température corporelle de la vache augmente au-delà de 39°C dans les jours précédant le vêlage pour chuter en moyenne de 0,4 à 0,7°C dans les dernières 48 heures avant l'expulsion. Cette chute peut être mise en évidence par une simple prise de température tous les soirs avec un thermomètre rectal conventionnel (encadré).

Mais ce signe est également mis à profit dans des dispositifs d'élevage de précision. Le capteur de prise de température est placé dans le vagin dans lequel il est maintenu grâce à des appendices dont la dimension est adaptable selon la race et le rang de vêlage des animaux (Vel'Phone® conçu par Medria, France (photo 3) ; Vel'Box® conçu par Gènes Diffusion, France). Dès la pose du dispositif, les données de suivi de la température (deux fois par jour ou en continu (photo 4)) sont envoyées à une base GSM qui traite l'information et la transmet à un serveur web consultable par l'éleveur et à un ou plusieurs téléphones. Deux alertes successives peuvent être transmises à l'éleveur : une alerte « *vêlage attendu sous 48 h* » lorsque la chute pre-partum de 0,4°C est enregistrée, puis une alerte « *expulsion* » lorsque la sonde a été expulsée du vagin par l'allantoïde. La première alerte permet à l'éleveur de transférer la vache dans le box de vêlage.





**Photo 4 : Courbes de température vaginale obtenues avec Vel'Phone®; elles ne sont interprétables qu'après un étalonnage d'au moins 72 heures.**



© Ludovic Martinelle, CARE-FEPEX, Université de Liège, Belgique

Seul le système Vel'Phone® a fait l'objet d'une publication sur ses performances. Un suivi sur trois années consécutives (55 génisses et 151 vaches Prim'Holstein) rapporte une sensibilité (pourcentage de vêlages détectés) de 27 à 79% pour les alertes de prédiction à 48 h et de 97 à 100% pour les alertes d'expulsion (Chanvallon *et al.* 2013). La valeur prédictive positive des alertes d'expulsion (pourcentage d'alertes suivies d'un vêlage) est de 100%. Les alertes d'expulsion sont donc de très bons prédicteurs de vêlage, avec un délai entre l'alerte et le vêlage d'1h30 en moyenne chez les vaches (néanmoins, en cas de torsion, les alertes de prédiction ne sont pas suivies d'une alerte d'expulsion). Il est conseillé de placer le thermomètre 7 à 10 jours avant le terme attendu et au minimum 72 heures, temps minimal d'étalonnage. Toutefois, le moment optimal de pose est parfois difficile à respecter en pratique : dans l'essai cité plus haut (Chanvallon *et al.* 2013), seules 60% des génisses et 45% des vaches ont été équipées assez tôt pour respecter le temps minimal d'étalonnage. Si le délai de pose ante-partum est respecté, l'effet potentiellement irritant de l'outil sur la muqueuse vaginale – avec le risque de non dilatation de la paroi vaginale lors du vêlage et le risque d'infection utérine – reste à évaluer. L'investissement pour le Vel'Phone® est de l'ordre de 2500 à 3000 € pour la base réceptrice, et 108 € par an pour l'abonnement.

La prise de température rectale est réalisée le soir, afin d'organiser ou non une surveillance nocturne (la température est plus élevée le soir que le matin chez la vache). La procédure est simple et efficace, à condition de pouvoir effectuer la contention des femelles tous les jours. Préférer les thermomètres électroniques de grand format qui donnent un résultat rapide et facile à lire. Rappeler à l'éleveur de bien appliquer l'extrémité du thermomètre contre la muqueuse rectale. La surveillance commence quelques jours avant terme (sachant que le vêlage peut avoir lieu de 15 jours avant à 15 jours après la date officielle du terme). On cherche tout d'abord à détecter la phase d'hyperthermie. Les prises de température sont réalisées chaque jour pendant 2-3 jours : si la température reste inférieure à 39°C, les prises sont espacées toutes les 48 à 72 heures, ce qui permet d'alléger la surveillance. Quand la température passe le seuil de 39°C, on reprend la surveillance quotidienne. Tant que la température reste supérieure à 39°C, il est très peu probable que le vêlage ait lieu au cours de la nuit à venir. Il s'agit donc par la suite de détecter la chute de température qui précède immédiatement le vêlage. Quand la température devient inférieure ou égale à 38,5°C ou passe sous la valeur de 39°C avec une chute de plus de 0,5°C depuis la prise précédente, le vêlage aura très probablement lieu dans les 24 heures. Un examen vaginal est alors pratiqué immédiatement pour évaluer le degré d'ouverture du col puis renouvelé toutes les 6 heures.



### • Détection de l'écartement des lèvres vulvaires

Le début du vêlage peut aussi évidemment être détecté par l'écartement des lèvres vulvaires au moment de l'expulsion des eaux fœtales ou du veau lui-même (*photo 5*). Deux systèmes initialement développés pour la surveillance des poulinages ont été adaptés aux vêlages. Le système C6 Birth (C6 Birth Control®, Sisteck, Italie) est fixé aux lèvres de la vulve par trois points de suture : une partie mobile se détache au moment de l'expulsion du veau, déclenchant l'envoi d'un message au téléphone de l'éleveur. Mis en place sur 53 vaches laitières à  $280 \pm 5$  jours de gestation, cet outil a détecté le début du vêlage avec une sensibilité de 100% et une valeur prédictive positive de 95% (Marchesi *et al.* 2013). Le dispositif doit être refixé par suture avant chaque vêlage. Un raffinement de ce système, breveté en Europe mais non encore commercialisé, permettrait d'informer l'éleveur sur l'imminence d'un vêlage et la localisation de la vache au pâturage dans des systèmes extensifs : il associe le C6 Birth Control® à un système GPS placé au cou de l'animal. Bien que testées sur un nombre limité d'animaux (18 vaches laitières et 8 vaches allaitantes), la sensibilité et la valeur prédictive positive de ce dispositif pour l'alerte vêlage seraient toutes deux de 100%, avec un repérage plutôt précis des animaux (à 1,2 mètres près ; Calcante *et al.* 2014).

Sur le même principe mais avec une seule mise en place en début de carrière reproductrice, le système New Deal® (Happy Foaling, Cahuzac sur Vere) est constitué d'une sonde et d'un aimant implantés chacun dans une lèvre de la vulve. Une fois le système activé par une télécommande (avant chaque vêlage), la séparation entre les deux éléments génère un signal. Ce système permet aussi de suivre la température vulvaire de la vache et détecterait les prolapsus utérins. La mise en place de la sonde et de l'aimant est un acte chirurgical. A ce jour, aucune référence scientifique ne donne les performances de détection de ce dernier outil.

Le C6 Birth Control® coûte autour de 2000 € pour un kit d'installation (1 capteur + 1 récepteur). Pour le système New Deal, il faut compter 2000 € pour un récepteur et une centaine d'euros par capteur. Dans les deux cas, il faut ajouter les frais d'intervention du vétérinaire. L'outil peut être récupéré et réimplanté sur une autre vache en cas de réforme (moyennant une autre intervention chirurgicale). La principale limite de ces dispositifs est leur caractère très invasif, nécessitant une ou plusieurs interventions chirurgicales.

**Photo 5 : Système C4 Birth fixé aux lèvres de la vulve chez une vache.**





## • Outils potentiellement disponibles demain

Les accéléromètres initialement conçus pour détecter les chaleurs (Cf. *Repromag n° 18*) ont récemment été testés pour leur capacité à détecter les vêlages (Titler *et al.* 2015, Ouellet *et al.* 2016, Borchers *et al.* 2017). Ces accéléromètres s'attachent au collier (HR Tag, SCR Engineers, Israël), à un postérieur (IceQube, IceRobotics, Royaume Uni) ou à la boucle auriculaire d'identification, permettant dans ce cas une détection supplémentaire de la température (CowManager SensOor, CowManager, Pays-Bas). L'efficacité de détection du vêlage dans un délai de 2 à 24 h varie entre 58 et 89%, avec une spécificité de détection entre 60 et 98% (Ouellet *et al.* 2016, Borchers *et al.* 2017).

Les accéléromètres les plus récents suivent également l'activité de rumination, voire le temps d'alimentation des vaches, avec pour objectif de détecter précocement les troubles de la santé. Dans les conditions normales, le temps consacré à l'alimentation diminue progressivement 10 jours avant le vêlage pour être minimal le jour du vêlage (Braun *et al.* 2014). Le temps de rumination varie beaucoup selon le type d'alimentation mais il chute brutalement dans les 6 à 24 h précédant l'expulsion (Büchel et Sundrum 2014, Ouellet *et al.* 2016, Borchers *et al.* 2017, Kovacs *et al.* 2017). Une étude récente menée sur 400 vêlages montre qu'en combinant à la fois des paramètres d'activité, de rumination et de température, et en fixant un taux de faux positifs à 1% (spécificité de 99%), 49% des vêlages ont pu être prédits dans une fenêtre de 6h et 42% dans une fenêtre de 3h (Rutten *et al.* 2017). Malgré des résultats encourageants, l'efficacité de détection n'est pas encore suffisante pour une utilisation sur le terrain.

## 2 - Quels sont les limites et perspectives des outils de détection du vêlage ?

### Des outils mal évalués

On estime qu'environ 20% des élevages sont maintenant équipés de détecteurs de vêlage en France. Néanmoins, à la différence des détecteurs de chaleurs, aucune étude n'évaluant les motivations des éleveurs à investir dans les dispositifs de prévision du moment du vêlage n'est disponible, non plus que leur degré de satisfaction après l'investissement. Si les motivations des éleveurs à installer de tels systèmes relèvent probablement d'un souhait de diminuer la charge de travail liée à la surveillance et de diminuer la mortalité néonatale, les parts respectives de ces deux objectifs (organisationnel vs sanitaire) restent à déterminer. De la même manière, le nombre d'études de sensibilité et de spécificité de ces systèmes sont très peu nombreuses, ce qui signifie que les appareils ont été testés sur un nombre limité d'animaux (et quasiment exclusivement en race Prim'Holstein) et dans un nombre limité de conditions d'élevage. Elles ont de plus été menées par les distributeurs eux-mêmes sans faire l'objet de publications scientifiques. A notre connaissance, il n'existe pas de données concernant l'impact sanitaire réel des dispositifs de surveillance des vêlages sur la mortalité des veaux, la fréquence des complications du post-partum chez la mère, ou la longévité des vaches. On constate en effet que ces dispositifs d'alerte sont dans certaines conditions contre-productifs : une fois l'éleveur alerté par le système, se retrouvant au chevet de sa vache, celui-ci a-t-il tendance à intervenir, à la fois pour « aider » la vache et pour raccourcir la durée du vêlage (et pouvoir retourner se coucher). Or environ 2 heures s'écoulent entre l'alerte « Expulsion » des thermomètres vaginaux et la naissance du veau [Chanvallon *et al.* 2012].

A défaut de l'évaluation d'un retour sur investissement en termes financiers, l'effet sur l'allègement de la charge mentale de l'éleveur serait intéressant à évaluer : compte tenu des exigences en surveillance y compris nocturne, il est probable que la recherche du gain de temps et de diminution du stress prime sur les autres motivations à investir.

### La recherche d'une polyvalence des dispositifs

Certains systèmes partagent déjà une partie du système de transmission (HeatPhone®/Vel'Phone®/Feed-Phone®/SanPhone® ou système global Herd Box® combinant Vel'Box®/HeatBox®). A la fois pour limiter l'investissement et pour ne pas devoir gérer et assurer la maintenance de plusieurs systèmes, la polyvalence de ceux-ci est un point qui est sans doute à développer pour le futur. Il s'agirait pour un système donné d'être capable de détecter les chaleurs, prédire le moment du vêlage et signaler des suspicions d'affection pathologique en combinant la mesure de plusieurs paramètres. L'activité de l'animal variant dans ces trois situations, les accéléromètres 3D, mis au point initialement pour la détection des chaleurs, bénéficient d'un récent effort de recherche pour leur adaptation à la détection des vêlages.



### **A venir : la prévision des dystocies ?**

Aucun outil n'est aujourd'hui commercialisé pour détecter spécifiquement les vèlages à problème, nécessitant une intervention. Pourtant, des différences d'activité et de comportements alimentaires ont été mises en évidence entre vaches allant vêler normalement et celles allant souffrir de dystocie (Proudfoot et al. 2009, Miedema et al. 2011, Barrier et al. 2012). Moyennant une adaptation des algorithmes, la détection des dystocies par les accéléromètres semble donc possible. Le monitoring de la température et de l'activité du rumen offre également des perspectives intéressantes pour la détection des vèlages difficiles : le temps de rumination et la température du réticulo-rumen chutent de manière différente dans les 24 à 32 h avant un vèlage normal ou difficile (Kovacs et al. 2017). Tous les espoirs sont donc permis pour voir apparaître prochainement des outils connectés avertissant de l'imminence d'une dystocie.

### **Une aide à la sélection**

Les systèmes connectés de monitoring de la reproduction permettent la collecte de façon non invasive de données à long terme (idéalement tout au long de la vie de la vache) sur un grand nombre d'animaux. Il est possible de mesurer de façon précise de nombreux paramètres physiologiques sans perturbation chez des animaux évoluant dans des conditions d'élevage variées. Les animaux peuvent ainsi être précisément caractérisés (« phénotypés »). Les paramètres enregistrés par les dispositifs connectés autour du vèlage autorisent une description beaucoup moins subjective que la déclaration de la difficulté de vèlage, évaluée par les éleveurs sur une échelle de 1 à 5. Ces caractérisations fines et objectives sont précieuses pour organiser la sélection génétique sur la facilité de vèlage.

### **L'image d'un élevage moderne**

Les dispositifs connectés modifient l'image de l'élevage, en la modernisant (l'éleveur s'occupe de ses animaux une tablette à la main plutôt qu'une fourche). Néanmoins, ils pourraient laisser craindre au grand public que l'éleveur pilote son élevage à distance et n'ait plus de contact avec les animaux. Autant ce risque peut être craint pour les dispositifs de détection des chaleurs, autant ce n'est pas le cas pour ceux alertant du vèlage puisque ceux-ci sont justement utilisés pour augmenter la fréquence d'une présence humaine auprès de la vache parturiente et donc du veau nouveau-né. Les dispositifs connectés de surveillance du vèlage donnent plutôt une image de la technologie mise au service du bien-être animal.

## **CONCLUSION**

Au-delà de l'élégance technologique et biologique des systèmes connectés en élevage, leurs intérêts, limites et perspectives se déclinent à l'échelle de l'animal, du troupeau, de l'éleveur, de la population bovine et même de la société, avec des enjeux divers. Contrairement à ce qui avait pu être redouté, ces dispositifs n'ont pas supplanté ni exclu l'œil expert de l'éleveur. Au moins en Europe, ils sont utilisés comme des systèmes d'assistance à la décision qui ne remettent pas en cause la relation Homme-animal.







## Références

- Barrier AC, Haskell MJ, Macrae AI & Dwyer CM** 2012 Parturition progress and behaviours in dairy cows with calving difficulty. *Applied Animal Behaviour Science* **139** 209-217.
- Borchers MR, Chang YM, Proudfoot KL, Wadsworth BA, Stone AE & Bewley JM** 2017 Machine-learning-based calving prediction from activity, lying, and ruminating behaviors in dairy cattle. *J Dairy Sci* **100** 5664-5674.
- Braun U, Tschoner T & Hassig M** 2014 Evaluation of eating and rumination behaviour using a noseband pressure sensor in cows during the peripartum period. *BMC Vet Res* **10** 195.
- Büchel S & Sundrum A** 2014 Short communication: Decrease in rumination time as an indicator of the onset of calving. *Journal of Dairy Science* **97** 3120-3127.
- Calcante A, Tangorra FM, Marchesi G & Lazzari M** 2014 A GPS/GSM based birth alarm system for grazing cows. *Computers and Electronics in Agriculture* **100** 123-130.
- Chanvallon A., Leblay A., Girardot J, Daviere J.B., Lamy J.M.** 2012b Surveillance automatisée des vêlages chez la vache laitière. *Rech. Rech. Ruminants*, 2012, 19. 408
- Chanvallon A, Coyral-Castel S, Leblay A, Girardot J, Davière JM & Lamy JM** 2013. Calving monitoring in dairy cattle. 64th EAAP annual meeting, Nantes, France.
- Fusi F, Angelucci A, Lorenzi V, Bolzoni L & Bertocchi L** 2017 Assessing circumstances and causes of dairy cow death in Italian dairy farms through a veterinary practice survey (2013-2014). *Prev Vet Med* **137** 105-108.
- Huxley, J.N., Whay, H.R.,** 2007. Attitudes of UK veterinary surgeons and cattle farmers to pain and the use of analgesics in cattle. *Cattle Practice* **15**, 189-193.
- Jensen MB** 2012 Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* **139** 195-202.
- Kovacs L, Kezer FL, Ruff F & Szenci O** 2017 Rumination time and reticuloruminal temperature as possible predictors of dystocia in dairy cows. *J Dairy Sci* **100** 1568-1579.
- Laven, R.A., Huxley, J.N., Whay, H.R., Stafford, K.J.,** 2009. Results of a survey of attitudes of dairy veterinarians in New Zealand regarding painful procedures and conditions in cattle. *New Zealand Veterinary Journal* **57**, 215-220.
- Lombard JE, Garry FB, Tomlinson SM & Garber LP** 2007 Impacts of dystocia on health and survival of dairy calves. *Journal of Dairy Science* **90** 1751-1760.
- Marchesi G, Leonardi S, Tangorra FM, Calcante A, Beretta E, Poïcher E & Lazzari M** 2013 Evaluation of an electronic system for automatic calving detection on a dairy farm. *Animal Production Science* **53** 1112-1114.
- Mee JF, Berry DP & Cromie AR** 2011 Risk factors for calving assistance and dystocia in pasture-based Holstein-Friesian heifers and cows in Ireland. *Veterinary Journal* **187** 189-194.
- Meyer CL, Berger PJ, Koehler KJ, Thompson JR & Sattler CG** 2001 Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States. *J Dairy Sci* **84** 515-523.
- Miedema HM, Cockram MS, Dwyer CM & Macrae AI** 2011 Behavioural predictors of the Barrier AC, Haskell MJ, Macrae AI & Dwyer CM 2012 Parturition progress and behaviours in dairy cows with calving difficulty. *Applied Animal Behaviour Science* **139** 209-217.
- Ouellet V, Vasseur E, Heuwieser W, Burfeind O, Maldague X & Charbonneau E** 2016 Evaluation of calving indicators measured by automated monitoring devices to predict the onset of calving in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* **99** 1539-1548.
- Palombi C, Paolucci M, Stradaïoli G, Corubolo M, Pascolo PB & Monaci M** 2013 Evaluation of remote monitoring of parturition in dairy cattle as a new tool for calving management. *BMC Veterinary Research* **9** 191.
- Paolucci M, Sylla L, Di Giambattista A, Palombi C, Elad A, Stradaïoli G, Pascolo P & Monaci M** 2010 Improving calving management to further enhance reproductive performance in dairy cattle. *Veterinary Research Communications* **34** S37-S40.
- Proudfoot KL, Huzzey JM & von Keyserlingk MAG** 2009 The effect of dystocia on the dry matter intake and behavior of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **92** 4937-4944.
- Proudfoot KL, Jensen MB, Heegaard RMH & von Keyserlingk MAG** 2013 Effect of moving dairy cows at different stages of labor on behavior during parturition. *Journal of Dairy Science* **96** 1638-1646.
- Rutten CJ, Kamphuis C, Hogeveen H, Huijps K, Nielen M & Steeneveld W** 2017 Sensor data on cow activity, rumination, and ear temperature improve prediction of the start of calving in dairy cows. *Computers and Electronics in Agriculture* **132** 108-118.
- Titler M, Maquivar MG, Bas S, Rajala-Schultz PJ, Gordon E, McCullough K, Federico P & Schuenemann GM** 2015 Prediction of parturition in Holstein dairy cattle using electronic data loggers. *J Dairy Sci* **98** 5304-5312.







# 6 **ENDOMÉTRITES ET AUTRES TROUBLES DU POSTPARTUM**



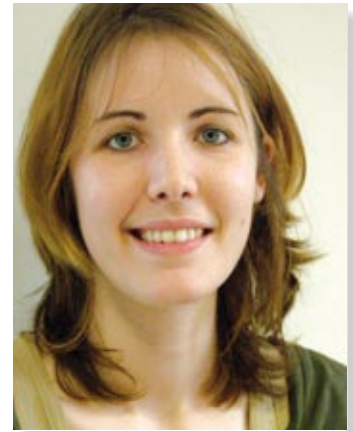


# LES ENDOMÉTRITES

## Diagnostic

L'endométrite chronique correspond à une inflammation superficielle de l'endomètre, généralement due à une contamination bactérienne de la lumière de l'utérus, au-delà de 21 jours post-partum. Cette affection exerce un effet délétère sur les performances de reproduction. Elle existe sous deux formes, une forme clinique, caractérisée par la présence de sécrétions purulentes dans l'utérus, le vagin ou les bords de la vulve et une forme subclinique, qui se définit par l'absence de matériel purulent, donc un processus inflammatoire macroscopiquement inapparent. La seule modification associée à la forme subclinique est un taux de polynucléaires élevé sur un frottis de cellules endométriales.

Généralement diagnostiquée lors du contrôle d'involution, pratiqué autour de trente jours post-partum, l'endométrite chronique se heurte à la grande hétérogénéité des critères ou méthodes de diagnostic disponibles sur le terrain. Les résultats varient considérablement d'une technique à l'autre, comme l'illustre le tableau 1.



Laure DEGUILLAUME  
Unité de Reproduction,  
Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

### La palpation transrectale : nécessaire mais insuffisante

Pratiquée en premier lieu, la palpation transrectale est la méthode la plus utilisée sur le terrain. Elle permet d'évaluer le diamètre du col et de s'assurer qu'il est inférieur à 5 cm. Il est aussi possible de noter, la consistance et le diamètre de chaque corne, à leur base. Des cornes d'un diamètre supérieur à 4 cm à leur base sont à considérer comme anormales, mais ce critère semble être un moins bon marqueur que le diamètre cervical précédent.

L'examen peut se poursuivre par l'analyse des structures présentes sur les ovaires.

La palpation en elle-même n'est pas suffisante pour porter avec certitude le diagnostic d'endométrite chronique. Sa subjectivité est confirmée par le fait que l'involution utérine varie avec chaque vache et sa perception, avec chaque utilisateur. Cependant la palpation transrectale offre la possibilité d'extérioriser les sécrétions utérines, peu abondantes. Il est, de ce fait, nécessaire de pratiquer cet examen préalablement à l'exploration vaginale.

| TECHNIQUES                   | % (n)   |
|------------------------------|---------|
| PALPATION TRANSRECTALE (PTR) | 43 (45) |
| ECHOGRAPHIE                  | 75 (77) |
| EXAMEN VAGINAL               | 31 (31) |
| PTR + EXAMEN VAGINAL         | 26 (22) |
| EXAMEN CYTOLOGIQUE CERVICAL  | 20 (22) |
| EXAMEN CYTOLOGIQUE UTERIN    | 26 (22) |
| EXAMEN BACTERIOLOGIQUE       | 25 (14) |

Tableau 1 : Fréquence des endométrites chroniques sur 104 vaches Holstein en fonction des méthodes diagnostiques



La palpation seule n'est pas suffisante pour porter avec certitude le diagnostic d'endométrite chronique.





Article paru en novembre 2009  
dans ReproMag 5

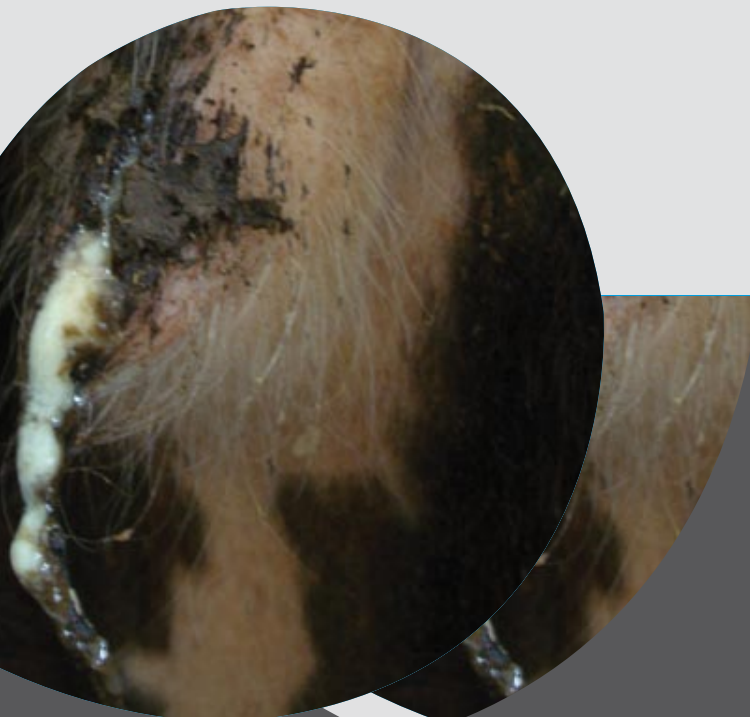
## L'échographie transrectale : beaucoup de faux positifs

L'échographie permet de mettre en évidence des zones liquidiennes dans l'utérus. Cependant, l'identification d'une image indiquant la présence de liquide dans l'utérus n'est pas de bonne valeur diagnostique pour la détection des endométrites. Les images de lignes ou de lumière ne sont pas associées à l'infection utérine et seules un quart des vaches présentant une image échographique anormale sont effectivement atteintes d'endométrite. L'examen échographique ne semble pas à retenir pour cette indication. Cependant, il présente l'avantage de confirmer les structures ovariennes présentes et d'ajuster le traitement en cas de kyste. Son intérêt est, de plus, incontestable dans l'identification du pyomètre (accumulation dans l'utérus d'une grande quantité de pus souvent liquide, avec épaissement de la paroi et la présence d'un corps jaune).



Attention, ce type d'image  
échographique (utérus  
spongieux) ne permet  
pas de conclure à une  
endométrite !

Les écoulements  
vulvaires ne sont  
observés que chez  
1/4 des vaches  
à endométrite  
clinique.



## L'examen vaginal : utile mais moins d'1/3 des vaches à écoulement anormal

Le diagnostic des endométrites cliniques est basé sur la détection de pus mélangé aux sécrétions vaginales. L'inspection de la queue de l'animal et des traces sur le sol en constitue une première étape. Celle-ci doit être complétée par l'observation du contenu vaginal directement in situ (spéculum ou vaginoscope) ou de son recueil à l'aide de différents systèmes (gant ou Métrichек®). Le mucus vaginal recueilli peut être classé selon la proportion de pus. Utilisé seul, cet examen ne permet pas une bonne identification des animaux malades. Moins d'une vache sur trois atteinte d'endométrite chronique présente des sécrétions vaginales mucopurulentes à purulentes. Cependant, associé à la palpation transrectale et au diamètre du col, ce critère est préconisé par l'équipe de Leblanc *et al.* (2002) et semble offrir de meilleurs résultats. Dans ce cas, 64% des vaches malades présentent une palpation ou un examen vaginal anormal.

Cependant, il reste la possibilité que l'écoulement recueilli soit d'origine endocervicale ou vaginale. Dans ce cas, le mucus est le reflet d'une cervicite et non d'une endométrite.

Rien ne permet alors de les discriminer. Enfin, il faut rappeler que les écoulements vaginaux sont présents dans seulement 20 à 25% des cas d'endométrite clinique et sont absents dans les formes subcliniques.



## L'examen bactériologique : pas d'intérêt diagnostique

La réalisation d'un prélèvement en vue d'un examen bactériologique est difficile.

Cette difficulté ainsi que les conditions de stockage et d'envoi qu'elle requiert ne permettent pas de développer son utilisation en pratique courante. De plus, la valeur diagnostique de cet examen est finalement faible. En effet, certaines vaches atteintes d'endométrite présentent une culture bactérienne stérile, d'autres montrent une contamination utérine alors qu'elles ne sont pas malades. De plus, la réalisation de traitements antibiotiques peut être la source d'erreurs diagnostiques. Une croissance bactérienne est ainsi observée chez seulement 41% des vaches malades et la culture reste pauvre en colonies. Chez cent vaches conduisant à un isolement bactérien positif, seule une vache sur deux est réellement atteinte d'endométrite chronique attestée par frottis endométrial. Ce constat est en accord avec le fait que l'utérus subit des vagues de contaminations régulières au cours du post-partum, contrôlées par les défenses immunitaires de l'animal et que l'écouvillonnage à un instant donné de la paroi de l'utérus n'est peut-être pas le reflet de la réalité.

## L'examen cytologique : une technique de référence ... délicate à mettre en oeuvre

Etant donné qu'il semble exister des affections utérines asymptomatiques et donc macroscopiquement indétectables, qui altèrent cependant les performances de reproduction des animaux, il convient de trouver une technique qui permette d'en faire le diagnostic. L'examen bactériologique étant incertain, l'examen histologique présentant un effet délétère sur la fertilité ultérieure, certains auteurs proposent la mise en oeuvre d'un examen cytologique utérin. Cet examen a pour intérêt majeur, par rapport aux autres techniques, de permettre le diagnostic des formes subcliniques. Une cytobrosse est introduite par voie cervicale dans la lumière utérine et elle est roulée contre la paroi. Un frottis est ensuite réalisé, coloré puis le pourcentage de polynucléaires neutrophiles est déterminé. L'inconvénient majeur de cette technique est de ne pas permettre d'obtenir le diagnostic immédiat lors de l'examen de la vache mais seulement après le délai nécessaire à la lecture des lames.



Cytobrosse utilisable pour le diagnostic des endométrites.

### Conclusion : la méthode idéale n'existe pas !

**Face à l'hétérogénéité des critères d'identification des endométrites chroniques et à la grande disparité de leurs valeurs diagnostiques, il faut être conscient de l'incertitude qui accompagne les résultats. Sur cent vaches diagnostiquées positives, seulement 13-67% sont réellement atteintes d'endométrite, selon la technique utilisée.**

## En pratique



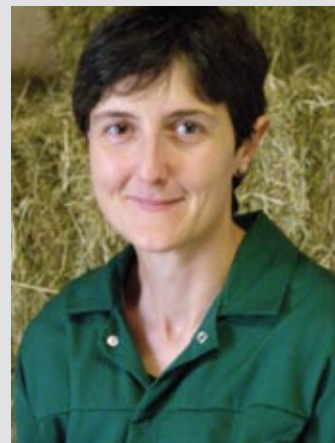
Le meilleur marqueur de l'endométrite semble être un diamètre du col supérieur à 5 centimètres évalué par palpation transrectale. L'association de plusieurs critères de diagnostic, tels que le diamètre du col et l'examen vaginoscopique, permettrait peut être d'améliorer la fiabilité du résultat. La fiabilité sur le terrain de l'examen cytologique utérin, dont la valeur diagnostique est élevée, mérite d'être évaluée.



## Traitements

La stratégie de traitement face à une endométrite continue à faire débat : doit-on privilégier l'administration de prostaglandines F2 alpha ou l'administration intra-utérine d'antibiotiques, voire d'antiseptiques ? Seul le cas du pyomètre est bien tranché : cette accumulation d'une grande quantité de pus sans symptômes généraux et associée à un corps jaune persistant répond très bien à l'administration de prostaglandines F2 alpha (une fois ou deux fois à huit jours d'intervalle).

Globalement, quel que soit le choix thérapeutique, le traitement sera d'autant plus efficace qu'il est mis en place précocement après le vêlage et que la vache a déjà repris une activité ovarienne cyclique (deux considérations par ailleurs contradictoires). Ensuite, quel que soit le principe actif, le traitement est d'autant moins efficace que la proportion de pus dans les sécrétions vaginales est importante.



*Sylvie Chastant-Maillard  
Unité de Reproduction  
Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse*

### Les désinfectants : une efficacité qui reste à prouver

Sur le terrain, certains praticiens emploient les désinfectants : sont principalement utilisées les solutions iodées (povidone à 2% par exemple) ou une solution d'un dérivé de l'acide sulfonique (LOTAGEN ND ; solution à 2% de la spécialité).

Les principaux intérêts de ces traitements résident dans leur coût modeste et l'absence de temps d'attente pour le lait (bien que l'usage de l'iode devrait être proscrit chez les vaches en lactation en raison du passage de l'iode dans le lait). Outre que leur effet peut être inhibé par la présence de pus et de débris organiques, les solutions iodées doivent être utilisées avec précaution : elles sont irritantes pour l'endomètre (ce qui n'est pas favorable à la fertilité ultérieure) et diminuent l'activité phagocytaire pendant plusieurs jours (activité indispensable à l'élimination des bactéries intrautérines). Au contraire de leur bonne image sur le terrain, les traitements antiseptiques ne s'accompagnent en général dans la littérature d'aucun bénéfice pour les performances de reproduction, voire même sont parfois délétères.







## Antibiotiques locaux : des effets favorables sur les performances de reproduction

En ce qui concerne les antibiotiques, nous disposons en France pour le traitement intra-utérin des endométrites chroniques de spécialités à base de pénicilline-streptomycine, ampicilline-colistine et céfapirine. Seule la céfapirine continue à faire l'objet d'essais indépendants publiés. Les taux de guérison après administration d'antibiotiques intra-utérins sont de l'ordre de 60% pour la guérison bactériologique et 65-90% pour la guérison clinique. Les traitements antibiotiques intra-utérins s'accompagnent d'une amélioration de la fertilité et de la fécondité : augmentation du taux de réussite en première insémination (+ 100%), du taux de gestation de 15 à 20 points et diminution de l'intervalle vêlage-insémination fécondante de 10 à 20 jours par rapport à des femelles non traitées.

## Prostaglandines : controversées mais toujours utiles en présence d'un corps jaune

Quant aux prostaglandines F2 alpha, leur intérêt pour la guérison des endométrites réside bien davantage dans leur action lutéolytique que sur leur action utérotonique : cette dernière n'est pas évidente pour toutes les prostaglandines F2 alpha disponibles sur le marché, et quand elle existe, elle est de très courte durée (quelques dizaines de minutes) et ne permet pas obligatoirement une vidange de la cavité. Les prostaglandines exercent donc une action indirecte pour la guérison des endométrites : en induisant la lutéolyse, elles provoquent un retour en chaleurs 2 à 6 jours après leur injection ; l'utérus passe donc sous imprégnation oestrogénique, favorable à la guérison : les défenses immunitaires locales sont stimulées - les glandes endométriales secrètent abondamment, facilitant l'élimination des bactéries ayant clonisé les couches profondes de l'endomètre - la vidange de la cavité utérine a lieu grâce à l'augmentation du tonus utérin et à l'ouverture du col qui accompagnent l'oestrus.

Les prostaglandines sont donc surtout efficaces dans le traitement des endométrites chez les vaches présentant un corps jaune au moment de l'injection. Leur efficacité est plus discutée chez les vaches non cyclées et relèverait d'autres propriétés, mal démontrées : elles pourraient favoriser la reprise de la cyclicité ovarienne par stimulation de la sécrétion de LH et/ou exercer un effet immunostimulant via la lignée des cellules blanches.







## Prostaglandines ou intra-utérin ?

Peu d'essais permettent de comparer l'efficacité des antibiotiques intra-utérins et celle des prostaglandines pour le traitement de l'endométrite clinique (pus détectable in utero ou dans le vagin) : ils concluent à leur équivalence ou à une légère supériorité des antibiotiques (au moins pour la céfapirine). Pour le traitement des formes subcliniques (diagnostiquées uniquement sur la base d'une augmentation du taux de polynucléaires sur un frottis de cellules endométriales), un seul essai a été mené et constate une amélioration des performances de reproduction équivalentes pour les prostaglandines et avec une administration intra-utérine d'antibiotiques.

De même, peu d'essais ont testé l'intérêt de l'association des deux thérapeutiques, mais dans tous les cas, l'association ne conduit à aucun bénéfice pour la guérison ou les performances de reproduction.

Compte-tenu des difficultés du diagnostic des endométrites, une alternative pourrait être le traitement systématique des femelles dans les 40 premiers jours post-partum. Pour des raisons d'usage raisonné des antibiotiques, les protocoles systématiques sont plutôt basés sur l'usage des prostaglandines.

Les résultats obtenus sont très variables, mais après regroupement dans une méta-analyse (sur plus de 4 000 vaches), il apparaît que le taux de réussite de la première insémination n'est pas amélioré par l'injection d'une prostaglandine dans les 40 premiers jours post-partum et que le gain en fécondité est dérisoire (autour de 3 jours d'intervalle vêlage-insémination fécondante).

COCHE & coll. Bulletin des GTV, 87-2-B-304, 43-67  
GILBERT & coll. Theriogenol., 2005. 64 (9), 1879-88.  
KASIMANICKAM & coll.. Theriogenology, 2004. 62 [1-2], 9-23.  
LeBLANC & coll. J Dairy Sci. 2002, 85 (9), 2223-36.  
SHELDON. Pfizer post partum metritis consensus conference. Paris, 5-8 July 2007, 2-9.

**En conclusion, l'efficacité d'un traitement de métrite chronique repose sur le diagnostic précoce de l'affection, ce qui est du ressort du vétérinaire, mais aussi de la reprise de la cyclicité ovarienne, qui dépend surtout des conditions d'élevage.**

**Il demeure indispensable d'identifier avec exactitude les vaches à traiter, à savoir les vaches atteintes d'endométrite dont les performances de reproduction seront améliorées par le traitement.**

**La forte fréquence des formes subcliniques des endométrites (entre 25 et 50% des vaches déclarées saines par les techniques classiques) relance le débat sur l'intérêt d'une administration systématique d'antibiotiques intra-utérins, ainsi que sur les modalités de diagnostic actuellement employées en élevage.**

L'administration intra-utérine précoce d'antibiotiques est recommandée pour traiter les endométrites des vaches non cyclées.



## En pratique

Le meilleur marqueur de l'endométrite semble être un diamètre du col supérieur à 5 centimètres évalué par palpation transrectale. L'association de plusieurs critères de diagnostic, tels que le diamètre du col et l'examen vaginoscopique, permettrait peut-être d'améliorer la fiabilité du résultat. La fiabilité sur le terrain de l'examen cytologique utérin, dont la valeur diagnostique est élevée, mérite d'être évaluée.

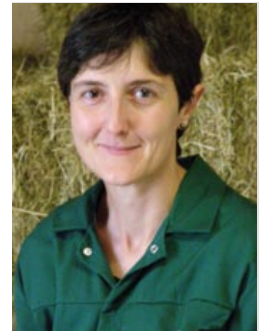


# ENDOMÉTRITES SUBCLINIQUES : LA PARTIE IMMERGÉE DE L'ICEBERG

La santé de l'utérus au moment de la mise à la reproduction est un élément clé de la fertilité d'une vache qui fait l'objet de toute notre attention lors du contrôle d'involution utérine vers 20-40 jours post-partum. Cet examen vise au dépistage des formes cliniques d'endométrite, qui se traduisent soit par la présence de pus dans les sécrétions vaginales, soit plus rarement par un diamètre cervical supérieur à 7,5 cm. L'impact de ces formes d'endométrite sur les performances de reproduction n'est plus à démontrer. **Néanmoins, l'inflammation de l'endomètre peut rester subclinique, tout en affectant les performances de reproduction.** Le diagnostic de l'inflammation utérine s'établit alors par la collecte de cellules endométriales grâce à une cytobrosse passée par voie transcervicale (ou un lavage utérin) et la réalisation d'un frottis suivi d'une coloration (photos 1 et 2) : une proportion de granulocytes neutrophiles supérieure à 3,5 à 11% traduit une inflammation utérine anormale associée à de moindres performances de reproduction. Le seuil au-delà duquel une vache peut être considérée atteinte d'une endométrite subclinique varie selon les essais et selon le délai écoulé post-partum.

Compte-tenu du fait que le résultat n'est pas obtenu au chevet du malade, la cytologie endométriale reste pour l'instant difficile à employer dans les conditions de terrain. Mais elle présente l'intérêt majeur d'être objective et de donner une image de l'état de l'endomètre beaucoup plus précise et plus fiable que celle qu'on peut approcher par les techniques d'examen classiques (palpation transrectale, échographie utérine, examen vaginal). L'examen cytologique est donc plutôt, au moins pour l'instant, un outil de recherche permettant de progresser dans la compréhension de l'évolution de l'utérus. Bien que la cytobrosse soit introduite dans la cavité utérine par cathétérisme du col et roulée contre la muqueuse du corps utérin, le prélèvement n'induit pas d'inflammation utérine par lui-même et ne diminue pas la réussite à l'insémination. Elle permet donc d'évaluer plus finement la santé de l'utérus, du vêlage jusqu'à l'insémination. Elle ne met pas en évidence une « infection utérine » (au sens d'une présence bactérienne) mais directement l'inflammation utérine (infiltration de cellules inflammatoires dans l'épaisseur de l'endomètre).

*Les données présentées dans la suite du texte proviennent d'une part de la littérature internationale et d'autre part de nos propres travaux expérimentaux.*



Sylvie Chastant-Maillard  
Unité de Reproduction  
Ecole Nationale Vétérinaire de  
Toulouse



Laure DEGUILLAUME  
Unité de Reproduction,  
Ecole Nationale Vétérinaire  
d'Alfort

Photo 1 : Cytobrosse utilisée par voie transcervical pour le diagnostic des endométrites subcliniques.

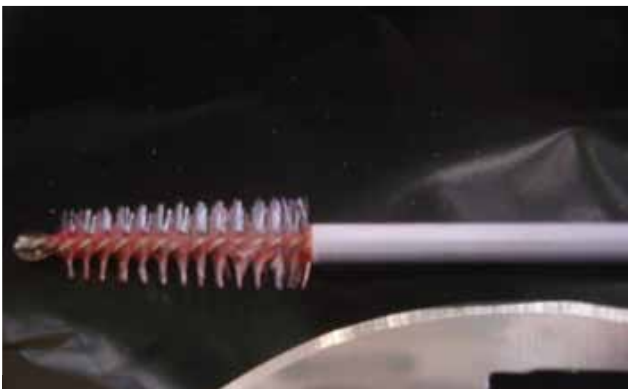
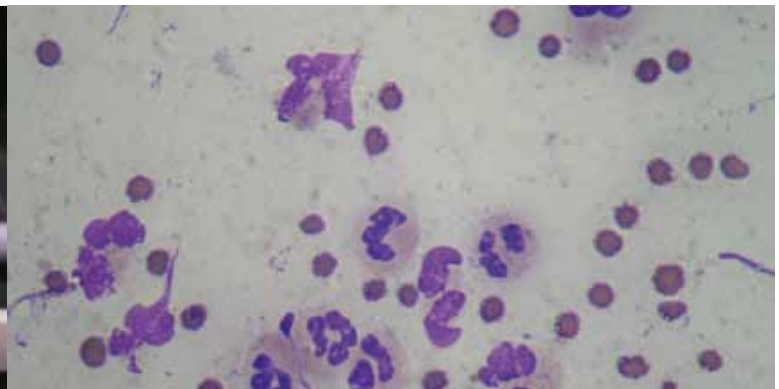


Photo 2 : Coloration d'un frottis de cellules endométriales collectées à l'aide d'une cytobrosse.





## Inflammation utérine au moment du contrôle d'involution utérine

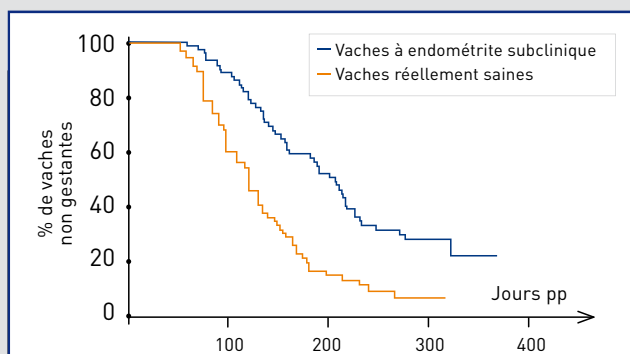
Après le vêlage, la contamination utérine par les bactéries est systématique. Chez la grande majorité des animaux, elles entraînent l'afflux des neutrophiles depuis la circulation périphérique vers la lumière utérine. Sur un frottis endométrial réalisé vers 21 jours post-partum, on observera ainsi une proportion de neutrophiles élevée, entre 40 et 60% de la population cellulaire totale. Puis l'inflammation utérine décroît au long des premières semaines post-partum pour atteindre un niveau basal très faible (de 0 à 5% de neutrophiles environ) vers 6-7 semaines post-partum. En parallèle, le contenu utérin redevient également stérile au bout de 6 à 7 semaines. Le lien entre l'état inflammatoire et la contamination bactérienne n'est cependant pas systématique : on peut identifier des utérus inflammés en l'absence de tout isolement bactérien et isoler des bactéries sans mettre en évidence d'inflammation.

Il est intéressant de constater que toutes les vaches n'évoluent pas de la même façon après le vêlage. La contamination bactérienne, considérée comme « quasi systématique » post partum chez la vache, concerne 80 à 90% des utérus, ce qui signifie à l'inverse que 10 à 20% des femelles conservent un utérus stérile après le vêlage. De la même façon, près de 20% des vaches ne montrent aucun afflux de neutrophiles (qui restent en proportion inférieure à 7%) à 3 semaines post partum. D'autres femelles maintiennent une inflammation endométriale intense entre 3 et 7 semaines post partum au lieu de présenter une inflammation décroissante, qui représente le modèle le plus généralement suivi.

**A la période du contrôle d'involution utérine, l'incidence de ces formes d'endométrite « cytologiquement visibles » varie dans une large fourchette chez les vaches laitières, de 11% à 60%, selon les seuils utilisés.** Les vaches allaitantes semblent également affectées, mais elles juguleraient l'inflammation dans les semaines qui suivent. **Environ 40% des cas d'inflammation utérine sont subcliniques**, ce qui explique que leur prévalence soit nettement plus élevée que celle des endométrites cliniques classiquement diagnostiquées.

Si les facteurs de risque de l'endométrite clinique sont bien connus, ceux des formes subcliniques restent à découvrir. Ils sont sans doute partiellement communs aux deux formes : une hyperthermie ou une métrite dans les dix premiers jours post-partum multiplie par 2,4 le risque d'endométrite subclinique ; et ce même, si un traitement antibiotique est mis en place par voie générale. Un déficit énergétique pre- ou post-partum augmente également le risque d'endométrite subclinique vers J20-30, probablement parce que les métabolites libérés (tels que les corps cétoniques) diminuent l'activité bactéricide des neutrophiles. Ceci pourrait contribuer à expliquer la moindre incidence des endométrites subcliniques chez les vaches allaitantes, si l'on admet que le métabolisme est moins sollicité chez ces femelles qu'en système laitier. Ceci expliquerait aussi le lien entre endométrite subclinique et augmentation du taux cellulaire du lait, l'immunité de l'organisme dans son ensemble se trouvant affectée.

**La présence d'une inflammation utérine au moment du contrôle d'involution a un impact négatif sur les performances de reproduction ultérieures : diminution du taux de réussite en première IA, et/ ou augmentation de l'intervalle vêlage-insémination fécondante et/ou du taux de gestation à 150 jours post-partum (graphe 1).** Ceci justifie d'examiner et de traiter les vaches à utérus inflammé autour de 30 jours post partum. Si l'on poursuit le suivi cytologique dans le temps, on observe fréquemment des réactivations de l'inflammation génitale : jusqu'à un quart des vaches déclarées cytologiquement saines lors du contrôle d'involution peuvent se révéler atteintes d'endométrite subclinique, voire clinique, quinze jours plus tard. Ces réactivations sont souvent très intenses, avec jusqu'à 40% de neutrophiles sur les frottis endométriaux (schéma 1). En pratique, ceci ne remet pas en cause le dépistage systématique des endométrites vers 30 jours : il permet de traiter précocement les vaches atteintes afin d'obtenir leur guérison avant la mise à la reproduction. Mais cette observation signifie que **l'absence d'inflammation utérine est une situation transitoire et qu'il peut être nécessaire de reconstruire l'état de l'utérus, en particulier lors d'échec des inséminations.**



Graphe 1 : Impact des endométrites subcliniques sur les performances de reproduction (source : Gilbert et al, 2005)

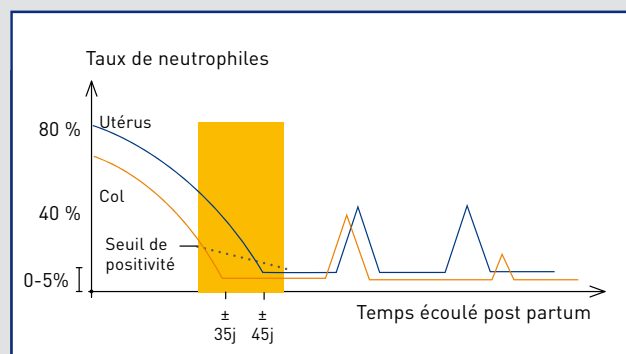


Schéma 1 : Evolution de l'inflammation utérine post-partum (représentation schématique)



## Inflammation utérine autour de l'insémination

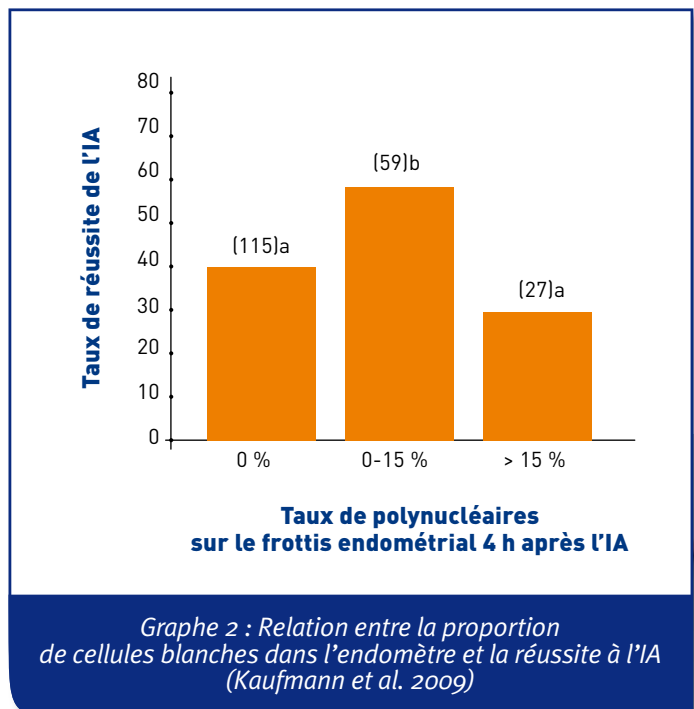
Diagnostiquer une inflammation utérine vers 30 jours post-partum a pour intérêt de mettre en place un traitement précoce afin que l'utérus soit redevenu sain au moment de la mise à la reproduction. Toutefois, il convient de s'interroger aussi sur la place des inflammations utérines autour de l'insémination : quelle est la part des échecs d'insémination qui pourrait s'expliquer par la présence d'une inflammation utérine ? Quel est l'impact de l'inflammation utérine sur le développement embryonnaire ? Quelle est la part des inflammations utérines dans le syndrome « repeat breeding » ? Le pourcentage de vaches présentant encore une inflammation utérine au moment de l'insémination serait de l'ordre de 40 à 70%, ce pourcentage diminuant avec l'augmentation du délai écoulé depuis le vêlage. Chez les vaches allaitantes, la prévalence des inflammations utérines en période de reproduction serait plus faible que chez les vaches laitières, de l'ordre de 15%.

Quoi qu'il en soit, il est difficile à l'heure actuelle de préciser le seuil d'inflammation utérine maximale tolérable pour que la fécondation puisse avoir lieu. Sur des examens cytologiques réalisés 4 heures après l'insémination, les taux de réussite obtenus chez des vaches dont l'endomètre était très envahi par des leucocytes (plus de 15% de polynucléaires) ont été plus faibles que ceux des vaches moins atteintes (1 à 15% de polynucléaires) ; en l'absence totale de cellules blanches (0% de polynucléaires), les inséminations ont également été moins efficaces (graph 2). Une présence minimale de cellules immunitaires serait-elle nécessaire pour la fécondation chez la vache ? Il n'en reste pas moins vrai que l'inflammation utérine perturbe fortement la fécondation et la qualité des embryons.

## Le col, en plus de l'utérus

Lors des contrôles d'involution utérine, nous portons naturellement notre attention sur la santé utérine, celle-ci étant indispensable à la fécondation et à l'implantation de l'embryon. Nous négligeons l'état inflammatoire du col,

celui-ci étant considéré comme une simple voie de passage au mieux pour les spermatozoïdes et au plus réducteur du pistolet de l'inséminateur. Néanmoins, l'inflammation cervicale au moment du contrôle d'involution détériore les performances de reproduction ultérieures. Le col semble même plus sensible à l'inflammation que l'utérus, le seuil de neutrophiles étant de 2% pour le col contre 7% pour l'utérus. L'inflammation cervicale semble fréquente : elle touche près de 50% des femelles, dont 53% sans signe clinique associé. Les signes cliniques éventuellement associés sont le diamètre cervical supérieur à 7,5 cm (chez 14% des vaches atteintes) et la présence de sécrétions vaginales purulentes (chez 47% des vaches atteintes). La présence d'une endométrite est d'ailleurs un facteur de risque de la cervicite, même si aucune corrélation ne peut être établie entre les niveaux d'inflammation des deux compartiments. **En pratique, ceci a pour conséquence que l'on ne peut faire l'économie d'un prélèvement utérin pour avoir une idée globale de l'état inflammatoire de l'appareil génital. Seulement 25% des vaches présentent une inflammation simultanée du col et de l'utérus.**



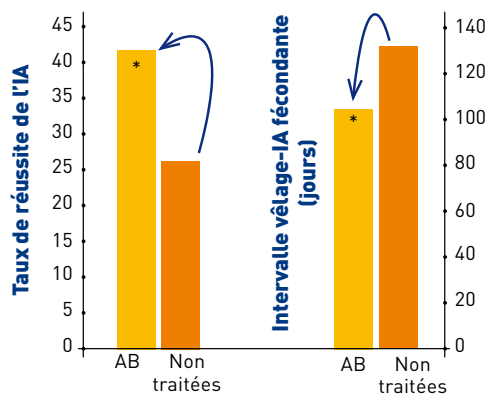




## Faut-il traiter et comment ?

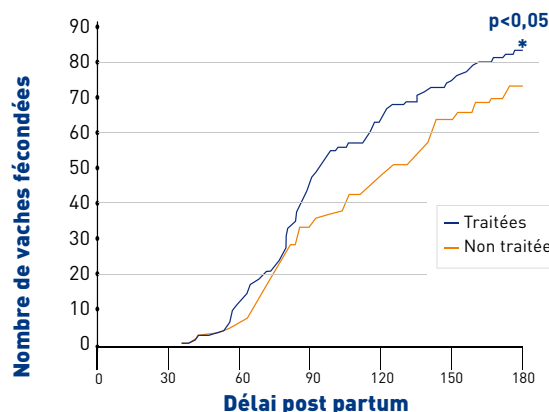
Sur le terrain, en l'absence de réalisation d'un frottis endométrial (ce qui est la situation normale pour le praticien), il n'est donc pas possible de distinguer les vaches atteintes d'endométrite subclinique des vaches réellement saines. Lorsqu'un traitement antibiotique intra-utérin (500 mg céfapirine par voie intra-utérine ; 2 essais) est administré à toutes les vaches sans signe clinique (vaches à endométrite subclinique + vaches réellement saines), les performances de reproduction se trouvent améliorées par rapport à celles d'un lot non traité (graphes 3 et 4). Les résultats des deux essais dans lesquels les vaches ont été traitées par le cloprosténol montrent aussi une amélioration de certains critères. Cette attitude thérapeutique, dont l'efficacité mérite d'être validée, soulève la question d'un traitement systématique des vaches post-partum (vaches atteintes et vaches cliniquement saines) et donc de l'usage raisonné des antibiotiques.

**Essai Canada :** 215 Prim' Holstein traitées entre 20 et 33 jours post partum par 500 mg céfapirine par voie intra utérine et non traitées.



Graph 3 : Efficacité des traitements des vaches cliniquement saines (sans signe d'endométrite clinique) (Kasimanickam et al. 2005) ; \* :  $p < 0,05$

**Essai France :** 228 Prim' Holstein contrôlées sans signes cliniques de métrite entre 19 et 40 jours pp ; 1 lot traité céfapirine par voie locale, 1 lot non traité.



Graph 4 : Fréquence cumulée des vaches fécondées 180 jours post-partum, traitées à la céfapirine par voie locale ou non traitées (Pasquin et al. 2008)

- Bacha B, Regassa FG Subclinical endometritis in Zebu x Friesian crossbred dairy cows: its risk factors, association with subclinical mastitis and effect on reproductive performance. *Trop Anim Health Prod.* 2009 Aug 29 [epub]
- Baranski W, Podhalicz-Dziegielewska M, Janowski T, Zdunczyk S, Ukaszewicz G. Preliminary cytological and bacteriological findings in post-partum uterus of the cow. *Reprod Dom Anim*, 2009, 44, suppl 3, 95
- Barlund CS, Carruthers TD, Waldner CL, Palmer CW A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology*. 2008 1;69(6):714-23.
- Cerri RL, Rutigliano HM, Lima FS, Araújo DB, Santos JE Eff ect of source of supplemental selenium on uterine health and embryo quality in high-producing dairy cows. *Theriogenology*. 2009;71(7):1127-37
- Galvão KN, Frajblat M, Brittin SB, Butler WR, Guard CL, Gilbert RO Eff ect of prostaglandin F2alpha on subclinical endometritis and fertility in dairy cows. *J Dairy Sci*. 2009;92(10):4906-13
- Gilbert RO, Shin ST, Guard CL, Erb HN, Frajblat M. Prevalence of endometritis and its eff ects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology*, 2005;64:1879-88
- Hammond DS, Evjen IM, Dhiman TR, Goff JP, Walters JL. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Vet Immunol Immunopathol*. 2006;113:21-292006
- Hill J, Gilbert R.Reduced quality of bovine embryos cultured in media conditioned by exposure to an infl amed endometrium.*Aust Vet J.* 2008;86(8):312-6
- Kasimanickam R, Duffield TF, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS et al. Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 2004;62:9-23
- Kasimanickam R, Duffield TF, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS et al. The eff ect of a single administration of cephalosporin or cloprostenol on the reproductive performance of dairy cows with subclinical endometritis. *Theriogenology* 2005;63:818-830
- Kaufmann TB, Drillich M, Tenhagen BA, Forderung D, Heuwieser W Prevalence of bovine subclinical endometritis 4h aÁ er insemination and its eff ects on fi rst service conception rate. *Theriogenology*. 2009;71(2):385-91
- LeBlanc SJ, Duffield TF, Leslie KE, Bateman KG, Keefe GP, Walton JS, Johnson WH. Defi ning and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *J Dairy Sci*. 2002;85(9):2223-36
- Pasquin O, Fournier R, Laumonier G, Picard-Hagen N. Eff et d'un traitement intrautérin à la céfapirine sur les performances de reproduction des vaches laitières. *Journées Nationales des GTV*, 2008, Nantes, 39-42
- Santos NR, Lamb GC, Brown DR, Gilbert RO. Postpartum endometrial cytology in beef cows. *Theriogenology*, 2009, 71, 739-745
- Sheldon IM, Price SB, Cronin J, Gilbert RO, Gadsby JE Mechanisms of infertility associated with clinical and subclinical endometritis in high producing dairy cattle. *Reprod*



## QUE PENSER DU METRICHECK® ?

*METRICHECK® est un nouveau dispositif utilisable pour la détection des métrites chroniques chez la vache. Il s'agit d'une tige métallique de 50 cm dotée à son extrémité d'un hémisphère en silicone. Introduit par voie vaginale, le dispositif permet, après retrait, l'examen des sécrétions vaginales et la bonne visualisation des matières purulentes éventuellement recueillies.*

**En Nouvelle-Zélande, McDOUGALL & coll. ont comparé dans 7 exploitations** les résultats obtenus à l'aide de METRICHECK® et du vaginoscope sur 191 vaches à troubles du péripartum (dystocie, veau mort, non délivrance...) examinées en moyenne 33 jours post partum. Dans chaque ferme, l'ordre d'utilisation de chacun des 2 dispositifs était pré-établi par paire de vaches.

L'utilisation de METRICHECK® a permis de mettre en évidence plus d'endométrites que la vaginoscopie (60% vs 43%,  $p < 0,05$ ). La correspondance des résultats entre les deux méthodes était assez médiocre : 30% des résultats (57 sur 191) ont divergé (positif pour l'un, négatif pour l'autre) ; la spécificité du METRICHECK® s'est avérée moins bonne (plus de faux négatifs).

L'ordre d'examen a influé sur les résultats : METRICHECK® a conduit à plus de résultats positifs lorsqu'il a été employé après le vaginoscope, peut-être en relation avec la stimulation de contractions utérines par le premier examen.

**En Irlande, MEE a comparé sur 80 vaches METRICHECK®** aux autres méthodes classiques de détection des endométrites entre 14 et 35 jours post partum : palpation transrectale et vaginoscopie.

La vaginoscopie et l'usage de METRICHECK® ont donné des résultats voisins et ont confirmé la meilleure sensibilité et la moins bonne spécificité du nouveau dispositif testé.

Toutefois, en comparaison à l'examen échographique pris comme référence, c'est la palpation transrectale qui s'est avérée être la méthode la plus sensible (mais avec davantage de faux positifs).

McDOUGALL Animal Reproduction Science 2007 (99), 9-23  
MEE Le Point Vétérinaire 2007 (avril) N° 274, 14-15.

**En pratique**



Les avantages pratiques de METRICHECK® sont sa facilité et rapidité d'utilisation (pas besoin de source lumineuse), associées à sa sécurité d'emploi (examen à distance du résultat, sans avoir à se pencher au niveau du vagin).

Jusqu'alors, les quelques praticiens qui ont testé METRICHECK® en France n'ont pas trouvé d'avantage décisif à son utilisation par rapport à l'inspection manuelle du vagin à l'aide d'un gant à usage unique. En cas d'utilisation successive sur plusieurs femelles, le dispositif doit être désinfecté, ce qui rend contraignant son emploi en suivi de fécondité. Cependant, l'utilisation du METRICHECK® peut être intéressante, par rapport à l'examen manuel, chez les génisses dont le diamètre vaginal est limité.



Article paru en janvier 2008  
dans ReproMag 1





## ENDOMÉTRITES SUBCLINIQUES : UN TEST SIMPLE POUR IDENTIFIER LES VACHES À TRAITER ?

*Au cours des 10 dernières années, les travaux concernant les endométrites subcliniques ont montré leur prévalence élevée dans tous les pays laitiers ainsi que leurs conséquences systématiquement défavorables pour la reproduction (pour revue : GUTTIEREZ 2012, LECOSSAIS & LAMORINIERE 2011, FOURNIER 2011). Les essais ont également mis en évidence que le traitement local à la céfapirine est efficace pour restaurer les performances de reproduction des femelles concernées (KASIMANICKAM & al. 2005). La difficulté réside dans le choix des femelles à traiter ; en effet, l'identification des vaches atteintes nécessite la réalisation d'une cytologie utérine (prélèvement endométrial à la cytobrosse ou suite à un lavage utérin, puis la préparation d'un frottis et d'une coloration avant lecture au microscope). La cytologie utérine est donc peu adaptée à la pratique vétérinaire pour un diagnostic généralisé des endométrites subcliniques ; en effet, c'est une méthode lourde et coûteuse à mettre en place, et dont les résultats sont différés.*

Le traitement systématique de l'ensemble des vaches contrôlées « propres » entre 3 et 6 semaines post partum (donc sans endométrite clinique), c'est-à-dire à la fois des vaches réellement atteintes d'endométrite subclinique mais aussi des vaches saines, se traduit par une amélioration significatives des performances de reproduction ultérieure de l'ensemble des femelles (PASQUIN & al. 2008, KASIMANICKAM & al. 2005). Pour autant, ce traitement incluant des vaches saines, malgré son efficacité et sa rentabilité démontrées, est apparu peu souhaitable dans le contexte actuel de réduction de l'utilisation des antibiotiques et de sensibilisation à l'antibiothérapie raisonnée. Et ce, même si l'appareil génital semble peu sujet au développement de résistances microbiennes, en comparaison par exemple au tube digestif ou à l'appareil respiratoire. Pour illustration, une étude récente montre que 100% des souches testées de *Trueperella (ex-Arcanobacterium) pyogenes* et d'anaérobies à Gram-, principaux agents impliqués dans le développement des endométrites cliniques, demeurent sensibles à la céfapirine (prélèvements utérins sur vaches à infection utérine ; FÖLDI & al. 2008).

Dans ces conditions, deux approches existent aujourd'hui pour déterminer les femelles à traiter en l'absence de signe clinique :

- La première consiste à cibler en péripartum les femelles « à risque » grâce au suivi d'indicateurs métaboliques traduisant l'intensité du déficit énergétique. Ainsi, des niveaux sanguins trop élevés en bêta-hydroxybutyrate dans les 2 semaines suivant le vêlage ( $> 1,1$  mmol / l dans la 1<sup>ère</sup> semaine pp,  $> 1,4$  mmol / l dans la 2<sup>ème</sup> semaine pp) sont associés à un risque accru de développement d'un état inflammatoire anormal de l'utérus à partir de 3 semaines postpartum (voir Repromag 11 ; FOURNIER & al. 2013). Les acides gras non estérifiés constituent un indicateur plus précoce (mesure dans la semaine précédant le vêlage) et plus fortement corrélé aux troubles ultérieurs de la reproduction, mais il n'existe pas aujourd'hui de méthode d'analyse permettant leur dosage au chevet de l'animal.

Photo 1 : Test colorimétrique de détection de leucocytes (bandelette Multistix, Bayer).







Les deux tests ont donné des résultats voisins pour la prévalence des endométrites subcliniques : 34% pour la cytologie, 30% pour le test colorimétrique, mais la concordance entre méthodes s'est avérée moyenne.

Les vaches détectées à endométrite subclinique avec l'une ou l'autre des 2 méthodes avaient un risque accru d'échec à la 1<sup>ère</sup> IA et d'allongement de l'intervalle jusque l'IA fécondante (tableau 1, DENIS-ROBICHAUD & DUBUC 2013). Sur la base des résultats de la cytologie endométriale, la réussite en IA1 des vaches à  $\geq 6\%$  de cellules polynucléaires sur le frottis était de 19,3% contre 35,4% pour celles en deçà du seuil ( $p < 0,01$ ) et leur délai moyen entre le dernier vêlage et la fécondation (V-IAf) de 158 jours contre 113 jours ( $p < 0,01$ ) ; avec le test à l'estérase, les vaches à résultat  $\geq ++$  ont eu une fertilité en IA1 de 25,4% contre 35,9% pour les vaches notées 0 ou + ( $p < 0,01$ ), et un intervalle V-IAf de 136 jours contre 105 jours ( $p < 0,01$ ) (DUBUC 2013).

|  | Cytologie endométriale + | Test à l'estérase leucocytaire + |
|--|--------------------------|----------------------------------|
| Risque d'échec en IA1 (risk ratio)                 | X 2,05<br>( $p = 0,01$ ) | X 1,71<br>( $p = 0,01$ )         |
| Intervalle Vêlage-fécondation moyen (hazard ratio) | X 1,47<br>( $p = 0,01$ ) | X 1,32<br>( $p = 0,01$ )         |

**Tableau 1 : Association entre résultats positifs en cytologie endométriale ou au test de l'estérase leucocytaire et les performances de reproduction ultérieures (DENIS-ROBICHAUD & DUBUC, 2013).**

La cytologie utérine a permis d'identifier les vaches gestantes 120 jours pp avec une sensibilité de 39,9% et une spécificité de 72,1%, contre respectivement 35,4% et 75,2% pour le test de détection des leucocytes.

## Résultats des autres essais

### \*Concordance entre test à l'estérase et cytologie utérine

Dans un autre essai canadien, COUTO & al. (2013) ont montré, contrairement aux résultats précédents, une très bonne corrélation entre résultats de la cytologie utérine et activité de l'estérase leucocytaire. Une bonne concordance entre les deux méthodes a également été notée par SANTOS & al. en 2006 et CHEONG & al. en 2012 (tableau 2).

| Auteurs           | Nombre de vaches | Période d'observation | Méthode & seuil de neutrophiles polynucléaires* | Seuil du test à l'estérase | Sensibilité              | Spécificité              |
|-------------------|------------------|-----------------------|---|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| SANTOS & al. 2006 | 112              | 7-49 jours pp         | Lavage utérin, $\geq 5,5\%$                     | $\geq +$                   | 83%                      | 94%                      |
| CHEONG & al. 2013 | 563              | 40-60 jours pp        | Lavage utérin, $\geq 10\%$<br>$\geq 5,5\%^{**}$ | $\geq ++$<br>$\geq +^{**}$ | 77%<br>49% <sup>**</sup> | 52%<br>73% <sup>**</sup> |
| COUTO & al. 2013  | 218              | 21-47 jours pp        | Cytobrosse, $> 10\%$                            | $\geq ++$                  | 69%                      | 73%                      |

\*Cytologie utérine, méthode de référence pour avérer la présence d'une endométrite subclinique.

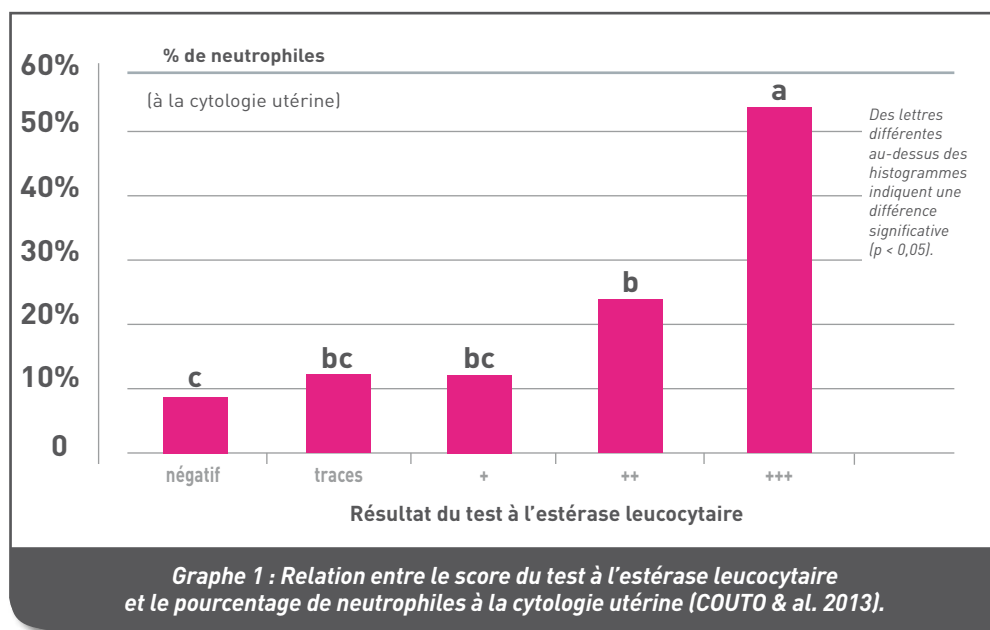
\*\*Recalculé par CHEONG & al. (2013) pour comparer les résultats aux mêmes seuils que ceux utilisés par SANTOS & al (2006).

NB : sensibilité et spécificité non précisées dans l'essai publié par DENIS-ROBICHAUD & DUBUC (2013), mais indication d'une concordance « modérée ».

**Tableau 2 : Performances du test à l'estérase leucocytaire pour prédire les endométrites subcliniques diagnostiquées par cytologie utérine.**



Dans l'essai de COUTO & al. (2013), le pourcentage de neutrophiles observé à la cytologie utérine est significativement supérieur pour les vaches à score +++ au test de l'estérase (par rapport aux scores plus faibles), il est significativement inférieur lorsque le test est négatif (graphe 1).



CHEONG & al. (2013) indiquent une valeur prédictive positive (VPP = Proportion de résultats « vrais positifs » parmi les résultats positifs du test) du test à l'estérase leucocytaire de respectivement 38% et 57% pour les scores  $\geq ++$  et  $\geq +++$ , et une valeur prédictive négative (VPN = Proportion de résultats « vrais négatifs » parmi les résultats négatifs du test) de 85% et 78% pour les scores  $\geq ++$  et  $\geq +++$ .

Le seuil de polynucléaires utilisé par COUTO & al. (2013) et par CHEONG & al. (2012) pour définir la présence d'une endométrite subclinique était plus élevé (10%) que celui utilisé par DENIS-ROBICHAUD & DUBUC (6%) et ce, malgré une période d'observation analogue ou plus tardive (or, le pourcentage de polynucléaires permettant de définir la présence d'une endométrite subclinique décroît avec l'avancement du post partum). Pour autant, la prévalence des endométrites subcliniques définies par CHEONG & al. (28% à 40-60 jours pp avec un seuil de 10% de polynucléaires) et par DENIS-ROBICHAUD & DUBUC (34% à 27-41 jours pp avec un seuil plus « classique » de 6%) était analogue. Une période de prélèvement plus précoce après le vêlage pourrait être associée à de meilleures performances du test à l'estérase leucocytaire en relation avec la proportion plus élevée de leucocytes sur les cytologies endométriales.

COUTO & al. (2013) ont également comparé les résultats du test à l'estérase leucocytaire sur un prélèvement utérin obtenu à la cytobrosse et sur un prélèvement cervical. Pour ce dernier, une tige réactive était partiellement introduite dans une pipette utilisée pour les instillations intra-utérines, la partie réactive demeurant à l'extérieur. Le dispositif était ensuite introduit dans le premier anneau du col utérin à l'aide d'un vaginoscope, et laissé en place 5 secondes. Le test à l'estérase leucocytaire a donné, pour les deux types de prélèvement, des résultats très fortement corrélés ( $p < 0,0001$  dans l'utérus,  $p = 0,0009$  pour le col) au pourcentage de leucocytes endométriaux observé à l'examen cytologique. Mais la concordance des résultats du test à l'estérase selon le site de prélèvement était faible ; parmi les raisons pouvant expliquer ce constat, les auteurs évoquent la possibilité d'une cervicite ainsi que la variabilité du drainage des fluides utérins vers le col en fonction de conditions physiologiques (cyclicité, moment du cycle) ou pathologiques. La possibilité de réaliser le test sans avoir à passer le col constituerait un avantage pratique significatif.



**\*Détection d'une endométrite subclinique par le test à l'estérase et performances de reproduction ultérieures**

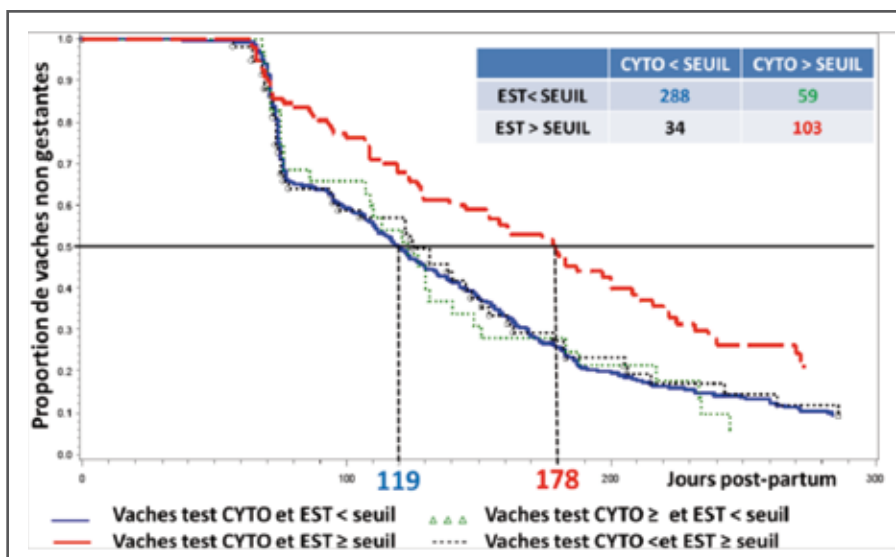
CHEONG & al. (2012) indiquent une augmentation significative du délai entre vêlage et fécondation chez les vaches à score  $\geq +++$  au test à l'estérase : 144 jours contre 117 jours pour les scores inférieurs ( $p = 0,05$ ). Une analyse plus fine a montré que cet effet est limité aux femelles multipares (154 jours pour les multipares à score  $\geq +++$  au test à l'estérase contre 116 jours pour les scores inférieurs ( $p = 0,02$ )).

TISON (résultats préliminaires présentés lors de la Journée de la Recherche de l'Université de Montréal du 17 octobre 2012) a confirmé sur 606 vaches qu'un test positif à l'estérase est corrélé à une dégradation de la fertilité et de la fécondité des femelles concernées (tableau 3).

|                                      | Test positif | Test négatif | Significativité statistique |
|--------------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|
| Succès en IA1 (risk ratio)           | Référence    | X 1,58       | $p = 0,03$                  |
| Intervalle médian Vêlage-fécondation | 149 jours    | 119 jours    | $p = 0,09$                  |

Tableau 3 : Association entre les résultats du test à l'estérase leucocytaire et les performances de reproduction ultérieures (TISON, 2012).

Ces travaux montrent aussi, malgré une concordance modérée entre les tests de cytologie utérine (au seuil de 7% de cellules polynucléaires) et à l'estérase, que le recours concomitants aux 2 techniques est le plus à même de catégoriser les femelles aux performances de reproduction ultérieures altérées. Ainsi, les femelles détectées positives avec les 2 tests se caractérisent par un délai médian de 178 jours entre le vêlage et l'IA fécondante, contre 119 jours pour les femelles présentant un résultat négatif aux 2 tests. A l'opposé, le délai entre vêlage et fécondation ne semble pas affecté chez les femelles trouvées positives pour un seul des 2 tests (graphe 2).



Grappe 2 : fécondité selon les résultats de la cytologie utérine et du test à l'estérase leucocytaire chez 484 vaches (TISON. 2012).






A l'opposé, COUTO & al. (2013) n'ont pas montré de lien statistique entre une concentration élevée de leucocytes à 21-47 jours pp et le taux de gestation à 90 jours pp. Le calcul de la fécondité dès 90 jours après vêlage peut toutefois être considéré (trop) précoce. De plus, les auteurs indiquent que la technique opératoire, utilisant la même cytobrosse d'abord pour l'étalement sur lame, puis pour la réalisation du test à l'estérase, a pu causer une réduction du score en leucocytes (et donc expliquer éventuellement l'absence de lien avec les performances de reproduction à venir).

FÖLDI & al. WBC 2008 : 216.  
FOURNIER. Journées Nationales GTV – Nantes 2011 : 803-810.  
FOURNIER. Journées Nationales GTV – Nantes 2013 : 405-414.  
GUTTIEREZ. Thèse de doctorat vétérinaire – Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort – 2012 : 66 p.  
KASIMANICKAM & al. Theriogenology 2005, 63 : 818-830.  
LECOSSAIS & LAMORINIERÉ. Thèse de doctorat vétérinaire – Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort – 2011 : 72 p.  
PASQUIN & al. Journées Nationales GTV – Nantes 2008 : 38-42.  
DEGUILLAUME. Thèse de doctorat ParisTech 2010, 206 p.  
SHELDON & al. Theriogenology 2006, 65 : 1516-1530.  
DENIS-ROBICHAUD & DUBUC. Proceedings of the American association of Bovine Practitioners, Milwaukee 19-21 september 2013.  
DUBUC. Proceedings of the European Buiatrics Forum, Marseille 27-29 novembre 2013, p 13.  
COUTO & al. Theriogenology 2013, 79 : 103-107.  
SANTOS & al. Theriogenology 2006, 66 : 666-667.  
CHEONG & al. Theriogenology 2012, 77 : 858-864.  
TISON. Journée de la Recherche de l'Université de Montréal, 17 octobre 2012 (résultats préliminaires).  
[http://www.farlamedical.com/Test-urinaire-Bayer\\_MULTISTIX-5](http://www.farlamedical.com/Test-urinaire-Bayer_MULTISTIX-5) (28 octobre 2013).

## En pratique

 Le test à l'estérase leucocytaire est donc une méthode simple pour identifier les vaches à endométrite subclinique et qui donne des résultats encourageants. Trois études publiées sur 4 indiquent une sensibilité satisfaisante associée à une très bonne spécificité. Avant une utilisation terrain à grande échelle, plusieurs points méritent des investigations additionnelles : quel est le seuil optimal de score à appliquer pour prévoir au mieux les performances de reproduction ultérieures, le test peut-il être pratiqué en partie distale du cervix, sans avoir besoin de recueillir un prélèvement utérin plus profond nécessitant le passage du col, ...



# POURQUOI TRAITER LES ENDOMÉTRITES PRÉCOCEMENT ?

Le retard pour obtenir une IA fécondante est d'autant plus prolongé que le diagnostic de l'endométrite a été établi tardivement. HANZEN & coll. (1998) indiquent que l'effet des métrites est plus marqué si elles sont diagnostiquées après 20 jours post partum et que les traitements réalisés après le 40<sup>ème</sup> jour suivant le vêlage sont moins opérants que ceux réalisés avant. De même, DOHMEN & coll. (1994) ont calculé qu'une vache traitée avec succès au 14<sup>ème</sup> jour post partum a 1.7 fois plus de chance de devenir gestante qu'une femelle guérie avec le même traitement administré à 90 jours. RUNCIMAN (2004) conclut que le traitement antibiotique, devient inefficace s'il est administré au-delà de 42 jours après le vêlage (cf figure).

En France, une enquête réalisée sur 47 troupeaux de Bretagne (BEAUDEAU, 1994) a montré que l'endométrite « tardive » (au-delà de 50 jours post partum) double le risque de réforme.

Si le traitement est mis en place tardivement, les lésions de l'endomètre deviennent irréversibles et compromettent définitivement la fertilité ; des biopsies réalisées chez des vaches repeat-breeders ont mis en évidence la présence de lésions inflammatoires dégénératives dans 57% des cas (DZUROVA & GULUBINOV, 1981, confirmé par KASK & coll. 1998).

Pourtant, certains auteurs indiquent que l'efficacité du traitement des endométrites augmente si l'intervalle Vêlage – Traitement est plus grand car les vaches présentent alors de plus grandes chances d'être cyclées (LAVEN 2003), et donc profitent de l'effet anti infectieux favorable exercé par les oestrogènes au moment des chaleurs.

HANZEN & coll. Recueil des Journées Nationales des GTV, Tours, 1998 : 501-506.  
DOHMEN & coll. Proceedings du. Vith EAVPT Congress, Edinburgh, 1994 : 107.  
RUNCIMAN Le Médecin Vétérinaire du Québec, 2004, 34 (1 et 2) : 148 (Proceedings du Congrès International de Buiatrie WBC + INTERVET Symposium, Québec, 2004).  
BEAUDEAU, Prev. Vet. Med., 1994, 19 : 213-231.  
DZUROVA & GULUBINOV, Vet Med Nauki, 1981, 18 (10) : 98-103.  
KASK & coll. Acta Veterinaria Scandinavica 1998, 39 (4), 423-432.  
LAVEN BCVA 2003, vol 11 (part 4), 1-8.

**En pratique**



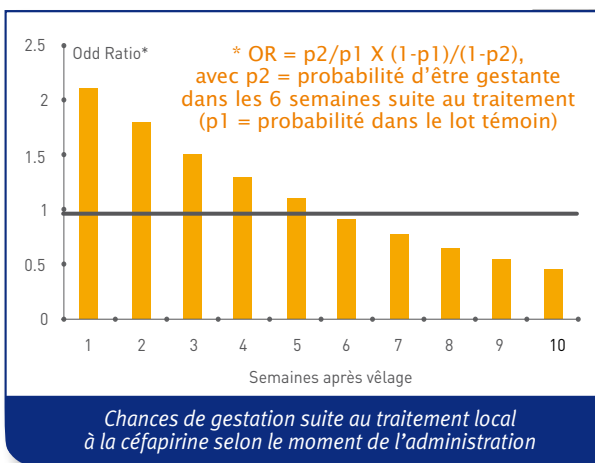
En pratique, les femelles devraient donc être inspectées précocement, dès 3 à 4 semaines après le vêlage, et systématiquement pour contrôler l'involution utérine ; en effet, les retards d'involution utérine signent le plus souvent la présence d'une métrite chronique. L'inspection vaginale permet de confirmer l'hypothèse chez les vaches en retard d'involution.

A défaut, au moins les femelles les plus susceptibles de présenter une infection utérine devraient être contrôlées : vaches dystociques, à veau mort, n'ayant pas délivré...





Article paru en janvier 2008  
dans ReproMag 1





# L'URO-VAGIN CONSTITUE BIEN UN FACTEUR DE RISQUE D'INFERTILITÉ CHEZ LA VACHE LAITIÈRE

*L'urovagin, ou reflux vésicovaginal, correspond à l'accumulation d'urine dans le vagin. Le degré 1 se traduit par une accumulation limitée (10 à 100 ml) d'urine et de mucus sur le plancher du vagin. Dans le degré 2, l'accumulation devient plus importante (100 à 500 ml) et peut recouvrir la moitié inférieure du col utérin. Dans le degré 3, l'urine s'accumule davantage encore (> 500 ml) et recouvre plus de la moitié de l'ouverture vaginale du col utérin, augmentant le risque de voir l'urine s'introduire dans la cavité utérine.*



Christian HANZEL  
Faculté de médecine Vétérinaire  
de Liège

## Un essai récent pour mieux connaître l'uro-vagin

Une récente étude concernant 258 vaches primipares et multipares de race Holstein (8 700 à 10 200 litres en 305 jours) a été conduite au Japon pour déterminer la prévalence de l'affection, montrer son impact éventuel sur les performances de reproduction et préciser ses facteurs de risque. 86 vaches ont pu être suivies sur 2 lactations consécutives soit un total de 344 cas. Toutes les femelles de l'essai ont fait l'objet d'un suivi mensuel par palpation manuelle et/ou échographie de l'utérus, et par vaginoscopie depuis le 15<sup>ème</sup> jour post-partum (pp) jusque la confirmation de leur gestation.

La fréquence de l'urovagin a été de 26,7% (92 lactations concernées / 344) en moyenne (degré 1 : 11,3%, degré 2 : 11%, degré 3 : 4,4%), les valeurs s'échelonnant de 19 à 36% selon les troupeaux. Sur les 92 cas d'urovagin, 45 (49%) ont été diagnostiqués avant le 60<sup>ème</sup> jour pp et 47 (51%) après 60 jours pp. Parmi les cas diagnostiqués avant 60 jours pp, 27% ont disparu par la suite. Les vaches ayant eu un urovagin au cours de la lactation précédente présentent une fréquence très accrue de l'affection : 76,5% (contre 21,7% en l'absence d'urovagin l'année précédente ;  $p < 0,0001$ ).

Compte tenu de l'absence d'effet des urovagins de degré 1 sur les performances de reproduction, les auteurs n'ont réellement considéré comme pathologiques que les urovagins de degré 2 et 3 (fréquence cumulée de 15,4%). Les formes les moins graves d'urovagin (degré 1) n'auraient pas de conséquences défavorables sur les paramètres de reproduction car les faibles quantités d'urine présentes sur le plancher vaginal risquent peu (ou pas) d'entrer dans l'utérus. A l'opposé, quand l'urine est présente dans le vagin en grande quantité, elle peut refluer au moment des chaleurs dans la lumière utérine où elle peut exercer une action spermicide et provoquer une endométrite.

Photos 1 et 2.  
Orientation de la vulve :

(Gautam & Nakao 2009,  
reproduction avec l'accord  
des auteurs)







Article paru en décembre 2010  
dans ReproMag 7

Le troupeau, le numéro de lactation, la saison et le type de vêlage ainsi que l'orientation du bassin n'ont pas été associés à un effet significatif sur la fréquence de l'urovagin dans cette étude (avec toutefois une fréquence numériquement très supérieure des urovagins - 54% - pour les femelles dont la pointe des hanches est située plus bas que la pointe des fesses). Par contre, **une note d'état inférieure à 2,75 lors du premier examen post-partum** (base 344 vaches ; 41% vs 24% ; OR 2,8), **la présence d'une endométrite au cours des 60 premiers jours du post-partum** (base 100 vaches ; 67% vs 28% ; OR 5,5), **le caractère horizontal de la vulve** (base 100 vaches ; 78% vs 27% ; OR 9,3) **constituent des facteurs de risque majeurs d'urovagin** (tableau 1). Par vulve horizontale, il faut entendre un angle de plus de 45° entre les lèvres vulvaires et la verticale (photos 1 et 2).

| FACTEUR                                    |             | NOMBRE DE CAS | UROVAGIN               |                         |                         |            |
|--|-------------|---------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|
|  |             |               | DEGRÉ 1 (%)<br>(léger) | DEGRÉ 2 (%)<br>(modéré) | DEGRÉ 3 (%)<br>(sévère) | TOTAL (%)  |
| Note d'état<br>(1 <sup>er</sup> examen pp) | ≥ 2,75      | 290           | 27 (9,3%)              | 30 (10,3%)              | 13 (4,5%)               | 70 (24,1%) |
|  | ≤ 2,75      | 54            | 12 (22,2%)             | 8 (14,8%)               | 2 (3,7%)                | 22 (40,7%) |
| Endométrite<br>< 60 jours pp               | non         | 265           | 26 (9,8%)              | 24 (9,1%)               | 9 (3,4%)                | 59 (22,3%) |
|  | oui         | 79            | 13 (16,5%)             | 17 (17,7%)              | 6 (7,6%)                | 33 (41,8%) |
| Orientation<br>de la vulve                 | verticale   | 82            | 12 (14,6%)             | 7 (8,5%)                | 3 (3,7%)                | 22 (26,8%) |
|  | horizontale | 18            | 2 (11,1%)              | 4 (22,2%)               | 8 (44,4%)               | 17 (77,8%) |
|  | non connue  | 244           | 25 (10,2%)             | 27 (11,1%)              | 4 (1,6%)                | 56 (23,0%) |

Tableau 1. Fréquence de l'urovagin chez des vaches Holstein (Gautam & Nakao 2009)

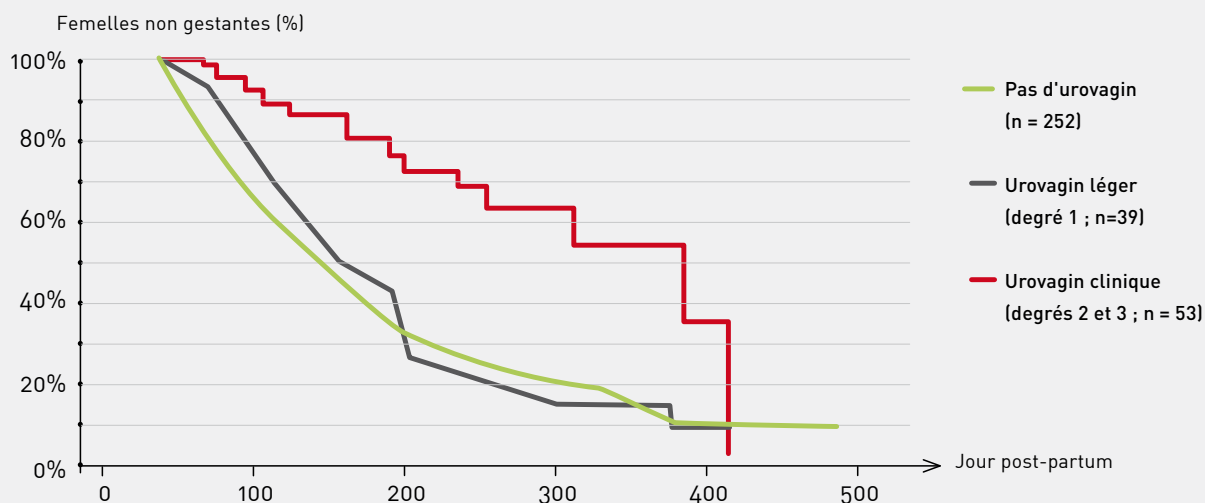


Figure 1. Fécondité de vaches Hostein selon la présence et la gravité d'un urovagin (Gautam & Nakao 2009)



## Des conséquences très défavorables sur la reproduction

La présence d'un urovagin (degrés 2 et 3) au cours des 60 premiers jours pp augmente le risque d'endométrite après le 60<sup>ème</sup> jour par rapport à l'absence d'urovagin (36% vs 9%).

Les conséquences délétères de la présence d'un urovagin de degré 2 ou 3 sur les performances de reproduction sont marquées (tableau 2) : diminution significative de la probabilité d'une gestation au 210<sup>ème</sup> jour du post-partum (OR : 6,6), augmentation du risque de réforme pour infécondité (OR : 9,5).

L'intervalle médian entre le vêlage et la gestation (IVIAf) tout comme le nombre médian d'IA par IA fécondante (IA/IAf) sont significativement augmentés en cas d'urovagin de degré 2 ou 3 (figure 1 ; IVIAf : 370 jours vs 136 jours ; IA/IAf : 5,0 vs 2,0).

Le relâchement des muscles du vestibule vulvaire, conséquence possible d'accouchement dystocique, ou bien l'inclinaison vers l'avant de la ligne passant par l'ilium et l'ischium contribuent à l'apparition de l'urovagin. Dans ces situations, l'orifice urétral est plus haut que le plancher du vagin et le poids de l'urine accumulée peut entraîner le vagin vers l'avant. Une composante génétique est suspectée pour expliquer l'urovagin. La sélection de femelles à angulation pelvienne satisfaisante pourrait être envisagée.

De même avec l'âge, le relâchement de la sangle abdominale peut contribuer à déplacer l'anus et donc la vulve vers l'avant, donnant à celle-ci une position plus horizontale favorable à la contamination du vagin par des matières fécales. Alors que certaines études ont montré que l'urovagin est plus fréquent chez les vaches les plus vieilles, cet essai n'a cependant pas mis en évidence le rôle favorable d'une parité élevée.

| FACTEUR                    |  | PROPORTION          | NOMBRE DE CAS | ODD RATIO                 | SIGNIFICATIVITÉ   |
|----------------------------|--|---------------------|---------------|---------------------------|-------------------|
| Non gestantes 210 jours pp | pas d'urovagin                               | 0.30 <sup>(a)</sup> | 55            | référence                 |                   |
|                            | urovagin léger (degré 1)                     | 0.26                | 7             | 0.83                      | 0.7               |
|                            | <b>urovagin « clinique » (degrés 2 et 3)</b> | <b>0.70</b>         | <b>26</b>     | <b>6.62<sup>(b)</sup></b> | <b>&lt; 0.001</b> |
| Toutes réformes            | pas d'urovagin                               | 0.18                | 36            | référence                 |                   |
|                            | urovagin léger (degré 1)                     | 0.07                | 2             | 0.38                      | 0.21              |
|                            | <b>urovagin « clinique » (degrés 2 et 3)</b> | <b>0.54</b>         | <b>21</b>     | <b>5.32</b>               | <b>&lt; 0.001</b> |
| Réformes pour infécondité  | pas d'urovagin                               | 0.09                | 19            | référence                 |                   |
|                            | urovagin léger (degré 1)                     | 0.07                | 2             | 0.78                      | 0.75              |
|                            | <b>urovagin « clinique » (degrés 2 et 3)</b> | <b>0.46</b>         | <b>18</b>     | <b>9.54</b>               | <b>&lt; 0.001</b> |

(a) 30% des femelles sans urovagin étaient non gestantes 210 jours pp

(b) les vaches à urovagin de degré 2 ou 3 présentent un risque multiplié par 6.62 d'être non gestantes à 210 jours pp par rapport aux femelles sans urovagin

Tableau 2. Influence de l'urovagin sur les performances de reproduction (Gautam & Nakao 2009)



De la même façon, les femelles maigres seraient davantage concernées par l'urovagin car elles présentent des parois vaginales bénéficiant d'un moindre soutien par les dépôts adipeux, ce qui prédisposerait au déplacement ventral du vagin. La guérison spontanée de cette forme d'urovagin pourrait être observée à la faveur de la reprise d'état des femelles concernées.

Pour expliquer le rôle favorisant des endométrites avant 60 jours pp, les auteurs émettent l'hypothèse que l'inflammation utérine pourrait alourdir l'utérus (œdème, accumulation de fluide, retard d'involution), exerçant ainsi une traction sur le vagin, déplacé cranio-ventralement.

Bien que peu aisé à mettre en œuvre, un traitement chirurgical de l'urovagin peut être envisagé lorsque le volume d'urine excède 100 ml. Une alternative consiste à drainer la cavité vaginale au moyen d'une solution à 3% d'alun (sulfate d'aluminium et de potassium) qui a des propriétés aseptiques et astringentes.

Le lavage vaginal à l'iode a aussi été proposé (MULON 2008) : il génère une forte réaction inflammatoire et une contraction vaginale, soulevant le vagin en forme d'entonnoir ; ainsi, l'urine ne peut s'écouler craniolement. Ce lavage ne doit concerner que la partie craniale du vagin, devant l'orifice de l'urètre (il faut protéger la partie caudale).

Gautam & Nakao. *Theriogenology* 2009. 71 : 1451-1461.

Hanzen. [http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/70576/1/R15\\_Pathologies\\_TG\\_femelle\\_2011.pdf](http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/70576/1/R15_Pathologies_TG_femelle_2011.pdf).

Gilbert & al. *J Am Vet Med Assoc* 1989. 194 : 931-932.

Mulon. *Recueil des Journées SNGTV* 2008 : 323-325.

## En pratique



Cette étude doit conforter le praticien vétérinaire dans l'intérêt d'un contrôle transrectal et vaginal d'involution utérine. Deux tiers des urovagins diagnostiqués avant le 60<sup>ème</sup>-jour pp le sont encore plus tard. Mais la moitié des urovagins ne sont détectés qu'après le 60<sup>e</sup> jour.

L'urovagin, dans ses formes les plus sévères (collection de plus de 100ml d'urine) constitue un facteur de risque élevé d'endométrite, d'infécondité et d'infertilité.

La correction chirurgicale des urovagins est recommandée lorsque le volume d'urine dans le vagin dépasse 100ml. Cette intervention est toutefois délicate à réaliser.











**7**

# **ANŒSTRUS TROUBLES DE LA REPRISE DE CYCLICITÉ**



# LES OVULATIONS SILENCIEUSES DU POSTPARTUM SONT FRÉQUENTES ET PÉNALISENT LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION

*Il est généralement accepté que, chez la majorité des vaches laitières, la première ovulation observée après le vêlage n'est pas accompagnée d'un comportement d'œstrus. Cependant, cette absence d'expression des chaleurs est fréquente également sur les ovulations suivantes. Ce dysfonctionnement constitue une cause prédominante de subœstrus, en particulier chez les fortes productrices (on parle d'anœstrus de détection : vaches non vues en chaleurs bien que cyclées).*

## 1/3 d'ovulations silencieuses dans les 3 mois après vêlage

• Afin d'évaluer l'incidence des ovulations silencieuses, une étude (RANASINGHE & al. 2010) a été conduite dans les 90 jours suivant le vêlage chez 161 vaches Holstein, sur un total de 277 lactations (entre mars 2006 et décembre 2008). Dans cet essai, il était considéré qu'une ovulation avait eu lieu sur la base des résultats successifs du dosage bihebdomadaire de la progestérone dans le lait : concentration de 0 ng/ml suivie d'une concentration supérieure à 5 ng/ml. Une vache était considérée en chaleur lorsque les données de podométrie indiquaient une augmentation de plus de 80% de l'activité motrice (par rapport à la moyenne des 2 jours précédents).

Au cours des 3 mois après vêlage, les vaches ont présenté en moyenne 2,78 ovulations, ce nombre variant de 1 à 4 (tableau 1 & graphe 1) :

**Tableau 1 : Nombre d'ovulations observées dans les 90 premiers jours de 277 lactations (RANASINGHE & al. 2010)**

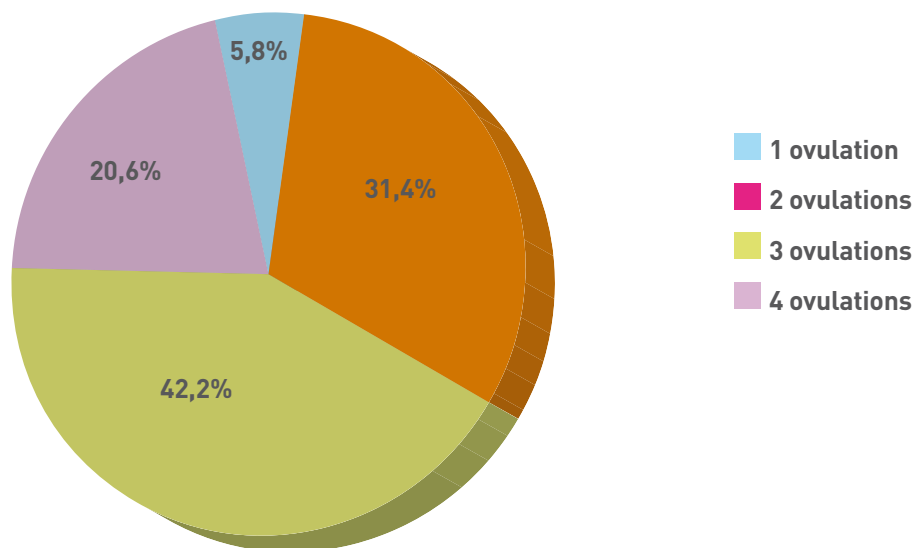
| Nombre d'ovulations / 90 1 <sup>ers</sup> jours de lactation | Nombre de lactations concernées | %          | Nombre total d'ovulations |
|--|---------------------------------|------------|---------------------------|
| 1  | 16                              | 5,8        | 16                        |
| 2  | 87                              | 31,4       | 174                       |
| 3  | 117                             | 42,2       | 351                       |
| 4  | 57                              | 20,6       | 228                       |
| <b>Total nombres 1 à 4</b>                                   | <b>277</b>                      | <b>100</b> | <b>769</b>                |





Article paru en juin 2017  
dans Repromag 18

**Grphe 1** : Répartition du nombre d'ovulations observées dans les 90 premiers jours de 277 lactations (RANASINGHE & al. 2010)



Parmi les 769 ovulations qui ont eu lieu, 33,6% ont été silencieuses. Si plus de la moitié des 1<sup>ères</sup> ovulations postpartum (pp) se sont révélées silencieuses, c'était encore le cas de plus de 20% des 2<sup>èmes</sup> et 3<sup>èmes</sup> ovulations et 10% des 4<sup>èmes</sup> ovulations (tableau 2).

**Tableau 2** : Proportion d'ovulations silencieuses observées en fonction du rang d'ovulation postpartum, dans les 90 premiers jours de 277 lactations (RANASINGHE & al. 2010)

| Rang d'ovulation         | Nombre d'ovulations | Ovulations silencieuses | %          |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|------------|
| 1                        | 277                 | 153                     | 55,2       |
| 2                        | 261                 | 62                      | 23,8       |
| 3                        | 174                 | 37                      | 21,3       |
| 4                        | 57                  | 6                       | 10,5       |
| <b>Total rangs 1 à 4</b> | <b>769</b>          | <b>258</b>              | <b>100</b> |



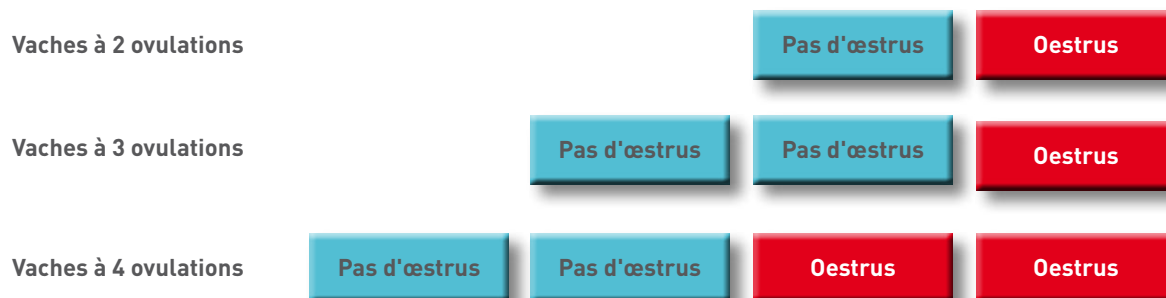


- Dans un essai antérieur réalisé sur 32 vaches laitières dont les ovulations étaient suivies au cours des 70 jours après vêlage (ISOBE & al. 2004), 83% des premières ovulations étaient silencieuses, 46% des deuxièmes ovulations, et 13% des troisièmes ovulations. L'œstrus était détecté pour toutes les quatrièmes ovulations. En France, KERBRAT & DISENHAUS (2004) avaient trouvé 14% d'ovulations silencieuses pour les ovulations intervenant entre 50 et 80 jours postpartum (données sur 64 Holstein hautes productrices, numéros d'ovulation non précisés).

Les séquences les plus fréquemment observées pour le comportement de chaleurs en fonction du nombre d'ovulations successives notées au cours des 70 jours postpartum étaient les suivantes (ISOBE al. 2004, figure 1) :

- pour les vaches à 2 ovulations : ovulation silencieuse puis chaleurs (50% des cas) ;
- pour les vaches à 3 ovulations : ovulation silencieuse – ovulation silencieuse – chaleurs (60%) ;
- pour les vaches à 4 ovulations : ovulation silencieuse – ovulation silencieuse – chaleurs - chaleurs (67%).

**Figure 1 : Schémas les plus fréquents d'expression des chaleurs associée aux ovulations au cours des 70 premiers jours postpartum sur 32 vaches laitières (ISOBE & al. 2004)**



## Des performances de reproduction dégradées en cas d'ovulation silencieuse

L'étude de RANASINGHE & al. (2010) met en évidence que les ovulations silencieuses au cours du postpartum sont logiquement associées à une réduction du taux de soumission à la première insémination (les vaches étaient inséminées sur observations de signes de chaleurs, à l'issue d'une période volontaire d'attente de 30 à 40 jours). De même, la fertilité sur cette première IA est réduite pour les femelles ayant présenté une ou plusieurs ovulations silencieuses au préalable, quel(s) que soi(en)t le(s) rang(s) de celle(s)-ci (tableau 3).

**Tableau 3 : Taux de gestation observé sur 272 lactations en fonction des ovulations silencieuses au cours des 4 premières ovulations pendant les 90 premiers jours postpartum (RANASINGHE & al. 2010)**

|                   | Rang de l'ovulation postpartum | Hazard ratio* | p-value |
|-------------------|--------------------------------|---------------|---------|
| Taux de gestation | 1                              | 0,72          | < 0,001 |
|                   | 2                              | 0,45          | < 0,001 |
|                   | 3 et/ou 4                      | 0,53          | < 0,001 |

\*Hazard Ratio des vaches à ovulation silencieuse par rapport aux vaches ne présentant pas d'ovulation silencieuse (NDA : le Hazard Ratio exprime le risque relatif d'un évènement sur la durée d'une observation ; autrement dit, il peut être affirmé ici par exemple que le taux de gestation est réduit de 28% pour les vaches ayant présenté une chaleur silencieuse en 1ère ovulation par rapport à celles n'en ayant pas présenté sur cette 1<sup>ère</sup> ovulation (HR = 0,72)).



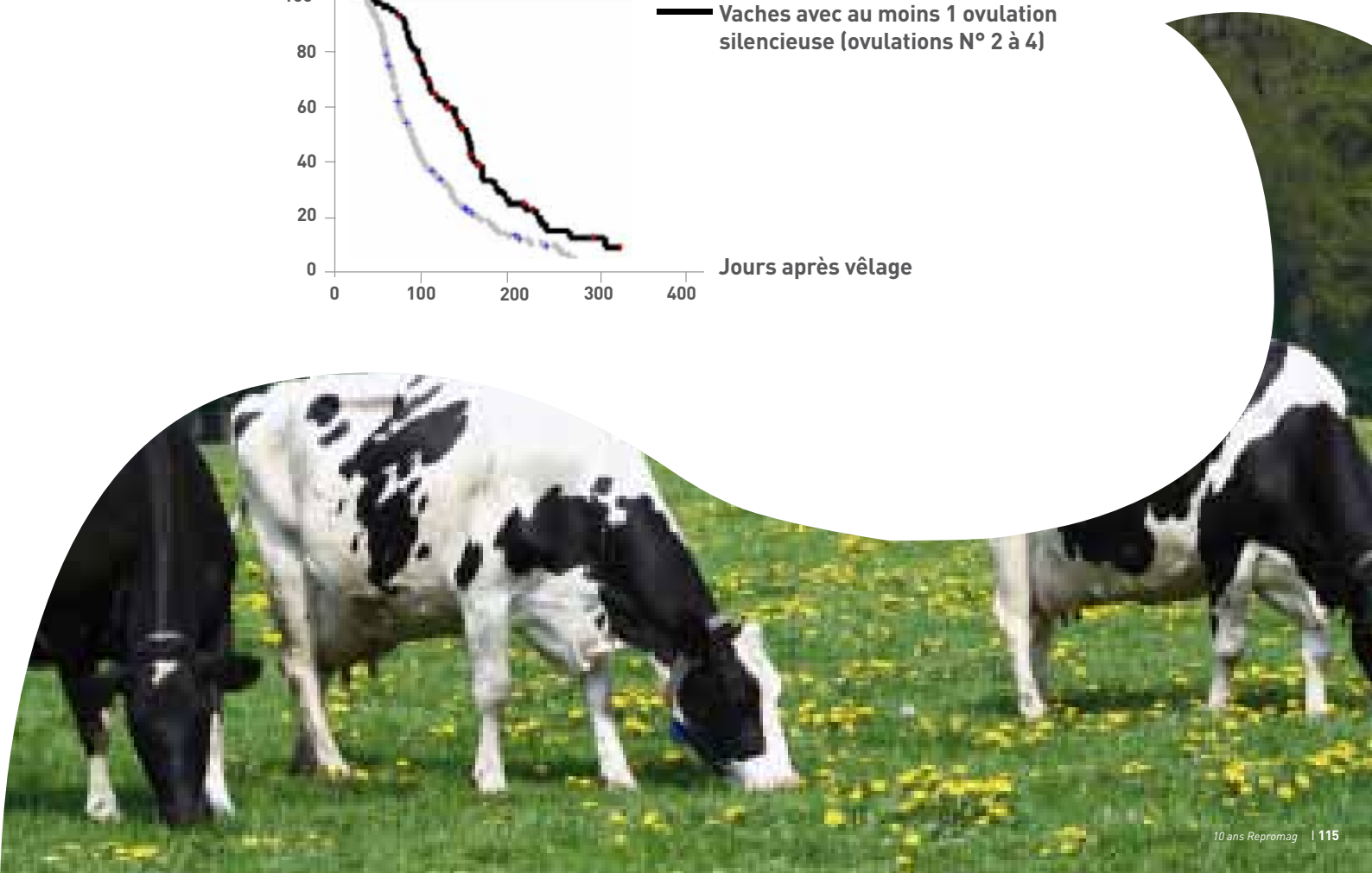
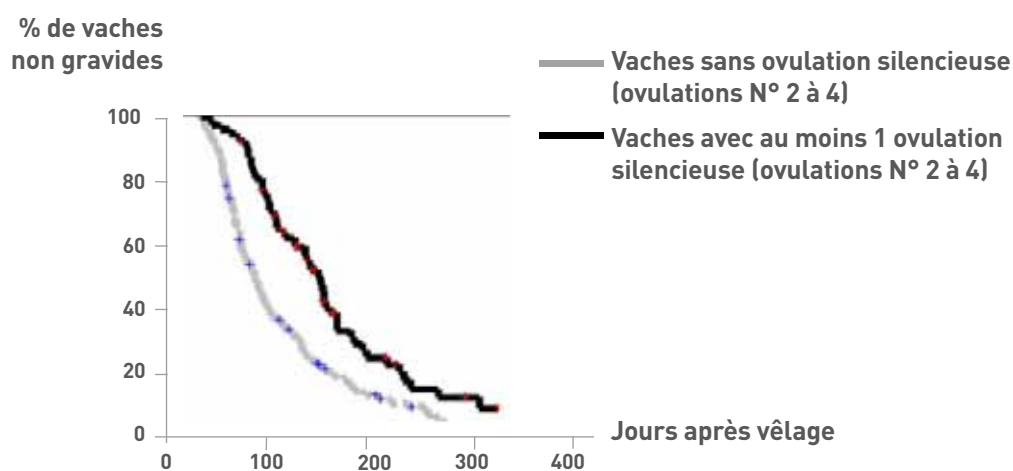


Logiquement, il en résulte une dégradation de la fécondité : les vaches ayant présenté au moins une ovulation silencieuse au cours des ovulations 2 à 4 sont inséminées en moyenne 18 jours plus tard (72 jours pp contre 54 jours pp) et sont fécondées en moyenne 53 jours plus tard (133 jours pp contre 80 jours pp), que celles ayant présenté des chaleurs sur chacune des ovulations 2 à 4 (tableau 4 et graphe 2).

**Tableau 4 : Intervalles entre le vêlage, l'insémination première (IA1) et la fécondation selon l'observation ou non d'une ovulation silencieuse au cours des ovulations de rang 2 à 4 au cours des 90 premiers jours postpartum (RANASINGHE & al. 2010)**

|                                       | Nombre d'ovulations silencieuses pour les ovulations de rang 2 à 4 |           |         |
|---------------------------------------|--|-----------|---------|
|                                       | 0  | 1 ou +    | P       |
| Intervalle moyen Vêlage - IA1         | 54 jours   | 72 jours  | < 0,001 |
| Intervalle moyen Vêlage - Fécondation | 80 jours   | 133 jours | < 0,001 |

**Graphe 2 : Courbe de non gestation selon l'observation ou non d'une ovulation silencieuse au cours des ovulations de rang 2 à 4 au cours des 90 premiers jours postpartum (RANASINGHE & al. 2010)**





## Quels facteurs de risque pour les ovulations silencieuses ?

Chez la vache, l'expression du comportement de chaleur est consécutive au signal adressé par l'œstradiol à l'hypothalamus. L'ovulation silencieuse, communément observée sur la première ovulation du postpartum, est attribuée à la conjonction d'une faible production d'œstradiol par le premier follicule pré-ovulatoire après vêlage, et de la sensibilité insuffisante de l'hypothalamus à l'œstradiol sur cette période.

Chez les vaches fortes productrices, le déficit énergétique en début de lactation est responsable à la fois d'une moindre production d'œstradiol et de la réduction de la sensibilité de l'hypothalamus à cette hormone, ce qui peut provoquer des ovulations silencieuses jusqu'à la 4<sup>ème</sup> ovulation postpartum. De plus, le niveau d'ingestion élevé chez ces animaux est responsable d'une augmentation du flux sanguin hépatique, entraînant une plus forte clairance hépatique des stéroïdes chez ces femelles, qui concourt également à la réduction des niveaux circulants en œstrogènes. Chez les vaches produisant beaucoup de lait ( $\geq 39,5$ kg/jours), les niveaux circulants en œstradiol sont réduits le jour de l'œstrus ( $6,8 \pm 0,5$  pg/ml vs  $8,6 \pm 0,5$  pg/ml,  $p=0,01$  ; LOPEZ & al. 2004).

Le niveau de production laitière a été identifié comme un facteur de risque des ovulations silencieuses. Alors qu'aucune relation n'a pu être établie pour les 1<sup>ères</sup> ovulations, les plus hautes productions laitières ont été associées à un risque significativement accru d'ovulation silencieuse pour les ovulations de rang 2 à 4 (tableau 5).

**Tableau 5 : Risque d'ovulation silencieuse en fonction du rang d'ovulation postpartum et de la production de lait, dans les 90 premiers jours de 277 lactations (RANASINGHE & al. 2010)**

| Rang de l'ovulation postpartum | Niveau journalier de production | Ovulations silencieuses |      | Odd ratio | p-value |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------|-----------|---------|
|                                |                                 | Nombre                  | %    |           |         |
| 2                              | < 27,8 kg                       | 5                       | 1,9  | Référence | 0,04    |
|                                | 27,8 à 42,2 kg                  | 48                      | 18,7 | 2,71      |         |
|                                | > 42,2 kg                       | 7                       | 2,7  | 1,2       |         |
| 3 et/ou 4                      | < 27,8 kg                       | 1                       | 0,6  | Référence | 0,03    |
|                                | 27,8 à 42,2 kg                  | 22                      | 13   | 6,68      |         |
|                                | > 42,2 kg                       | 15                      | 8,9  | 12,86     |         |

Les raisons de la dégradation des performances de reproduction chez les vaches à ovulations silencieuses ne sont pas connues. Les deux phénomènes trouvent peut-être leur origine commune dans l'hypo-œstradiolémie observée chez les vaches concernées, ainsi que dans le déficit énergétique qui diminue la qualité ovocytaire.

ISOBE & al. *Dtsch Tierarztl WochenSchr* 2004, 111 : 35-38  
 RANASINGHE & al. *Theriogenology* 2010, 73 : 942-949  
 KERBRAT & DISENHAUS. *Le Médecin Vétérinaire du Québec* 2004, 34 (1-2) : 144  
 LOPEZ & al. *Anim Reprod Sci* 2004, 81 : 209-223

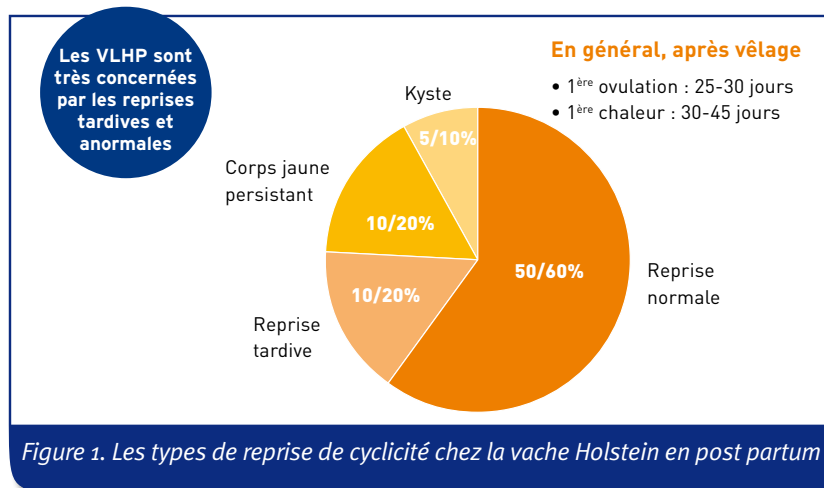






## REPRISE ANORMALE DE CYCLICITÉ : LES MONTBÉLIARDES AUSSI !

La reprise de cyclicité après vêlage est plus tardive chez la vache laitière moderne. En moyenne, la 1<sup>ère</sup> ovulation intervient 30 jours pp chez la VLHP (OPSOMER 08). Ce délai de reprise de la cyclicité aurait augmenté d'environ 10 jours au cours des 20 à 30 dernières années (WILTBANK). Parallèlement, chez les vaches à nouveau cyclées, la reprise d'activité sexuelle est associée de plus en plus souvent à des **cycles anormaux** : phase lutéale prolongée (persistance d'un corps jaune), blocage de la cyclicité par un kyste folliculaire, ... (figure 1).



On considère aujourd'hui que **près d'une vache laitière forte productrice sur 2 présente une reprise différée ou anormale de la cyclicité en post partum**, contre 1 sur 3 il y a 30 ans.

Ces données chiffrées sont obtenues pour l'essentiel à partir d'observations réalisées sur des vaches Holstein ou apparentées. Mais qu'en est-il pour les autres races laitières ?

Une étude nationale conduite de 2006 à 2008 (DISENHAUS *et al.* 2008) vient apporter des réponses à cette interrogation. Les profils de cyclicité post partum de 433 vaches provenant de 4 fermes expérimentales françaises ont été appréciés à l'aide de dosages bi ou tri-hebdomadaires de la progestérone. Les dosages ont été réalisés à partir du lait de femelles de races Prim'Holstein, Normande, Montbéliarde et Abondance.







Article paru en avril 2009  
dans Repromag 4

## Délai de reprise de cyclicité

Les vaches Abondance (dont le résultat est à relativiser en raison de leur faible effectif) et les Normandes sont cyclées plus tôt que les Montbéliardes et les Prim'Holstein.

Sur l'échantillon considéré, la reprise de cyclicité est plus tardive chez les Montbéliardes que chez les Holstein (tableau 1).

La reprise est plus rapide chez les multipares que chez les primipares (données Normandes et Prim'Holstein, tableau 2).

| Race           | Nombre de vaches | % cyclées 30 jours pp | % cyclées 50 jours pp |
|----------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Abondance      | 26               | 88% <sup>NS</sup>     | 96% <sup>NS</sup>     |
| Montbéliarde   | 35               | 40% <sup>a</sup>      | 74% <sup>d</sup>      |
| Normande       | 106              | 63% <sup>bc</sup>     | 92% <sup>e</sup>      |
| Prim' Holstein | 136              | 57% <sup>c</sup>      | 79% <sup>d</sup>      |

Tableau 1. Proportion de vaches ayant repris une cyclicité 30 et 50 jours après vêlage

(NS : effectif insuffisant ; a différent de b ( $p < 0.05$ ), b différent de c ( $p < 0.10$ ), d différent de e ( $p < 0.01$ ))

| Race           | Nombre de vaches | Primipares | Multipares                       |
|----------------|------------------|------------|----------------------------------|
| Normande       | 106              | 84%        | 100% ( $p < 0,05$ vs primipares) |
| Prim' Holstein | 136              | 70%        | 86% ( $p < 0,01$ vs primipares)  |

Tableau 2. Proportion de vaches ayant repris une cyclicité à 50 jours après vêlage selon la parité

## Profil de reprise de cyclicité

La proportion de profils normaux de reprise de cyclicité chez les Prim'Holstein, 55%, est analogue à celle calculée dans les autres enquêtes récentes concernant cette race. Les profils normaux sont plus fréquents dans les autres races : 67% en Montbéliarde, 81% en Normande, 88% en Abondance (tableau 3).

L'incidence supérieure des profils anormaux de reprise chez les Prim'Holstein correspond à une très forte proportion de phases lutéales prolongées (corps jaune persistant) : dans cette étude, 23% des Prim'Holstein présentent cette anomalie.

| Race           | Nombre de vaches | Profil normal (reprise avant 50 jours pp) | Profil retardé + inactivité ovarienne | Phases lutéales prolongées | Autres profils |
|----------------|------------------|---|---------------------------------------|----------------------------|----------------|
| Abondance      | 25               | 88%                                       | 4%                                    | 4%                         | 4%             |
| Montbéliarde   | 36               | 67%                                       | 25%                                   | 0%                         | 8%             |
| Normande       | 105              | 81%                                       | 8%                                    | 8%                         | 4%             |
| Prim' Holstein | 138              | 55%                                       | 19%                                   | 23%                        | 3%             |
| <b>TOTAL</b>   | <b>304</b>       | <b>68%</b>                                | <b>14%</b>                            | <b>13%</b>                 | <b>4%</b>      |

Tableau 3. Proportion des différents types de profil de cyclicité après vêlage



A l'image de la Prim'Holstein, la vache Montbéliarde se caractérise par un délai important de reprise de la cyclicité après vêlage. Par contre, une fois qu'elle a recouvré une activité sexuelle, elle semble présenter moins d'anomalies de la cyclicité. Ces résultats sont de nature à expliquer, en association avec son taux de réussite supérieur en 1<sup>ère</sup> IA, la meilleure fécondité de la Montbéliarde (intervalles entre vêlages de 385-390 jours contre 405-410 jours chez la Prim'Holstein ; BARBAT *et al.* 2008).

OPSOMER G. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire* 2008, Février / Avril : 29-34.

GRIMARD B. & DISENHAUS C. *Le Point Vétérinaire*, N° spécial Reproduction des bovins 2005. vol. 36 : 16-21.

WILTBANK M. *et al. Theriogenology* 2006. 65 : 17-29.

ROYAL M. D. *et al. Animal Science* 2000. 70 : 487-501.

DISENHAUS C. *et al. Rencontres en Recherche Ruminants* 2008. 15 : 383-386.

GATIEN J. *et al. Journée Bovine Nantaise du 02 octobre 2008. Recueil pp 46-47.*

BARBAT A. *et al. Compte-rendu de la journée Fertilité du 15 janvier 2008 (Agro Paris Tech).* [www.inst-elevage.asso.fr/html1/spip.php?page=article\\_espace&id\\_espace=935&id\\_article=14666](http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/spip.php?page=article_espace&id_espace=935&id_article=14666)



# LES CONSÉQUENCES DIFFÉRÉES DU DÉFICIT ÉNERGÉTIQUE SUR LA REPRODUCTION

En post partum, le déficit énergétique prononcé peut altérer précocement les follicules ovariens en cours d'évolution, à un stade où ils acquièrent leur sensibilité à la FSH et à la LH. Ce phénomène communément appelé « marquage folliculaire » concernerait les follicules cavitaires en début d'évolution (= follicules antraux = follicules tertiaires). Au cours de la folliculogénèse, ces stades cavitaires précoces apparaissent environ 1.5 mois avant le stade ovulatoire terminal. Chez la vache, il faut en effet 42 jours pour qu'un tout jeune follicule cavitaire (pré-antral) de 0,13 mm atteigne la taille pré-ovulatoire ; d'où le décalage observé sur le terrain entre le nadir du déficit énergétique (son point le plus négatif) et sa conséquence défavorable sur la fertilité.

Le « marquage » des jeunes follicules en situation de « stress nutritionnel » serait provoqué directement par le déficit énergétique et/ou indirectement par l'action négative des acides gras non estérifiés (AGNE), libérés à partir des graisses corporelles pour compenser le déficit énergétique.

Les conséquences différées du marquage folliculaire peuvent être :

- la non expression des chaleurs, en relation avec la production de follicules ovulatoires de plus petite taille, produisant moins d'oestrogènes,
- l'absence d'ovulation (anovulation) ou une ovulation anormale (dysovulation), associées à un pic de LH préovulatoire de moindre amplitude ou bien décalé,
- une dégradation de la fertilité (si un comportement de chaleurs peut tout de même être observé) consécutive soit au développement anormal des ovocytes contenus dans les follicules « marqués », soit au pic ovulatoire défaillant (suffisant pour l'ovulation mais avec des répercussions défavorables sur la mise en place du corps jaune de gestation).

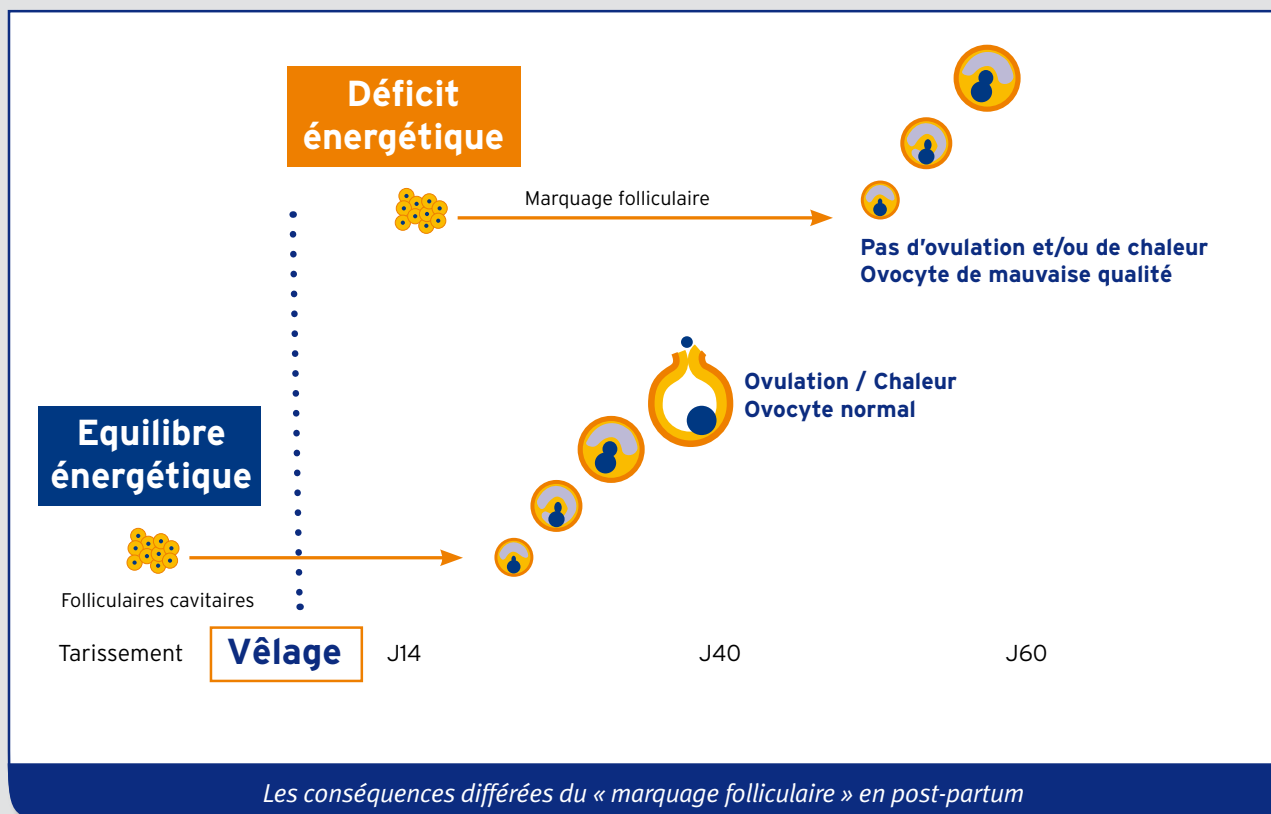
Ce mécanisme de « marquage folliculaire » permet d'expliquer l'observation classiquement rapportée par les éleveurs : les vaches extériorisent assez régulièrement une première chaleur vers 30-40 jours post partum (trop tôt pour que la vache soit inséminée) mais l'oestrus suivant attendu vers 60 jours pp n'est pas observé (alors que la vache pourrait être inséminée). En pratique, l'oestrus observé vers 1 mois après vêlage correspond à l'ovulation d'un follicule qui a traversé le stade critique de son évolution pendant le tarissement, donc à une période sans déficit énergétique. A l'opposé, les ovulations vers 2 mois après vêlage correspondent à des follicules dont l'évolution était à un stade critique dans les 15 premiers jours après vêlage, période au cours de laquelle le déficit énergétique est le plus marqué en général.

| Follicule | Primordial       | Primaire | Secondaire         | Tertiaire            | Pré-ovulatoire |
|-----------|------------------|----------|--------------------|----------------------|----------------|
| Taille    | 30-40µm          | 60-80µm  | 200-400µm          | 3-4mm                | 18-20mm        |
| Stade     | Durée mal connue |          | Pré-antral<br>15 j | Antral jeune<br>19 j | Antral<br>8 j  |
| Taille    |                  |          | 100-150µm          | 150-250µm            | 0,2-4mm        |

*Durée des étapes de la croissance folliculaire  
(d'après HANZEN & al. 2000 et WEBB & al. 1999)*



Article paru en octobre 2008  
dans ReproMag 3



C'est le même type de mécanisme qui explique les effets différés de la canicule sur la fertilité. Le stress thermique affecte les stades précoces de la folliculogénèse, avec pour conséquence, plusieurs semaines plus tard, la réduction de la production d'oestrogènes par le follicule et le développement anormal de l'ovocyte.

ENJALBERT F. Journées nationales des GTV Tours 1998. 49-55.  
 ENJALBERT F. Journées nationales des GTV Nantes 2008. 195-199.  
 ROTH & al. Reproduction 2001. 121 : 745-751.  
 ROTH & al. Reproduction 2001. 122 : 737-744.  
 HANZEN C. & al. Annales de Médecine Vétérinaire 2000. 144 : 223-235.  
 LUSSIER J. & al. Journal of Reproduction and Fertility 1987. 81 : 301-307.  
 DOBSON H. & al. Reproduction in Domestic Animals 2007. 42 [suppl. 2] : 17-23.  
 WATHES D. C. & al. Reproduction 2003 [suppl.]. 61 : 1-19.  
 WEBB R. & al. Animal Science 1999. 68 : 257-284.

## En pratique



L'absence de chaleurs 2 mois après vêlage concerne particulièrement les VLHP dont le pic de déficit énergétique est souvent très marqué en post partum. Il est recommandé de ne pas mettre à la reproduction trop tôt ces femelles fortes productrices qui, même vues en chaleurs, peuvent présenter des ovocytes de qualité insuffisante et donc une fertilité médiocre. Les traitements hormonaux sont sans effet sur le « marquage » folliculaire. La seule solution consiste à attendre une nouvelle génération de follicules dont le développement a débuté après la période de déficit énergétique ; ce qui n'est pas favorable à la fécondité !











8

# **KYSTES & CORPS JAUNES PERSISTANTS**



# LES KYSTES OVARIENS

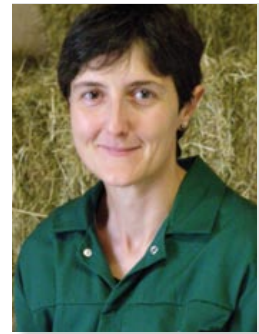
## De quoi parle-t-on ?

On considère communément qu'un kyste est une structure liquidienne dont la cavité a un diamètre supérieur à 25mm, persistant sur l'ovaire pendant au moins 7 jours. Néanmoins, comme il est rare que l'on répète un examen gynécologique pour confirmer la présence d'un kyste, on se limite habituellement au critère de taille. Ensuite, intervient une notion histologique : on distingue les kystes folliculaires (*photo 1*) et les kystes lutéaux (ou kystes folliculaires lutéinisés ; *photo 2*). Cette seconde forme est habituellement considérée comme l'évolution de la première. Cliniquement, les deux types de kystes ne peuvent être différenciés que par échographie.

Sept à quinze pour cent des vaches sont normalement atteintes de kystes au cours du post partum. Au-delà de 10%, on considère que la fréquence dans un troupeau est anormalement élevée. L'ovaire droit semble plus fréquemment touché que l'ovaire gauche et dans la moitié des cas, plusieurs kystes se trouvent simultanément présents.

## Dynamique ovarienne

Le kyste semble correspondre à un follicule dont la croissance se poursuit anormalement longtemps (en moyenne 5 jours de plus). Bien qu'un kyste puisse être caractérisé par sa persistance, le kyste est une structure dynamique. Il n'ovule pas, mais une fois sa taille maximale atteinte, il va régresser et d'autres follicules vont lui succéder, lesquels ovuleront ou plus fréquemment, deviendront eux-mêmes des kystes. Il existe donc un renouvellement des kystes et des follicules. Néanmoins, tant que le kyste est présent, les vagues folliculaires sont perturbées.



Sylvie Chastant-Maillard  
Unité de Reproduction  
Ecole Nationale Vétérinaire de  
Toulouse



Photo 1 : kyste folliculaire  
Source : Service  
reproduction ENVA



Photo 2 : kyste lutéal  
Source : Service reproduction ENVA



## Pathogénie

Le mécanisme responsable de la formation de kystes n'est pas encore complètement élucidé. Il est d'ailleurs possible que plusieurs mécanismes co-existent ou que tous les kystes ne soient pas la conséquence d'un mécanisme commun. Les causes les plus probables sont hormonales ou concernent la structure même du follicule qui deviendra kystique. En conditions physiologiques, le follicule dominant sécrète de l'oestradiol en quantité suffisante pour induire un rétrocontrôle positif sur l'hypothalamus. Ce rétrocontrôle permet la libération de GnRH, induisant le pic préovulatoire de LH. Pour que ce rétrocontrôle puisse s'exercer, la présence de récepteurs aux oestrogènes sur l'hypothalamus est indispensable. Or ceux-ci n'apparaissent qu'à condition que préalablement, l'hypothalamus ait été exposé à une concentration suffisante de progestérone. Donc en présence de concentrations trop faibles de progestérone circulante, l'hypothalamus est insuffisamment sensible à l'oestradiol, produit donc moins de GnRH ; un pic suffisant de LH n'est alors pas induit. Est également évoqué le rôle du déficit énergétique : celui-ci s'accompagne d'une hypoinsulinémie, elle-même entraînant une diminution de la libération de LH. Il est également possible que les kystes traduisent une situation d'insulino-résistance. Enfin, dans la paroi de certains kystes, le nombre de récepteurs à la LH est diminué, ce qui diminue la réponse possible de l'organite à une sécrétion de cette gonadotropine. Mais ce signe de dégénérescence n'est pas systématiquement rencontré.

## Facteurs favorisants

Les kystes apparaissent en général au cours des trois premiers mois post-partum. Leur fréquence augmente lorsque le déroulement du post-partum est anormal (rétention placentaire, métrite, boiterie) et lors de perte d'état corporel / déficit énergétique. Une composante génétique semble présente, mais avec une faible héritabilité.

## Symptômes

Face à un kyste folliculaire, trois types de situations cliniques peuvent être rencontrés : un kyste folliculaire entraîne selon les cas de la nymphomanie, un anoestrus ou enfin n'est pas pathogène. Le symptôme le plus caractéristique, mais finalement assez peu fréquent, est la nymphomanie : la vache présente un comportement de chaleurs exacerbé (hyperoestrie) à une fréquence anormalement élevée (tous les dix jours). Très rarement, la vache présente du virilisme : elle chevauche les autres femelles, devient plus agressive et son encolure devient plus épaisse. Classiquement, un kyste folliculaire provoque un anoestrus.

Il doit donc être recherché chez les vaches ne venant pas en chaleurs dans les semaines précédant la date souhaitée de l'insémination. Enfin, certains kystes folliculaires n'inhibent ni la croissance d'autres follicules, ni l'ovulation de l'un d'entre eux : on pourra donc identifier simultanément au kyste folliculaire un corps jaune, sur le même ovaire ou sur l'ovaire controlatéral. En cas de kyste lutéal (ou de kyste folliculaire lutéinisé), la vache est systématiquement en anoestrus.

## Diagnostic

Par palpation transrectale, un kyste, folliculaire ou lutéal, se traduit par un ovaire de taille augmentée, portant une structure sphérique, à la surface lisse et contenant un liquide sous pression. Le kyste est donc plutôt dur que fluctuant. Certains kystes folliculaires se rompent sous la pression de la simple palpation, en raison de la minceur de leur paroi. Selon le stéroïde dominant (progestérone ou oestrogènes), l'utérus est respectivement flasque ou tonique.

Néanmoins, l'exactitude de la palpation pour l'identification des kystes est moyenne : entre 50 et 85% pour un kyste folliculaire, entre 15 et 50% pour un kyste lutéal. De plus, il n'est pas possible de différencier par palpation un kyste folliculaire d'un kyste lutéal.

Les taux de stéroïdes (oestrogènes, progestérone, androgènes) des vaches porteuses de kyste sont très variables dans le temps et entre animaux. Leur dosage n'a pas d'intérêt pour le diagnostic du kyste. Dans une certaine mesure, le dosage de la progestérone dans le sang ou le lait pourrait permettre de distinguer les kystes folliculaires des kystes lutéaux. Une progestéronémie supérieure à 0,5 ou 1 ng/ml (en l'absence de corps jaune) signe la présence d'un kyste lutéal.

L'échographie est l'examen de choix pour établir un diagnostic de kyste, pour effectuer en plus la distinction entre kyste folliculaire et kyste lutéal. A l'échographie, un kyste folliculaire apparaît comme un disque anéchogène de plus de 25 mm de diamètre entouré d'une paroi mince, de moins de 3 mm d'épaisseur (photo 3). Des masses grisâtres sont parfois identifiées en suspension dans la cavité. Le diamètre d'un kyste folliculaire peut atteindre 8 à 10 cm. Lors de kyste lutéal, la cavité anéchogène (de plus de 25 mm de diamètre) est traversée de lignes blanches (travées conjonctives) et la paroi qui l'entoure est épaisse (plus de 3 mm). Le diamètre d'un kyste lutéal est rarement supérieur à 5-6 cm (photo 4). Il existe cependant des formes intermédiaires, probablement des kystes folliculaires en cours de lutéinisation. L'intérêt de l'échographie est également de permettre d'établir la présence ou non d'un corps jaune : si un corps jaune est présent, il signe que le kyste ne perturbe pas la cyclicité et aucun traitement n'est donc nécessaire.



## Traitement

*Des traitements mécaniques ou hormonaux peuvent être entrepris. Cependant, ils ne sont probablement pas économiquement valables moins de 50 jours postpartum et si la vache est en mauvais état corporel (le déficit énergétique étant à lui seul un facteur déterminant du développement des kystes).*

### Kyste folliculaire

L'éclatement manuel du kyste n'est pas à recommander en raison de la pression importante qu'il est le plus souvent nécessaire d'exercer et donc du risque de lésions ovariennes, susceptibles d'entraîner ensuite adhérences et infertilité. A l'inverse, la ponction à l'aiguille par voie vaginale est une technique simple qui donne de bons résultats : le kyste se lutéinise et la cyclicité est relancée par une injection de prostaglandines F2alpha (PGF $\alpha$ ). Cette technique n'est intéressante que si le kyste est unique, elle ne peut être appliquée sur les ovaires polykystiques.

Face à un kyste folliculaire, même s'il présente des signes de lutéinisation débutante, on peut chercher à provoquer sa lutéinisation. Pour cela, on peut avoir recours soit à une injection d'hCG (human Chorionic Gonadotropin ; 5000 UI par voie intraveineuse ou intramusculaire), soit à une injection de GnRH ou d'un de ses analogues (20 microgrammes de buséréline par voie intramusculaire ou IV). Le GnRH induit un pic de LH, permettant la lutéinisation. Quant à l'hCG, cette hormone exerce par elle-même une action de type LH. Suite à la lutéinisation du kyste, une nouvelle vague de croissance folliculaire apparaît sur l'ovaire controlatéral. De plus, l'augmentation de la progestéronémie qui s'ensuit chez environ 75% des cas traités permet de restaurer la sensibilité de l'hypothalamus aux oestrogènes d'origine folliculaire.

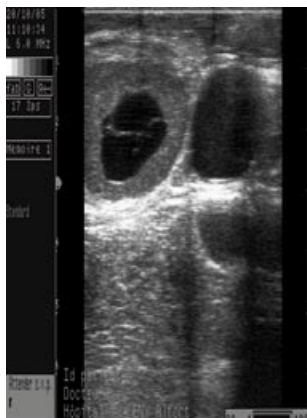
Les nouveaux follicules en croissance auront donc la possibilité d'ovuler. Le taux de gestation sur la première insémination après un tel traitement est de l'ordre de 50 à 70%.

Dans certains cas, les kystes n'évoluent pas sous l'action de l'hCG ou du GnRH. Ces échecs thérapeutiques s'expliquent probablement par une dégénérescence du kyste le rendant insensible à l'hormone LH (suite à une insuffisance en récepteurs LH par exemple).



Sur le terrain, le diagnostic de la nature exacte du kyste est souvent délicat. Elle nécessite le recours à l'échographie ; et même par échographie, on se trouve confronté à des formes intermédiaires, correspondant probablement à des kystes folliculaires en cours de lutéinisation. C'est pourquoi il est intéressant de pouvoir mettre en oeuvre un traitement polyvalent, adapté à toutes les structures de kystes. C'est le cas des protocoles à base de progestérone/progestagènes (qui incluent une injection de PGF2) ; on peut également dans ce but associer GnRH et prostaglandines. Par exemple, une injection de GnRH suivie 14 jours plus tard d'une administration de prostaglandines ; ou l'injection le premier jour de GnRH et de prostaglandine, avec toujours une seconde injection de prostaglandine 14 jours plus tard.





Kyste lutéal (échographie)  
Source : Service reproduction ENVA

Une alternative hormonale au traitement des kystes est l'administration de progestérone/progestagènes. Ces molécules réduisent la fréquence des pulses de LH. Or la LH exerce une action trophique sur les kystes, responsable de leur persistance. La progestérone/progestagènes réduirait ainsi la durée de maintien du kyste, mais cet effet est loin d'être systématiquement observé. Ces molécules restaurent comme précédemment la sensibilité hypothalamique aux oestrogènes et de plus, elles conduisent au stockage hypophysaire de la FSH et de la LH.

### Kyste lutéal

Une simple injection de PGFa a permis d'obtenir la suppression de la synthèse de progestérone, levant l'inhibition de la cyclicité. La ponction n'a pas d'intérêt dans ce cas, puisque la lutéinisation est déjà acquise.

**La connaissance de la pathogénie des kystes a beaucoup progressé depuis la découverte de la notion de vague folliculaire. Cependant, il reste beaucoup d'inconnues et surtout, la comparaison de l'efficacité des différents protocoles est encore difficile.**

**En effet, peu d'études ont mis en oeuvre plusieurs traitements de façon simultanée et certaines études se satisfont de taux de réussite à l'insémination très faibles. Enfin, outre le recours aux hormones, la réussite d'un traitement de kyste passe par l'examen (et si nécessaire la correction) de l'équilibre énergétique de la ration.**



# LES PHASES LUTÉALES PROLONGÉES : UNE RÉALITÉ, PAS UN MYTHE !

## Définition

*Un des facteurs limitants majeurs de l'efficacité de la reproduction chez la vache laitière est la reprise de la cyclicité post partum. En moyenne, la première ovulation intervient vers 25 jours après le vêlage, ce qui a priori peut sembler largement assez précoce pour autoriser une insémination dès 60 jours post partum. Néanmoins, les choses ne sont pas si simples : la survenue d'une ovulation n'est pas une garantie de l'établissement de la cyclicité puisque ce premier corps jaune formé après le vêlage peut rester fonctionnel pendant une période anormalement longue. Alors que la durée normale d'une phase lutéale (taux de progestérone supérieur à 3 ng/mL) est de 12-13 jours chez la vache (Lamming et Darwash, 1998 ; Garmo et al 2009), on peut assister à une phase lutéale prolongée (PLP), définie comme le maintien d'une concentration de progestérone supérieure à plus de 19-21 jours selon les publications, en l'absence de gestation et après une première ovulation intervenue moins de 45 jours pp (figure 1) Lamming et Darwash 1998 ; Opsomer et al 2000 ; Hommeida et al. 2005 ; Shresta et al. 2005 ; Garmo et al. 2009 ; Yusuf et al. 2010 ; Martin et al. 2010 ; Tamadon et al. 2011 ; Kafi et al. 2012). Ces PLP (ou corps jaunes persistants) touchent majoritairement le premier cycle (environ 70% des PLP), ensuite l'incidence diminue avec l'augmentation du numéro du cycle (Garmo et al. 2009 ; Ranasinghe et al. 2011 ; Cuttulich et al. 2011). On peut en observer jusqu'au 4<sup>ème</sup> cycle (Cuttulich et al. 2011) et sans doute encore plus tardivement puisque Yimer et al en ont observé dans 27% des cycles de vaches laitières suivies au-delà de 90 j pp. La durée de vie du corps jaune (CJ) persistant du premier cycle est alors de 19 à 105 jours (en moyenne 33 jours pour Garmo et al. 2009, Ledoux et al. 2011 ; 46 jours pour Taylor et al. 2003) ; pour les cycles suivants, la durée de vie du CJ est un peu plus courte, de 19 à 42 jours (27,5 jours en moyenne ; Garmo et al. 2009 ; 25 pour Taylor et al. 2003). Quarante-trois % des PLP ont une durée comprise entre 20 à 28 jours (Ranasinghe et al. 2011). Il ne semble pas y avoir de risque de récurrence après le vêlage suivant (Petersson et al 2006).*

*Ce phénomène n'existe pas que chez la vache. Chez la bufflesse, 8% des femelles ont une PLP, associée dans 45% des cas à une endométrite (El-Wishy, 2007). Chez la jument, la persistance du corps jaune ovulatoire dite spontanée en l'absence de signes utérins touche entre 4 et 25% des cycles en fonction du moment de la saison sexuelle (Ginther 1990 ; King et al. 2010).*



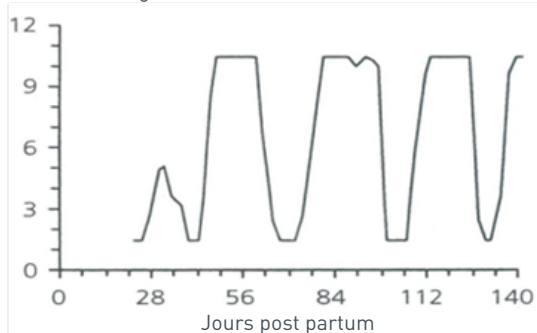
Sylvie Chastant-Maillard  
Unité de Reproduction  
Ecole Nationale Vétérinaire de  
Toulouse



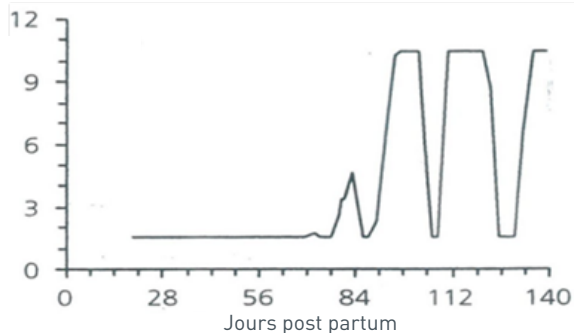
Article paru en janvier 2014  
dans ReproMag 13

### Reprise de cyclicité normale

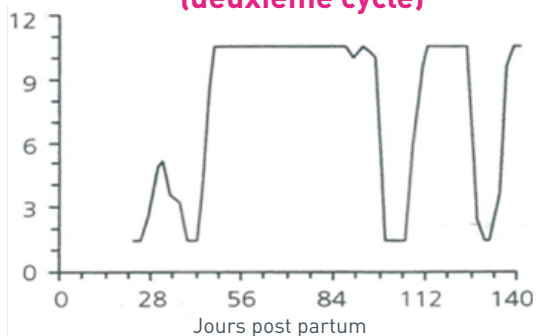
Progestéronémie (ng/ml)



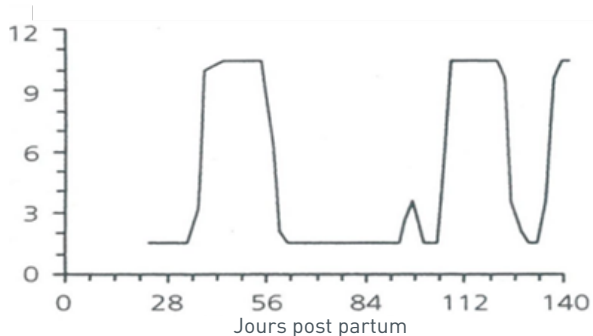
### Anoestrus anovulatoire



### Phase lutéale prolongée (deuxième cycle)



### Interruption de la cyclicité



### Phase lutéale prolongée (premier cycle)

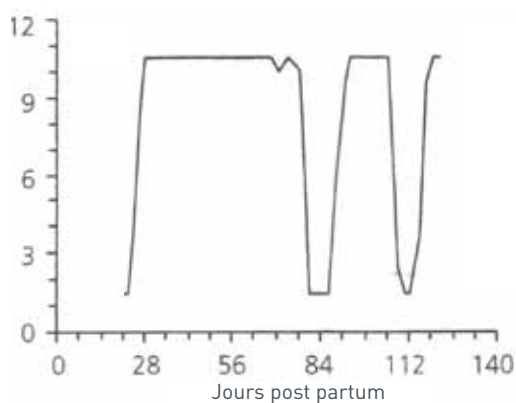


Figure 1 : Différents profils de reprise de la cyclicité post-partum.



## Les PLP, une dominante pathologique aujourd'hui

Dans les années 1980, 70 à 80% des vaches laitières reprenaient leur cyclicité normalement au sens d'une ovulation avant 30 jours pp suivie de cycles réguliers et continus. L'incidence des PLP était alors très faible puisque seulement 2 à 14% des vaches en étaient atteintes. Trente ans plus tard, l'incidence des PLP est de 10 à 35% et seulement 40 à 60% des vaches réussissent une reprise de cyclicité normale (*tableau 1*). Cette évolution dans le temps est bien illustrée par l'étude de Royal *et al.* (2000 ; *tableau 1*) qui ont pu comparer des vaches élevées dans les mêmes troupeaux à 20 ans d'intervalle : ils constatent que la longueur de la phase lutéale moyenne est passée de 10,8 jours sur la période 1975-82, à 14,6 pour la période 1995-1998 ; et que l'incidence des phases lutéales anormales a augmenté de 7,3 à 18,2 % pour les PLP du premier cycle et de 6,4 à 16,8% pour les cycles suivants. Dans le même temps, l'incidence de l'anœstrus anovulatoire n'a que très peu évolué (23,8% vs 23,5%).

L'incidence des PLP est ainsi maintenant équivalente (et même parfois supérieure) à celle de l'anœstrus anovulatoire, ovulation tardive au-delà de 45-60 jours pp. Phase lutéale prolongée et anœstrus anovulatoire représentent ainsi 80 à 90% des anomalies de reprise de la cyclicité, les autres profils, donc minoritaires, étant les phases lutéales courtes, les cycles irréguliers et les interruptions de cyclicité (une ovulation avant 30 jours suivie d'une lutéolyse normale puis d'une absence d'ovulation ; Grimard et Disenhaus 2005 pour revue). Les phases lutéales prolongées incluent les corps jaunes persistants mais aussi les kystes lutéaux (plus rares) ; quant aux kystes folliculaires, ils donnent lieu soit à de l'anœstrus ovulatoire, soit à une interruption de la cyclicité. La situation est différente chez les vaches allaitantes : dans une même zone, Yimer *et al.* (2010) ont noté une incidence de 27% chez les vaches laitières, contre 0% chez les vaches allaitantes. L'incidence n'est néanmoins pas nulle chez les vaches allaitantes puisque chez des femelles Hereford, Martin *et al.* (2010) ont observé une incidence de 11,2%. Le trouble de cyclicité dominant chez les vaches allaitantes reste bien l'anœstrus anovulatoire.

L'incidence annoncée en Suède (7 à 10%) est nettement inférieure à celle observée dans les rameaux Holstein dans d'autres pays (*tableau 1*). Ceci s'explique probablement par l'intégration d'un index « fertilité femelle » dans la valeur génétique des femelles dans la race Holstein suédoise depuis 1972.

## Pourquoi ?

On ignore encore si la responsabilité des PLP incombe au CJ lui-même ou à l'équilibre endocrinien de la vache, voire à une perturbation inflammatoire. L'analyse de l'expression des gènes au sein des CJ persistants n'a pas fourni d'éléments expliquant qu'ils puissent survivre au-delà de la durée normale d'un CJ cyclique. Les corps jaunes persistants activent des gènes similaires à ceux que l'on retrouve activés dans les CJ gestatifs (gènes de l'angiogenèse, de l'inflammation et ceux impliqués dans l'apoptose), alors que les gènes liés à la tolérance immunitaire, indispensables à la gestation, ne le sont pas lors de CJ persistant. Le taux de progestérone circulant, la taille du CJ, non plus que l'expression des gènes lié à la synthèse de progestérone (StAR, P450 SCC) ne diffèrent entre CJ cyclique et persistant (Ledoux *et al.* 2011 ; Magata *et al.* 2012).

La piste endocrine est plus satisfaisante. Au cours de la lutéolyse naturelle, le corps jaune libère de l'ocytocine, qui déclenche la synthèse de prostaglandines F2alpha par l'endomètre. L'ocytocine ovarienne et les PGF2alpha utérines forment une boucle à rétrocontrôle positif, qui persiste jusqu'à ce que le CJ ait complètement régressé (Niswender *et al.* 2000). Ce phénomène ne s'enclenche que sous réserve de la présence de récepteurs à l'ocytocine sur les cellules endométriales. Or ces récepteurs sont induits par l'œstradiol libéré par le follicule dominant de la dernière vague du cycle. Dès lors, on peut faire l'hypothèse qu'une concentration insuffisante en œstrogènes pourrait induire un retard ou un échec d'induction des récepteurs endométriaux à l'ocytocine (Roche *et al.* 2000). Or les vaches laitières souffrent d'une moindre production d'œstradiol par leurs follicules dominants ainsi que d'un catabolisme accru des stéroïdes (du fait de leur importante activité hépatique), deux phénomènes concourant à diminuer les concentrations d'œstradiol circulantes (Wiltbank *et al.* 2006). Le comportement des CJ en situation de stress thermique soutient cette hypothèse : le stress thermique est associé à une diminution des concentrations circulantes en œstrogènes en fin de cycle et simultanément à une augmentation de la durée du cycle (de 9 jours ; Wilson *et al.* 1998). La moindre concentration circulante en IGF1 post partum chez les vaches à PLP ultérieure est cohérente avec une moindre sécrétion d'œstradiol par le follicule (Zulu *et al.* 2002). Autre argument de l'hypothèse endocrine, une augmentation trop lente de la progestéronémie après l'ovulation. Chez les vaches laitières, la montée en progestérone après l'ovulation est très lente, contribuant aux échecs d'IA. Or l'administration de progestérone quelques jours après l'ovulation (pour combler





Article paru en octobre 2008  
dans Repromag 3

| Auteurs                                    | Nombre de périodes post-partum analysées | Type de vaches - localisation                     | % vaches à reprise de cyclicité normale | % de vaches à PLP (en % du nombre total de vaches) | % anoestrus anovulatoires    |
|--|--|---|---|--|------------------------------|
| Bulman et Wood, 1980                       | 533                                      | VL - Royaume Uni                                  | 77,5%                                   | 1,9%   | 4,9%                         |
| Fagan et Roche, 1986 in Roche et al., 2000 | 463                                      | VL  | 83%                                     | 3%   | 7%                           |
| Royal et al. 2000 Période 1975-1982        | 2503                                     | Holstein - Royaume Uni                            | 68,3%                                   | 13,7%  | 23,8%                        |
| Royal et al. 2000 Période 1995-1998        | 714                                      | Holstein - Royaume Uni                            | 56,3%                                   | 35,0%  | 23,5%                        |
| Hommeida et al. 2005                       | 21                                       | Holstein - Japon                                  | 42,9%                                   | 23,8%  | 33,3%                        |
| Opsomer et al. 1998                        | 448                                      | Holstein - Belgique                               | 53,5%                                   | 20%  | 20,5%                        |
| Opsomer et al. 2000                        | 334                                      | VL - Belgique                                     | 51%                                     | 21,5%  | 21,5%                        |
| Pushpakumara et al. 2003                   | 31                                       | Holstein UK                                       | 67%                                     | 17%  | 7,5%                         |
| Lamming et Darwash 1998                    | 2503                                     | Frisonnes Royaume Uni                             | 68%                                     | 13,6%  | 11%                          |
| Shresta et al. 2005                        | 150                                      | Holstein - Japon                                  | 44,5%                                   | 33,6%  | 12,7%                        |
| Samarütel et al. 2008                      | 250                                      | Holstein Estonie                                  | 55%                                     | 15,5%  | 25,3%                        |
| Yusuf et al. 2010                          | 131                                      | Holstein - Japon                                  | 56%                                     | 22%  | 16%                          |
| Kafi et Mirzaei, 2010                      | 70                                       | Holstein - Iran                                   | 45,8%                                   | 10,1%  | 35,6%                        |
| Cuttulic et al. 2011                       | 203                                      | Holstein et Normandes France                      | 54% Holstein<br>79% Normandes           | 23% Holstein<br>7% Normandes                       | 19% Holstein<br>8% Normandes |
| Ledoux et al. 2011                         | 110                                      | Holstein - France                                 | 60,9%                                   | 18,2%  | 13,6%                        |
| Tamadon et al. 2011                        | 71                                       | Holstein - Iran                                   | 33,4%                                   | 40%  | 13,3%                        |
| Ranasinghe et al. 2011                     | 497                                      | Holstein - Japon                                  |   | 11,9%  |                              |
| Kafi et al. 2012                           | 151                                      | Holstein - Iran                                   | 34,4%                                   | 23,8%  |                              |
| Gernand et al. 2012                        | 19 870                                   | Holstein, Allemagne                               |   | 13,3%  |                              |
| Petersson et al. 2006                      | 1049                                     | Swedish Holstein et Swedish Red and white - Suède | 70,4%                                   | 7,3%   | 15,6%                        |
| Garmo et al. 2009                          | 502                                      | Norwegian Red - Norvège                           |   | 9,6%   | 14,7%                        |

**Tableau 1 : Incidence des phases lutéales prolongées.**  
On remarque que malgré des systèmes d'élevage très différents, tous les pays du monde sont touchés.

l'insuffisance lutéale) raccourcit la durée du cycle. Il était donc tentant d'impliquer inversement une montée lente dans la persistance du CJ. Néanmoins, ceci ne se vérifie pas in vivo (Mann et al. 1998).

Enfin, l'inflammation/infection, en particulier utérine, pourrait intervenir dans la persistance du CJ (voir plus loin).



## Facteurs de risque

Si les causes directes ne sont pas connues, les facteurs de risque de PLP sont quant à eux bien identifiés : reprise (trop) précoce de la cyclicité post partum, inflammation utérine. D'autres facteurs sont plus controversés, comme l'effet de la parité, de la génétique et du déficit énergétique.

### Race

La race semble avoir un effet majeur sur l'incidence de la PLP. Dans le même élevage (Le Pin au Haras en Normandie), 23% des vaches Holstein en sont atteintes contre seulement 7 % des vaches Normandes (Cutullic *et al.* 2011). De même, les vaches Holstein Suédoises ont un risque 2,1 fois supérieur de présenter une PLP que des vaches Suédoises Pie Rouge (Petersson *et al.* 2006).

### Génétique

Les PLP du premier cycle pp ont une bonne héritabilité (0,134) pour Royal *et al.* 2000 alors que Gernand *et al.* 2012 estiment l'héritabilité du corps jaune persistant à seulement 0,04. Une corrélation génétique modérée (> 0,65) existe entre le moment de la reprise de cyclicité post partum et les PLP du premier cycle (Petersson *et al.* 2007).

### Production laitière

Selon Pollot et Coffey 2008, il n'y a pas de lien entre PLP sur le premier cycle et valeur génétique laitière.

Beaucoup de travaux ne montrent pas de lien entre le niveau de production laitière et l'incidence de la PLP (Kafi *et al.* 2012 ; Garmo *et al.* 2009 ; Shresta *et al.* 2005 ; Shresta *et al.* 2004b ; Samarütel *et al.* 2008). Mais d'autres voient augmenter l'incidence avec la production laitière (Kafi *et al.* 2012b ; Hommeida *et al.* 2005 ; Taylor *et al.* 2003 ; Kafi et Mirzaei 2010). La durée du tarissement ne semble pas avoir d'impact (2 mois, 1 mois ou pas de tarissement ; Gümen *et al.* 2005).

### Métabolisme

La grande majorité des études ne montre pas d'association entre les PLP et le déficit énergétique post partum, que celui-ci soit évalué via la note d'état corporel, la perte de poids, la concentration circulante en acides gras non estérifiés, en bêtahydroxybutyrate, en cholestérol (Pushpakumara *et al.* 2003 ; Taylor *et al.* 2003 ; Shresta *et al.* 2005 ; Petersson *et al.* 2006 ; Kafi et Mirzaei 2010 ; Samarütel *et al.* 2008 ; Kafi *et al.* 2012). Le taux d'urée ne serait pas non plus impliqué (Shresta *et al.* 2005). Néanmoins, quelques travaux montrent un lien avec le déficit énergétique (Taylor *et al.* 2003 ; Shresta *et al.* 2004b ; Ledoux *et al.* 2011 ; Kafi *et al.* 2012b).

*Les corps jaunes persistants  
sont souvent associés  
à une endométrite clinique.  
Le lien avec les formes  
subcliniques n'a pas encore été étudié.*



## Reprise précoce

Chez les vaches qui développeront une PLP, le premier follicule dominant apparaît plus tard (17,6 jours pp contre 14,6 chez les vaches ensuite à cyclicité normale), mais ces vaches ovulent finalement plus tôt (23 vs 29 jours ; Ledoux *et al.* 2011). Les vaches à PLP ovulent en moyenne 5 à 10 jours plus tôt que les autres (Garmo *et al.* 2009 ; Kafi *et al.* 2010 ; Ledoux *et al.* 2011 ; Kafi *et al.* 2012b). Plus la cyclicité reprend précocement après le vêlage, plus le risque de PLP est élevé (Martin *et al.* 2010 ; Royal *et al.* 2000 ; Windig *et al.* 2008 ; Garmo *et al.*, 2009 ; Opsomer *et al.* 2000 ; Petersson *et al.* 2007 ; Ledoux *et al.* 2011 ; Ranasinghe *et al.* 2011). L'odds ratio de PLP est de 2,8 pour une reprise de cyclicité avant 19 jours en comparaison aux reprises au-delà de 32 jours (Opsomer *et al.* 2000).

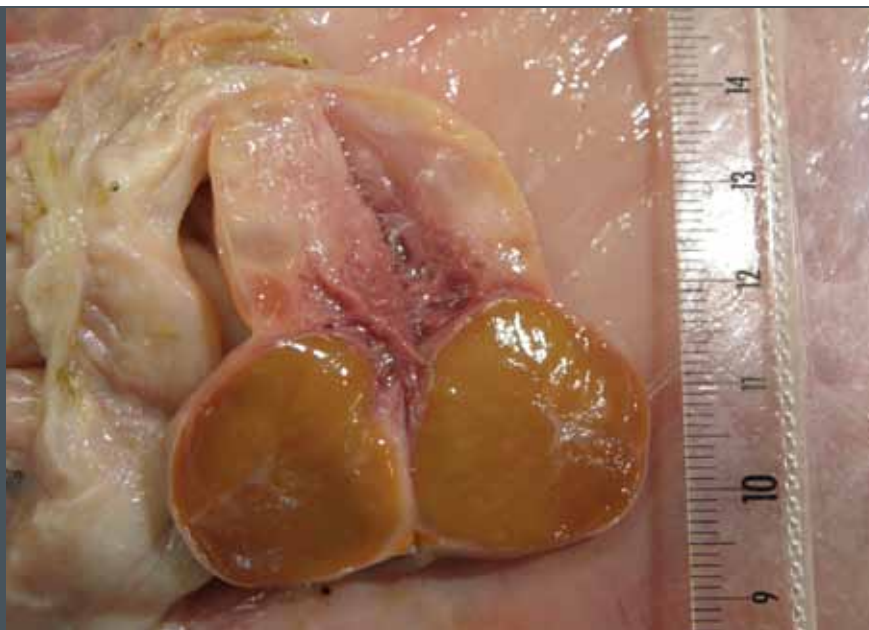
## Infection utérine

La fréquence des infections utérines (qu'elle soit évaluée par l'écoulement vaginal purulent, l'involution anatomique ou les cas de métrite/pyomètre) est nettement supérieure chez les vaches atteintes de PLP que chez les vaches normales (Taylor *et al.* 2003 ; Hommeida *et al.* 2005 ; Ranasinghe *et al.* 2011) : 65,6% de vaches à PLP présentent du pus vaginal contre 18,8% des vaches normales et 15,6% des vaches en anœstrus anovulatoire (Shresta *et al.* 2004, 2004b). Globalement, environ 50% des vaches atteintes de PLP sont atteintes d'infection utérine et la présence d'un écoulement vaginal anormal augmente de 4,4 fois le risque de PLP (Opsomer *et al.* 1998, 2000). Les facteurs prédisposant pour l'endométrite se trouvent ainsi être des facteurs de risque de PLP : vêlage dystocique (OR 2,9 pour

la PLP), rétention placentaire (OR 3,5), métrite (OR 11,0) (Opsomer *et al.* 2000, Ledoux *et al.* 2011). L'association entre infection utérine et corps jaune persistant est connue dans le cas du pyomètre, forme particulière d'endométrite qui associe une accumulation de pus dans l'utérus avec un corps jaune persistant. Le lien entre CJ persistant et infection utérine est également très marqué chez la jument (Ginther 1990).

Plusieurs hypothèses pourraient permettre d'expliquer cette association endométrite/PLP. Tout d'abord l'inflammation endométriale pourrait compromettre la capacité de l'endomètre à produire ou à transporter vers le CJ une quantité suffisante de prostaglandines pour induire la lutéolyse. Ou inversement, la production de prostaglandines pourrait être très élevée, mais constante, n'induisant donc pas de lutéolyse (qui nécessite une variation du taux de prostaglandines) comme c'est le cas lors de pyomètre. Ensuite, lors d'infection par *E. coli* par exemple, le taux de LPS circulant augmente, de même que le taux de prostaglandine PGE2. Le LPS circulant est détecté par les cellules endométriales (qui possèdent le récepteur TLR4, reconnaissant le LPS). Cette reconnaissance stimule la production de prostaglandines de la série E aux dépens de celles de la série F. Les PGE2 deviennent alors prédominantes, avec un rapport PGE/PGE1 de 2,75 lorsque du LPS est appliqué in vitro sur des explants endométriaux (contre 0,45 avec l'ocytocine agent physiologique de la lutéolyse) (Herath *et al.* 2009). Or les PGE2 sont lutéotropes, à l'opposé des prostaglandines F2alpha, lutéolytiques (Niswender *et al.* 2000). Cette réorientation de la synthèse des prostaglandines va donc contribuer à allonger la durée de vie du corps jaune.

**Mis à part leur durée de vie, les corps jaunes persistants ne sont pas différents des corps jaunes cycliques normaux : même sécrétion de progestérone et même aspect échographique.**







Cela dit, l'effet d'une infection utérine dépend sans doute d'une part de sa gravité (au sens de l'importance du phénomène inflammatoire) et/ou des espèces bactériennes impliquées. En effet, l'infusion de TNFalpha (Tumor Necrosis Factor, cytokine inflammatoire produite en cas d'infection) dans la lumière utérine chez la vache à des doses élevées prolonge la durée de vie du corps jaune (de plus de 8 jours par rapport à des vaches témoins), tandis que des doses faibles (100 fois plus faibles) inversement induisent une lutéolyse prématurée (phase lutéale raccourcie de 3 jours). A doses élevées, le ratio PGF2/PGE2 est divisé par 3, ce qui est favorable à la persistance du corps jaune, tandis qu'il est augmenté avec des doses moyennes (situation lutéolytique) (Skarzynski *et al.*, 2007).

Ces mécanismes considèrent l'infection utérine comme un facteur responsable/prédisposant de l'apparition d'une PLP. Mais inversement, la PLP favorise-t-elle le développement ou la persistance d'une infection utérine, en soumettant la vache à une imprégnation de longue durée par la progestérone, réputée immunosuppressive ? L'infection utérine pourrait ainsi faire le lien entre PLP et reprise de cyclicité précoce : si la vache ovule avant que les bactéries n'aient été éliminées de la cavité utérine, l'ovulation pourrait favoriser la persistance de l'infection qui en retour favoriserait la persistance du CJ. Même s'il est possible que les deux mécanismes co-existent, créant un cercle vicieux, l'effet immunosuppresseur de la progestérone lutéale sur l'utérus post partum n'est pas clairement établi (Subandrio *et al.* 2000).

Notons enfin que si on implique le LPS et/ou les cytokines inflammatoires dans le développement d'une PLP, la source de l'infection/inflammation n'est pas forcément exclusivement utérine mais il est possible que des infections/inflammations d'autres sites (mamelle, pied) soient également à l'origine de PLP.

## Traitements

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens interférant avec la synthèse de prostaglandines F2alpha (inhibition de la Prostaglandin endoperoxyde synthase 2 ou COX2), on peut s'interroger sur leur effet sur la durée de vie du CJ. Cependant, seule une administration de flunixin à raison de 3 ou 4 fois par jour à la dose thérapeutique (2,2 mg/kg) permet de rallonger la phase lutéale (25-27 jours au lieu de 18-22 jours) ; et encore la lutéolyse intervient-elle dès l'arrêt du traitement (Odensvik *et al.* 1998). On peut donc exclure que dans des conditions normales d'administration, les AINS soient impliqués dans la survenue des PLP. De même, les CJ formés suite à l'induction de l'ovulation par les agonistes du GnRH n'ont pas une durée de vie supérieure aux CJ spontanés.







## Conséquences

Outre qu'elles réduisent le nombre de vaches inséminées (Shresta *et al.* 2004 ; Ranasinghe *et al.* 2011), les PLP augmentent le risque d'insémination à un moment inadéquat (Garmo *et al.* 2009) et la proportion de vaches recevant un traitement d'induction des chaleurs (Ledoux *et al.* 2011). La probabilité qu'une IA soit réalisée en phase lutéale est 3,2 fois plus élevée en cas de PLP (12,4% contre 4,4% dans la population générale) et 6,8 fois plus élevée lorsque la PLP a lieu au-delà du premier cycle. La proportion de vaches traitées pour infertilité est deux fois supérieure chez les vaches à PLP par rapport aux vaches normales (60% vs 33%) et équivalente à celle des vaches en anœstrus anovulatoire (63% ; Ledoux *et al.* 2011).

Ensuite, la PLP diminue le taux de réussite en IA1 (sans doute partiellement en raison du plus fort taux d'IA en phase lutéale). Si le CJ persistant se forme après la deuxième ovulation ou au-delà, l'effet délétère sur la réussite à l'IA1 est plus marqué que dans le cas d'un CJ formé à l'issue de la première ovulation pp. La PLP est ainsi un facteur de risque de repeat-breeding (infertilité à chaleurs normales ; Yusuf *et al.* 2010). Le taux de mortalité embryonnaire tardive serait également augmenté (+ 10 à 15 points) (Lamming et Darwash 1998 ; Ledoux *et al.* 2011). Ce faible taux de réussite à l'IA pourrait être la conséquence d'une imprégnation trop longue par la progestérone : dans les observations de Royal *et al.*, le taux de réussite d'une IA était de l'ordre de 50% si l'intervalle depuis l'ovulation précédente était inférieur à 25 jours contre 30% au-delà. On peut aussi incriminer un environnement utérin inflammé, de façon clinique ou subclinique, dans les échecs à l'IA en cas de PLP en raison du lien entre endométrite et PLP (cf ci-dessus). Au final, les PLP sont responsables d'infécondité (Ranasinghe *et al.* 2011) et augmentent le délai moyen entre vêlage et fécondation (Shresta *et al.* 2004, *figure 2*).

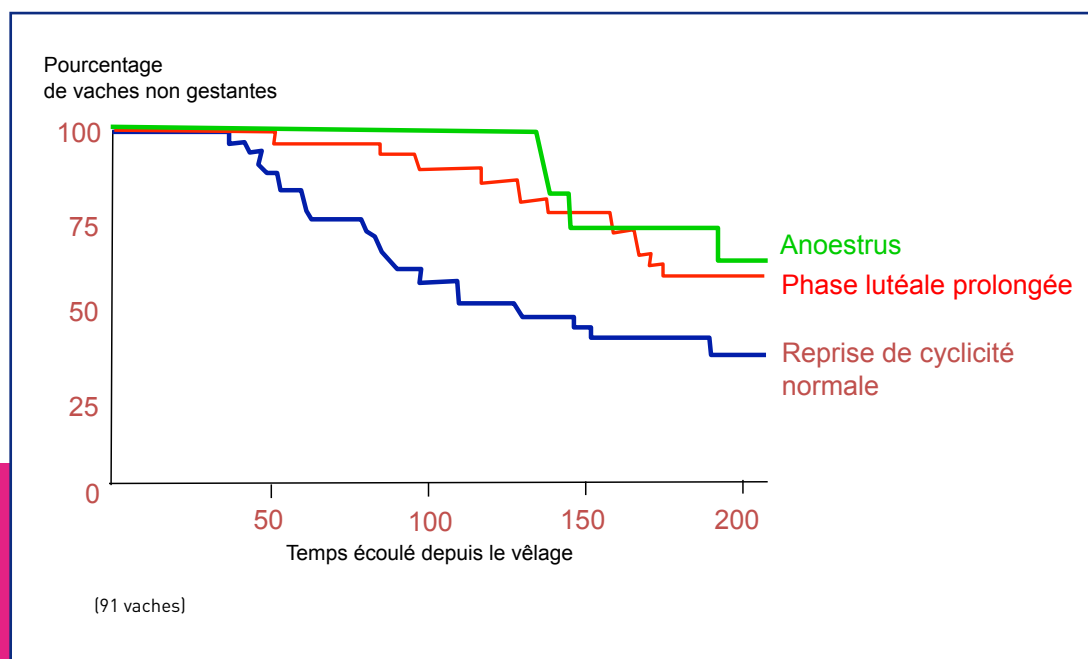


Figure 2 : Fécondité de vaches selon la nature de la reprise de cyclicité post-partum (Shresta *et al.* 2004).



|                               | TRIA1       | Nb IA/IAf | IVIA1      | IVIAf      | IVV        |
|-------------------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|
| Bulman et Wood 1980           |             | ↑         | ↑          | ↑          |            |
| Lamming et Darwash 1998       | ↓ 25 points | ↑ 0,4     |            | ↑ 20 jours |            |
| Royal <i>et al.</i> 2000      | ↓ 15 points |           | ↑ 10 jours | non        |            |
| Taylor <i>et al.</i> 2003     | non         | non       | non        | non        |            |
| Shresta <i>et al.</i> 2004    | ↓           |           | ↑ 32 jours |            | ↑ 40 jours |
| Petersson <i>et al.</i> 2006  | non         |           | ↑ 13 jours | ↑ 16 jours |            |
| Kafi <i>et al.</i> 2012       |             | non       | ↑ 10 jours | ↑ 14 jours |            |
| Ranasinghe <i>et al.</i> 2011 | ↓           |           | ↑ 21 jours | ↑ 61 jours |            |
| Kafi <i>et al.</i> 2012       |             | non       | ↑ 8 jours  | ↑ 43 jours |            |
| Kafi et Mirzaei 2010          |             | non       |            | ↑ 12 jours |            |

Tableau 2 : Impact d'une phase lutéale prolongée sur les performances de reproduction.

## Conclusion

Les deux anomalies de reprise de la cyclicité les plus fréquentes chez la vache, anoestrus anovulatoire et phase lutéale prolongée, aussi fréquentes l'une que l'autre reposent pourtant sur deux mécanismes opposés : en cas d'anoestrus, le déficit énergétique retarde l'ovulation ; tandis qu'en cas de PLP, l'ovulation a lieu très tôt mais c'est la lutéolyse qui devient déficiente sans que le déficit énergétique ne semble avoir d'influence. Que la vache ovule anormalement tard ou très tôt, ses performances de reproduction s'en trouvent atteintes. Reste à trouver le juste milieu, qui permettra à la vache de reprendre une cyclicité mais qu'elle soit régulière, donc que la vache récupère à la fois sa capacité à ovuler mais aussi celle de lutéolysier.



## Diagnostic - Traitement

Le corps jaune persistant ne se distingue du corps cyclique ni à la palpation, ni à l'aspect échographique ni sur un dosage ponctuel de progestérone. En particulier, la présence d'une cavité dans un CJ n'est pas signe de persistance. De même, le taux circulant de progestérone en cas de PLP est équivalent à celui d'une phase lutéale de durée normale (Ledoux *et al.* 2011 ; Strüve *et al.* 2013). Seul le suivi du taux de progestérone (en pratique dans le lait, grâce au robot de traite) permet le diagnostic, avec deux dosages de progestérone élevés à plus de 19 jours d'intervalle.

Face à un corps jaune, il n'est donc pas possible d'affirmer qu'il va disparaître spontanément dans un délai de 15 jours. Il est donc prudent d'en provoquer la lyse ; la réponse aux prostaglandines des corps jaunes persistants est identique à celle des corps jaunes cycliques. Néanmoins, les performances de reproduction des vaches à PLP ainsi traitées restent inférieures à celles des vaches ayant repris une cyclicité normale (Royal *et al.* 2000).

## En pratique



## Bibliographie

- Bulman DC et Wood PDP. 1980. Abnormal patterns of ovarian activity in dairy cows and their relationships with reproductive performance. 30, 177-188.
- Cuttulich E et al 2011 Dairy cows' reproductive response to feeding level differs according to the reproductive stage and breed. *Animal* 5 :731-740.
- El-Wishy AB. 2007 The postpartum buffalo II. Acyclicity and anestrus. *Anim Reprod Sci* 97 : 216-236.
- Friggens NC et al 2010 Nutritional sub-fertility in the dairy cow: towards improved reproductive management through a better biological understanding. *Animal* 4 : 1197-1213.
- Garmo RT et al. 2009. Characterisation of progesterone profiles in fall-calving Norwegian Red cows. *J Dairy Sci* 92 :4919-4928.
- Gernand E et al. 2012 Incidences of and genetic parameters for mastitis, claw disorders, and common health traits recorded in dairy cattle contract herds. *J Dairy Sci* 95 : 2144-2156.
- Ginther OJ. Prolonged luteal activity in mares – a semantic quagmire. *Equine Vet J* 22, 152-156.
- Grant E et al 2007 *Escherichia coli* lipopolysaccharide modulates bovine luteal cell function. *Vet Rec* 161, 695-697.
- Grimard B et Disenhaus C. Les anomalies de reprise de la cyclicité après vêlage chez la vache laitière. *Point vét Numéro spécial Reproduction des ruminants : maîtrise et pathologie*. 7-16→.
- Gümen A et al 2005. Reduced dry periods and varying prepartum diets alter postpartum ovulation and reproductive measures. *J Dairy Sci*. 2005 Jul;88(7):2401-11.
- Herath S et al 2009 Bacterial lipopolysaccharide induces an endocrine switch from prostaglandin F<sub>2</sub>alpha to prostaglandin E<sub>2</sub> in bovine endometrium. *Endocrinology*. 2009;150(4):1912-20.
- Hommeida et al 2005. Onset and duration of luteal activity postpartum and their effect on first insemination conception rate in lactating dairy cows. *J Vet Med Sci*. 2005 Oct;67(10):1031-5.
- Kafi M et al. 2012. Relationships between thyroid hormones and serum energy metabolites with different patterns of postpartum luteal activity in high-producing dairy cows. *Animal*, 6 :8, 1253-1260.
- Kafi M et al. 2012b. Factors affecting the occurrence of postpartum prolonged luteal activity in clinically healthy high-producing dairy cows. *Theriogenology*. 2012 Jan 15;77(2):421-9
- Kafi M, Mirzaei A. Effects of first postpartum progesterone rise, metabolites, milk yield and body condition score on the subsequent ovarian activity and fertility in lactating Holstein dairy cows. *Trop Anim Health Prod* 2010 42 : 761-767
- King SS et al 2010 Differential luteolytic function between the physiological breeding season, autumn transition and persistent winter cyclicity in the mare. *Anim Reprod Sci* 2010 117, 232-240
- Lamming GE et Darwash AO, 1998. The use of milk progesterone profiles to characterise components of subfertility in milked dairy cows. *Anim Reprod Sci*. 1998;52(3):175-90
- Ledoux D et al 2011. Abnormal patterns of resumption of cyclicity after calving in Holstein cows : risk factors, relationships with the ultrasound appearance of the ovaries and with gestation failure after AI. *Revue Med Vét*. 2011, 162, 2, 98-106
- Magata F et al 2012. Gene expressions in the persistent corpus luteum of postpartum dairy cows: distinct profiles from the corpora lutea of the estrous cycle and pregnancy. *J Reprod Dev*. 2012;58(4):445-52
- Mann GE et al. 1998 Role of early luteal phase progesterone in control of the timing of the luteolytic signal in cows. *J Reprod Fert* 113, 47-51
- Martin AD et al 2010. Assessment of progesterone profiles and postpartum onset of luteal activity in spring calving Hereford beef suckler cattle. *Acta Vet Scand*. 2010 Jun 15;52:42.
- Niswender GD, Juengel JL, Silva PJ, Rollyson MK, McIntush EW. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiol Rev*. 2000 Jan;80(1):1-29.
- Odensvik K et al 1998 The effect on luteolysis by intensive oral administration of flunixin granules in heifers. *Anim Reprod Sci* 50 :35-44
- Olson JD et al 1984 Aspects of bacteriology and endocrinology of cows with pyometra and retained fetal membranes *Am J Vet Res* 45, 2251-2255
- Opsomer G et al 1998. An analysis of ovarian dysfunction in high yielding dairy cows after calving based on progesterone profiles. *Reprod Dom Anim* 33, 193-204
- Opsomer G et al 2000 Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium : a field study. *Theriogenology* 841-857
- Petersson KJ et al 2006 Atypical progesterone profiles and fertility in Swedish dairy cows. *J Dairy Sci* 89, 2529-2538
- Petersson KJ et al 2007. Genetic analysis of postpartum measures of luteal activity in dairy cows. *J Dairy Sci* 90, 427-434
- Pollot GE et Coffey MP. The effect of genetic merit and production system on dairy cow fertility, measured using progesterone profiles and on-farm recording. *J Dairy Sci* 2008, 91 :3649-3660
- Pushpakumara PGA et al 2003 Relationships between transition period diet, metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60, 1165-1185
- Ranasinghe PM et al 2011. Characteristics of prolonged luteal phase identified by milk progesterone concentrations and its effects on reproductive performance in Holstein cows. *J Dairy Sci* 94, 116-127
- Roche JF et al 2000 Reproductive management of postpartum cows. *Anim Reprod Sci* 60-61, 703-712
- Royal MD et al Declining fertility in dairy cattle : changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Animal Science* 2000 70 :487-501
- Samarütel J et al 2008 Field trial on progesterone cycles, metabolic profiles, body condition score and their relation to fertility in Estonian Holstein dairy cows. *Reprod Domest Anim*. 2008 Aug;43(4):457-63
- Shrestha et al 2004 Effects of abnormal ovarian cycles during pre-service period post partum on subsequent reproductive performance of high-producing Holstein cows. *Theriogenology* 61, 1559-1571.
- Shrestha et al 2004b. Resumption of post partum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows. *Theriogenology* 61, 637-649
- Shresta HK et al. 2005 Relationships between body condition score, body weight and some nutritional parameters in plasma and resumption of ovarian cyclicity postpartum during pre-service period in high-producing dairy cows in a subtropical region in Japan *Theriogenology* 64, 855-866
- Skarzynsky Dj et al 2007 Infusion of exogenous tumor necrosis factor dose dependently alters the length of the luteal phase in cattle: differential responses to treatment with indomethacin and L-NAME, a nitric oxide synthase inhibitor. *Biol Reprod*. 2007 Apr;76(4):619-27
- Strüve K et al 2013 The effect of metritis on luteal function in dairy cows. *BMC Vet Res*. 2013 Dec 4;9(1):244.
- Subandrio AL et al 2000 Peripheral and intrauterine neutrophil function in the cow : the influence of endogenous and exogenous sex steroid hormones. *Theriogenology* 53 (8) : 1591-1608
- Tamadon A. et al 2011. Relationships between insulin-like growth factor-I, milk yield, body condition score, and postpartum luteal activity in high-producing dairy cows. *Trop Anim Health Prod* 43 : 29-34
- Taylor V et al 2003. Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows. *Theriogenology*. 2003 Apr 1;59(7):1661-77
- Wilson SJ et al 1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. *J Dairy Sci* 81 :2124-2131
- Wiltbank M et al 2006 Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 65 : 17-29
- Windig et al 2008. Relationship between milk progesterone profiles and genetic merit for milk production, milking frequency and feeding regimen in dairy cattle. *J Dairy Sci* 91, 7, 2874-2884.
- Yimer N et al 2010. Ovarian activity in beef and dairy cows with prolonged postpartum period and heifers that failed to conceive. *Trop Anim Health Prod* 42 : 607-615
- Yusuf M et al 2010 Analysis of some factors affecting fertility levels in a high-producing dairy herd in south-western Japan. 81, 467-474
- Zulu et al 2002 Relationship among insulin-like growth factor-I, blood metabolites and postpartum ovarian function in dairy cows. *J Vet Med Sci*. 2002 Oct;64(10):879-85.

# FACTEURS DE RISQUE, CARACTÉRISTIQUES ET CONSÉQUENCES DES CORPS JAUNES PERSISTANTS SUR LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION

Sur 497 vaches laitières fortes productrices (entre 8700 et 10100 kg de lait par lactation) issues de 3 exploitations japonaises, des prélèvements de lait bihedomadaires ont été réalisés afin de doser la progestérone. **Les phases lutéales prolongées ont été définies par la mise en évidence d'une progestéronémie  $\geq 5\text{ng/ml}$  sur 20 jours ou plus au cours de la période post partum précédant la mise à la reproduction.**

Sur cette base, **12% des vaches ont été identifiées avec un corps jaune persistant.** Deux tiers des phases lutéales prolongées sont observées au cours du premier cycle œstral après vêlage (30% au cours du second cycle, 5% au cours du 3<sup>ème</sup>). Le plus souvent, les phases lutéales prolongées ont duré entre 20 et 28 jours (83% des cas), 10% ont duré entre 29 et 35 jours, 7% ont duré plus de 35 jours.

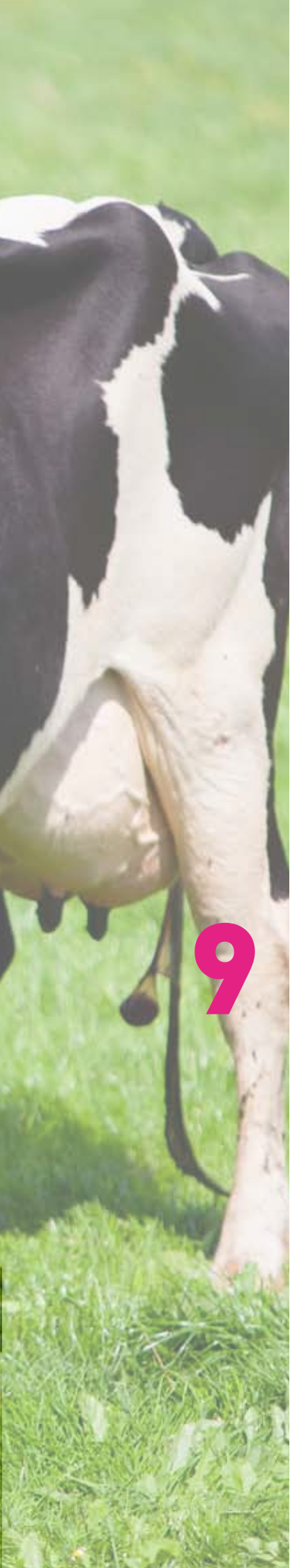
Parmi les facteurs de risque identifiés des corps jaunes persistants dans les 90 jours suivant le vêlage : la parité élevée, le commencement d'une activité lutéale avant 28 jours (ainsi la reprise de cyclicité devrait-elle être précoce – voir Repromag N° 5 - mais pas trop NDR), les complications du post partum.

**Les vaches à corps jaune persistant ont une fertilité et une fécondité ultérieure significativement altérée ( $p < 0,01$ ):** réussite en IA1 de 27,1% (contre 45,9% pour les femelles sans corps jaune persistant), taux de gestation à 150 jours de 49,2% (contre 78,8 %) et à 210 jours de 67,8% (contre 87,0%).

NAKAO & al. XXVII world buiatrics congress 2012, Lisbon. Abstract book p65-66.







# 9 TROUBLES DE L'OVULATION



# OVULATIONS DÉCALÉES, FERTILITÉ ALTÉRÉE ...

## Optimiser la rencontre des spermatozoïdes et de l'ovocyte

Chez la vache laitière, le délai usuel d'ovulation après le début des chaleurs est situé dans la fenêtre 24-32 heures, avec une moyenne souvent observée à 27 ou 28 heures. De cet intervalle et de la durée nécessaire à la remontée des spermatozoïdes dans les voies génitales (8-12 heures) découlent les prescriptions concernant le moment idéal de l'insémination : l'IA doit être réalisée dans la seconde partie des chaleurs et jusque 6-8 heures après la fin de celles-ci (ce qui, en pratique, correspond approximativement à une demi-journée de décalage par rapport à l'observation de l'oestrus ; voir l'article « Quel est le moment optimal pour inséminer ? » du ReproMag 3).

Par rapport à ce schéma « normal », les ovulations décalées (en particulier les ovulations retardées) réduisent les chances de succès de la fécondation. En effet, la courte durée de vie des gamètes limite la période au cours de laquelle la fécondation peut avoir lieu dans de bonnes conditions. Le taux de fécondation de l'ovocyte est bon jusque 6 heures après l'ovulation, décroît sensiblement entre 6 et 12 heures post-ovulation et devient nul au-delà de 12 heures (certains auteurs indiquent un maintien de l'aptitude à être fécondé jusque 24 heures). Les ovulations décalées sont aussi à l'origine de l'apparition d'anomalies chromosomiques (dégénérescence de l'ovocyte). Dans ce cas, l'ovocyte peut être fécondé mais l'embryon formé est anormal. Il en résulte alors une mortalité embryonnaire précoce. Concernant les spermatozoïdes, les inséminations réalisées de 24 à 40 heures avant l'ovulation sont associées à une baisse significative des taux de gestation.

Une fois arrivé sur le site de fécondation, le maintien du pouvoir fécondant des spermatozoïdes demeure donc correct environ 16 heures.

En 1996, Walker *et al.* ont montré que 22 % des vaches ovulaient au-delà de 40 heures après le début des chaleurs, et que ce taux d'ovulations décalées est identique pour les chaleurs naturelles ou induites par les prostaglandines PGF<sub>2</sub>. Les génisses laitières sont également concernées : 8 % ont ovulé entre 36 et 48 heures après le début de l'oestrus dans l'étude d'Hernandez-Ceron *et al.* (1993).

## Plus de 20 % des VLHP à ovulation retardée

Une étude israélienne publiée en 2006 (Bloch *et al.*) s'est attachée à confirmer la proportion de vaches laitières fortes productrices présentant un intervalle Début de chaleurs-Ovulation augmenté, et à déterminer les caractéristiques endocriniennes des vaches à ovulation décalée. Les dates d'ovulation de 74 vaches vues en chaleurs 3 semaines après traitement par un progestagène ont été déterminées par échographie ovarienne (examen toutes les 4 heures à partir de 20 heures après la détection de l'oestrus, et jusqu'à observation de l'ovulation, ou jusque 50 heures après le début de l'oestrus pour les femelles n'ayant pas ovulé).

Parallèlement, des prélèvements sanguins ont été collectés pour la réalisation de dosages de la progestérone, de l'oestradiol et de la LH.

Les intervalles oestrus-Ovulation se sont étalés de 22 à plus de 50 heures (3 vaches vues en chaleurs n'avaient pas encore ovulé au moment de l'arrêt du suivi 50 heures après le début des chaleurs). Ces intervalles ont été classés en 4 catégories (*figure 1*) : court (22-25 h) : 19 vaches, normal (26-30h) : 35 vaches, long (31-35h) : 13 vaches, et très long (36 h et plus) : 7 vaches (9 %). Ainsi, 73 % des vaches ont ovulé dans un intervalle classique (< 31 heures) tandis que **27 % (20 sur 74) des vaches ont présenté des ovulations retardées** et, parmi celles-ci, 35 % (7 sur 20) étaient très tardives. Les 3 vaches n'ayant pas encore ovulé 50 heures après le début de l'oestrus ont finalement ovulé comme en a attesté la présence d'un corps jaune observé entre 8 et 15 jours après l'oestrus.



Article paru en mai 2010  
dans Repromag 6

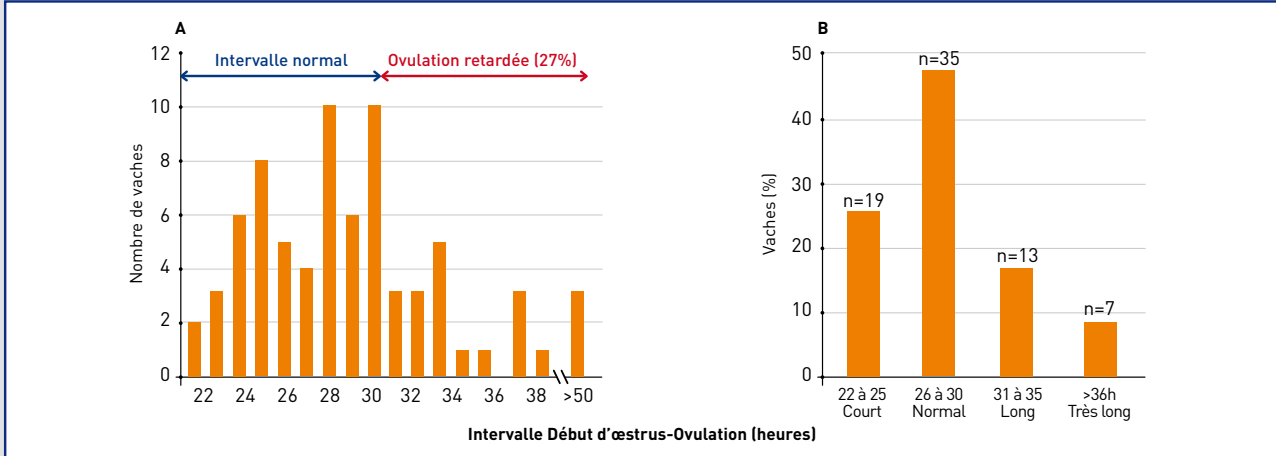


Figure 1 : Distribution des intervalles Début d'œstrus - Ovulation (A : en valeur absolue) (B : en pourcentage des 74 vaches étudiées), d'après BLOCH et al. 2006

## Des profils hormonaux anormaux pour les ovulations très décalées

Le pic de LH a été observé 3,5 heures après le début d'œstrus dans le groupe à intervalle Début de chaleurs-Ovulation normal (26-30 heures), contre 9 heures dans le groupe à intervalle très allongé (différence significative,  $p < 0,01$  ; *tableau 1*). Une réduction significative de l'amplitude du pic de LH a été notée, parallèlement à son décalage, dans le groupe à intervalle très long ; les concentrations de LH au pic sont 2,5 fois plus faibles (respectivement 4 ng/ml vs 10ng/ml ;  $p < 0,03$  ; *figure 2*). De même, l'intervalle entre le pic de LH et l'ovulation a été augmenté de 4 heures dans le groupe à ovulation très décalée par rapport au groupe « normal » (*tableau 1*).

**Les retards d'ovulation semblent donc provoqués à la fois par un pic de LH tardif et par la faible amplitude de ce pic de LH.**

D'autres particularités des profils hormonaux ont été mises en évidence dans les cas d'ovulation retardée :

- les concentrations en progestérone au cours des 10 jours précédant l'œstrus ont été significativement réduites (2,8ng/ml dans le lot à intervalle très long, contre 4,2ng/ml dans les 3 autres lots) - les concentrations en progestérone en milieu de phase lutéale du cycle suivant (de J11 à J18) ont été réduites (de même que celles du lot à intervalle Long) : 4,4 ng/ml contre 5,6ng/ml dans les lots à intervalle Court ou Normal ( $p < 0,04$ ).

- les concentrations en oestradiol dans les 40 heures précédant le pic de LH ont eu tendance à être plus faibles que dans les 3 autres lots ( $p < 0,06$ ).

|                              | Lots selon l'intervalle début d'œstrus - ovulation |                   |                   |                   |
|------------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|                              | Court (22 - 25h)                                   | Normal (26 - 30h) | Long (31 - 36h)   | Très long (>36h)  |
| Début d'œstrus pic de LH (h) | 0.0 <sup>a</sup>                                   | 3.5 <sup>b</sup>  | 3.9 <sup>b</sup>  | 9.0 <sup>c</sup>  |
| Pic de LH ovulation (h)      | 24.0 <sup>a</sup>                                  | 24.7 <sup>a</sup> | 28.4 <sup>b</sup> | 28.2 <sup>b</sup> |
| Début d'œstrus ovulation (h) | 23.9 <sup>a</sup>                                  | 28.2 <sup>b</sup> | 32.3 <sup>c</sup> | 42.6 <sup>d</sup> |

(sur une même ligne, les exposants différents indiquent une différence significative,  $p < 0,01$ )

Tableau 1 : Chronologie du début d'œstrus, du pic de LH et de l'ovulation chez 4 groupes de vaches (BLOCH et al. 2006)

BLOCH et al. J. Dairy Sci. 2006, 89 : 4694-4702  
 DRANSFIELD et al. J. Dairy Sci. 1998, 81 : 1874-1882  
 NEBEL et al. Anim. Reprod. Sci. 2000, 60-61 : 713-723  
 PETERS & BALL. Reproduction in cattle 1987 (Butterworths) : p72  
 Collectif. Reproduction des Mammifères d'élevage 1988 (Les éditions Foucher). 242 p.  
 WALKER et al. J. Dairy Sci. 1996, 79 : 1555-1561  
 HERNANDEZ-CERON et al. Theriogenology 1993, 40 : 1073-1081  
 SAUMANDE & HUMBLLOT. Anim. Reprod. Sci. 2005, 85 : 171-182  
 KAIM et al. J. Dairy Sci. 2003, 86 : 2012-2021  
 TSAFRIRI et al. Mol. Cell. Endocrinol. 2005, 234 : 37-45  
 CHENAULT et al. Theriogenology 1990, 34 : 81-98  
 NAWITO et al. Theriogenology 1977, 7 : 277-287  
 MORGAN & LEAN. Aust. Vet. J. 1993, 70 : 205-209  
 McMILLAN et al. Anim. Reprod. Sci. 2003, 78 : 327-344  
 CORDOBA & FRICKE. J. Dairy Sci. 20002, 85 : 1752-1763  
 SHEPHARD et al. Austr. Cattle Vet. 2002, 23 : 24-28

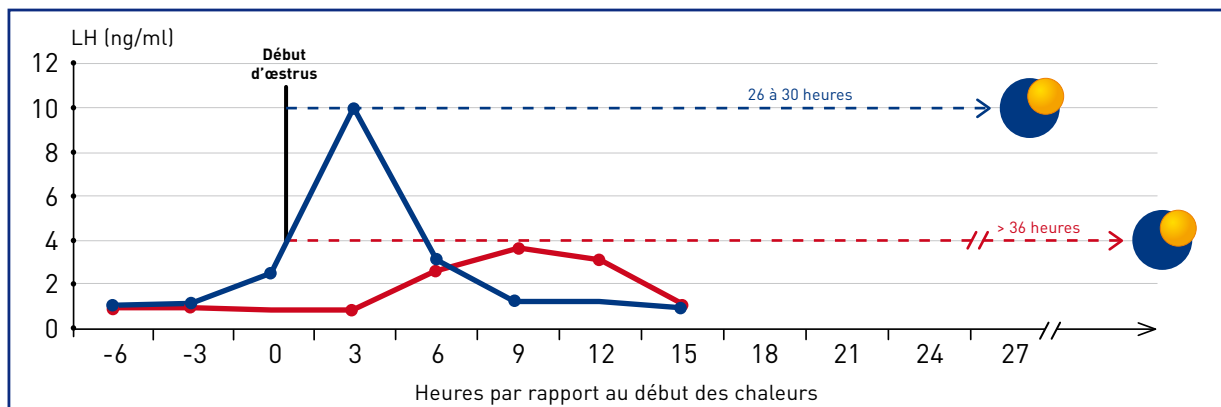


Figure 2 : Concentration plasmatique du pic pré-ovulatoire de LH en cas d'intervalle Début d'œstrus-ovulation «normal» ou «très long» (BLOCH et al. 2006)

Ainsi, les ovulations retardées sont-elles associées à des altérations importantes des concentrations en progestérone, oestradiol et LH. Les concentrations réduites en oestradiol avant l'œstrus sont probablement à l'origine du retard du pic pré-ovulatoire de LH ; en effet, l'oestradiol exerce un rétrocontrôle positif sur la production de LH.

Jusqu'alors, il était considéré que les ovulations tardives étaient associées à un pic de LH tardif par rapport au début d'œstrus. Il s'avère que l'allongement de l'intervalle Pic de LH-ovulation contribue également au retard d'ovulation, probablement en liaison avec la faible amplitude observée du pic de LH tardif.

Concernant les concentrations réduites en progestérone notées dans le lot à ovulation tardive, deux explications peuvent être avancées :

- le faible pic de LH serait associé à une lutéinisation sub-optimale du corps jaune de gestation après ovulation,
- le follicule pré-ovulatoire de qualité sub-optimale (comme en témoigne sa faible production d'oestrogènes) est à l'origine de la mise en place, après ovulation, d'un corps jaune lui-même sub-optimal.

## Ovulation décalée = baisse de la réussite à l'IA

Au final, les vaches à ovulation décalée cumulent plusieurs facteurs réduisant les chances de fécondation :

- elles sont inséminées trop tôt par rapport au moment de l'ovulation (les spermatozoïdes ne seront plus fécondants, voire morts, au moment de l'expulsion du gamète femelle)
- le faible pic de LH peut altérer le processus de reprise de la méiose et conduire à la libération d'un ovocyte anormal
- le faible niveau de progestérone dans les jours suivant l'ovulation augmente le risque de mortalité embryonnaire précoce.

Ainsi, les ovulations décalées réduisent-elles non seulement les chances de réussite de l'IA mais augmentent aussi le risque d'échec précoce de la gestation pour les femelles qui ont été fécondées.

## En pratique



Les ovulations décalées concernent environ 20 % des VLHP.

Elles sont associées à une baisse des niveaux circulants des hormones de la reproduction (LH, oestradiol, progestérone). Elles causent une baisse de la réussite à l'IA car, en appliquant les règles usuelles d'insémination (décalage d'une demi-journée entre observation de l'œstrus et IA), les vaches sont inséminées trop tôt. Une solution consisterait à différer l'insémination (ou à la doubler) sur les femelles à risque, mais celle-ci n'est pas envisageable en l'absence de méthode simple de détection des femelles à ovulation décalée. Le traitement à la GnRH ou ses analogues en début de chaleurs, en provoquant au moment souhaité un pic de LH d'amplitude suffisante, prévient les dysovulations et améliore la fertilité.







Un des moyens permettant d'éviter les ovulations retardées est de contrôler pharmacologiquement la survenue et l'intensité du pic de LH.

Le traitement en début de chaleur à la GnRH (ou ses analogues) provoque un pic de LH après 2 à 3 heures. Il permet l'homogénéisation des intervalles Début d'oestrus – ovulation (toutes les femelles traitées ovulent dans les 30 heures suivant le début d'oestrus) et se traduit par une amélioration significative de la fertilité des femelles à ovulation décalée (Kaim *et al.* 2003). La méta-analyse de Morgan & Lean (1993), réalisée à partir des données de 40 essais impliquant plus de 19000 inséminations, confirme cet effet favorable sur la réussite à l'IA : l'utilisation de GnRH ou d'un analogue de GnRH accroît les chances de gestation de 8 à 11 % sur des femelles en IA1 ou IA2, et de 22.5 % sur des repeat breeders (femelles à 3 IA et plus) ; l'utilisation en IA1 de GnRH à une dose < 125 µg n'améliore pas significativement les chances de gestation, contrairement à l'analogue de GnRH et à la GnRH > 250µg.

Concernant le choix de la GnRH, les travaux de Nawito *et al.* (1977) et de Chenault *et al.* (1990) montrent que les pics de LH obtenus chez la vache avec les différentes molécules commercialisées présentent des amplitudes très variables, parfois inférieures au pic normal observé dans l'étude de Bloch *et al.* (figure 3). McMillan & al. (44) rappellent que les doses les plus faibles de gonadoréline sont parfois incapables de provoquer l'ovulation des follicules de grande taille (15). De même, des études récentes montrent que les ovulations induites par de faibles doses de GnRH (50 ou 100 µg) peuvent être anormales (Cordoba & Fricke 2002, Shepard *et al.* 2002).

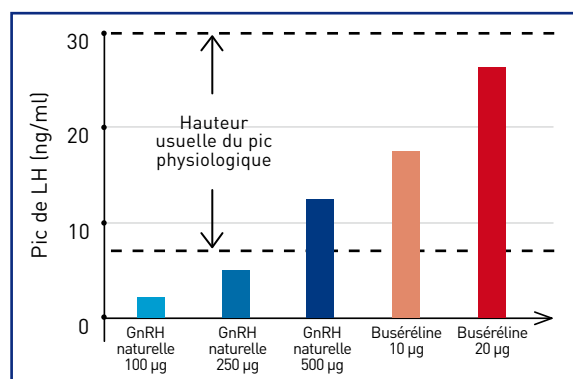


Figure 3 : Amplitude chez des vaches du pic de LH consécutif à l'injection de plusieurs GnRH et analogues (CHENAULT *et al.* 1990)











10

# TRAITEMENTS

# UTILISATION DES HORMONES POUR OPTIMISER LA REPRODUCTION DES FEMELLES D'ÉLEVAGE

## RETOUR SUR 40 ANS DE REPRODUCTION BOVINE



Marc Antoine DRIANCOURT  
Astek Consult,  
49330 Chateaufort sur Sarthe, France

*De nos jours, la gestion de la reproduction est optimisée sur une fraction conséquente des vaches laitières, soit pour traiter les troubles de femelles individuelles, soit pour gérer la reproduction de groupes de femelles afin de permettre un usage systématique de l'insémination, facilitant ainsi la diffusion du progrès génétique. De plus, pour maximiser la descendance des femelles d'élite, des traitements (super-ovulation puis transfert des embryons récoltés à des receveuses ou OPU/FIV) sont disponibles. Ces traitements ont commencé à être développés dans les années 1960-1970 puis ont été perfectionnés au fil du temps. L'objectif de cette revue est de retracer la chronologie de mise au point de ces approches et de détailler comment les scientifiques, les praticiens et les industriels ont interagi pour mettre au point les traitements d'aujourd'hui.*

### 1. Les acquis des années 1970-1990

#### 1.1. Mise à disposition du monde vétérinaire de tous les outils de maîtrise de la reproduction

Si la capacité de l'eCG à induire une poly-ovulation et celle de la progestérone à bloquer l'ovulation sont connues depuis les années 1950, essentiellement suite aux recherches pour traiter l'infertilité humaine ou induire une contraception, c'est dans les années 1970 qu'a eu lieu la vague principale de développement de tous les outils actuels de maîtrise de la reproduction animale.

- L'identification de la structure et des effets du GnRH a été réalisée en 1972-1974 (schéma 1). Des analogues de GnRH (composés analogues au GnRH naturel à l'exception de quelques acides aminés modifiés pour réduire la dégradation donc augmenter la demi-vie), tels que la buséreline ont été mis au point (essentiellement par Hoechst) entre 1975 et 1980, avec les premiers tests démontrant l'induction d'une ovulation fertile chez la vache dès 1981 (Moller & Fielden 1981). Aujourd'hui GnRH naturels et analogues de GnRH sont à la disposition des vétérinaires avec des doses d'utilisation très différentes (globalement 10 à 100 fois plus faibles pour un analogue, compte tenu de la résistance augmentée à la protéolyse).

Schéma 1 : Structure décapeptidique du GnRH



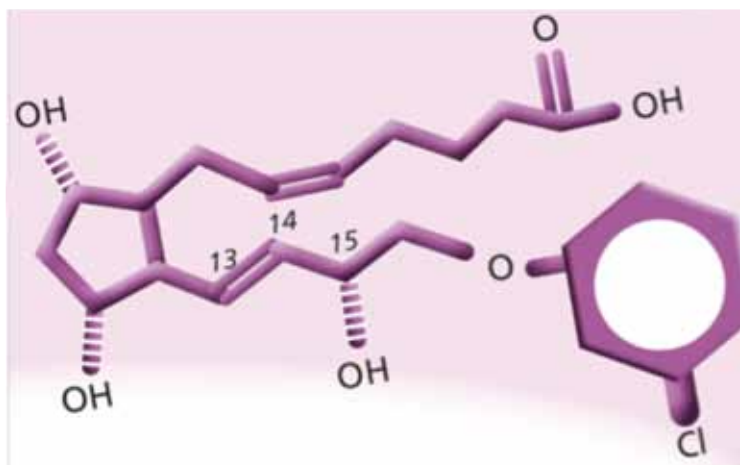




Article paru en mars 2019  
dans Repromag 20

- La démonstration du rôle clé de la prostaglandine F2 $\alpha$  dans la régression du corps jaune (Roberts *et al.* 1974) a aussi précédé de quelques années la mise au point d'analogues ayant une demi-vie prolongée (quelques heures au lieu de quelques minutes) tels que le cloprosténol (schéma 2). Prostaglandines naturelles et analogues se partagent aujourd'hui ce marché, avec des doses cliniques différentes (25mg vs 500 $\mu$ g). Immédiatement après leur découverte, les prostaglandines ont été utilisées en pratique clinique et les limites de leur efficacité (résistance des corps jaunes de moins de 5 jours d'âge à leur effet lutéolytique, finesse de la synchronisation de l'œstrus post traitement dépendant du stade du cycle où l'injection est réalisée) vite identifiées.

Schéma 2 : Structure d'un analogue de la prostaglandine naturelle F2 $\alpha$  (cloprosténol)



- Enfin, la démonstration de la solubilité de la progestérone dans certains plastiques comme le silicone et la capacité de celui-ci à libérer ce stéroïde au fil du temps sur une durée atteignant 21 jours a permis d'imaginer de créer un « cycle artificiel » chez la vache, en utilisant la voie vaginale, permettant d'élaborer la première génération de traitement synchronisant basé sur une spirale métallique recouverte d'une couche de silicone + progestérone, ou un dispositif en T en nylon recouvert d'une couche de silicone + progestérone (non commercialisé en France initialement). L'utilisation sur le terrain de ces procédés de synchronisation longs (Roche *et al.* 1976) ayant montré une relation négative entre la durée d'imprégnation et la fertilité au cycle synchronisé, de tels traitements ont été raccourcis à 12 jours pour cette première génération de dispositifs vaginaux.
- En parallèle de ces recherches, des progestagènes (analogues de progestérone légèrement modifiés pour en augmenter l'activité), tels que le norgestomet ont été développés par les chimistes qui synthétisaient les hormones utilisées en contraception humaine. Leur activité hormonale environ 100 fois plus élevée que celle de la progestérone naturelle a ensuite permis de développer des implants de petite taille, compatibles avec une insertion dans l'oreille et libérant leur contenu en norgestomet pendant plusieurs jours.



## 1.2. Mise au point et optimisation des traitements de synchronisation

La nécessité d'une diffusion optimisée du progrès génétique via l'utilisation de l'IA a coïncidé avec la mise au point de traitements de synchronisation permettant la mise à la reproduction simultanée de groupes de femelles, et ce, quel que soit leur stade du cycle lors de l'initiation du traitement.

En fonction des caractéristiques physiologiques des différentes femelles cibles, ces stratégies ont été progressivement raffinées.

Ainsi, chez les génisses laitières, qui sont généralement toutes cyclées lors de leur mise à la reproduction, c'est la combinaison de 2 injections de prostaglandines (séparées de 11-14 jours) qui s'est répandue car elle est économique et efficace. La limite de ce protocole est que la synchronisation générée n'est pas suffisamment précise pour permettre une seule insémination à un moment prédéterminé. Deux IA programmées ou une IA sur chaleur détectée sont alors nécessaires.

A l'inverse, chez les vaches en lactation dont une fraction peut être non cyclique, ce sont les dispositifs à base de progestérone/progestagènes qui ont été adoptés par le marché. Ces traitements (implants, dispositif vaginal) duraient 9 à 12 jours en général avec une administration d'œstradiol lors de la pose du dispositif libérant la progestérone ou le progestagène. L'œstradiol avait deux effets : d'une part, via ses effets de feedback négatif sur les hormones gonadotropes, il induisait l'atrésie du gros follicule présent sur les ovaires. D'autre part, par ses effets anti-lutéotrope ou lutéolytiques, il abrégait la durée de vie du corps jaune éventuellement présent lors de la pose. Le jour de la dépose du dispositif, une injection d'eCG (alors appelée PMSG ; 400 à 600IU) était réalisée afin d'induire une croissance folliculaire terminale chez les femelles non cyclées et de synchroniser plus finement l'ovulation des femelles cyclées. De tels traitements permettaient de programmer la mise à la reproduction de 100% des femelles avec une ou deux inséminations à des moments prédéterminés et d'obtenir des fertilités similaires à celles observées sans traitement.

Dans les troupeaux de vaches laitières où le taux de cyclicité à 60 jours post partum était élevé, une autre option était l'utilisation du traitement « double prostaglandine » avec les mêmes limites que les génisses (voir ci-dessus).

## 1.3. Mise au point et optimisation des traitements de stimulation ovarienne

Les premiers traitements de stimulation ovarienne reposaient sur l'utilisation de doses super-ovulantes d'eCG (2500 à 3000UI), injectées à un stade spécifique du cycle (J8-J10 post ovulation) déterminé empiriquement. Déjà à cette époque, la variabilité des réponses ovariennes générait des difficultés dans l'organisation des chantiers de transfert d'embryons et ce d'autant plus que la congélation d'embryons était loin d'être généralisée ! La limite de ces traitements avec l'eCG était qu'il y avait un décalage assez marqué entre les réponses ovariennes (généralement satisfaisantes) et le nombre d'embryons de bonne qualité (généralement décevant). C'est l'analyse des profils hormonaux (particulièrement d'œstradiol) pendant et après le traitement de super-ovulation qui a suggéré que la cause de ce décalage était la demi-vie prolongée d'eCG qui produisait une montée d'œstradiol post ovulatoire trop élevée et que celle-ci était embryotoxique. Les industriels ont alors proposé deux solutions (cf plus bas) : l'administration d'un anticorps monoclonal anti-eCG (Neutra PMSG) pour bloquer l'activité de la PMSG résiduelle après l'ovulation ou l'utilisation d'une nouvelle hormone à demi-vie réduite : la FSH, en fait un extrait d'hypophysés porcines enrichi en FSH et LH.

## 1.4 Limites actuelles des traitements développés dans les années 1970-1990

Si les doses cliniques de GnRH et de prostaglandines établies dans les années 1970-1980 sont toujours pertinentes et efficaces aujourd'hui, ce n'est plus le cas des dispositifs libérant de la progestérone. En effet, le métabolisme accru de la progestérone par le foie des vaches laitières hautes productrices se traduit par des niveaux circulants de progestérone libérée inférieurs à 1ng/ml (donc représentant 20% des concentrations physiologiques) lors des derniers jours du traitement (Cerri *et al.* 2009). De telles concentrations sont trop faibles pour bloquer la pulsativité de la LH. La croissance folliculaire terminale reprend alors en milieu de traitement et les follicules qui ovulent à l'œstrus synchronisé sont âgés, avec des ovocytes de qualité réduite. De même, l'origine animale de l'eCG comme la faible pureté des préparations de FSH posent des questions qui pourraient être résolues en développant des protéines recombinantes.



## 2. Les nouveautés apportées par les scientifiques entre 1990 et 2019

Alors que le développement des premiers traitements de synchronisation ou de stimulation ovarienne avait été relativement empirique et souvent avancé par une série de tests du type « essai-erreur », l'essor de la recherche en physiologie ovarienne et l'utilisation intensive de l'échographie pour le suivi ovarien ont produit un nouveau « boom » d'innovation !

C'est la connaissance des effets du GnRH sur les follicules (en fonction de leur taille) et celle des intervalles entre vagues folliculaires qui a permis la conception d'une nouvelle stratégie de synchronisation : l'Ovsynch (ou GPG). Cette synchronisation sans progestérone ou progestagène permet l'insémination de 100% des femelles à un moment prédéterminé avec une fertilité correcte (Pursley *et al.* 1995).

C'est ensuite la démonstration de l'existence de fenêtres de relative inefficacité de l'Ovsynch lorsqu'il est initié à des moments spécifiques du cycle (Moreira *et al.* 2000) qui a stimulé la mise au point, par plusieurs universités américaines, de traitements améliorant ses résultats en maximisant la proportion de femelles dont le traitement Ovsynch synchronisant est commencé à un stade optimal du cycle (Presynch-Ovsynch, Double Ovsynch, G6G, voir *Repromag 16* ; photo 1). En parallèle, la démonstration par plusieurs chercheurs du lien négatif entre la durée de dominance d'un follicule et la qualité de l'ovocyte qu'il contient leur a fait proposer un raccourcissement à 5 jours du traitement Ovsynch (5 day Ovsynch), avec parfois des améliorations significatives de la fertilité (5 à 10 points de plus ; revue : Bo *et al.* 2016).

**Photo 1 : Les résultats du protocole Ovsynch sont améliorés si une forte proportion de vaches présentent un follicule de grande taille à l'initiation du protocole**



Enfin, c'est la démonstration de l'innocuité de l'administration d'une injection de GnRH à des vaches en tout début de gestation qui a permis le développement des nombreuses stratégies de resynchronisation permettant de minimiser l'écart entre l'IA1 et l'IA suivante chez des vaches vides après l'IA1 (Chebel *et al.* 2003, Fricke *et al.* 2003). Deux stratégies, largement utilisées aux USA, sont proposées pour resynchroniser. La première, qui est la plus « agressive », combine une injection de GnRH vers J21 post IA et un diagnostic de gestation par échographie à J28. Si celui-ci est négatif, la femelle reçoit immédiatement une injection de prostaglandine suivie d'une injection de GnRH et d'une insémination à J30 et J31 respectivement. L'intervalle DG négatif-IA est alors théoriquement de 3 jours. La seconde débute par le diagnostic de gestation à J28. Toutes les femelles diagnostiquées vides débutent un traitement Ovsynch classique et sont inséminées à J38. L'intervalle DG négatif-IA est alors de 10 jours.



### 3. Les nouveautés imposées par les autorités entre 1990 et 2019

Pendant les 20 premières années de leur usage, aussi bien la spirale recouverte de silicone que le traitement à base d'implant de norgestomet incluait l'administration d'une dose d'œstradiol en début de traitement de synchronisation pour les raisons détaillées au paragraphe 1.2. Les autorités européennes étant devenues très critiques sur les possibles effets des résidus d'œstradiol et de ses métabolites dans les produits animaux, l'utilisation de l'œstradiol chez les animaux de production a été interdite en Europe en 2006. Il est donc devenu indispensable de réajuster les traitements existants. Deux stratégies ont alors été proposées :

- dans la première, une injection de GnRH, permettant de faire ovuler les follicules dominants présents à la pose, et donc d'initier une nouvelle vague folliculaire, a été ajoutée lors de la pose de l'implant de norgestomet, sans pour autant modifier la durée du traitement. La prostaglandine injectée en fin de traitement était alors indispensable pour assurer une lutéolyse synchrone chez toutes les femelles. Les études cliniques ont montré des performances de fertilité équivalentes après utilisation de ce nouveau traitement à base de norgestomet sans œstrogène (SO) par comparaison avec l'ancienne méthode.
- dans la seconde, la libération de progestérone par la spirale en silicone a été optimisée en changeant la nature de la matrice utilisée pour stocker puis libérer la progestérone (Éthylène-vinyl- acétate à la place du silicone ; Van Werven *et al.* 2013) afin que les niveaux plus élevés de progestérone circulante libérés augmentent le freinage de la sécrétion de LH par l'hypophyse (par feedback négatif), induisant ainsi un renouvellement folliculaire. De plus, la durée du traitement a été limitée à 7 jours. Compte tenu de sa durée réduite, ce nouveau traitement nécessite également l'inclusion d'une prostaglandine lors du retrait du dispositif. Comme pour la méthode SO avec le norgestomet, les résultats de fertilité produits après utilisation du nouveau dispositif étaient équivalents à ceux générés par les dispositifs antérieurs.

### 4. Les nouveautés apportées par les industriels entre 1990 et 2019

L'innovation, et la propriété intellectuelle associée, représentent les bases du développement pharmaceutique, humain comme vétérinaire. La reproduction ne fait pas exception et nombreux sont les industriels qui ont tenté d'innover pour se démarquer de leurs concurrents. Classiquement, innovation de rupture et innovation incrémentale se succèdent et se complètent.

Trois beaux exemples d'innovation de rupture sont :

- L'utilisation d'un plastique innovant pour développer un dispositif vaginal de libération de progestérone utilisant l'éthylène-vinyl-acétate (EVA) au lieu du silicone afin d'optimiser la libération de progestérone et de minimiser le contenu résiduel en progestérone après utilisation, tout en maximisant le bien-être animal. Cette nouvelle matrice a été associée au développement d'une forme innovante (triangle) optimisant le bien-être animal pendant le traitement.
- Le développement d'un anticorps monoclonal contre l'eCG (Neutra PMSG), permettant de limiter la demi-vie excessive de cette hormone *in vivo* pour la super-ovulation. En effet, son injection au moment de l'œstrus, en bloquant les effets sur l'ovaire des concentrations résiduelles d'eCG, permettait d'optimiser la production d'embryons (Gielen *et al.* 1990). Néanmoins, commercialement, le schéma de super-ovulation incluant la combinaison eCG-Neutra PMSG n'a pas été un succès !
- Le développement de dispositifs vaginaux biodégradables chargés en progestérone, utilisant un polymère innovant : la polycaprolactone (Bunt *et al.* 1999, brevet WO 9926556). Cependant, compte tenu du coût du polymère, de tels dispositifs n'ont jamais été développés commercialement.

Parmi les exemples d'innovation incrémentale initiée par les industriels, deux méritent d'être évoqués :

- Vers la fin des années 1990, le dispositif vaginal en T à base de silicone a subi un recalibrage (optimisant sa surface, l'épaisseur du film de silicone...) pour maintenir son profil de libération au fil du temps tout en réduisant sa charge en progestérone (de 1,9 à 1,38g ; Rathbone *et al.* 2002). Le dispositif encore utilisé aujourd'hui dérive de cette étape d'innovation.
- A la même époque, en Nouvelle-Zélande, un dispositif de synchronisation (Cue Mate) combinant un support inerte et réutilisable et des plots chargés en progestérone (à renouveler à chaque synchronisation) a également été mis au point. Il est aujourd'hui disponible commercialement dans certains pays !





**Tableau 1 : Principales évolutions en reproduction bovine au cours des 70 dernières années**

| Période           | Principales avancées techniques et scientifiques   | Nouveaux protocoles  |
|-------------------|--|--|
| Années 1950-1970  | Induction par l'eCG de polyovulation   | Stimulation ovarienne (superovulation)   |
| Années 1970-1990  | Structure de la GnRH et synthèse d'analogues<br>Effet lutéolytique de la PGF2 $\alpha$ et synthèse d'analogues<br>Mise au point de dispositifs libérant la progestérone<br>Synthèse d'analogues de la progestérone | Stimulation ovarienne avec l'eCG (superovulation)<br>Synchronisation avec une double prostaglandine<br>Synchronisation avec un progestagène à libération prolongée |
| Années 1990       | Anticorps monoclonaux anti-eCG (fin des années 80-début 90)  | Utilisation de la 'FSH' en superovulation<br>Méthode Ovsynch   |
| Années 2000- 2010 |  | Variantes du protocole Ovsynch (présynchronisation, ...)<br>Resynchronisation précoce<br>Synchronisation progestagène sans oestrogène                              |

## CONCLUSION

Cette rétrospective illustre bien les progrès réalisés dans la maîtrise de la reproduction bovine au cours des 50 dernières années (tableau 1). Cette innovation a été bien acceptée par le marché car aujourd'hui un nombre conséquent de génisses et de vaches laitières reçoit des traitements de synchronisation lors de la mise à la reproduction. Les traitements utilisés en routine aujourd'hui sont le produit de 2 principales vagues d'innovation, séparées de vagues d'optimisation. La première a fait naître les traitements de synchronisation à base de prostaglandines et de progestérone et fait émerger le concept d'insémination à un moment prédéterminé sans nécessité de détection des chaleurs. La seconde a vu émerger les traitements Ovsynch et toutes leurs variantes et fait apparaître le concept de resynchronisation. Nous sommes clairement à la fin de cette seconde vague. Cette alternance de phases d'innovation de rupture et de périodes plus longues d'optimisation est classiquement observée lors de la diffusion de l'innovation dans beaucoup de domaines scientifiques et techniques. La spécificité du domaine de la maîtrise de la reproduction animale est cependant liée au grand nombre d'activateurs possible d'une nouvelle vague :

- Les consommateurs peuvent être inducteurs d'une nouvelle vague d'innovation s'ils décident que les traitements d'aujourd'hui sont inadaptés d'un point de vue santé du consommateur ou posent des questions éthiques.
- Les animaux eux-mêmes peuvent être vecteurs d'innovation car le progrès génétique impulsé a modifié leurs caractéristiques physiologiques. C'est typiquement le cas aujourd'hui où les dispositifs à base de progestérone sont devenus inadaptés (il en faut 2 pour obtenir une fertilité correcte chez certains types de vaches (Bisonotto *et al.* 2013))
- L'attitude des autorités d'enregistrement sur la question des perturbateurs endocriniens (car toutes les hormones utilisées en maîtrise de la reproduction appartiennent à ce groupe), est aussi potentiellement un activateur d'innovation si certaines classes d'hormones sont interdites.
- Enfin, les industriels proposant une gamme de produits de maîtrise de la reproduction ont des produits en développement dans leur pipeline. Tous ne verront pas le jour et certains ne seront pas des succès commerciaux. Celui qui paraît le plus proche du marché est une « FSH one shot » susceptible de remplacer les 8 injections de FSH dans les traitements de stimulation ovarienne. Des recherches visant à développer des tests d'identification précoce des femelles gestantes (détectant l'interféron ou des molécules induites par celui-ci) ou des femelles à fort potentiel reproductif (mesurant l'AMH) sont également en cours.

Finalement, pour terminer sur une note un peu provocatrice, on peut s'interroger pour savoir, si avec l'avènement des nouvelles technologies de la communication appliquées à la détection des chaleurs (monitoring) et aux retours, et leur sophistication croissante, il y aura encore besoin de méthodes hormonales d'optimisation de la reproduction à l'horizon 2030... Rendez-vous à ce stade pour faire un nouveau bilan ?



# PROSTAGLANDINES CHEZ LES BOVINS :

## FAUT-IL DOUBLER LA DOSE POUR AUGMENTER LEUR EFFICACITÉ ?

**Depuis la découverte de l'effet lutéolytique de la prostaglandine F2 alpha dans les années 70 (McCracken et al., 1999), cette hormone et ses analogues de synthèse ont été très largement utilisés dans les programmes de gestion de la reproduction, en particulier pour traiter le subœstrus chez les vaches laitières.**

La prostaglandine F2alpha exogène, utilisée dans les protocoles de synchronisation des chaleurs chez la vache, est administrée en une seule injection intramusculaire. L'étape clé qui détermine la réussite du traitement est sa capacité à induire une lutéolyse complète. La sensibilité du corps jaune à l'action des prostaglandines dépend du stade du cycle œstral. D'une façon générale, l'administration de prostaglandines F2alpha exogène permet d'induire la lutéolyse quand elle est réalisée entre le 6<sup>ème</sup> et le 16<sup>ème</sup> jour du cycle et les femelles reviennent généralement en chaleur dans les 3 à 7 jours après le traitement. Le corps jaune est réfractaire à l'action des prostaglandines avant le 5<sup>ème</sup> jour du cycle et, au 5<sup>ème</sup>- 6<sup>ème</sup> jour du cycle, la PGF2alpha n'induit pas toujours une lutéolyse complète, mais seulement une réduction des concentrations de progestérone (Nascimento et al., 2014), ce qui peut conduire à une détérioration de la fertilité à l'IA réalisée à un moment prédéterminé.

Ainsi, pour améliorer l'efficacité lutéolytique des prostaglandines, certains auteurs ont préconisé de répéter l'administration ou d'augmenter la dose de PGF2alpha. Mais, cette stratégie peut-elle véritablement apporter un gain de fertilité dans le cadre des programmes d'induction des chaleurs dans les élevages ? Pour répondre à cette question, il est important de bien comprendre le mécanisme de la lutéolyse et d'évaluer si les schémas posologiques de prostaglandine F2alpha utilisés sont capables de reproduire les événements physiologiques qui conduisent à la régression du corps jaune.

### Le mécanisme de la lutéolyse

La lutéolyse débute chez les bovins au 17<sup>ème</sup> jour du cycle et dure environ 24h. En fin de cycle, l'endomètre devient insensible à l'action de la progestérone, ce qui conduit à une augmentation des récepteurs à l'ocytocine de l'endomètre. L'ocytocine sécrétée par l'hypophyse postérieure et le corps jaune stimule la sécrétion utérine de prostaglandine F2alpha qui est transférée par un mécanisme à contre-courant de la veine utéro-ovarienne vers l'artère ovarienne. Ce mécanisme lui permet de court-circuiter l'effet de premier passage pulmonaire. En effet, 64% des prostaglandines F2alpha sont métabolisées par la 15-hydroxyprostaglandine déshydrogénase pulmonaire chez les bovins (Shrestha et al., 2012). C'est pourquoi, la sécrétion de PGF2alpha est généralement déterminée au travers de l'évaluation des concentrations sanguines du principal métabolite des PGF2alpha, le 13,14-dihydro-15-keto-PGF (PGFM) en raison de la courte demi-vie des PGF2alpha (30 secondes). La stimulation de la sécrétion d'ocytocine d'origine lutéale par les prostaglandines est à l'origine d'une boucle de rétroaction positive qui a pour effet d'amplifier la libération de prostaglandines, dont la sécrétion est pulsatile, sous forme de pulses séparées de 6 à 12 h. Le caractère épisodique de cette sécrétion est nécessaire à la lutéolyse complète chez les bovins (Ginther et al. 2009). Leur mode d'action lutéolytique passe par une réduction du débit sanguin lutéal, qui entraîne une diminution de la capacité stéroïdogénique du corps jaune, à cause du déficit en substrats pour la stéroïdogénèse et en facteurs lutéotropes. Il en résulte une régression du corps jaune et une diminution des concentrations de progestérone.

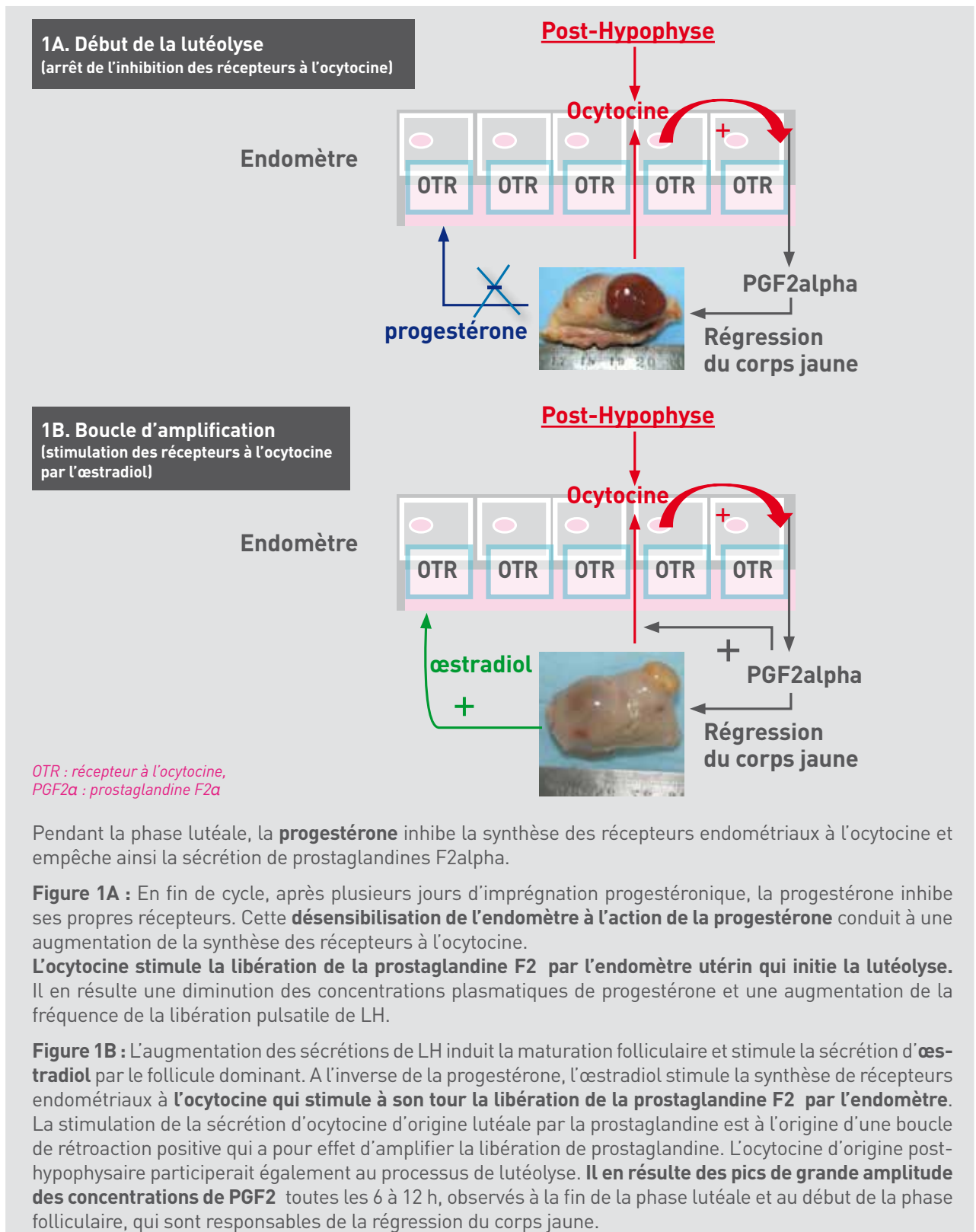
Chez les ruminants, la régulation du moment et de l'amplitude de la production de prostaglandines F2alpha par l'endomètre utérin fait intervenir une interaction coordonnée entre la progestérone sécrétée par le corps jaune, l'ocytocine qui a une double origine post-hypophysaire et lutéale et l'œstradiol sécrétée par le follicule, à la fin du cycle œstral (Figure 1).



Pr Nicole Picard- Hagen,  
Pr Véronique Gayraud  
Université de Toulouse,  
INPT, ENVT, F-31076  
Toulouse et INRA, UMR1331,  
Toxalim, F-31027 Toulouse



Figure 1 : Mécanismes de régulation de la lutéolyse chez les ruminants





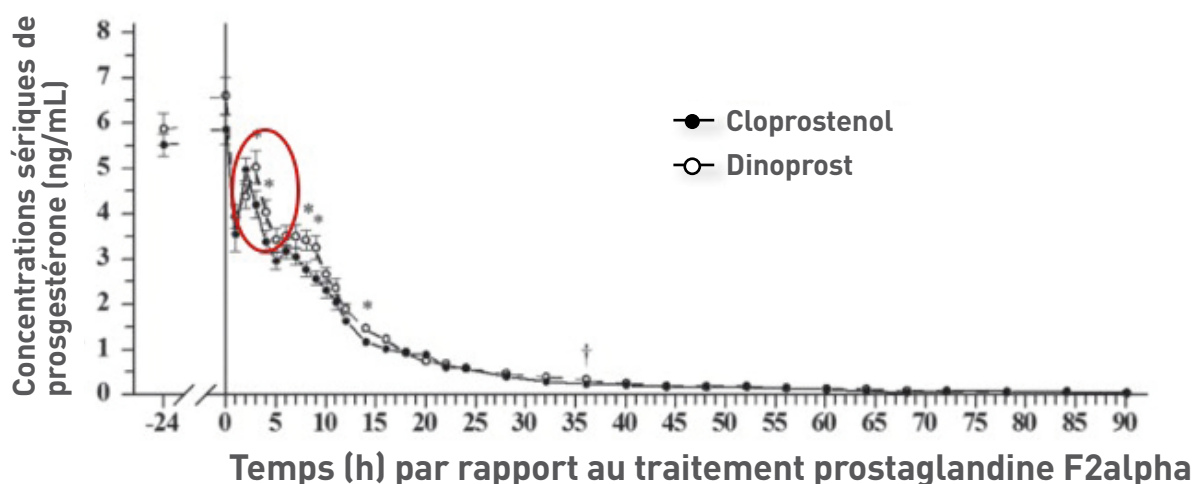
## Les PGF2alpha utilisées en thérapeutique permettent-elles de reproduire les événements physiologiques de la lutéolyse ? (pour revue, Ginther et Beg, 2012)

En France, différentes prostaglandines F2 alpha ou analogues sont à la disposition du praticien : le dinoprost (prostaglandine F2alpha synthétique, sous forme de trométhamine ou trométhamol), le cloprosténol commercialisé sous forme racémique ou sous forme de l'énantiomère dextrogyre [d-cloprosténol], qui constitue le composant biologiquement actif de la molécule racémique, le luprostiol, l'étiproston (sous forme de trométhamine) et l'alfaprostol. La dose administrée en une seule injection par voie intramusculaire pour obtenir un effet lutéolytique est de 25 mg pour le dinoprost, de 5 à 15 mg pour l'étiproston, l'alfaprostol et le luprostiol et de 150 et 500 microgrammes pour le cloprosténol, respectivement sous forme dextrogyre et racémique.

Les prostaglandines F2alpha ou les analogues sont rapidement absorbés, les concentrations maximales du principal métabolite, le PGFM (13,14-dihydro-15-keto-PGF2alpha), sont atteintes, suivant les molécules de quelques dizaines de minutes à 1 à 2 heures après l'injection intramusculaire. Ces molécules sont rapidement métabolisées au niveau du poumon et du foie, et éliminées, avec une demi-vie d'élimination plasmatique apparente de 9 min pour le dinoprost trométhamine (Shrestha *et al.*, 2012) et de 3 h pour le cloprosténol.

L'administration d'une dose recommandée de 25 mg de prostaglandine F2alpha à des femelles en dioestrus induit une augmentation immédiate de la sécrétion lutéale d'ocytocine et une augmentation rapide et transitoire des concentrations intralutéales de prostaglandine F2alpha. Les niveaux d'ocytocine sont élevés dans les 5 à 10 min et retournent à des valeurs basales 12h après l'administration. L'ocytocine se lie à ses récepteurs endométriaux, qui sont « activés » en réponse à la diminution de la sécrétion de progestérone. L'ocytocine induit alors une sécrétion pulsatile de prostaglandines F2alpha par l'endomètre, qui atteint l'ovaire via le système à contre-courant entre la veine utérine et l'artère ovarique et induit la régression du corps jaune. Il semble que l'étape importante dans cette cascade de signaux est d'induire la sécrétion utérine de prostaglandines F2alpha stimulée par l'ocytocine lutéale.

**Figure 2 :** Concentrations sériques de progestérone (moyenne  $\pm$  SEM, ng/mL) 24 h avant et jusqu'à 90 h après une administration intramusculaire d'une dose lutéolytique recommandée de prostaglandine F2alpha (25 mg de dinoprost trométhamine ou 500  $\mu$ g de cloprosténol sodium) chez des vaches laitières présentant un corps jaune secondaire de plus de 7 jours et un corps jaune mature au 13<sup>ème</sup> jour du cycle. D'après Martins *et al.* 2011a







Après une administration d'une dose lutéolytique de dinoprost et de cloprosténol, une diminution rapide, d'environ 50%, des concentrations plasmatiques de progestérone (de 6,5 à 3,8 ng/mL) survient dans l'heure qui suit l'administration, suivie par un rebond 1 heure plus tard (de 3,8 à 5,1 ng/mL en moyenne), puis par une décroissance régulière de la progestéronémie jusqu'à la lutéolyse complète (Figure 2). L'intervalle entre l'administration de dinoprost ou de cloprosténol et la lutéolyse complète (définie par une progestéronémie inférieure à 0,5 ng/mL 56 h après l'administration) est relativement constant, de  $29,1 \pm 1,1$  h et de  $29,4 \pm 1,7$  h, respectivement pour le dinoprost et le cloprosténol et l'intervalle entre le traitement et l'ovulation varie de 87 à 123 h ( $101 \pm 2$  h et  $103 \pm 2$  h) (Martins *et al.*, 2011a, Figure 2).

Le décours temporel des concentrations de progestérone induite par une dose lutéolytique recommandée de prostaglandine F2alpha exogène est différent de celui qui est observé lors d'une lutéolyse spontanée. Ainsi, l'augmentation transitoire des concentrations de progestérone observée dans les 30 min après l'administration, n'est pas observée lors de la lutéolyse spontanée (Ginther et Beg, 2012). Par ailleurs, l'administration intrautérine de faibles doses de 0,5 mg de PGF2alpha sous la forme de perfusion d'une durée de 2h, toutes les 12h, qui mime le caractère épisodique de la sécrétion de PGF2alpha observée au moment de la lutéolyse spontanée, permet d'induire une décroissance continue de la progestéronémie et de réduire l'intervalle entre le traitement et l'ovulation (Ginther *et al.*, 2009). Ces données suggèrent que le mode pulsatile de la libération de la prostaglandine F2alpha est un élément essentiel pour induire une lutéolyse complète.

Au final, les étapes clés de l'activité lutéolytique des prostaglandines F2alpha exogènes ne sont pas complètement élucidées. Les causes des échecs de leur efficacité lutéolytique ne sont pas claires, mais pourraient être expliquées par un schéma posologique qui ne permet pas de reproduire la lutéolyse spontanée ou une demi-vie insuffisante des PGF2alpha. Il semble toutefois que la cause majeure d'échec du traitement soit le manque de sensibilité de certains corps jaunes, notamment en début de cycle. Cette sensibilité à l'effet lutéolytique des prostaglandines est déterminée essentiellement par des facteurs autocrines et paracrines (endothéline-1, oxyde nitrique..).

« La lutéolyse est complète **29 h** après l'injection de prostaglandine »

« Le corps jaune est sensible à l'action des prostaglandines exogènes entre le **6<sup>e</sup>** et le **16<sup>e</sup>** jour du cycle »





## Faut-il répéter l'administration ou augmenter la dose de prostaglandines F2alpha pour optimiser leur efficacité ?

La sensibilité du corps jaune à l'action des prostaglandines dépend du stade du cycle œstral. L'administration de prostaglandines F2alpha exogènes induit la lutéolyse chez 90% des femelles lorsqu'elle est réalisée en présence d'un corps jaune mature. En revanche, lors des 4 premiers jours du cycle, le corps jaune est réfractaire à l'action des prostaglandines. Cette fenêtre d'activité des prostaglandines a été prise en compte dans l'établissement du protocole associant la GnRH et la PGF2alpha (OvSynch ou protocole GPG), particulièrement développé dans les élevages laitiers en Amérique du Nord. Ainsi, dans ce protocole (pour lequel la première injection de GnRH induit la formation d'un corps jaune secondaire par lutéinisation du follicule dominant de plus de 10 mm de diamètre, si celui-ci est présent au moment de l'administration de GnRH), la prostaglandine F2alpha est administrée 7 jours après la première GnRH, i.e. en présence d'un corps jaune secondaire jeune de 5,5 à 6 jours, considéré sensible à la PGF2alpha. Cependant, dans le cadre de ce protocole Ovsynch, chez 10 à 20% des vaches en lactation, la lutéolyse induite par le dinoprost ou le cloprosténol n'a pas été complète (Martins *et al.*, 2011b). Et la sécrétion résiduelle de progestérone a entraîné une détérioration de la fertilité à l'IA réalisée à un moment prédéterminé après le protocole Ovsynch, alors même que l'ovulation a été induite par la deuxième GnRH.

Ces résultats montrent que le profil et la durée de décroissance des concentrations de progestérone jusqu'à des niveaux basaux pourrait jouer un rôle important pour garantir une fertilité optimale. Ainsi, les femelles présentant une lutéolyse complète associée à une décroissance rapide des concentrations de progestérone ont une fertilité plus élevée que celles dont la diminution de la progestéronémie est plus lente (Brusveen *et al.*, 2009). La lutéolyse complète a également été associée, chez ces femelles, à une pulsativité de LH et à des concentrations d'œstradiol plus élevées (Martins *et al.* 2011a).

Pour améliorer l'efficacité lutéolytique des prostaglandines, la stratégie préconisée par certains auteurs consiste à augmenter la fréquence d'administration de PGF2alpha exogène de façon à stimuler la sécrétion de PGF2alpha utérine qui conduit à la régression du corps jaune (Archbald *et al.*, 1993). En effet, Ginther *et al.* (2009) a montré que des pics séquentiels de PGF2alpha sont nécessaires pour induire une lutéolyse complète chez la vache, associée à une décroissance continue des concentrations de progestérone. Ainsi, un schéma posologique avec deux administrations de prostaglandine F2alpha à 6-8 heures (Archbald *et al.*, 1993) ou 24 h d'intervalle (Brusveen *et al.*, 2009) est plus efficace pour induire la lutéolyse qu'une seule injection (Tableau 1). En outre, dans plusieurs études terrain, le traitement des vaches avec deux injections de PGF2alpha (cloprosténol ou dinoprost) à 6-8-h d'intervalle permet d'augmenter le pourcentage de vaches en chaleurs dans les 5 jours après traitement et leur taux de gestation, comparativement à une injection unique (Tableau 1). Cette amélioration de l'action lutéolytique d'une double dose de PGF2alpha est observée à la fois pour des corps jaunes jeunes (5.5 à 6 jours, c'est-à-dire limite en terme de sensibilité à l'action des prostaglandines F2alpha exogènes) et pour des corps jaunes matures (6-16 jours). D'une façon générale, le gain de gestation chez les vaches qui ont reçu une double administration de PGF2alpha a été de 8 à 17%, comparativement à une injection unique (Kasimanickam *et al.*, 2009, Peterson *et al.*, 2011).

A l'inverse, d'autres études ne montrent pas d'intérêt de doubler le nombre d'administrations de prostaglandines comparativement à une administration unique (Bridges *et al.*, 2012). Cette divergence peut être liée au statut physiologique des femelles (génisses, vaches en lactation, tarées), au type de production, mais surtout à la cinétique et aux critères d'évaluation de la lutéolyse (régression du corps jaune, seuil de concentrations de P4 de 0,5 à 1 ng/ml suivant les études). Ainsi une étude récente (Nascimento *et al.*, 2014) a montré qu'une double dose de PGF2alpha (50 mg), administrée soit en dose unique soit en deux fois 25 mg à 8 h d'intervalle, entraînaient une diminution marquée transitoire des concentrations de P4 (correspondant à la définition de la lutéolyse) chez les femelles présentant un corps jaune au 5<sup>ème</sup> jour du cycle. Cependant, ce corps jaune jeune n'a pas régressé malgré la répétition du traitement et est devenu ensuite pleinement fonctionnel.



**Tableau 1 : Réponse lutéolytique et fertilité après différents schémas d'administration de prostaglandines F2alpha chez la vache**

| Références                          | Animaux   | Protocole de traitement  | Effet   |
|-------------------------------------|---|--|---|
| Archald et al, 1993                 | Vaches laitières<br>CJ mature   | 2 x 25 mg dinoprost, à 8h<br>d'intervalle (46)<br>1 x 25 mg dinoprost (39)   | % de vaches en chaleurs<br>(67 vs 53 %, p<0,03)<br>Taux de gestation (37 vs 28<br>%, NS)                  |
| Repasi et al, 2005                  | Vaches laitières<br>CJ mature (36 and 36)   | 1 x cloprostérol (500 µg) ou<br>dinoprost (25 mg) (36)<br>2 x cloprostérol ou dinoprost<br>(36)                            | % oestrus : 18/36 vs 21/36,<br>NS<br>% gestation : 5/18 vs<br>14/21, p=0,03                               |
| Brusveen et al, 2009                | Vaches laitières (619) Ovsynch  | PGF 25 mg (194)<br>2 x PGF 25 mg à 24h<br>d'intervalle (182)   | Lutéolyse [P4<0,4 ng/mL] :<br>84,8 vs 95,7%<br>Taux de gestation :<br>39,6 vs 48,6%                       |
| Peterson et al, 2011                | Vaches allaitantes (CJ jeune) ;<br>CO-synch 5j  | 1 x 25 mg PGF (264)<br>2 x 25 mg PGF à 6h<br>d'intervalle (298)  | Taux de gestation :<br>54,2 vs 62,4%, p=0,06  |
| Kasimanickam et al, 2009            | Angus<br>CO-synch 5 j   | 1 x 25 mg PGF (277)<br>1 x 500 µg cloprostérol (271)<br>2 x 25 mg PGF à 7h<br>d'intervalle (282)                           | Taux de gestation à l'IA<br>prédéterminée<br>52,0, 54,3% vs 69,0%,<br>p<0,001                             |
| Ribeiro et al, 2012                 | Vaches laitières (CJ jeune) Essai<br>1 (737) : Presynch G6G puis<br>Ovsynch 5 j<br><br>Essai 2 (655) : Presynch 2PGF<br>14j et 12 j plus tard Ovsynch 5 j | 1 x cloprostérol 1 mg<br>2 x cloprostérol 500 µg<br><br>2 x 25 mg dinoprost Day<br>5 and 6<br>1 x 50 mg dinoprost on day 5 | Lutéolyse : 61,7 vs 95,9%<br>Fertilité : 28,7 vs 45,4%<br><br>Taux de gestation à l'IA :<br>44,5 vs 36,4% |
| Bridges et al, 2012                 | Etude terrain-vaches<br>allaitantes (2465)<br>CO-synch 5j   | Dose unique PGF à J5<br>(25 mg)<br>Double dose à J5 (50 mg)<br>Dose répétée à 8h<br>d'intervalle (2 x 25 mg)               | Fertilité :<br>48%, 51% vs 55%  |
| Valldecabres-Torres et al,<br>2013a | Vaches laitières<br>Ovsynch (111)   | d,l-cloprostérol 500 µg<br>d-cloprostérol 150 µg<br>d-cloprostérol 300 µg  | % lutéolyse :<br>87,1 ; 84,4 ; 86,2%, NS<br>Taux de gestation : 37,8 ;<br>36,8 ; 36,1%, NS                |
| Repasi et al, 2003                  | Vaches laitières<br>CJ mature   | 25 mg dinoprost (20)<br>35 mg dinoprost (20)   | % oestrus 95% vs 84,2%<br>Taux de gestation 31,6% vs<br>31,2 %  |
| Valldecabres-Torres<br>et al, 2013b | 14 vaches holstein taries plan<br>croisé<br>Presynch (2 PGF) et Ovsynch 5j  | 1 x 375 µg d-cloprostérol J6<br>2 x 150 µg d-cloprostérol J5<br>et J6  | Effet lutéolytique : P4 et<br>régression du CJ<br>64,3 vs 35,7% à J3                                      |

PGF : prostaglandine F2alpha ; P4 : progestérone ; CJ : corps jaune ; NS : non significatif. Protocole CO-synch : GnRH au début du traitement progestérone de 5 j et PGF au retrait du dispositif vaginal. Protocole Ovsynch : GnRH à J0, PGF2alpha à J7 et GnRH à J9, IA à J10. Protocole Ovsynch 5 j : GnRH à J0, PGF2alpha à J5 et GnRH à J7, IA à J10. Protocole Presynch 2 PGF : 2 injections de prostaglandines F2alpha à 12 ou 14 jours d'intervalle, la seconde étant réalisée 10-12 jours avant le début du protocole Ovsynch. Protocole Presynch G6G : PGF2alpha et GnRH 2 jours plus tard et 2<sup>ème</sup> GnRH 6 jours après la 1<sup>ère</sup> GnRH.



Une autre stratégie préconisée pour optimiser l'action lutéolytique des prostaglandines, sans manipulation supplémentaire des animaux, consiste à utiliser une dose lutéolytique plus élevée que celle recommandée dans les résumés des caractéristiques de produits (Cuervo-Arango *et al.*, 2011). L'hypothèse est que la dose plus élevée pourrait contrecarrer l'effet antilutéolytique associé à l'augmentation de la prostaglandine deshydrogénase et la faible concentration d'endothéline-1 dans les corps jaunes jeunes (Vallecabres-Torres *et al.*, 2013a). Et là encore, il est difficile d'avoir une idée claire sur l'intérêt d'augmenter la dose de prostaglandine-F2alpha, car les résultats divergent en fonction des études. Ainsi, des études récentes (Vallecabres-Torres *et al.*, 2012 et 2013) ont montré qu'une dose double de d-cloprosténol (en une seule injection) améliorerait la lutéolyse chez les vaches laitières tariées présentant un corps jaune jeune, comparativement à des vaches traitées avec la dose standard (Tableau 1). A l'opposé, dans d'autres études (Repasi *et al.*, 2003, Ribeiro *et al.*, 2012), une dose unique de cloprosténol ou de dinoprost correspondant à 1,4 à 2 fois la dose lutéolytique recommandée n'a pas permis d'améliorer la régression du corps jaune, qu'il soit jeune ou mature, ni le taux de gestation.



## CONCLUSION

La maîtrise d'une lutéolyse complète est critique pour assurer une fertilité optimale à l'œstrus induit. Les prostaglandines F2alpha ont été largement utilisées depuis plusieurs décennies en élevage bovin dans le cadre des programmes de gestion de la reproduction et ont permis d'obtenir des résultats de fertilité satisfaisants. La baisse de la fertilité des vaches laitières et le développement important de protocoles hormonaux induisant des corps jaunes secondaires en Amérique du Nord ont soulevé la question de l'efficacité des prostaglandines F2alpha, en particulier sur des corps jaunes jeunes et de l'optimisation du schéma posologique. Les prostaglandines F2alpha induisent la lutéolyse de corps jaunes matures chez 80 à 90% des femelles. Pour les corps jaunes jeunes, l'efficacité est plus faible et des concentrations résiduelles de progestérone 24 h après l'administration de PGF2alpha pourraient être responsables d'une baisse de la fertilité. La répétition de l'administration à 8-12 h d'intervalle pourrait permettre un gain de fertilité de 8 à 17%, en particulier sur des corps jaunes jeunes. Au contraire, le taux de gestation ne semble pas modifié suite à l'administration d'une dose lutéolytique plus élevée en une seule injection.

Des données récentes de l'équipe de Ginther montrent que l'« overdose » unique de prostaglandine F2alpha ou d'analogue utilisée pour induire la lutéolyse ne reproduit pas complètement la cascade d'événements physiologiques qui conduisent à la lutéolyse et ouvrent des perspectives sur des schémas d'administration plus physiologiques (voie utérine, doses plus faibles et répétées), mais plus difficiles à mettre en œuvre dans les conditions terrain.





## Bibliographie

Archbald LF, Risco C, Chavatte P, Constant S, Tran T, Klapstein E, Elliot J. Estrus and pregnancy rate of dairy cows given one or two doses of prostaglandin F2 alpha 8 or 24 hours apart. *Theriogenology*. 1993;40(4):873-84.

Bridges GA, Ahola JK, Brauner C, Cruppe LH, Currin JC, Day ML, Gunn PJ, Jaeger JR, Lake SL, Lamb GC, Marquezini GH, Peel RK, Radunz AE, Stevenson JS, Whittier WD. Determination of the appropriate delivery of prostaglandin F2 $\alpha$  in the five-day CO-Synch + controlled intravaginal drug release protocol in suckled beef cows. *J Anim Sci*. 2012;90(13):4814-22.

Brusveen DJ, Souza AH, Wiltbank MC. Effects of additional prostaglandin F2 $\alpha$  and estradiol-17 $\beta$  during Ovsynch in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 2009;92(4):1412-22.

Cuervo-Arango J, García-Roselló E, García-Muñoz A, Valldecabres-Torres X, Martínez-Ros P, González-Bulnes A. The effect of a single high dose of PGF2 $\alpha$  administered to dairy cattle 3.5 days after ovulation on luteal function, morphology, and follicular dynamics. *Theriogenology*. 2011;76(9):1736-43.

Ginther OJ, Araujo RR, Palhão MP, Rodrigues BL, Beg MA. Necessity of sequential pulses of prostaglandin F2 $\alpha$  for complete physiologic luteolysis in cattle. *Biol Reprod*. 2009;80(4):641-8.

Ginther OJ, Beg MA. Dynamics of circulating progesterone concentrations before and during luteolysis: a comparison between cattle and horses. *Biol Reprod*. 2012;86(6):170.

Ginther OJ, Pinaffi FL, Khan FA, Duarte LF, Beg MA. Follicular-phase concentrations of progesterone, estradiol-17 $\alpha$ , LH, FSH, and a PGF2 $\alpha$  metabolite and daily clustering of prolactin pulses, based on hourly blood sampling and hourly detection of ovulation in heifers. *Theriogenology*. 2013 1;79(6):918-28.

Kasimanickam R, Day ML, Rudolph JS, Hall JB, Whittier WD. Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-day progesterone-based synchronization protocol in beef cows. *Theriogenology*. 2009;71(5):762-7.

Martins JP, Policelli RK, Pursley JR. Luteolytic effects of cloprostenol sodium in lactating dairy cows treated with G6G/Ovsynch. *J Dairy Sci*. 2011a;94(6):2806-14.

Martins JP, Policelli RK, Neuder LM, Raphael W, Pursley JR. Effects of cloprostenol sodium at final prostaglandin F2 $\alpha$  of Ovsynch on complete luteolysis and pregnancy per artificial insemination in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 2011b;94(6):2815-24.

McCracken JA, Custer EE, Lamsa JC. Luteolysis: a neuroendocrine-mediated event. *Physiol Rev*. 1999;79(2):263-323.

Nascimento AB, Souza AH, Keskin A, Sartori R, Wiltbank MC. Lack of complete regression of the Day 5 corpus luteum after one or two doses of PGF2 $\alpha$  in nonlactating Holstein cows. *Theriogenology*. 2014;81(3):389-95.

Peterson C, Alkar A, Smith S, Kerr S, Hall JB, Moore D, Kasimanickam R. Effects of one versus two doses of prostaglandin F2 $\alpha$  on AI pregnancy rates in a 5-day, progesterone-based, CO-Synch protocol in crossbred beef heifers. *Theriogenology*. 2011;75(8):1536-42.

Répási A, Beckers JF, Sulon J, Perényi Z, Reiczigel J, Szenci O. Effect of different doses of prostaglandin on the area of corpus luteum, the largest follicle and progesterone concentration in the dairy cow. *Reprod Domest Anim*. 2003 ;38(6):423-8.

Répási A, Beckers JF, Sulon J, Karen A, Reiczigel J, Szenci O. Effect of the type and number of prostaglandin treatments on corpus luteum, the largest follicle and progesterone concentration in dairy cows. *Reprod Domest Anim*. 2005;40(5):436-42.

Ribeiro ES, Bisinotto RS, Favoreto MG, Martins LT, Cerri RL, Silvestre FT, Greco LF, Thatcher WW, Santos JE. Fertility in dairy cows following presynchronization and administering twice the luteolytic dose of prostaglandin F2 $\alpha$  as one or two injections in the 5-day timed artificial insemination protocol. *Theriogenology*. 2012;78(2):273-84.

Shrestha HK, Beg MA, Burnette RR, Ginther OJ. Plasma clearance and half-life of prostaglandin F2 $\alpha$ : a comparison between mares and heifers. *Biol Reprod*. 2012;87(1):18, 1-6.

Valldecabres-Torres X, Larrosa-Morales P, Cuervo-Arango J. The effect of dose and type of cloprostenol on the luteolytic response of dairy cattle during the Ovsynch protocol under different oestrous cycle and physiological characteristics. *Reprod Domest Anim*. 2013a;48(5):874-80.

Valldecabres-Torres X, García-Muñoz A, García-Roselló E, Cuervo-Arango J. Use of a split or single prostaglandin F2 $\alpha$  treatment in a 6-day synchronization protocol for nonlactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 2013b;96(3):1647-52.





# LES PROSTAGLANDINES INOPÉRANTES DANS LES HEURES SUIVANT LE VÊLAGE

Dans une ferme hongroise, des vaches multipares Holstein- Frisonnes sans complication du vêlage ont reçu soit 25mg de prostaglandine naturelle PGF<sub>2</sub> $\alpha$  (n = 10), soit 5ml d'une solution saline (n =10), entre 14 et 17 heures après vêlage. Un cathéter introduit par voie cervicale permettait la mesure de la pression utérine. Aucune modification significative de la pression utérine n'a été observée suite à l'injection de prostaglandine. Le même protocole a montré, à l'opposé, qu'une injection de 50 UI d'ocytocine est capable d'augmenter significativement la fréquence des contractions myométriales et la pression utérine.

**Ces résultats confirment que les prostaglandines présentent davantage d'intérêt en post partum pour leurs vertus lutéolytiques que pour leur action utérotonique.**

BAJCSY & al. XXVII world buiatrics congress 2012, Lisbon. Abstract book p61.





Article paru en janvier 2013  
dans ReproMag 11





# HCG, FOLLICULE ET CORPS JAUNE

L'hormone gonadotrope chorionique humaine ou hCG est une hormone appartenant au même groupe structural que la LH (hormone lutéinisante) et la PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin, officiellement dénommée eCG pour equine Chorionic Gonadotropin). Comme son nom l'indique, cette hormone est produite physiologiquement par le placenta humain à partir du 7<sup>e</sup> jour après la fécondation. L'hormone est excrétée partiellement par voie urinaire, voie mise à profit pour sa collecte : l'hCG disponible en médecine vétérinaire n'est donc pas issue d'une synthèse, mais d'une purification à partir de l'urine de femmes enceintes. Sa structure, sous forme de deux grosses sous-unités liées entre-elles, rend en effet complexe, voire impossible, sa synthèse chimique.

L'hCG agit en se liant au récepteur de la LH. Celui-ci est présent sur les cellules de la granulosa des follicules de plus de 10 mm de diamètre : l'hCG induit alors l'ovulation ou au moins la lutéinisation du follicule. On trouve aussi le récepteur à la LH sur les cellules lutéales, et plus particulièrement sur les petites cellules lutéales, très productrices de progestérone : l'hCG stimule donc la production de progestérone par le corps jaune. Le rôle physiologique majeur de cette hormone dans l'espèce humaine est d'ailleurs de stimuler le corps jaune pour maintenir la production de progestérone en début de grossesse.

Contrairement à l'eCG (PMSG), qui possède chez la vache des actions de type LH, mais aussi FSH, les actions de l'hCG sont donc exclusivement de type LH.

L'hCG peut donc être utilisée pour traiter les kystes folliculaires, pour induire d'ovulation, en particulier dans le cadre de protocoles de synchronisation, ainsi que pour stimuler la production de progestérone par le corps jaune (dans l'objectif de limiter la mortalité embryonnaire).

## Kystes folliculaires

Un kyste folliculaire correspond à un follicule recevant un pic de LH préovulatoire insuffisant ou qui se trouve incapable d'y répondre. Le follicule continue donc de croître au-delà du diamètre ovulatoire (17-19 mm). Une stratégie thérapeutique consiste donc à mimer un pic de LH en injectant une hormone LH-like telle que l'hCG (2500 à 10 000 UI). On obtient alors la lutéinisation de la paroi du kyste et les chaleurs réapparaissent après une injection de prostaglandines pratiquées 10 à 14 jours après l'injection d'hCG. Si nos anciens étaient adeptes de l'injection intra-kystique, l'hCG est tout à fait efficace lorsqu'elle est administrée par voie intra-musculaire. L'hCG est réputée être efficace sur les kystes étant restés réfractaires à une injection de GnRH.

L'explication pourrait en être que l'hCG agit comme la LH directement sur l'ovaire, sans intermédiaire tandis que la GnRH exerce une action indirecte via l'hypophyse et l'hypothalamus, dérégulés dans les situations de kyste. Néanmoins, les échecs de la GnRH seraient imputables à l'état de dégénérescence de la paroi du kyste : celle-ci ne présentant plus suffisamment de récepteurs LH, l'hCG ne saurait non plus induire la lutéinisation du kyste.



*Sylvie Chastant-Maillard  
Unité de Reproduction  
Ecole Nationale Vétérinaire de  
Toulouse*



La substitution hCG/GnRH n'est pas systématiquement favorable.

La tentation provient des difficultés pratiques, réelles ou supposées, liées à l'utilisation de l'hCG. Tout d'abord, la conservation de la GnRH ou de ses analogues est plus simple que celle de l'hCG. Ensuite, l'hCG, grosse molécule de 237 acides aminés composée de deux grosses sous-unités est réputée plus allergène et plus immunogène que la GnRH, petite molécule de 10 acides aminés. Néanmoins les chocs anaphylactiques théoriquement à craindre restent plus qu'exceptionnels chez la vache. Quant à l'immunisation anti-hCG, elle n'a pas été démontrée chez la vache (au contraire de l'immunisation anti-eCG suite à la répétition d'injections de PMSG chez la chèvre). Même si la GnRH apparaît comme une molécule plus polyvalente et assortie d'un plus grand nombre d'indications, l'hCG peut représenter une solution thérapeutique à ne pas négliger.



## Induire l'ovulation Protocoles de synchro (GPG vs GPH)

Toujours en raison de ses propriétés de type LH, l'hCG permet d'induire l'ovulation, son injection mimant un pic de LH. Cette indication est communément utilisée chez la jument à l'issue d'un suivi de la croissance folliculaire afin d'obtenir une ovulation au moment de la saillie. Chez la vache, la seule indication de l'induction de l'ovulation est l'infertilité à chaleurs normales (« repeat-breeding ») : parmi les multiples causes de ce syndrome, a été émise l'hypothèse que l'absence de fécondation pourrait être due dans certains cas à une ovulation trop tardive par rapport à la phase d'expression des chaleurs et à l'insémination. Mais l'amélioration des taux de gestation suite à l'injection d'hCG au début des chaleurs n'a pas été clairement étudiée.

Néanmoins, les propriétés ovulantes de l'hCG peuvent être mises à profit dans le cadre de la synchronisation des chaleurs, plus précisément dans le cadre du protocole GPG.

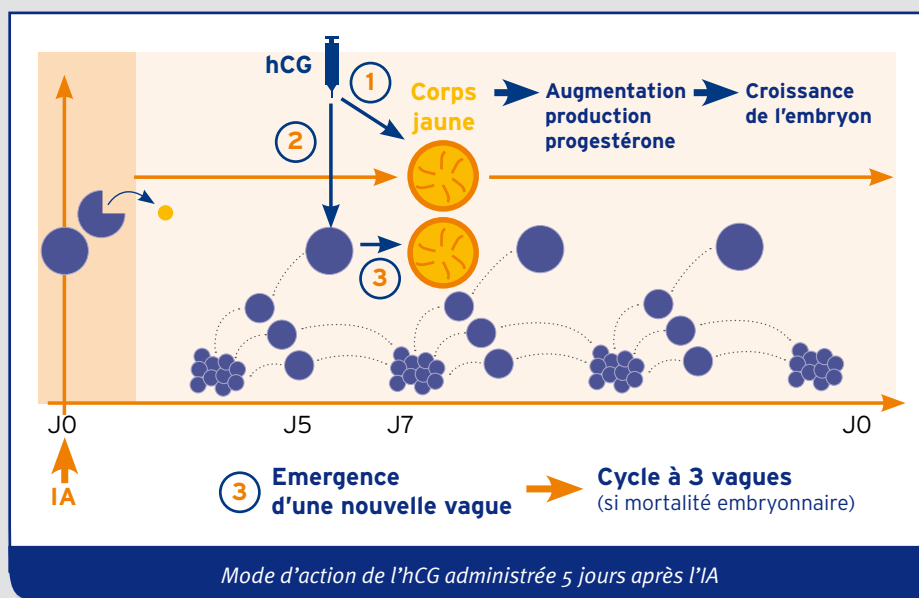
Dans ce protocole de synchronisation, la fonction de la première injection de GnRH est d'induire la lutéinisation d'un follicule dominant s'il est présent. Le remplacement de cette injection par une administration d'hCG donne des résultats décevants. A l'inverse, la substitution de la seconde injection donne des résultats encourageants. Avec ce protocole GPG devenu GPH, quelques essais récents ont permis d'obtenir une amélioration du taux de gestation.

## Mortalité embryonnaire Insuffisance lutéale

Enfin, l'hCG peut être utilisée pour tenter de limiter indirectement la mortalité embryonnaire, cause majeure de la diminution de fertilité subie par les vaches laitières hautes productrices. On utilise alors à la fois les propriétés de l'hCG sur le follicule et sur le corps jaune ; l'hCG, injectée cinq jours après l'ovulation, va agir par trois voies différentes (voir schéma).

Tout d'abord, l'hCG exerce une action directe sur le corps jaune (formé à la suite de l'ovulation à J0) et stimule sa production de progestérone. Or la progestérone, responsable de l'élongation de l'embryon, favorise la survie de celui-ci. Ensuite, l'hCG va induire la lutéinisation du follicule dominant, présent à cette date que la vache ait un cycle à deux ou à trois vagues. Un corps jaune accessoire se forme alors, augmentant encore le taux de progestérone circulant (figure 1). En dernier lieu, même si une mortalité embryonnaire survient, l'hCG aura un effet favorable sur la réussite de l'insémination suivante. Le follicule s'étant lutéinisé à J6, la première vague est interrompue et une nouvelle vague émerge : les cycles à 2 vagues sont ainsi transformés en cycles à 3 vagues, lesquels semblent être plus fertiles.

L'hCG permet donc d'améliorer le taux de gestation, mais son effet et son intérêt économique sont plus particulièrement visibles chez les vaches suspectes d'insuffisance lutéale : on le réservera donc aux vaches hautes productrices, aux vaches dont l'état corporel a diminué. Dans ce cadre, il est plus intéressant que la GnRH : d'une part, la GnRH ne sera active que si la vache se trouve en état de synthétiser suffisamment de LH – or les vaches atteintes d'insuffisance lutéale ne le sont pas forcément ; d'autre part, la GnRH ayant une plus courte durée de vie (environ 6 heures contre 24-36 heures pour l'hCG), son action stimulante sur la production de progestérone par le corps jaune est plus limitée que celle de l'hCG.









**11**

# **DIAGNOSTIC DE GESTATION**

# DES APPLICATIONS NOUVELLES POUR L'ÉCHOGRAPHIE DOPPLER EN REPRODUCTION BOVINE ?

*L'échographie est utilisée en reproduction bovine depuis près de 40 ans. C'est une méthode d'imagerie non invasive, indolore, et non traumatique (tant pour l'animal que pour l'opérateur) ; elle peut donc être pratiquée sans protection et répétée autant que souhaité. La mise au point d'appareils portables a rendu son utilisation par les praticiens plus aisée au cours de la dernière décennie.*

*L'échographie est surtout employée pour le diagnostic de gestation par visualisation de la vésicule embryonnaire dans l'utérus. Mais elle est utile également pour évaluer le fonctionnement des ovaires grâce à la caractérisation des organites ovariens (structures folliculaires et lutéales).*

*Au cours des 20 dernières années, sont apparus en médecine vétérinaire des échographes dotés d'une sonde Doppler ; ces appareils, en plus de l'examen échographique habituel, sont capables de mesurer la vitesse du sang dans les vaisseaux et organes. Ils sont essentiellement utilisés pour l'examen cardiaque et l'exploration des organes abdominaux des animaux de compagnie. Chez les bovins, l'échographie Doppler est surtout utilisée à titre expérimental pour l'étude de la reproduction. Mais des applications intéressantes existent aussi pour le praticien dans ce domaine.*

## L'effet Doppler pour mesurer la vitesse du sang

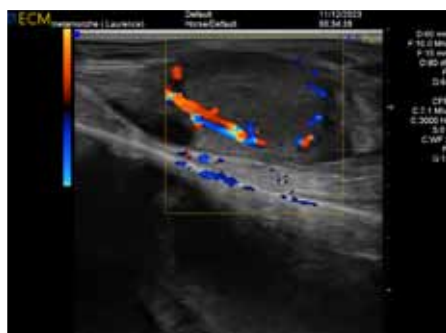
L'effet Doppler, mis en évidence en 1842, est le décalage de fréquence d'une onde (mécanique, acoustique, électromagnétique ou autre) observé entre les mesures à l'émission et à la réception, lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps. Cet effet peut donc être utilisé pour mesurer une vitesse.

La première application en médecine humaine date de 1958 avec l'utilisation d'un capteur comprenant deux cristaux, l'un émettant et l'autre recevant en continu des ultrasons (**Doppler continu**) pour étudier la circulation sanguine dans les vaisseaux. Lorsque le faisceau d'ultrasons traverse des vaisseaux sanguins, l'écho est renvoyé par les éléments figurés du sang qui deviennent des émetteurs. La sonde Doppler recueille alors un écho dont la fréquence (longueur d'onde) est différente de la fréquence d'émission. Cette différence des fréquences d'émission et de réception permet de calculer la vitesse et la direction des globules rouges. L'inconvénient du Doppler continu réside dans l'absence de discrimination des vaisseaux selon leur profondeur : il n'y a pas de repérage en profondeur, deux structures voisines ne pourront être distinguées.

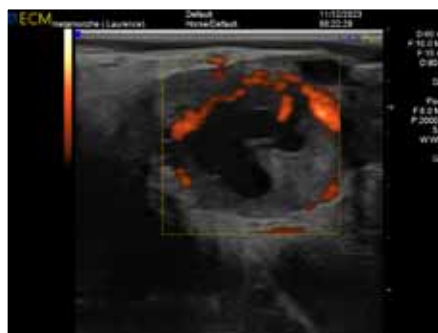
Apparu ultérieurement, le **Doppler couleur** (aussi appelé Doppler bidimensionnel) a constitué une grande évolution technologique. Il intègre dans le même appareil une imagerie échographique rapide et une détection Doppler pulsée en tous points de l'image. Un encodage couleur du signal Doppler (par convention rouge pour les flux s'approchant de la sonde, bleu pour les flux s'éloignant) permet de distinguer celui-ci du signal échographique. Le Doppler couleur est complété par une analyse spectrale pour le calcul de la vitesse sanguine.

**Photos 1 et 2 : Exemples d'images obtenues en échographie Doppler couleur et en power Doppler**

© IMV-imaging - CFM (Doppler couleur) directionnel



© IMV-imaging - Power Doppler sur un ovaire







Article paru en mars 2019  
dans ReproMag 20

Une autre évolution de la technique est le **Doppler puissance (power mode)**, ou Doppler énergie. Le codage du signal Doppler ne dépend plus des fréquences qui le constituent mais de son amplitude. Il en résulte un signal d'intensité plus élevée, proportionnelle à la puissance de l'écho, qui aboutit à une meilleure visualisation des images de vaisseaux. Par contre, les informations concernant le sens d'écoulement du sang sont perdues.

## Des applications en reproduction bovine

L'échographie Doppler (ou écho-Doppler) est une technique accessible pour les praticiens même si elle nécessite davantage de temps qu'un simple examen échographique et exige une expérience minimale pour l'interprétation des images.



© Dr Pierre-Luc CHARBONNEAU

### a) Suivi du cycle (vaches non gravides)

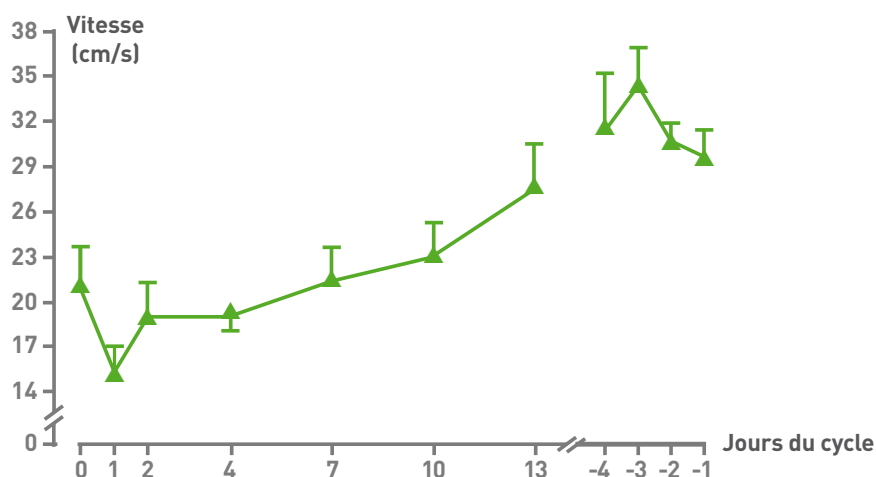
Pour repérer l'artère utérine, BOLLWEIN & al. (2016) conseillent de suivre l'aorte dans sa partie caudale jusqu'à la jonction avec l'artère iliaque interne, puis de suivre cette dernière jusqu'à l'artère utérine qui est un gros vaisseau (diamètre atteignant 5mm chez la vache non gravide).

Pendant le diœstrus, le flux sanguin dans l'artère utérine est stable en début de cycle, mais augmente au cours de la phase folliculaire (ou pro-œstrus, de J17-18 à J21-22) et des chaleurs (*figure 1*). Ces fluctuations sont cependant trop limitées pour avoir une utilité diagnostique.



Photos 3 et 4 : Utilisation de l'échographe Doppler EXAGO (ECM) par un praticien Vétérinaire

Figure 1 : Variations du flux sanguin utérin au cours du cycle sexuel de la vache (BOLLWEIN & al. 2016)

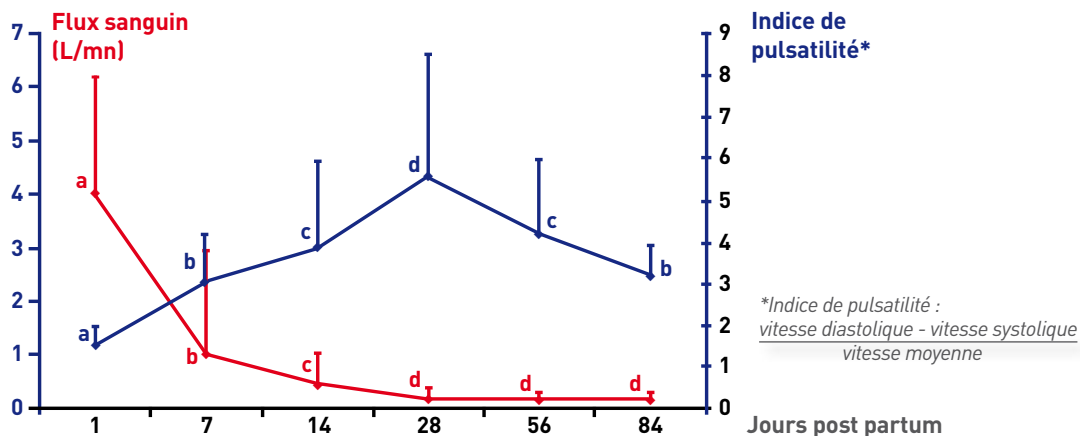




## b) Infections utérines

La perfusion sanguine utérine diminue fortement dans les premiers jours qui suivent le vêlage, parallèlement à la réduction rapide du poids et de la taille de l'utérus. Le flux vasculaire continue ensuite à baisser pour atteindre une valeur basse environ 1 mois postpartum (figure 2).

Figure 2 : Variations du flux sanguin utérin au cours du cycle sexuel de la vache (BOLLWEIN & al. 2016)



(les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes,  $p > 0,05$ )

Chez la vache à postpartum pathologique (rétention placentaire, métrite), le flux sanguin utérin diminue moins vite dans les jours après vêlage en comparaison à des vaches saines. Etant donné l'évidence des signes cliniques associés à ces troubles, le recours à l'écho-Doppler ne présente cependant pas d'intérêt majeur en pratique vétérinaire.

## c) Croissance folliculaire

### Distinction entre follicules sains et follicules atrétiques – Repérage du follicule dominant

Les follicules sains se caractérisent par une vascularisation dynamique alors que les follicules atrétiques ont peu ou pas de vaisseaux fonctionnels. De ce fait, l'échographie Doppler peut permettre de distinguer les deux types de follicules, ce que ne permet pas l'échographie classique.

Les petits follicules visibles à l'échographie (diamètre  $> 2,5\text{mm}$ ) qui présentent un flux sanguin détectable au Doppler avant leur sélection (vers 9-10mm) présentent un plus grand diamètre ultérieur que ceux où aucune circulation n'est visible. De plus, le futur follicule dominant se distingue par une augmentation de circulation 1 à 2 jours avant sa « déviation » (moment où son diamètre devient supérieur à celui des autres follicules de la cohorte). De ce fait, la mesure du flux sanguin folliculaire permettrait, d'après BOLLWEIN & al. (2016), de déterminer précocement le futur follicule dominant. Selon les mêmes auteurs, le nombre de follicules avec une circulation détectable pourrait être utilisé pour prévoir la réponse en superovulation. Dans ces conditions, le dénombrement des follicules antraux (ou la mesure de l'hormone anti-Müllérienne, voir Repromag N° 17) couplé à l'évaluation de leur vascularisation pourrait constituer un examen utile pour identifier le potentiel des vaches à répondre à la stimulation ovarienne.

### Prévision du moment de l'ovulation

Dans les heures précédant l'ovulation, le flux sanguin augmente rapidement et atteint un maximum au moment de l'ovulation (MATSUI & MIYAMOTO, 2009) ; le flux s'accroît à la base du follicule pré-ovulatoire, alors qu'il diminue en zone apicale. Le suivi du flux sanguin folliculaire grâce à l'échographie Doppler peut donc permettre de prévoir la proximité du moment de l'ovulation. SIDDIQUI & al. (2009) indiquent une relation entre l'augmentation de la vascularisation du follicule pré-ovulatoire au moment de l'IA et la réussite à celle-ci.



## d) Fonction lutéale

### Les limites de l'échographie classique pour apprécier la fonction lutéale

Chez la vache, la surface du corps jaune observé à l'échographie classique est un bon indicateur de sa production de progestérone. Mais les variations individuelles importantes empêchent de déduire la progestéronémie et l'âge d'un corps jaune uniquement sur la base de ses dimensions (hormis en début de cycle, entre J4 et J7, période sur laquelle la corrélation est forte). En particulier, en fin de cycle, la taille du corps jaune diminue moins vite que la production de progestérone. L'aspect du corps jaune (son échogénicité) est un meilleur indicateur de la production de progestérone en milieu de cycle : sur cette période, le corps jaune est granuleux, bien défini, avec une ligne de séparation nette avec le stroma ovarien. Mais l'aspect échographique du corps jaune est semblable en début de cycle et en phase de régression lutéale, avec une ligne de contour qui s'estompe et une moindre différence d'échogénicité entre le corps jaune et le reste de l'ovaire.

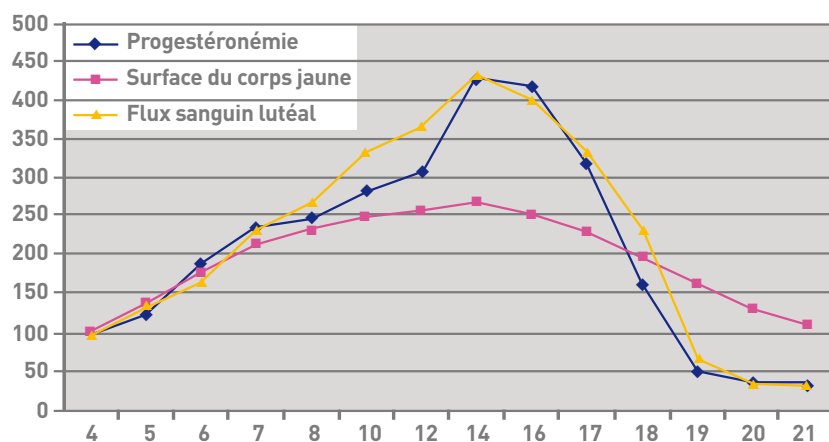
### L'échographie Doppler pour apprécier l'âge des corps jaunes et leur production de progestérone

Le flux sanguin lutéal est étroitement corrélé à la progestéronémie tout au long du cycle sexuel (HERZOG & al. 2010 ; figure 3). De ce fait, l'échographie Doppler peut apporter en temps réel une information plus fiable que l'échographie classique sur l'âge du corps jaune (même si le flux sanguin mesuré vers J7-J8 est voisin de celui à J17-J18 pour un corps jaune cyclique), sans recours au dosage de la progestérone.

En particulier, elle permet de distinguer les corps jaunes fonctionnels en début de cycle (donc présentant un flux sanguin plus important) des corps jaunes qui régressent en fin de cycle. De même, un flux sanguin lutéal faible est incompatible avec une gestation.

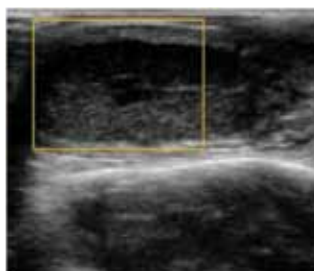
En début de gestation, les faibles progestéronémies sont associées à une moindre fertilité ; de ce fait, MATSUI & MIYAMOTO indiquent dans leur revue bibliographique (2009) que l'estimation de la production de progestérone par échographie Doppler permettrait de sélectionner les vaches receveuses les plus fertiles en transfert d'embryons.

**Figure 3 : Evolution relative (base 100 à J4 pour les 3 paramètres) de la progestéronémie, de la surface du corps jaune et du flux sanguin lutéal chez 10 vaches Holstein cyclées (HERZOG et al. 2010)**

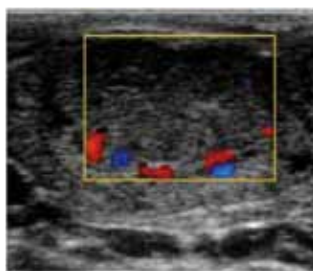


### **Photos 5 à 8 : Catégorisation des corps jaunes grâce à l'échographie Doppler**

Échographie Doppler d'un corps jaune ayant un score D0 (aucune couleur)



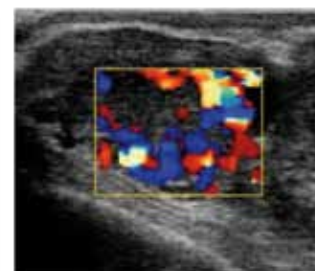
Échographie Doppler d'un corps jaune ayant un score D1 (10 à 39% de la surface est colorée)



Échographie Doppler d'un corps jaune ayant un score D2 (40 à 69% de la surface est colorée)



Échographie Doppler d'un corps jaune ayant un score D3 (>70% de la surface est colorée)





## Vers un diagnostic de gestation très précoce grâce à l'échographie Doppler ?

HERZOG & al. (2011a) ont montré que le flux sanguin lutéal ne chute pas chez la vache gestante au cours de la troisième semaine post AI, à l'inverse de ce qui est observé chez la vache « vide ». Il est significativement plus élevé 15 jours après l'insémination chez les vaches gravides en comparaison aux vaches (déjà) « vides ». Du fait de la diminution de la vascularisation lutéale pendant la régression du corps jaune, le diagnostic (très) précoce de non gestation est donc une autre application envisageable de l'échographie Doppler en reproduction bovine.

### • Diagnostic entre 19 et 21 jours post-insémination

Chez les vaches non gravides, la régression fonctionnelle du corps jaune se manifeste par une réduction significative du flux sanguin à J18 – J19 après ovulation ou insémination. Cette baisse de vascularisation n'est pas observée sur les vaches gravides entre J16 et J23 après l'ovulation. MATSUI & MIYAMOTO (2009) ont indiqué que l'échographie Doppler, en avérant l'absence de diminution du flux sanguin lutéal, améliore le diagnostic précoce de gestation entre J19 et J21 par rapport à l'échographie simple (car la régression morphologique du corps jaune est postérieure à sa régression fonctionnelle). Mais la méthode est considérée comme insuffisamment fiable par manque de spécificité (SIQUEIRA & al. 2013, UTT & al. 2009 ; *tableau 1*) pour déterminer seule entre J17 et J21 les vaches effectivement gestantes.

**Tableau 1 : Performances de l'échographie DOPPLER pour le diagnostic précoce de gestation (par évaluation du flux sanguin du corps jaune de gestation)**

| Auteurs             | Période d'examen* | Sensibilité | Spécificité | Valeur Prédictive Positive VPP | Valeur Prédictive Négative VPN |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|
| UTT & al. 2009      | J17               | 79,7%       | 43,2%       | 54,4%                          | 73,3%                          |
| UTT & al. 2009      | J19               | 85,5%       | 54,3%       | 61,4%                          | 82,9%                          |
| UTT & al. 2009      | J21               | 83,3%       | 61,1%       | 64,8%                          | 81,5%                          |
| SIQUEIRA & al. 2013 | J20               | 99,0%       | 53,7%       | 65,1%                          | 98,5%                          |

(\*après la chaleur ou l'insémination)

UTT & al. (2009) précisent que les valeurs médiocres de spécificité obtenues sont liées en partie non pas directement à la technique mais au fait que certaines femelles, encore gravides au moment de l'examen précoce (entre J17 et J21 après la chaleur), vont subir une mortalité embryonnaire tardive (mortalité embryonnaire tardive, entre J26 et J40, pour 12 des 50 femelles suivies dans leur observation).

Dans leur étude, SIQUEIRA & al (2013) ont obtenu moins de 1% de faux négatifs (vaches annoncées « vides » à tort) sur l'ensemble des examens pratiqués aboutissant à d'excellents résultats de détection précoce des femelles non gravides avec une valeur prédictive négative (VPN : probabilité pour une vache donnée « vide » à l'échographie Doppler d'être effectivement non gestante) proche de 100%. Finalement, pour les 2 groupes d'auteurs (UTT & al. 2009, SIQUEIRA & al. 2013), les VPN obtenues à J20-J21, entre 81,5% et 98,5%, sont bien meilleures que les VPP (Valeur Prédictive Positive : probabilité pour que le résultat positif de l'examen Doppler corresponde à une vache effectivement gestante), aux alentours de 65%. Ils en concluent que l'échographie Doppler pratiquée 20-21 jours après l'insémination constitue **une méthode fiable et rapide permettant la détection précoce des vaches non gestantes. L'échographie Doppler à cette période constitue donc une bonne alternative au dosage de progestérone pour le diagnostic des non gestations.**

Au contraire, la valeur prédictive positive de l'échographie Doppler semble insuffisante (65,1% à J21 pour SIQUEIRA & al. 2013, 64,8% à J21 pour UTT & al. 2009) pour que la méthode puisse aujourd'hui être considérée comme un outil fiable de détection précoce des vaches gestantes.

**Ainsi, même si rétrospectivement les différences précoces de vascularisation sont significatives entre les lots de femelles gravides ou non (HERZOG & al. (2011a), au moment de l'examen individuel, il n'est pas possible en pratique d'affirmer qu'une femelle est gestante avec suffisamment de fiabilité.**





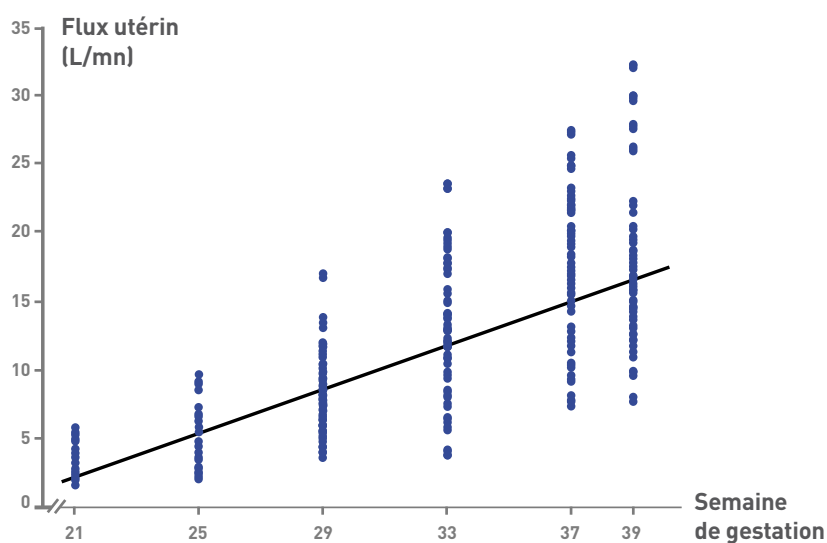
Au Brésil, BARUSELLI & al. (2017) ont proposé la remise à la reproduction précoce des femelles détectées vides à l'échographie DOPPLER afin de réduire l'intervalle entre IA chez celles-ci : resynchronisation dès 14 jours après l'IA à l'aide d'un dispositif progestagène (sans connaître le statut de gestation des animaux), échographie Doppler à J22 et ré-insémination à J24 des vaches détectées vides à l'échographie Doppler (NDR : cette gestion très 'agressive' de la reproduction est liée à la faible fertilité des femelles locales ; des stratégies visant à réduire au maximum les intervalles entre IA sont mises en œuvre pour conserver un IVV acceptable).

#### • Evolution du flux sanguin utérin du milieu de la gestation jusqu'au vêlage

HERZOG & al. (2011b) ont montré que le flux sanguin dans l'artère utérine augmente régulièrement entre les 21<sup>ème</sup> et 39<sup>ème</sup> semaines de gestation, avec une valeur moyenne 5,5 fois plus élevée sur la fin de la période d'observation (figure 4). Mais les variations individuelles sont importantes. De ce fait, l'examen ne peut être utilisé pour 'dater' individuellement une gestation.

Les vaches les plus lourdes présentent les valeurs moyennes de flux sanguin utérin les plus élevées. En semaine 39, une très bonne corrélation a été notée entre le flux utérin et le poids du veau à la naissance ( $r = 0,60$  :  $P < 0,0001$ ).

Figure 4 : Relation entre le stade de gestation et le flux utérin chez 44 vaches Holstein (HERZOG & al. 2011b)





# LE DIAGNOSTIC MANUEL DE GESTATION PRÉSENTE-T-IL UN RISQUE POUR L'EMBRYON ET LE FUTUR VEAU ?

*A côté de l'examen échographique, la palpation manuelle constitue la technique de référence pour confirmer le statut de gestation des femelles présumées pleines.*

*Ce diagnostic précoce est très important pour la rentabilité de l'élevage car il permet la remise à la reproduction rapide des femelles vides.*

*Au-delà de l'intérêt technique évident de cette pratique, se pose la question, parfois relayée par les éleveurs, des risques que pourrait faire courir cette manipulation à l'embryon. La palpation rectale pourrait entraîner la mort de l'embryon. Elle pourrait aussi causer des anomalies congénitales sur le futur veau ; en effet, le diagnostic de gestation coïncide souvent avec la période-clé de l'organogenèse (entre 36 et 42 jours de gestation), période de transition entre le stade d'embryon et celui de fœtus.*

## Un effet récent contrôlé

Une étude contrôlée à grande échelle a été réalisée au Texas entre 1999 et 2002 par Romano & al. pour déterminer l'éventuelle relation entre palpation rectale et mortalité embryonnaire. 360 vaches et 160 génisses de race Holstein et Jersiaise, contrôlées gestantes à l'occasion d'une échographie réalisée entre 29 et 32 jours après l'IA (fréquence cardiaque > 120 battements / minute), ont été réparties en 2 lots :

- **un groupe « Palpation Transrectale » comprenant 258 femelles** et faisant l'objet d'un diagnostic de gestation unique entre 34 et 41 jours de gestation.

Le diagnostic était réalisé, après compression de la corne utérine gravide, en faisant glisser la membrane chorio-allantoïdienne entre les doigts. Un seul opérateur a réalisé toutes les palpations ; il devait éviter de palper le sac amniotique

- **un groupe témoin « Sans Palpation Transrectale » : 262 femelles.**

Toutes les femelles ont été échographiées à J45 pour quantifier la mortalité embryonnaire et à J60 pour quantifier la mortalité foetale.

|                         | Total                   | Palpation               | Pas de palpation        | Significativité |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| <b>Total (%)</b>        | 73 (14%)                | 38 (14,7%)              | 35 (13,4%)              | p>0,2           |
| <b>Type de femelles</b> |                         |                         |                         |                 |
| Vaches                  | 59 (16,4%) <sup>a</sup> | 33 (18,6%) <sup>a</sup> | 26 (14,2%) <sup>a</sup> | p>0,10          |
| Génisses                | 14 (8,8%) <sup>c</sup>  | 5 (6,2%) <sup>d</sup>   | 9 (11,4%) <sup>a</sup>  | p>0,08          |
| <b>Embryon(s)</b>       |                         |                         |                         |                 |
| 1 seul                  | 61 (12,9%) <sup>a</sup> | 33 (14,0%) <sup>a</sup> | 28 (11,8%) <sup>a</sup> | p>0,10          |
| 2 (jumeaux)             | 12 (25,5%) <sup>c</sup> | 5 (21,7%) <sup>a</sup>  | 7 (29,2%) <sup>c</sup>  | p>0,10          |

*Dans une même colonne, les rangées sans exposant commun différent : <sup>ac</sup> p<0,025, <sup>ad</sup> p<0,01*

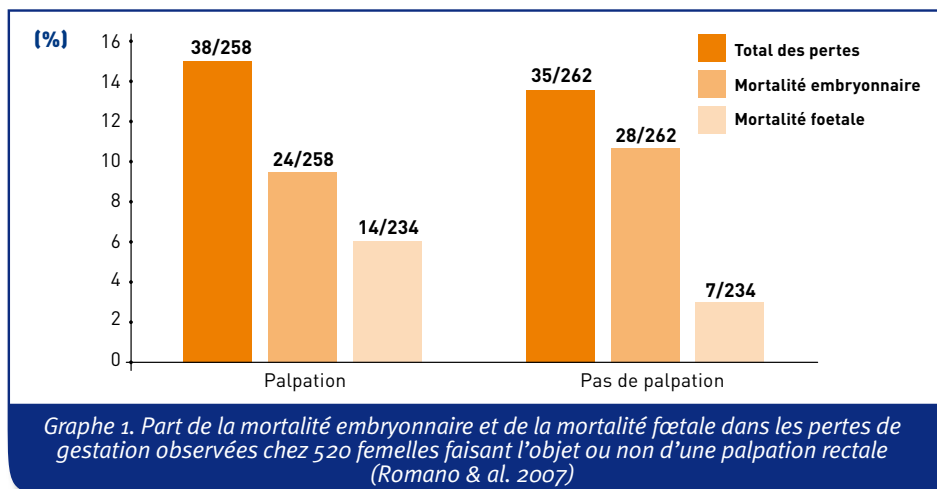
*Table 1. Mortalité embryonnaire et foetale observée chez 520 femelles faisant l'objet ou non d'une palpation rectale (Romano & al. 2007)*

Aucune différence n'a pu être mise en évidence entre les femelles ayant fait l'objet d'une palpation rectale et les autres.

Le taux cumulé de mortalité embryonnaire et foetale mesuré entre 30 et 60 jours a été de 14,0% (73 cas sur 520 femelles) ; ce taux s'est avéré plus élevé chez les vaches que chez les génisses (16,4% contre 8,8%), et chez les femelles portant des jumeaux (25,5% contre 12,9% pour les mères gestantes d'un seul veau). Les 14,0% de pertes ont été davantage provoqués par de la mortalité embryonnaire (52/520 = 10,0% entre J30 et J45) que par de la mortalité foetale (214/68 = 4,5% entre J46 et J60).

Aucune différence n'a pu être mise en évidence entre les femelles ayant fait l'objet d'une palpation rectale et les autres (tableau 1).

**Cette étude contrôlée à grande échelle démontre donc l'absence d'impact défavorable du diagnostic de gestation par la technique de pincement de la membrane foetale sur la survie embryonnaire.**





### Des résultats anciens non contrôlés...

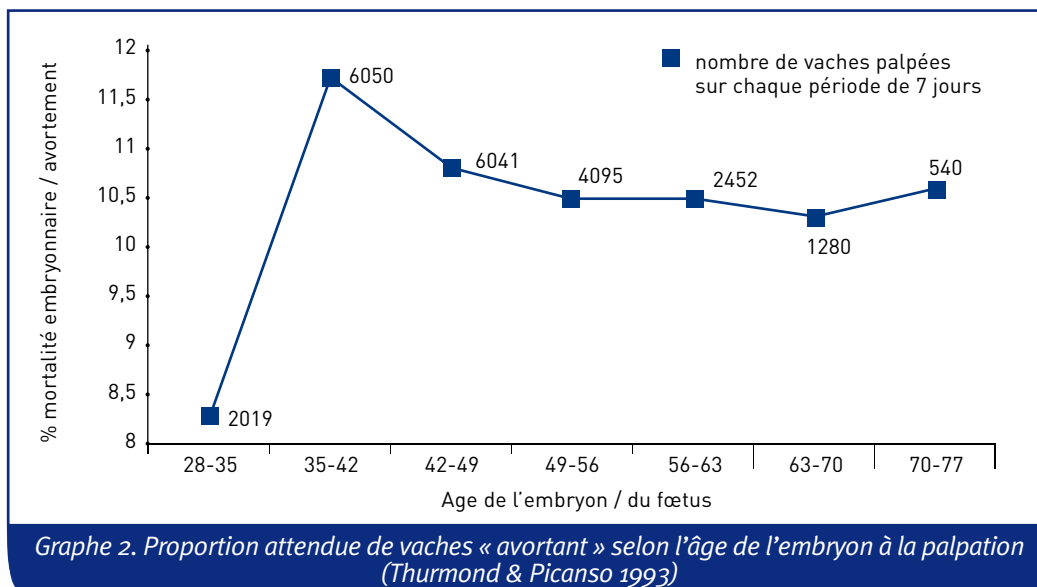
Plusieurs publications très anciennes indiquaient déjà que le pincement de la membrane foetale était sans danger pour le maintien de la gestation. Mais une étude un peu plus récente (Abbitt & al. 1978) avait pu montrer un effet défavorable de la même technique de diagnostic de gestation. Cependant, dans cette dernière étude, plusieurs opérateurs intervenaient. L'augmentation de la mortalité embryonnaire pourrait s'expliquer davantage par un manque de technicité de certains opérateurs plutôt que par la méthode utilisée.

Plus récemment, une étude prospective réalisée en Californie (Thurmond & Picanso 1993) concernant plus de 19 000 gestations concluait que, sur la période 28-42 jours de gestation, la palpation rectale réalisée en routine par des praticiens vétérinaires n'était pas un facteur d'avortement. Toutefois, une légère augmentation du risque d'avortement a été mise en évidence pour les interventions sur la fin de cette période (11,7% entre 35 et 42 jours post IA, contre 8,3% entre 28 et 35 jours post IA ; *graphe 2*). Il paraît cependant difficile de préconiser la palpation rectale à 4 semaines plutôt qu'à 6 semaines pour ce motif ; la fiabilité du diagnostic en souffrirait fortement !

Au-delà de 42 jours pp, aucune relation entre palpation et avortement n'a pu être trouvée. Pour Thurmond et Picanso, ces résultats s'expliqueraient par une sensibilité accrue de l'embryon à la palpation entre 35 et 42 jours, période potentiellement critique de l'attachement placentaire de l'embryon (la fixation placentaire est considérée complète à 45 jours).







## Des dommages pour l'embryon ?

D'autres études ont cherché à déterminer si la palpation rectale pouvait causer des dommages à l'embryon, en particulier entre 35 et 42 jours de gestation, période d'importance majeure pour l'organogenèse. Leurs résultats ne sont pas univoques et varient en particulier selon la technique utilisée. Toutefois, il ressort que la technique du pincement de la membrane fœtale n'endommage pas les organes du fœtus. Par exemple, Romano & al. (1982) rapportent que la palpation quotidienne par cette technique, entre 32 et 40 jours de gestation, ne provoque pas la naissance de veaux présentant une anomalie du tube digestif.

A l'opposé, la technique de palpation du sac amniotique a été associée à des atrésies intestinales (Brenner & Orgad 2003 ; Constable & al. 1997), ainsi qu'à des dommages cardiaques et à des pertes d'embryon. Les malformations digestives observées pourraient être attribuées à des défauts de la vascularisation du colon consécutifs à la palpation.

Romano & al. *Theriogenology* 2007, 67 : 486-493.  
Jacob. *Theriogenology* 2007, 68 : 944.  
Romano & al. *Theriogenology* 2007, 68 : 945-946.  
Abbitt & al. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1978, 73 : 973-977.  
Thurmond & Picanso. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1993, 203 (3) : 432-435.  
Ness & al. *Monatsh Vet Med* 1982, 37 : 89-92  
Brenner & Orgad. *J. Vet. Med. Sci.* 2003, 65 : 141-143.  
Constable & al. *Theriogenology* 1997, 48 : 775-790.

## En pratique



Le diagnostic de gestation par palpation rectale ne semble pas augmenter sensiblement le risque de mortalité embryonnaire à condition que soit utilisée la technique du pincement de l'allanto-chorion (pincement de la corne utérine entre deux doigts et relâchement progressif pour percevoir la membrane fœtale). Toutefois, une plus forte mortalité embryonnaire a pu être notée dans une étude à grande échelle pour les interventions entre 35 et 42 jours ; de sorte qu'il faudrait peut être recommander, lorsque c'est pratiquement possible, d'attendre 6 semaines pour réaliser le diagnostic (ce qui présente l'avantage d'une meilleure fiabilité).

A l'opposé, la technique de palpation du sac embryonnaire semble être associée à une augmentation de la mortalité embryonnaire ou bien à des malformations intestinales.

Sa mise en oeuvre est donc déconseillée.



## UNE NOUVELLE ÉTUDE CONFIRME QUE LE DIAGNOSTIC DE GESTATION PRÉCOCE N'AUGMENTE PAS LES PERTES EMBRYONNAIRES

La palpation rectale est, avec l'échographie transrectale, la méthode la plus utilisée pour le diagnostic de gestation chez la vache. Une certaine controverse existe quant aux éventuels effets défavorable de cet examen sur la survie embryonnaire (voir *ReproMag* N°5). Les études qui ont montré un effet négatif de la palpation du sac amniotique sur le maintien de la gestation souffrent souvent de limites dans leur protocole (pas de lot témoin, pas de vérification de la viabilité des conceptus, plusieurs opérateurs ...). Un essai contrôlé, randomisé, a été conduit sur 347 vaches gestantes (détermination par échographie à 29 jours de gestation) réparties entre un lot témoin (n = 167) et un lot faisant l'objet d'un diagnostic manuel de gestation (n = 180). Un seul vétérinaire expérimenté

a réalisé les diagnostics de gestation entre 34 et 43 jours après IA, en détectant entre les doigts la présence de la vésicule amniotique. Le statut de toutes les vaches a été ré-évalué à 45, 60 et 90 jours pour déterminer la viabilité des embryons ou fœtus.

Au total dans les 2 lots, 12,7% des gestations amorcées ont été perdues entre 29 et 90 jours : la majorité (9,5%) entre 29 et 45 jours, 2,5% entre 46 et 60 jours, et seulement 1%, entre 61 et 90 jours. Aucune différence n'a pu être notée entre les lots 'palpé' et 'non palpé' (tableau 5). Le diagnostic de gestation manuel pratiqué entre 34 et 43 jours de gestation n'augmente donc pas les pertes de gestation.

Dans cette étude, davantage de pertes de gestation ont été observées entre J29 et J90 pour les gestations gémellaires (7,5% des diagnostics de gestation positifs à J29 : 19,2% contre 12,2% pour les femelles portant un seul veau (différence non significative  $p = 0,29$ ).





Article paru en novembre 2009  
dans Repromag 5

| Période de gestation | Vaches |         |             | Significativité |
|----------------------|--------|---------|-------------|-----------------|
|                      | Toutes | Palpées | Non palpées |                 |
| entre 29 et 90 jours | 12,7%  | 12,2%   | 13,2%       | $p = 0,79$      |
| entre 29 et 45 jours | 9,5%   | 8,3%    | 10,8%       | $p = 0,44$      |
| entre 46 et 60 jours | 2,5%   | 3,3%    | 1,2%        | $p = 0,93$      |
| entre 61 et 90 jours | 0,9%   | 0,6%    | 1,2%        | $p = 79$        |

Tableau 5. Effet de la réalisation d'un diagnostic de gestation entre 34 et 43 jours de gestation sur le taux de pertes de gestation (OMANO & FAHNING, 2012)

ROMANO & FAHNING XXVII world buiatrics congress 2012, Lisbon. Abstract book p65-66;











ENSEMBLE,  
**CRÉONS**  
DE LA FERTILITÉ

